CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES
	Apéndice 1: Planos
	A.3. TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO
	Apendice 1: Planos
TOMO 3	A.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO
	Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
	Apéndice 2: Registros de calicatas
	Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ
	Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
	Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
	Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5. TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1. Diseño del Trazado
	Apéndice 1:Planos
TOMO 6	A.5.2 Tipo de Superestructura de vía
	Apéndice 1:Planos
	A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas
	Apéndice 1: Planos
	A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía
	Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5. Estudio de ruido y vibraciones
	Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6. TUNEL
	A.6.1. Memoria descriptiva general de túneles
	Apéndice 1: Planos
	A.6.2. Selección del diámetro del túnel
	Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos
	Apéndice 2. Planos de secciones tipo
	Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3. Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal
	Apéndice1.Planos
	A.6.4. Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
	Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
	Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
	Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
	Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
	A.6.5. Selección de TBM
TOMO 8	A.6.6. Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1. Pozos de ataque para TBM
	Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
	Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
	Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
	Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2. Logística TBM
	Apéndice 1: Planos
	A.6.7. Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.
	Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
	Apendice 2: Cálculos de subsidencias de la L4
	Apéndice 3. Planos
	A.6.8. Sistema de Monitoreo y Auscultación.
	Apendice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9. Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
	Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
	Apendice 2. CálculosTerceras Vías
	Apendice 3. Cálculos ramales Santa Anita
	Apéndice 4. Planos
	A.6.10. Excavación en caverna
	Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
	Apéndice 2.Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011713

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
		Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
		Apéndice 4. Planos
	A.7.	**ESTACIONES DE PASAJEROS**
	A.7.1.	**Memoria Descriptiva General por estación**
		Apéndice 1: Planos definición funcional
TOMO 10	A.7.2.	**Arquitectura por tipología de estación.**
		Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
	A.7.3.	**Excavación y tratamiento de consolidación por tipología**
		Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
	A.7.4.	**Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.**
TOMO 11		Apendice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
		Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
		Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
	A.7.5.	**Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.**
		Apéndice 1.Cálculos de evacuación
		Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
		Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
TOMO 12	A.7.6.	**Instalaciones ferroviarias en estación**
	A.7.6.1	Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2	Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3	Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4	Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5	Sistema de señalización
	A.7.6.6	Dimensionamiento de torniquetes
	A.7.7.	**Simulaciónes del flujo de pasajeros**
		Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
		Apéndice 2.Informes de simulación
	A.7.8	**Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación**
	A.7.8.1.	Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2.	Hidrología y drenaje
TOMO 13		Apéndice 1: Planos
	A.8.	**INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA**
	A.8.	**Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana**
		Apendice 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1.	**Estaciones Línea 2**
		Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
	A.8.2.	**Estaciones Línea 4**
		Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
	A.8.3.	**Soluciones de ingeniería**
	A.8.4.	**Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2**
	A.8.5.	**Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4**
	A.8.6.	**Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)**
TOMO 14		Apéndice 1: Planos
	A.9.	**PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA**
	A.9.1.	**Memoria descriptiva general**
	A.9.2.	**Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller**
		Apéndice 1: Equipos
		Apéndice 2: Planos generales
	A.9.3	**Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia**
	A.9.3.1.	**Arquitectura de los Patios Taller.**
		Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2.	**Arquitecture de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia**
TOMO 15		Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4	**Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia**
	A.9.4.1.	**Estructuras de los Patios Taller.**
		Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2.	**Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia**
		Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5	**Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes**
	A.9.5.1.	**Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller**
	A.9.5.2.	**Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos**
		Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
		Apendice 2: Pozos conitales sin presencia de nivel freatico
		Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatico
	A.9.6.	**Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres**
	A.9.6.1.	**Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011714

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 16	Apéndice 1: Planos
	A.9.6.2. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.
	A.9.6.3. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.
	A.9.7. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia
	A.10. DESVÍOS
	Apéndice 1: Planos macrodesvíos
	B DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1 Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento
	Equipos
	B.1.a.1 Selección de procedencia y tecnología
	B.1.a.2 Seguridad, oportunidad y optimización
	B.1.a.3 Gestiones y ruta crítica
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje
	Ruta crítica.Cronograme de suministro
	Materiales
	B.1.b.1 Selección de procedencia y tecnología
	B.1.b.2 Seguridad, oportunidad y optimización
	B.1.b.3 Gestiones y ruta crítica
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Acopios
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
TOMO 17	C DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1 INSTALACIONES FERROVIARIAS
	C.1.1. Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía
	Apéndice 1: Planos
	C.1.2. Instalaciones ferroviarias
	Diseño
	C.1.2.1 Señalización y control
	C.1.2.2 Puertas de andén
	C.1.2.3 Mando y control centralizado
	C.1.2.3.1 SCADA-DWH
	C.1.2.3.2 IWS
	C.1.2.3.3 Service Availability
	C.1.2.4 Control de pasajeros
	C.1.2.5 Sistema de Alimentación
	C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica
	C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones
	C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9 Subsistema Data Communicetion System (DCS)
	C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11 Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo
	C.1.2.8 Puesto Central de comando y control
	C.1.2.9 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA
	Suministro e instalación
	C.1.2.10 Suministro e istalación
TOMO 18	**C.2 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS**
	C.2.1. Diseño de las instalaciones no ferroviarias
	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos
	Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0117i5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO				CONTENIDO
TOMO 22		C.2.2.		Suministro e instalacion
TOMO 23	D			DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1			DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
		D.1.1.		Configuración del tren
		D.1.2.		Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
		D.1.3.		Gálibo
		D.1.4.		Capacidad de transporte del tren
		D.1.5.		Características de los trenes
		D.1.6.		Prestaciones de los trenes
		D.1.7.		Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
		D.1.8.		Salidas de emergencia del tren
		D.1.9.		Composición estructural de las cajas
		D.1.10.		Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
		D.1.11.		Design Book
TOMO 24	E			METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.			METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
		E.1.a		Memoria descriptiva
			E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles
				Metodología constructiva de las obras civiles
				Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
				Metodología constructiva con tuneladora
				Estrategia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
			E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
		E.1.b		Procedimiento de construcción para loa túnelea y la planta de dovelas
		E.1.c		Listado de equipos y herramientas especiales
		E.1.d		Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2			RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3			LA PROVISIÓN DEL MATERIAL ROOANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F			ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.			Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H			PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1			PROPUESTA DEL MODELO OE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2			TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3			CAPACIDAO DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR OIRECCIÓN
	H.4			FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5			PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6			FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7			PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8			PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9			DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10			PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11			PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I			PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1			ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2			INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3			TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4			EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5			TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6			AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7			PERSONAL REQUERIDO
	I.8			LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011716

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	I.9	OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1.	Plan General de Calidad.
		Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2.	Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3.	Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4.	Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5.	Plan de Calidad del Material Rodante
	J.1.6.	Plan de Calidad en Explotación
	J.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1.	Gestión Ambiental
	K.1.1.1	Gestión Ambiental Diseño y Construcción
		Apendice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
		Apendice 2: Matrices ambientales
		Apendice 3: Fichas ambientales
		Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
		Apendice 5: Plan de gestión de residuos
		Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
		Apendice 7: Informe de evaluación arqueológica
		Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos
		Subapéndice 7.2: Fichas da evacuación arqueológica
		Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
		Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
		Apendice 8: Planos de gestión ambiental
		Apendice 9: Planos arqueologia
TOMO 28	K.1.1.2	Gestión Ambiental Explotación
		Apéndica 1: Certificados de Gestión Ambiental
	K.1.2.	Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
		Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2	Plan de Seguridad y Salud en Explotación
		Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L	PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA
	M.2	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011717

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO			CONTENIDO
	N.1.		HITOS DE OBRAS POR ETAPAS
	N.2.		HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
	O		INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.		**ESTUDIOS BÁSICOS**
		O.1.1.	**Topografía de detalle**
			Apéndice 1: Planos
TOMO 30		O.1.2	**Estudio geotécnico**
			Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
			Apendice 2: Registro de calicata
			Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
			Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
			Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
			Apendice 5: Planos
		O.1.3.	**Análisis de riesgo sísmico**
			Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
			Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excendencia para aceleración espectral T=0 s.
			Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme
TOMO 31			Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
		O.1.4.	**Estudio de desvíos de tráfico**
			Apéndice 1 :Planos
		O.1.5.	**Estudio de interferencias**
			Apéndice 1: Planos
	O.2.		**GEOMETRIA (Trazado)**
		O.2.1.	**Trazado de las vías**
			Apéndice 1: Planos
	O.3		**TÚNELES**
		O.3.1.	**Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos**
		O.3.2.	**Diseño de las secciones tipo de túnel**
			Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
			Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
			Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
			Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea
			Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles.
			Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias.
			Apéndice 7. Planos
TOMO 32		O.3.3	**Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres)**
			Apéndice 1:Cálculos de ramales Santa Anita
			Apéndice 2:Planos
		O.3.4.	**Pozos de ataque (ventilación)**
			Apéndice 1: Planos
	O.4		**ESTACIONES**
		O.4.1.	**Memoria descriptiva de las estaciones**
			Apéndice 1. Planos
		O.4.2.	**Arquitectura de estaciones**
		O.4.3.	**Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.**
			Apéndice 1. Cálculos de evacuación
			Apéndice 2: Planos
			Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
TOMO 33		O.4.4.	**Estructuras**
			Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34			Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
			Apéndice 3. Planos
	O.5.		**PATIO TALLER SANTA ANITA**
		O.5.1.	**Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional**
			Apéndice 1: Planos
		O.5.2	**Excavaciones y muros de contención. Estructuras**
TOMO 35			Apéndice 1:Planos
		O.5.3.	**Arquitectura del Patio Taller Santa Anita**
			Apéndice 1:Planos
		O.5.4	**Plan de movimiento de tierras**
	O.6		**CRONOGRAMA**
		O.6.1.	**Cronograma detallado Primera Etapa A**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011718

L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011719

L.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

Índice

011720

1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS. 3
1.1 Descripción general 3
1.2 Terminología y Acrónimos 6
1.2.1 Acrónimos 6
1.2.2 Terminología 6
2 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS Y SUPERVISIÓN 8
2.1 Roles y responsabilidades 9
2.1.1 Planificación de pruebas. 10
2.1.1.1 Plan de pruebas del sub-sistema (SSTP) 10
2.1.1.1.1 Plan de pruebas del sub-sistema en fábrica 10
2.1.1.1.2 Plan de pruebas del sub-sistema en campo 11
2.1.1.2 Plan de pruebas de integración del sistema (SITP) 12
2.1.1.2.1 Plan de pruebas de integración de sistema para la pista de Pruebas en marcha en blanco 12
2.1.1.2.2 Pruebas de integración de sistema para la sección funcional 13
2.1.1.2.3 Plan de pruebas de integración de sistema para toda la línea 14
2.1.1.2.4 Plan de Pruebas de marcha en blanco 14
2.1.2 Documentación de evaluación 15
2.1.2.1 Plan de control de calidad - Tabla de pruebas (QCP) 15
2.1.2.2 Especificaciones y procedimientos de la pruebas de integración del sistema 16
2.1.2.3 Informes de pruebas y puesta en marcha 17
2.1.3 Procedimiento para la falta de cumplimiento 17
2.1.4 Requisitos para el equipo de evaluación 18
3 PLAN DE PRUEBAS DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS Y DEL MATERIAL RODANTE. 18
3.1 Objeto del Plan de Pruebas 18
3.2 Pruebas de materiales, componentes y equipoS 20
3.3 Pruebas de sub-sistemas 21
3.3.1 Descripción de las Pruebas de sub-sistemas 21
3.3.2 Pruebas Subsistemas. 21
3.4 Pruebas del material rodante. 24
3.4.1 Estructura del plan de pruebas del Material Rodante. 24
3.4.2 Descripción de pruebas. 24
3.5 Pruebasde la integración del sistema 25
3.6 Pruebas de marcha en blanco 26
3.7 Pruebas durante el servicio de ingreso 26
4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA 26
4.1 Generalidades 26
4.1.1 Pruebas Tipo 27
4.1.2 Pruebas Serie 27
4.2 Pruebas durante la ejecución del montaje 27

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.3 Pruebas de aceptacion en fábrica. 27
4.4 Pruebas de cualificación y tipo en los componentes y sistemas del Material Rodante. 28
4.5 Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en bogies del Material Rodante 29
4.6 Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en cajas del Material Rodante. 31
4.7 Pruebas rutinarias en el vehículo en fábrica del Material Rodante. 33
4.8 Pruebas tipo en el vehículo en fábrica del Material Rodante 33
5 PRUEBAS EN CAMPO 35
5.1 Generalidades. 35
5.2 Pruebas de instalación. 35
5.3 Pruebas de aceptación del Subsistemas. 35
5.4 Pruebas rutinarias en el vehículo en el emplazamiento del Material Rodante. . 37
5.5 Pruebas tipo en el vehículo en el emplazamiento del Material Rodante 37
6 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN. 40
6.1 Pruebas de integración del sistema 40
6.2 Pruebas de integración del sistema en la sección funcional 40
6.3 Pruebas de integración del sistema en toda la línea 41
6.4 Pruebas FINALES de Integración de Sistemas 41
7 PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO: PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA ANTES DE LA PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL. 44

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

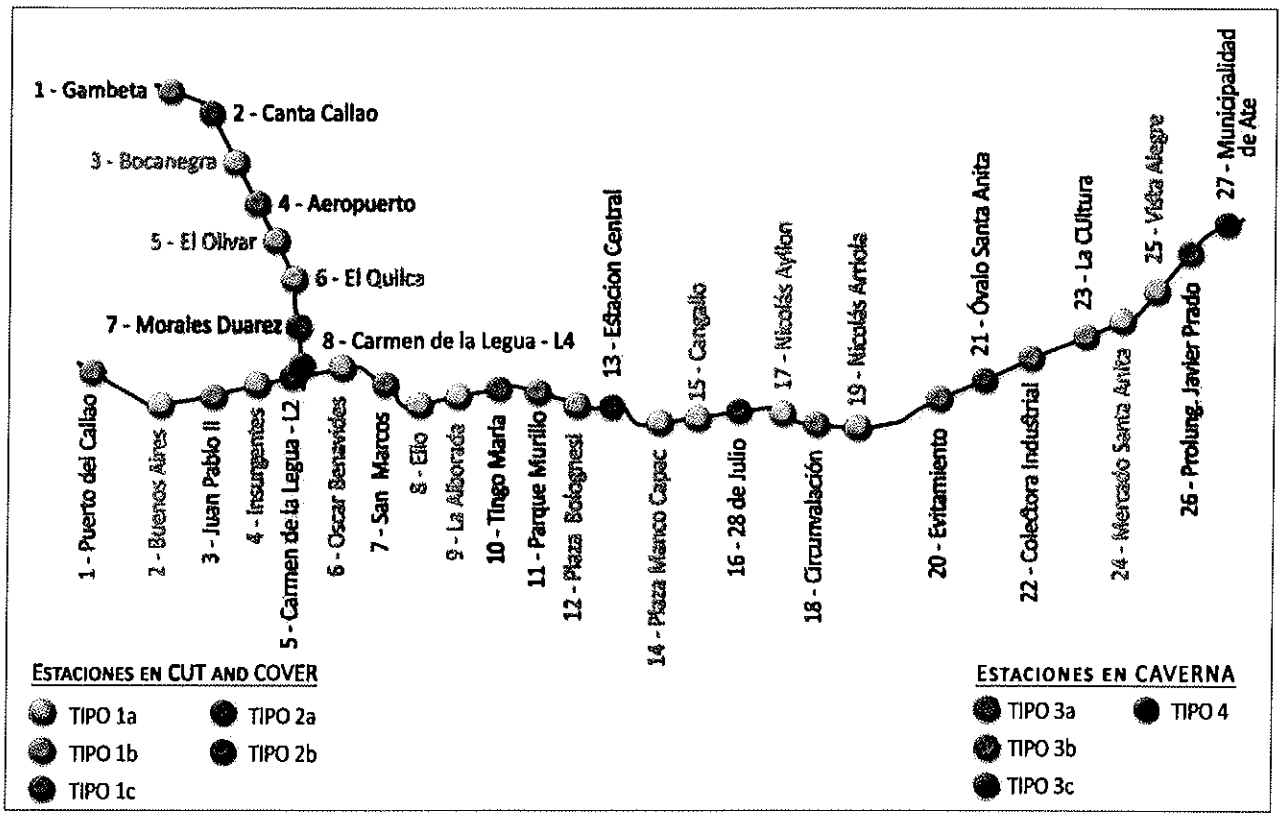
011722

1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

Las actividades de pruebas y puesta en marcha se organizarán según el Contrato de concesión del proyecto "Línea 2, Ramal Av. Faucett – A. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao" y adoptará los procesos, procedimientos y la experiencia de las empresas integrantes del Consorcio que se obtuvo anteriormente durante la puesta en marcha de otros sistemas metropolitanos sin conductores.

Las pruebas y puesta en marcha del sistema se realizarán en diferentes fases. Se delineará un plan maestro de pruebas y puesta en marcha (Testing and Commissioning Master Plan-TCMP) para describir la manera en que se verificará la cumplimiento de los requisitos de los componentes, los sistemas y el sistema como un todo a lo largo de las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto



El proyecto formado por la línea 2 y línea 4, se van a construir en 8 tramos dividido en tres etapas:

- Primera etapa 1.
- Primera etapa 1B.
- Segunda etapa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La etapa 1A, que corresponde con el tramo 5, es de longitud aproximada de 5 Km. desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita y comprende la realización parcial del taller de Santa Anita.

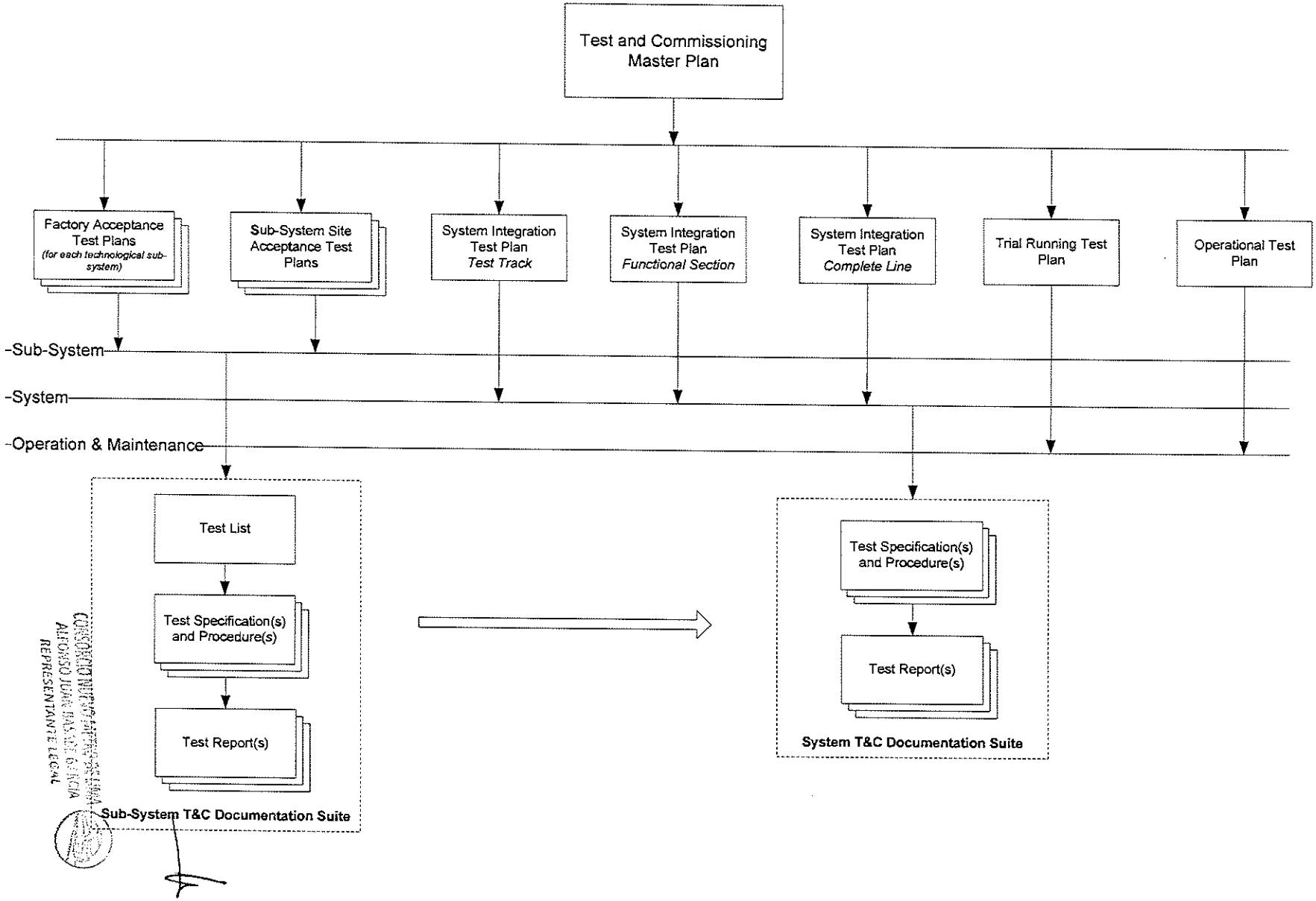
La etapa 1B, realizada por medio de los tramos 3, 4 y 6, es aproximadamente 10Km desde la estación central hasta la estación Municipalidad de Ate, excluyendo la primera etapa A.

La etapa 2, realizada por medio de los tramos 1, 2, 7 y 8, comprende la finalización de la línea 2 aproximadamente 12Km desde la Estación Puerto del Callao hasta la estación central y el ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4), de aproximadamente 8Km desde la estación Gambetta hasta estación Carmen de la Legua L4 incluido en el taller.

La puesta en funcionamiento del proyecto se prevé en tres (3) etapas:

- 2016: Primera etapa 1A – Línea 2.
- 2017: Primera etapa 1B – Línea 2.
- 2019: Segunda etapa - Línea 2.
- 2019: Ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL


Test and Commissioning Master Plan
Factory Acceptance Test Plans (for each technological sub-system)
Sub-System Site Acceptance Test Plans
System Integration Test Plan Test Track
System Integration Test Plan Functional Section
System Integration Test Plan Complete Line
Trial Running Test Plan
Operational Test Plan
-Sub-System
-System
-Operation & Maintenance
Test List
Test Specification(s) and Procedure(s)
Test Report(s)
Sub-System T&C Documentation Suite
Test Specification(s) and Procedure(s)
Test Report(s)
System T&C Documentation Suite

011725

1.2 TERMINOLOGÍA Y ACRÓNIMOS

Este capítulo explica todos los términos y acrónimos utilizados en el plan maestro de pruebas y puesta en marcha.

Los términos y acrónimos siguientes con sus definiciones son algunos ejemplos:

1.2.1 Acrónimos

Acrónimo	Definición
ATC	Control automático de trenes
C&A	Certificación y acreditación
COC	Centro de operaciones centrales
FAT	Prueba de aceptación en fábrica
O&M	Operación y mantenimiento
QCP	Plan de control de calidad
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
SITP	Plan de pruebas de integración del sistema
SSTP	Plan de pruebas del sub-sistema
T&C	Pruebas y puesta en marcha
TCMP	Plan maestro de pruebas y puesta en marcha

1.2.2 Terminología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Término	Definición
Prueba de aceptación en fábrica (FAT)	Verificación de la cumplimiento con las especificaciones del sub-sistema de todos los equipos y/o piezas importantes de un sistema complejo en un ambiente de planta, antes de enviar al sitio.
Sección funcional	La configuración mínima de la línea y las estaciones que, al conectarse con el depósito, facilita la verificación de los elementos más importantes de la funcionalidad del sistema.
Pruebas funcionales	Cumplimiento de cada uno de los sub-sistemas sobre sus requisitos de rendimiento.
Pruebas de fabricación	Actividades de pruebas en fábrica realizadas durante el proceso de fabricación y montaje para determinar si un sistema satisface sus criterios de aceptación.
Pruebas de instalación	Durante la fase de instalación de cada sub-sistema y sistema, se realiza un conjunto de inspecciones y pruebas de verificación para asegurar la cumplimiento con los requisitos de su instalación y de que cumple con lo especificado tras su instalación o puesta en marcha en la línea o estación
Pruebas de interfaz	Verificación de la funcionalidad correcta de cada sub-sistema que tenga una interfaz con un sub-sistema cercano y que esté

	relacionado funcionalmente con éste 011726
Integrador de sistema	El proveedor es responsable de realizar todas las Pruebas del sistema de integración
Proveedor del sistema de transporte	El proveedor con la responsabilidad general de entregar una solución de transporte al cliente. También conocido como "Contratista principal".
Pruebas de tipo	Pruebas de cumplimiento de la primera unidad de la serie, o de una muestra importante de la producción de un producto para una especificación/norma de un proyecto/producto específico. Son las pruebas sobre el primer elemento o "prototipo" de una serie de fabricación, las cuales incluyen comprobaciones más profundas sobre las características que debe cumplir toda la serie.

Terminología concreta del material rodante:

- AB : AnsaldoBreda S.p.A
- ASTS: Ansaldo STS
- NA : Instalación de producción de AB en Nápoles
- PT : Instalación de producción de AB en Pistoya
- RC : Instalación de producción de AB en Reggio Calabria
- UCF: Unidad de Control del Freno
- UCC: Unidad de Control Central
- CC: Corriente continua
- CEM: Compatibilidad Electromagnética
- UDI: Unidad de Detección de Incendios
- UCH: Unidad de Control Hidráulico
- HVAC: Sistema de Climatización
- REE: Registro de Eventos Estático
- LMCO: Prueba en componentes
- LMBO: Prueba en subsistemas (bogie)
- LMCAR: Prueba rutinaria en caja
- LMCAT: Prueba tipo en caja
- LMVFR: Pruebas rutinarias en el vehículo finalizado en fábrica
- LMVFT: Pruebas tipo en el vehículo finalizado en fábrica
- LMVLR: Prueba rutinaria en el vehículo finalizado en el emplazamiento
- LMVLT: Prueba tipo en el vehículo finalizado en el emplazamiento
- N.A.: No Aplicable
- SIP: Sistema de Información para Pasajeros
- PCF: Por confirmar
- SSCT: Sistema de Supervisión y Control del Tren
- UCT: Unidad de Control de Tracción
- PDEF: Por definir
- PP: Plan de Pruebas

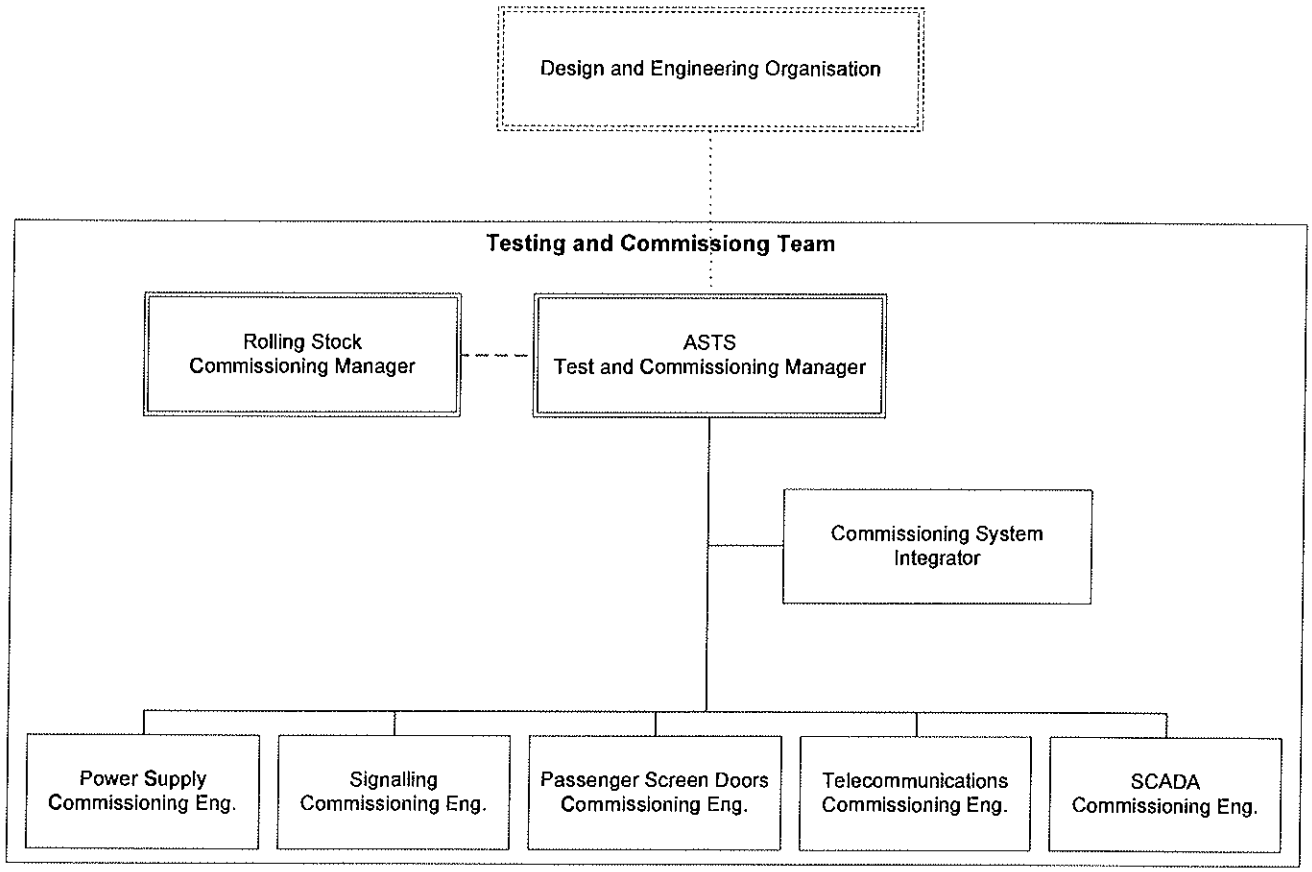
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011727

- A (Hold point): Punto de retención (es necesario que el cliente esté presente)
- A1 (Hold point on the first vehicle): Punto de retención en el primer vehículo; pasa a ser T en el resto de vehículos
- T (Witness point): Punto de presencia (una vez que se informa al cliente de la prueba, puede asistir a la realización de la misma. En cualquier caso, no se prevé una suspensión de las actividades.
- INFORME DE APROBACIÓN: La prueba realizada sobre los componentes y subsistemas con respecto a la cual AB enviará un informe de aprobación/certificado de prueba y cuyos resultados son los mismos que los obtenidos a partir de componentes o subsistemas utilizados en vehículos similares (por ejemplo para las líneas L1 y L2 del metro urbano pesado de Milán, o el proyecto HMR del metro de Roma).

2 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS Y SUPERVISIÓN.

Para proveer la coordinación necesaria de las actividades de pruebas y puesta en marcha, se propone la siguiente estructura de organización:



- Director de pruebas y puesta en marcha (Test and Commissioning Manager –TCM-): **es responsable de coordinar el plan de pruebas y puesta en marcha, informando e interconectándose con el cliente sobre el estado de las actividades de puesta en marcha y coordinando las Pruebas integradas cuando haya involucrado más de un sub-sistema.**
  El TCM será asistido por Ingenieros de puesta en marcha exclusivos, responsables del funcionamiento de cada sub-sistema, para coordinar las actividades de puesta en marcha de los sub-sistemas de manera individual e integral.

011728

- Director de puesta en marcha del material rodante (RSCM): **es responsable de coordinar las actividades de pruebas relacionadas con el material rodante. El RSCM se reporta con el TCM y de igual manera es asistido por ingenieros exclusivos de cada sub-sistema. El RSCM junto con su personal de asistencia, cooperará y como consecuencia coordinará actividades con el TCM para realizar las Pruebas integradas y de rendimiento del sistema.**
- Organización de diseño e ingeniería (D&E): **Colaborará con el TCM para definir la estrategia de la evaluación, preparar los procedimientos de evaluación, evaluar los resultados y definir acciones correctivas**

Durante las fases de evaluación, el equipo de pruebas y puesta en marcha será ayudado por técnicos capacitados provistos por los proveedores de los sub-sistemas evaluados.

2.1 ROLES Y RESPONSABILIDADES

Cada proveedor de sub-sistema será completamente responsable de preparar y ejecutar (ya sea directamente o mediante sub-contratistas) todas las actividades de verificación y pruebas necesarias para demostrar la cumplimiento de su sub-sistema provisto de las especificaciones técnicas. Esta actividad será llevada a cabo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, comenzando desde la demostración del cumplimiento de los materiales y componentes con los requisitos contractuales, hasta la demostración del rendimiento del sub-sistema y sistema completo durante las Pruebas de integración.

El proveedor del sistema de transporte desarrollará y coordinará la ejecución de las Pruebas de integración del sistema y realizará sus propias pruebas de nivel de sistema. Estas Pruebas comenzarán en la zona que se determine de Pruebas en marcha en vacío y continuarán durante las Pruebas finales de conjunto, denominadas marcha en blanco.

Como regla general, todas las actividades de pruebas deben definirse en un "plan de evaluación". Estos documentos proveerán:

- Una guía a lo largo de cada fase de evaluación,
- Definir las reglas de cada fase de evaluación,
- Describir la organización de las Pruebas durante cada fase y
- Definir los requerimientos/prerrequisitos para cada fase de evaluación,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Como mínimo, un plan de pruebas acompañará cada sub-sistema y cada fase de las Pruebas de integración del sistema. En la sección 2.1.1 se incluirá una descripción del contenido mínimo requerido en los planes de pruebas para las distintas fases.

La programación de las Pruebas estará sujeta a un "programa de evaluación" descrito en el apartado 2.1.2, que se detallará al mismo tiempo del comienzo de cada fase de evaluación.

La evidencia documental de las Pruebas planeadas y ejecutadas y el registro de los resultados se asegurarán mediante la disponibilidad de planes de control de calidad completos (descriptos en detalle en la sección 2.1.2.1), las especificaciones y procedimientos de pruebas relevantes y los eventuales informes de evaluación. El detalle requerido por este tipo de documentos se cubrirá en la sección 2.1.2.2 y 2.1.2.3.-

Para todas las actividades que caen dentro de sus respectivas responsabilidades, el proveedor del sistema de transporte, el proveedor de sub-sistema y/o sus sub-contratistas, prepararán y asegurarán en tiempo y forma la aprobación de toda la documentación de pruebas según el siguiente procedimiento:

- El documento aprobado por el proveedor del sub-sistema o sus sub-contratistas será objeto de aprobación del proveedor de sistema de transporte

- El proveedor del sistema de transporte indicará qué Pruebas deberían presentarse indicando con R, W o H (como se describe en sección 2.1.2) y propondrá qué Pruebas le sugerirá al cliente para realizarse durante las distintas fases
- El Plan de control de calidad será objeto de la aprobación del cliente, y confirmarán su aceptación de su tipo de participación durante las actividades de pruebas o requerirá correcciones a su tipo de participación.

Los proveedores de sub-sistema y el proveedor del sistema de transporte prepararán y mantendrán un programa detallado de las pruebas que se encuentran dentro de su responsabilidad. La intención es la de ser un medio para proveer notificaciones actualizadas de la programación de pruebas a los accionistas interesados en presentarse durante las actividades de evaluación.

Una vez que la fase de pruebas está completa, cada proveedor de sub-sistemas entregará y solicitará la aprobación de sus respectivos informes de pruebas según los procedimientos de proyecto establecidos como se detalla en el plan de control de calidad (que contendrá los detalles de ejecución de las pruebas).

2.1.1 Planificación de pruebas.

Es el documento enfocado en la planificación de las actividades de pruebas para los sub-sistemas y para el sistema como un todo, se denomina "plan de evaluación".

2.1.1.1 Plan de pruebas del sub-sistema (SSTP)

El proveedor de cada sub-sistema (o sus sub-contratistas) determinará un plan para todas las Pruebas relacionadas con el sub-sistema del que es responsable (es decir, el plan de pruebas del sub-sistema - SSTP).

El SSTP proporcionará una visión completa y racionalizada de todas las Pruebas y verificaciones comenzando con aquellas relacionadas con el suministro y la fabricación de componentes mediante pruebas en el lugar del sub-sistema específico. Cuando sea apropiado y posible, se hará referencia a los requisitos contractuales y/o a las especificaciones del proyecto.

Este plan incluirá o se referirá a una lista de los componentes usados en los sub-sistemas relacionados, por lo tanto permitirá la identificación única de la configuración de cada componente. Estas identificaciones únicas se detallarán en la documentación de pruebas subsiguiente para asegurar una relación unívoca entre las pruebas y la configuración de los componentes (hardware y software) instalados.

El SSTP se puede dividir en dos secciones que pueden ser detalladas en dos documentos separados:

1. Pruebas a realizarse en un ambiente de fábrica antes de enviarse al lugar de instalación
2. Pruebas a realizarse en el lugar de la instalación, dedicadas a verificar la instalación correcta, funcionalidad, interfaces y rendimiento del sub-sistema.

El proveedor del sub-sistema será responsable de obtener la aprobación del SSTP para una fase de evaluación, antes del comienzo y de las Pruebas en la fase de pruebas correspondiente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.1.1.1.1 PLAN DE PRUEBAS DEL SUB-SISTEMA EN FÁBRICA

Este plan de pruebas contendrá todas las actividades que se llevarán a cabo en factoría, tales como las Pruebas de tipo, Pruebas de fabricación y las Pruebas de aceptación en fábrica (FAT).

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Lista de todas las pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

El plan de pruebas se desarrollará según el sistema de calidad de los proveedores e incluirá:

- Los componentes y equipos que son objetos de la pruebas de tipo con una lista de especificaciones y procedimientos de pruebas y los planes de control de calidad correspondiente que serán elaborados.
- Los criterios de aceptación de las Pruebas de fabricación, y una definición detallada de estas Pruebas , acompañados por una lista de especificaciones y procedimientos de pruebas y los planes de control de calidad correspondientes a elaborarse
- Las Pruebas de aceptación en fábrica se realizarán en los componentes o elementos de cada sub-sistema, antes de ser enviados al lugar de instalación y cubrirán los siguientes aspectos:
    a. Prestaciones
    b. Requisitos ambientales
    c. Requisitos estructurales
    d. Requisitos de mantenimiento
    e. Verificación de la funcionalidad de software

2.1.1.1.2 PLAN DE PRUEBAS DEL SUB-SISTEMA EN CAMPO

El plan de pruebas en cuestión contendrá todas las actividades de pruebas que se llevarán a cabo en el lugar de instalación , tales como las Pruebas de instalación, Pruebas funcionales, Pruebas de interfaz y Pruebas de integración en el nivel de los sub-sistemas. Estos planes tienen como objetivo demostrar la cumplimiento del sub-sistema con los requisitos de rendimiento y contractuales en un ambiente de trabajo real y con todas las interfaces conectadas y funcionales.

La realización de las actividades de pruebas en el lugar será responsabilidad del proveedor del sub-sistema y las coordinará con el proveedor del sistema de transporte.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Estrategia de evaluación
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las Pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El plan de pruebas se desarrollará según el sistema de calidad de los proveedores e incluirá:

a) Las Pruebas de instalación que se llevarán a cabo con referencia a los diseños estandarizados para cada ubicación geográfica en las que el sub-sistema se instalará, para verificar la cumplimiento de la instalación con las especificaciones de diseño y los requisitos de instalación impuestos

b) Las Pruebas funcionales que se llevarán a cabo con referencia a los diseños estandarizados para cada ubicación geográfica en la que se instalará el sub-sistema, para verificar la funcionalidad correcta y la cumplimiento del sub-sistema individual a las especificaciones correspondientes a sus interfaces internas (físicas y funcionales).

c) Las Pruebas de interfaz que se llevarán a cabo con referencia a los diseños estandarizados para cada ubicación geográfica en el que se instalará el sub-sistema, para verificar la interconexión correcta con todos los demás sub-sistemas

d) Pruebas de integración de todos los componentes o elementos con el sub-sistema, que demuestren que en su configuración final, el sub-sistema cumple con los requisitos de rendimiento especificados (teniendo en cuenta las interfaces entre los elementos del sub-sistema y con otros sub-sistemas)

Las verificaciones considerarán los siguientes aspectos:

e) Prestaciones
f) Requisitos ambientales
g) Requisitos estructurales
h) Requisitos de mantenimiento
i) Verificación de la funcionalidad de software

2.1.1.2 Plan de pruebas de integración del sistema (SITP)

El proveedor del sistema de transporte o el integrador del sistema, elaborará los siguientes planes de evaluación:

- Plan de pruebas de integración de sistema para la pista de Pruebas en marcha en blanco (SITPTT)
- Plan de pruebas de integración de sistema para la sección funcional (SITPFS)
- Plan de pruebas de integración de sistema para toda la línea (SITPWL)
- Plan de Pruebas de marcha en blanco

El objetivo principal de los documentos del plan de pruebas es definir todas las Pruebas necesarias para integrar los distintos sub-sistemas y por lo tanto poner en marcha gradualmente todo el sistema.

Los planes de pruebas servirán también de referencia para cualquier actividad de pruebas de los sub-sistemas que se realicen en las diferentes zonas geográficas o que estén involucradas funcionalmente con las actividades de pruebas propuestas en las pruebas de integración del sistema.

En cada plan de pruebas se proporcionará un resumen de las pruebas que realizará cada proveedor de sub-sistema, que se definirá en detalle en sus planes de pruebas correspondientes.

Los planes antes mencionados se desarrollarán basándose en los planes de pruebas maestros

2.1.1.2.1 PLAN DE PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMA PARA LA PISTA DE PRUEBAS EN MARCHA EN BLANCO

El objetivo principal del plan de pruebas de integración de sistema "en pista de pruebas" en marcha en blanco, será identificar todas las pruebas integradas que verifiquen la adecuación de la pista de pruebas en marcha en blanco, tales como que todos los vehículos sean capaces de realizar sus pruebas de aceptación en lugar (estática, dinámica e interconectada con equipo fijo lateral) usando la configuración mínima de la pista de Pruebas en marcha en blanco.

Las Pruebas se planearán y llevarán a cabo en una secuencia lógica para asegurar que el vehículo es capaz de conducirse tanto en modo manual como automático.

Además de ser capaz de identificar cualquier problema inicial que podría ocurrir con la integración de los sub-sistemas, este plan de pruebas también considerará los escenarios funcionales y de ser posible verificará los requisitos del proyecto usando la configuración mínima de la pista de Pruebas en marcha en blanco.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

Para cada pruebas detallada en el plan de evaluación, se elaborará una "especificación y procedimiento de evaluación" correspondiente que prescribirá efectivamente los pasos de pruebas a ejecutarse.

2.1.1.2.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMA PARA LA SECCIÓN FUNCIONAL

El objetivo principal del plan de pruebas de integración para la sección funcional será el de identificar todas las pruebas integradas que pueden realizarse en una sección "funcional" de la línea completa.

La realización de estas pruebas en la sección funcional permitirá el tiempo suficiente para identificar cualquier problema crítico con la integración del sistema y resolverlo con un impacto mínimo en el programa.

La "sección funcional" deberá tener una configuración mínima de la línea y las estaciones. Esta sección funcional debe estar conectada con la terminal, y permitirá la verificación de las características del sistema y la funcionalidad general de sistema, como por ejemplo:

- Rendimiento de los vehículos, las características mecánicas y la señalización del sub-sistema.
- Verificación del software usado para administrar el sistema
- Integración de los diferentes sub-sistemas y del vehículo

Las pruebas propuestas considerarán además los escenarios funcionales y cuando es posible validar las características de diseño identificadas en la matriz de seguimiento de los requisitos del proyecto.

En general, el plan de pruebas tendrá en cuenta las actividades de pruebas coexistentes que ocurran en los sub-sistemas involucrados en la sección funcional, mientras se ponen en marcha. Como resultado, este plan considerará llevar a cabo pruebas de verificación de las interfaces de los sub-sistemas y la funcionalidad general del sistema, evaluando efectivamente las características del sistema como se menciona anteriormente.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.1.1.2.3 PLAN DE PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMA PARA TODA LA LÍNEA

El objetivo principal del plan de pruebas de integración para toda la línea es identificar todas las pruebas del sistema integrado que se llevarán a cabo cuando la toda la línea esté completa, para demostrar la funcionalidad del sistema completo y por lo tanto, la cumplimiento del sistema con los requisitos contractuales.

En general, el plan de pruebas definirá las pruebas de sistema integradas, es decir, todas las pruebas llevadas a cabo con cada sub-sistema interconectado por completo con sus elementos y con el resto del sistema (es decir, el sistema como un todo), para asegurar la cumplimiento con las especificaciones contractuales, antes de comenzar el Pruebas de marcha en blanco y de entrar de lleno al servicio comercial con pasajeros.

El plan definirá en detalle todos los tipos de pruebas de integración del sistema relacionados con:

- Rendimiento del sistema
- Pruebas ambientales
- Funcionamiento del sistema según con la programación de operación planeada
- Demostración de la aplicación efectiva de los procedimientos de respuesta en emergencia.
- Demostración de la capacidad del sistema de realizar operaciones en modo degradado
- Demostración de cumplimiento con los requisitos EMC
- Demostración de las capacidades del sistema de señalización en las distintas zonas, (incluso en el depósito)
- Demostración de la funcionalidad correcta del equipo correspondiente a los procedimientos de seguridad

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Para cada prueba detallada en el plan de evaluación, se elaborará una "especificación y procedimiento de evaluación" correspondiente que prescribirá efectivamente los pasos de pruebas a ejecutarse.

2.1.1.2.4 PLAN DE PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO

El objetivo principal del plan de pruebas de marcha en blanco es identificar y validar el sistema completo incluyendo el plan de operación con el movimiento completo de trenes similar a la operación real, por medio de las pruebas que se desarrollarán considerando las siguientes áreas:

- El funcionamiento del sistema en las distintas configuraciones de programación, simulando cambios en los programas diarios, semanales y estacionales, según los procedimientos funcionales establecidos.
- La inserción de fallos de equipamiento importantes en el sistema, tales como que el personal de operaciones ignore el tipo de falla introducida o cuándo ocurrirá. El tipo y la cantidad de fallas para introducir estará predeterminado junto con el cliente y/o con el proveedor O&M.

- La simulación de la presencia de pasajeros problemáticos que usen el sistema, tales como que el personal de operaciones ignore el tipo de escenario introducido o cuándo ocurrirá. El tipo y la cantidad de escenarios estará predeterminado junto con el cliente y/o con el proveedor O&M.
- La simulación de la presencia de un gran grupo de pasajeros que usen el sistema y al mismo tiempo la simulación de cierres de la estación y la implementación de rutas alternativas, tales como que el personal de operaciones ignore el tipo de evento introducido o cuándo ocurrirá
- La simulación de un incendio en un túnel (si se aplica) o en otro lugar de la línea y la evacuación de emergencia de los pasajeros que se produce como consecuencia.
- La inserción de eventos anormales u otros factores externos, tales como la falta de electricidad, un incendio dentro del vehículo o en una estación, disrupción física de la línea debido a actos de terrorismo, terremotos, etc.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las Pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

Para cada prueba detallada en el plan de evaluación, se elaborará una "especificación y procedimiento de evaluación" correspondiente que prescribirá efectivamente los pasos de pruebas a ejecutarse.

2.1.2 Documentación de evaluación

Esta sección describe las reglas que se aplicarán a la documentación relacionada a todas las Pruebas que se realizarán en el sistema.

Estas reglas las aplicarán y respetarán los proveedores de cada sub-sistema y también el integrador del sistema, desde las Pruebas que se realicen en la fábrica hasta las Pruebas que se realicen en marcha en vacío y , luego finalmente, marcha en blanco..

Las pruebas se considerarán listas sólo cuando toda la documentación correspondiente las haya preparado, verificado y aprobado oficialmente el cliente o sus representantes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.1.2.1 Plan de control de calidad - Tabla de pruebas (QCP)

El proveedor de cada sub-sistema utilizará el plan de control de calidad (se proporciona un ejemplo en el apéndice A) con cada plan de pruebas producido por sus sub-sistemas respectivos.

Los planes de control de calidad son documentos que corresponden a componentes o sistemas físicos (hardware o software), que son identificables de manera única o como un lote de los mismos componentes.

El objetivo del QCP es definir una lista detallada de Pruebas para realizarse en el componente/elemento del sub-sistema en cuestión. La lista además identificará la fase de pruebas(es decir, fabricación, montaje, instalación o integración) y el procedimiento de pruebas aplicable, dirigiéndose al documento asociado.

El QCP además preverá la inclusión de los datos de pruebas y la firma de los accionistas y en consecuencia actuar como certificado de asistencia para todos los accionistas presentes durante la evaluación. Asimismo, el QCP incluirá una referencia al informe de evaluación.

Cada componente, sub-montaje o pieza relevante de un sub-sistema tendrá una referencia en uno o más QCP e incluirá la identificación de cada componente aplicable. Como resultado, será posible rastrear la historia de pruebas final de cada componente instalado dentro del sistema

Los QCP satisfarán las siguientes funciones:

- Un programa detallado de las actividades de pruebas para cada componente/sub-montaje o sub-sistema con identificación única y definirá claramente en qué fase del ciclo se realizarán dichas Pruebas. Además incluirá una lista de Pruebas de aceptación para el material entrante usado durante la fabricación.
- La identificación de los procedimientos de pruebas únicos que se aplicarán, que definirán los parámetros que se monitorearán, las técnicas de monitoreo, los criterios de aceptación, los recursos materiales (herramientas) y los recursos humanos (técnicos).
- Un registro de las Pruebas realizadas en cada componente y/o sub-montaje (que incluye referencias a los informes de pruebas resultantes).

Dado lo dicho anteriormente, el QCP incluirá la siguiente información de cada evaluación:

- La fase del ciclo (es decir, fabricación, montaje o instalación) en la que se realizará la evaluación
- La identificación de procedimiento y especificación de pruebas aplicable
- El tipo de participación requerida por los accionistas correspondientes, tal como el proveedor de sistema de transporte, el cliente y/o las autoridades de seguridad responsable para la certificación y acreditación del sistema (C&A).
- La fecha en la que se realiza la evaluación
- La firma de los accionistas presentes en la evaluación
- La identidad del informe de pruebas resultante

Los procedimientos anteriores también se aplican a las Pruebas de integración del sistema, para proporcionar un recuento histórico de la introducción paulatina de los sub-sistemas y sus elementos mientras se instala el sistema completo.

2.1.2.2 Especificaciones y procedimientos de la pruebas de integración del sistema

El proveedor del sistema de transporte o el integrador del sistema, elaborará una "Especificación y procedimiento de evaluación" para cada pruebas detallada en el plan de pruebas respectivo.

Los documentos pueden ser proporcionados combinados o por separado. De cualquier forma habrá una identificación única como mínimo que contendrá:

- Introducción
- Condiciones de pruebas generales
- Especificación de evaluación
- Procedimiento de pruebas(que incluye un certificado de evaluación)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En la sección "Especificación de evaluación, el objetivo de la pruebas se proporcionará junto con una breve descripción de las Pruebas a realizarse. Además, describirá los prerrequisitos que deben cumplirse antes de comenzar las Pruebas, cualquier recurso y herramienta requerida para implementar las Pruebas y las condiciones iniciales (ambiente de evaluación) de las Pruebas.

En la sección "Procedimiento de evaluación" se proporcionará una descripción de todos los pasos de pruebas necesarios en una secuencia lógica.

Cuando los procedimientos de pruebas definan fases separadas, se desarrollarán de tal forma que las condiciones de pruebas se puedan lograr independientemente de las fases

correspondientes. Además, la definición de las fases por separado identificará cómo se verifica la progresión a lo largo de cada fase aplicable a la funcionalidad del sistema.

Todos los pasos de pruebas se detallarán en un cuadro que incluya la siguiente información de cada paso:

- Descripción del paso de evaluación.
- El tiempo de ejecución.
- Cualquier discrepancia encontrada.
- Cualquier nota pertinente.

La sección "Procedimiento de evaluación" además proporcionará los criterios de aceptación que se cumplirá para considerar que las Pruebas son válidas. Además, esta sección contendrá un "certificado de evaluación", se proporciona un ejemplo en el Apéndice B.

El cuadro de "Procedimiento de evaluación" con los pasos detallados y el "Certificado de pruebas serán la base del "Informe de evaluación".

2.1.2.3 Informes de pruebas y puesta en marcha

A medida que se completa cada evaluación, el resultado obtenido se documentará en un "Informe de evaluación" que será objeto de las aprobaciones de documentación necesarias como se define en los procedimientos de proyecto establecidos. Estos "Informes de evaluación" pueden ser documentos individuales asociados con una Especificación y procedimiento de pruebas correspondiente o un documento que tenga varios casos de pruebas agrupados y asociados a varias especificaciones y procedimientos de evaluación. De cualquier forma, el QCP correspondiente se adjuntará a estos informes de evaluación.
Acerca de las "Pruebas de integración de sistema", el proveedor de sistema de transporte o el integrador del sistema, elaborará un "Informe de evaluación" para cada pruebas de integración realizada con todos los resultados de pruebas obtenidos.
El documento contendrá principalmente el cuadro con los pasos de pruebas completos que se encuentran en el procedimiento de evaluación, el certificado de pruebas compilado y cualquier otro documento necesario que proporcione evidencia de los resultados obtenidos para la evaluación.
Todos los "Informes de evaluación" producidos se archivarán/almacenarán en el lugar (como copia o en su formato original) para que siempre estén disponibles para inspección y verificación futura.

2.1.3 Procedimiento para la falta de cumplimiento

Cuando se registra una falta de cumplimiento en uno o más de los criterios de aceptación, el elemento evaluado (y su falta de cumplimiento) se registrará en una lista específica que será objeto de acciones correctivas.

El tipo de falta de cumplimiento se distingue por:

- Falla para satisfacer uno (o más) de los criterios de aceptación para el elemento en cuestión
- Falla para satisfacer las especificaciones, montaje incorrecto o uso inadecuado de las herramientas por parte del operador

Las acciones correctivas se definirán según los procedimientos específicos definidos en el procedimiento de garantía de calidad del proveedor de sistema de transporte.

Acerca de las faltas de cumplimiento descubiertas durante las Pruebas en fábrica, las acciones correctivas y las anomalías se resolverán antes de enviar el elemento al lugar de instalación. Acerca de las faltas de cumplimiento descubiertas durante las Pruebas en el lugar, las acciones correctivas/anomalías se resolverán antes del servicio de ingreso.

2.1.4 Requisitos para el equipo de evaluación

El proveedor de cada sub-sistema, y sus sub-contratistas, será responsable de asegurar que toda la instrumentación de pruebas (herramientas, medidores, etc.) esté disponible cuando sea necesario y que sea confiable y esté certificada (calibrada) adecuadamente.
Igualmente, el proveedor del sistema de transporte y el integrador del sistema serán responsables de asegurar que toda su instrumentación de pruebas esté disponible cuando se requiera, certificada y confiable.
El equipo y la instrumentación de pruebas del proveedor, cumplirá las especificaciones contenidas en su plan de garantía de calidad, teniendo un especial cuidado con la calibración.
La organización de pruebas de cada proveedor será responsable de evaluar la adecuación de todos sus equipos y su instrumentación de evaluación, antes de llevar a cabo la evaluación.
Asimismo, cada proveedor, tendrá a su disposición (campo, todas las certificaciones concernientes al estado de calibración de su equipo de evaluación, en caso de que sea solicitado por las organizaciones que autorizan/acreditan.
Toda la calibración será certificada por organizaciones acreditadas oficialmente.

3 PLAN DE PRUEBAS DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS Y DEL MATERIAL RODANTE.

3.1 Objeto del Plan de Pruebas.

Las actividades de pruebas y puesta en marcha verificarán el cumplimiento de los componentes, el equipo, los sub-sistemas y el sistema completo con los requisitos aprobados del proyecto y sus especificaciones contractuales.

La garantía de finalización y efectividad del proceso de verificación que se aplica de un modo consistente en el sistema, se obtiene por lo general mediante un conjunto sistemático y comprehensivo de Pruebas y verificaciones, que serán programadas a lo largo del proyecto. Este proceso comienza con las Pruebas de fabricación e instalación, continua con las pruebas funcionales de cada sub-sistema, progresa con la pruebas de integración entre todos los sub-sistemas y culmina con las Pruebas del sistema completo. Este plan se aplicará también al desarrollo de todos los planes de pruebas de software, que tendrán un conjunto equivalente de actividades de pruebas de fabricación e instalación.

Los capítulos siguientes describirán la metodología que se aplicará a lo largo de las diferentes fases de integración del sistema por grupos definidos y los tipos de Pruebas para programar y desarrollar durante la implementación del sistema.

Los principios básicos de la metodología antes mencionada son los siguientes:

- El proveedor de cada sub-sistema preparará y llevará a cabo una pruebas comprehensiva y un plan de puesta en marcha que incluya las Pruebas que se lleven a cabo en la fábrica y campo para demostrar:
  1. la adecuación de todos los componentes
  2. cumplimiento a las especificaciones del sub-sistema y
  3. la capacidad del sub-sistema para satisfacer los requisitos contractuales y de rendimiento
- Este plan de pruebas y puesta en marcha cubrirá la fabricación, instalación e implementación a lo largo del proyecto. Además incluirá las Pruebas funcionales para cada sub-sistema así como las Pruebas de interfaz de cada sub-sistema conectado al primero.
- El proveedor del sistema de transporte definirá y preparará, junto con los proveedores de los sub-sistemas, un plan de pruebas de integración del sistema que se ejecutará siguiendo las Pruebas y puesta en marcha de los sub-sistemas. Las Pruebas de

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011728

integración se realizarán en una zona de Pruebas en marcha primero para marcha en vacío y, posteriormente en blanco .La zona de pruebas inicial consiste en una sección inicial de la pista que consiste en una configuración mínima del sistema (es decir, sección funcional) que se utiliza para anticipar la resolución de todos los problemas de interfaz descubiertos antes en la fase de pruebas y para verificar la respuesta de los sub-sistemas a las especificaciones y los requisitos contractuales Estas pruebas se desarrollarán, luego, y en detalle a lo largo de toda la línea; y su objetivo será demostrar la adecuación y la cumplimiento de las interfaces de cada sub-sistema integrado.

- Finalmente, la realización de todas estas Pruebas tendrán como objetivo demostrar, no solo la adecuación del sistema como un todo, pero también la cumplimiento del rendimiento del sistema a los requisitos del contrato
- Con respecto a la fase de Pruebas en marcha en blanco, el integrador del sistema funcionara con el proveedor de operación y mantenimiento (O&M) para definir todos los escenarios de pruebas necesarios para validar la operación del sistema antes de la apertura para el servicio de ingresos; estas Pruebas las realizará el integrador del sistema y/o el personal del O&M futuro, según los términos y condiciones contractuales del proyecto.
- Las Pruebas operacionales que se solicitó que fueran realizadas específicamente durante el servicio de ingresos en el contrato se identificarán en el plan de pruebas del servicio de ingresos.

Con el objetivo de preparar los planes de pruebas y puesta en marcha y de definir los roles y responsabilidades referidos al sistema evaluado, se han identificados las siguientes categorías de pruebas y puesta en marcha:

- Pruebas de materiales, de los componentes y equipos,
- Pruebas de cada sub-sistema con sus piezas relevantes para verificar la funcionalidad solicitada,
- Pruebas de integración entre sub-sistemas (Pruebas de integración de sistema).

Con respecto al lugar de evaluación, se han identificado las siguientes categorías:

- Pruebas de aceptación en fábrica,
- Pruebas de aceptación campo,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La siguiente sección elabora las reglas y regulaciones para la documentación de las actividades relacionadas con la evaluación. La disponibilidad de un plan de pruebas para cada fase y las especificaciones y procedimientos de pruebas correspondientes para cada prueba individual será un prerrequisito obligatorio para llevar a cabo las Pruebas. Una fase de pruebas solo se considerará completa una vez que toda la documentación de pruebas relevante esté disponible para la fase de evaluación.

Las pruebas que se realizarán en el material rodante propuestas para Metro Lima, en particular serán las siguientes:

- Pruebas tipo y rutinarias sobre los componentes y sistemas (en fábrica/laboratorio)
- Pruebas tipo y rutinarias en el armazón de la caja y los bogies (en fábrica)
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en fábrica

- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en el emplazamiento

La prueba tipo se realizará por lo general en el primer elemento obtenido de la cadena de producción, o en un prototipo, de ser necesario (por ejemplo, la prueba mecánica en la caja y bogie).

Asimismo, se llevará a cabo una fase de creación de prototipos para configurar el sistema con anterioridad a las pruebas tipo.

Todas las pruebas garantizarán que el vehículo cumple los requisitos especificados, el Plan de Calidad y las normas y procedimientos operativos de AnsaldoBreda.

Las normas estarán indicadas y detalladas en cada uno de los procedimientos de prueba, que se remitirán al cliente al menos 15 días antes de la fecha de realización de la prueba en cuestión.

La lista de pruebas propuesta para el proyecto Metro Lima constituyen el procedimiento estándar de AnsaldoBreda para vehículos de metro no tripulados, aprobado por la Autoridad de Homologación Italiana (USTIF) para el proyecto de las líneas L1 y L2 del metro urbano de Milán y el proyecto HMR del metro de Roma.

Para la Línea 1 se prevén dos configuraciones de vehículo: 6 coches y 7 coches (opcional)

La prueba tipo realizada en los componentes, sistemas, coches y vehículo que sea igual para ambos tipos de vehículo solamente se realizará una vez.

La prueba tipo dinámica y la prueba rutinaria dinámica se realizarán en la línea de Lima en las condiciones (velocidad máxima, gradiente, curvas, etc.) admitidas por la línea disponible para la realización de las pruebas.

3.2 PRUEBAS DE MATERIALES, COMPONENTES Y EQUIPOS

Las pruebas de los materiales, componentes y equipos se deben dedicar a la validación de las elecciones de diseño o a verificar el cumplimiento de cada componente o equipo con las normas relevantes. Se deben realizar estas Pruebas:

- En un ambiente de fábrica en componentes comprados, fabricados o ensamblados
- Campo para verificar su correcta instalación

El alcance de esta categoría de pruebas y puesta en marcha es para demostrar:

- La cumplimiento de la primera de una serie de un ciclo de producción o una muestra importante de un lote de un ciclo de producción relacionada a los requisitos específicos para la utilización del equipo propuesto (es decir, pruebas de tipo) si no es posible probar satisfactoriamente su uso en la aplicación pretendida
- La cumplimiento con las especificaciones relacionadas con las actividades de fabricación y montaje de componentes producidos específicamente para la instalación pretendida (es decir, Pruebas de fabricación), verificadas mediante Pruebas e inspecciones durante el ciclo de fabricación o del producto final.
- La cumplimiento con las especificaciones relacionadas a las actividades de instalación (es decir, Pruebas de instalación) verificadas mediante inspecciones y controles durante la instalación y del componente instalado o como muestra de todas las instalaciones como se define en la documentación del proyecto

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.3 PRUEBAS DE SUB-SISTEMAS

3.3.1 Descripción de las Pruebas de sub-sistemas

Un sub-sistema (o una parte substancial de él) con funciones específicas, en la configuración que se instalará en una ubicación específica (por ejemplo, sección, estación, tren, etc.), se evaluará para su aceptación en el ambiente de fábrica y en campo (tras su instalación) para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del sub-sistema y su integridad con los componentes y sub-sistemas interconectados con éste.

El objetivo de esta categoría de pruebas y puesta en marcha es demostrar:

- La funcionalidad correcta de un equipamiento complejo o las piezas relevantes de un sub-sistema antes de ser enviado al lugar de instalación, siempre y cuando sea practicable razonablemente en un ambiente de fábrica (Pruebas de aceptación de fábrica). En el caso de un equipo complejo que será instalado repetidamente en ubicaciones diferentes, las Pruebas se realizarán en cada conjunto de equipos antes de ser enviado al lugar de instalación.
- El cumplimiento con las especificaciones al respecto del rendimiento de las piezas de un sub-sistema instaladas en una ubicación específica. Estas pruebas se conducirán en el lugar luego de la finalización de la instalación, verificando cada función lo que sea lo suficientemente practicable (Pruebas de aceptación en sitio –SAT- de sub-sistemas).
- La interfaz correcta de cada parte de un sub-sistema con los demás sub-sistemas conectados a éste. Estas Pruebas se llevarán a cabo después de la finalización de las Pruebas de aceptación sobre el terreno (en las líneas, talleres o estaciones del Metro de Lima) del sub-sistema y verificarán la corrección y cumplimiento de cada parte interconectada físicamente y su respectivo cumplimiento con los elementos con que deba interconectarse, verificando la compatibilidad de los parámetros necesarios para que la interconexión funcione adecuadamente; esto es que los subsistemas interconectados dialogan correctamente y se intercambian las alimentaciones y los datos analógicos y digitales precisos para el funcionamiento fiable y seguro de ambos..

3.3.2 Pruebas Subsistemas.

A continuación se muestra una lista no exhaustiva de las principales actividades y pruebas del sistema tecnológico.

VIAS

- Dimensiones y Gálibos;
- Comprobaciones geométricas y estado de la vía, y de los aparatos de vía.
- Aislamiento de los raíles
- Pruebas eléctricas de las juntas de aislamiento
- Comprobar plano de rodadura y perfil del rail en los lugares donde se hayan efectuado soldaduras. Comprobación por ensayos no destructivos (END) de éstas
- Verificación de fijaciones de carriles y de sus soportes y amortiguadores plásticos.
- Placas de negativo y Retorno de corriente a subestaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

SUBESTACIÓN DE ALIMENTACIÓN DE POTENCIA AUXILIAR, DE TRACCIÓN Y DE ALTA TENSIÓN

- Inspección visual de todo el equipamiento e instalación de cables.
- Prueba de configuración.
- Tests Generales (Aislamiento, potencia, señales. Etc)
- Prueba funcional
- Verificación de calibraciones de relés de protección con la simulación activación.

LINEA AÉREA DE CONTACTO

- Inspección visual de todo el equipamiento e instalación de cables.
- Verificar configuración correcta
- Verificación de todas las pruebas geométricas y mecánicas
- Continuidad de línea y prueba de aislamiento
- Prueba de interruptores seccionadores
- Prueba de la resistencia del lazo del circuito.
- Verificación del correcto funcionamiento automático, mandos y operaciones
- Soportes, anclajes y aisladores.
- Conexiones de alimentación en positivo

ATC

- Pruebas de equipos de vía
- Pruebas de vehículos.
- Pruebas centralizadas.
- Prueba de integración principal de equipos de vía y vehículos.
- Pruebas de interfaz entre el ATC y otros sistemas.
- System and performance test
- Prueba de rendimiento del sistema.
- Prueba de persecución
- Prueba en GoA1
- Prueba en GoA2
- Prueba en GoA3
- Prueba en GoA4
- Prueba de encierre y salida automática de trenes de patios de talleres.
- Vuelta automática

TELECOMUNICACIONES

- Sistema de Pruebas cobertura de radio y de radio
- Tests integrated system of central place;
- Prueba del sistema integrado centralizado.
- Pruebas del sistema de vigilancia de vídeo
- Pruebas del sistema de sincronización horaria.
- Servicio del sistema de teléfono y de emergencia
- Prueba de integración de sistemas

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Prueba del sistema de grabación de sonido.

- Pruebas del subsistema de distribución eléctrica a las telecomunicaciones

PUERTAS DE ANDÉN

- Pruebas mecánicas de preoperación
- Pruebas eléctricas de preoperación:
- Prueba de aislamiento, continuidad y potencia.
- Prueba de circuito de impedancia y comprobación de tension.
- Prueba de funcionamiento.
- Validación de la operación de retorno a posición inicial de la puerta.
- Validación de la interfaz vital y cable no viable.ATC-PSD
- Validación de los circuitos vitales de bloqueo y cierre.
- Validación de la operación local
- Validación de la operación según selector de modo.
- Validación de la eficiencia del desbloqueo de emergencia
- Validación de señalización de fuga a tierra.
- La validación de la inhibición de una sola puerta
- Validación de pre-aviso de cierre
- Validación de la conmutación del micro-controlador del MIP
- Validación de la operación del muelle en el caso de un fallo de una sola puerta
- Validación de implementación de modo de obstrucción
- Pruebas Mecánica post-ignición
- Veces de aperture/cierre
- Detección de obstáclulos
- Ensayo acelerado de vida útil

SCADA

- Prueba de funcionamiento
- Prueba de comunicación entre SCADA-TLC
- Prueba de comunicacion entre SCADA - ATC

VEHICULOS DE SERVICIO

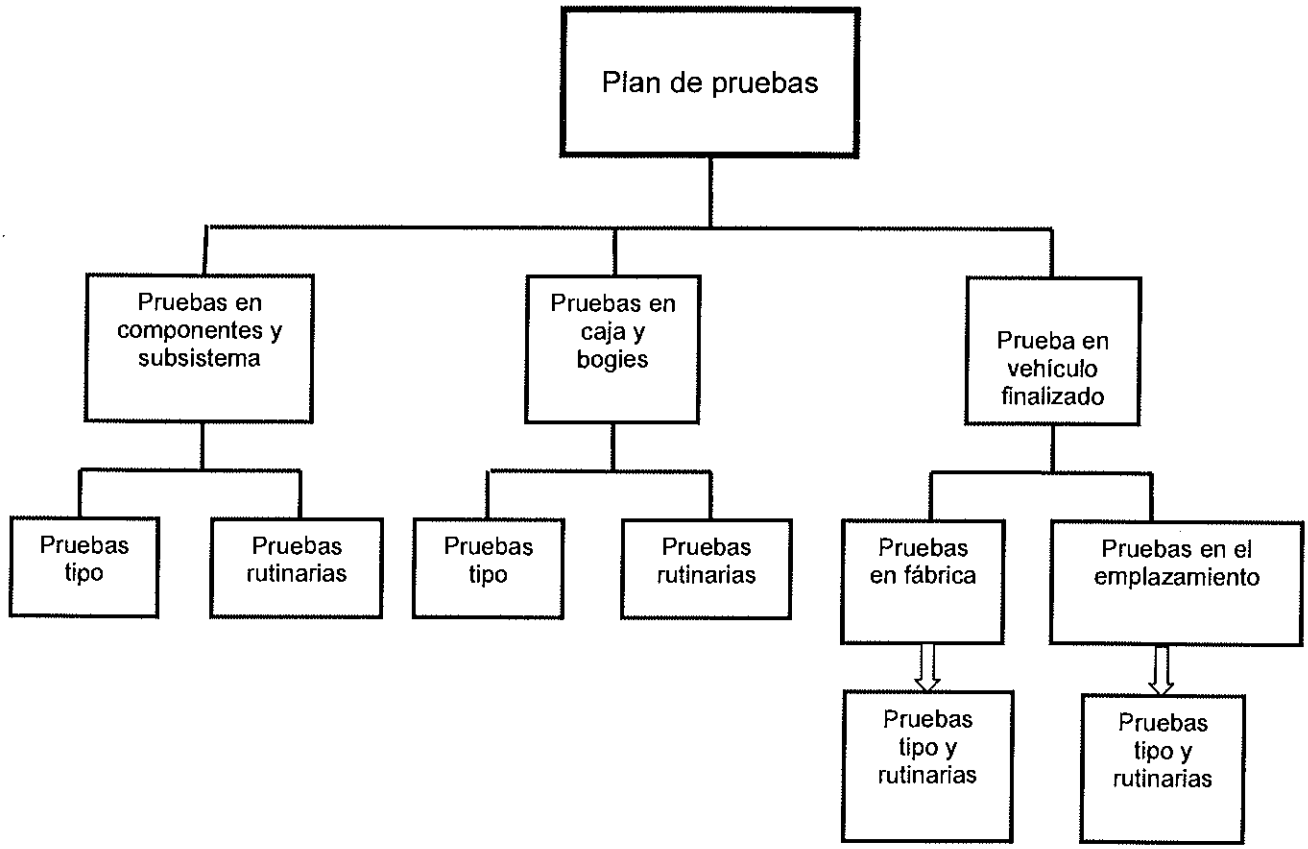
- Pruebas funcionales y de seguridad
- Prueba de ruido
- Speed and braking test on functional section;
- Prueba en velocidad y freno de sección tipo funcional
- Test vehicle coupling passenger-vehicle service;
- Prueba de acoplamiento con vehículo de servicio.
- Test towing flat wagons.
- Prueba de remolcado.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.4 Pruebas del material rodante.

3.4.1 Estructura del plan de pruebas del Material Rodante.

La estructura del plan de pruebas se representa de la siguiente manera:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.4.2 Descripción de pruebas.

El alcance del presente documento es describir de manera general todas las pruebas que se realizarán en el material rodante propuestas para Metro de Lima, las siguientes:

- Pruebas tipo y rutinarias sobre los componentes y sistemas (en fábrica/laboratorio)
- Pruebas tipo y rutinarias en el armazón de la caja y los bogies (en fábrica)
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en fábrica
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en el emplazamiento

La prueba tipo se realizará por lo general en el primer objeto de producción, o en un prototipo, de ser necesario (por ejemplo, la prueba mecánica en la caja y bogie).

Asimismo, se llevará a cabo una fase de creación de prototipos para configurar el sistema con anterioridad a las pruebas tipo.

Todas las pruebas garantizarán que el vehículo cumple los requisitos especificados, el Plan de Calidad y las normas y procedimientos operativos de AnsaldoBreda.

Las normas estarán indicadas y detalladas en cada uno de los procedimientos de prueba, que se remitirán al cliente al menos 15 días antes de la fecha de realización de la prueba en cuestión.

La lista de pruebas propuesta para el proyecto Metro Lima constituyen el procedimiento estándar de AnsaldoBreda para vehículos de metro no tripulados, aprobado por la Autoridad de Homologación en proyectos similares a confirmar por la autoridad del Metro de Lima.

Para la Línea 1 se prevén dos configuraciones de vehículo: 6 y 7 coches.

La prueba tipo realizada en los componentes, sistemas, coches y vehículo que sea igual para ambos tipos de vehículo solamente se realizará una vez.

La prueba tipo dinámica y la prueba rutinaria dinámica se realizarán en la línea de Lima en las condiciones (velocidad máxima, gradiente, curvas, etc.) admitidas por la línea disponible para la realización de las pruebas.

Los grupos de pruebas a realizar serán los siguientes:

- Pruebas de cualificación y tipo/prototipo en los componentes y sistemas.
- Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en bogies.
- Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en cajas.
- Pruebas rutinarias en el vehículo en fábrica.
- Pruebas tipo en el vehículo en fábrica.
- Pruebas rutinarias en el vehículo en el emplazamiento.
- Pruebas tipo en el vehículo en el emplazamiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.5 PRUEBASDE LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

Una vez que se han completado las Pruebas funcionales para cada sub-sistema, puede comenzar la integración progresiva de los diversos sub-sistemas. Verificará que las funciones interdependientes de cada sub-sistema se incorporen al contexto general del sistema completo, y así el sistema puede ponerse en marcha gradualmente.

Las pruebas de integración del sistema comenzará en la pista de Pruebas en marcha en blanco donde se encuentra disponible una configuración mínima del sistema completo (pruebas de integración del sistema en pista de Pruebas en marcha en blanco). Posteriormente las Pruebas se desarrollarán progresivamente en una sección inicial de la línea que se denominará "sección funcional".

Las Pruebas en esta fase cubrirán características importantes del sistema y las interfaces relevantes entre los sub-sistemas, tomando en cuenta la funcionalidad del sistema y la capacidad del material rodante disponible en ese momento. La intención de estas pruebas es identificar cualquier anomalía en el sistema lo más temprano posible en la fase de pruebas y confirmar completamente las elecciones del diseño (pruebas de integración de sistema en la sección funcional).

Las pruebas de integración del sistema se desarrollarán en la línea completa y verificará lo siguiente:

- La cumplimiento con los requisitos funcionales de cada sub-sistema en el contexto del sistema como un todo,

- La integración correcta entre los diferentes sub-sistemas interconectados y
- La cumplimiento de cada sub-sistema y del sistema como un todo con los requisitos estructurales, funcionales y ambientales así como con los requisitos operacionales y de seguridad establecidos a lo largo de la documentación contractual (pruebas de la integración del sistema en la línea completa)

La conclusión de las Pruebas de integración del sistema debe asegurar que toda la verificación realizada demuestre que el sistema cumple con su uso pretendido como se define en los requisitos contractuales y de rendimiento.

3.6 PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO

Al final de las Pruebas de integración del sistema y antes de comenzar el servicio de ingresos, se llevará a cabo un periodo conocido como Pruebas en marcha en blanco que consiste en operaciones simuladas sin pasajeros.

Durante este periodo, se realizará la simulación de eventos y anomalías relevantes que pueden ocurrir durante el servicio de ingresos. Estas simulaciones se llevarán a cabo mediante la aplicación de procedimientos operacionales que también se validarán como consecuencia. El objetivo principal del Pruebas en marcha en blanco es verificar que el personal responsable por la operación y mantenimiento (personal O&M) del sistema son capaces de realizar sus deberes.

3.7 PRUEBAS DURANTE EL SERVICIO DE INGRESO

Cuando se haya completado el Pruebas en marcha en blanco y hayan sido garantizadas todas las certificaciones y acreditaciones (C&A) necesarias por parte de las autoridades de seguridad, se puede comenzar con el servicio de ingreso. En esta fase, siempre que esté solicitado específicamente en el contrato, los datos del sistema (relacionados con sus características funcionales) se recolectarán y en consecuencia se medirán para demostrar la eficiencia del sistema (particularmente la disponibilidad del sistema y su adhesión a la agenda de funcionamiento).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA

4.1 GENERALIDADES

Todas las fases de suministro y fabricación para cada componente y montaje de los sub-sistemas, se acompañará con las actividades de pruebas correspondiente como se define en los documentos descritos en sección Planes de pruebas de sub-sistemas.

Los planes de pruebas en esta fase, tienen como objetivo principal el asegurar que todo el material enviado al lugar de instalación cumpla las características y los requisitos de rendimiento prescriptos en la documentación del proyecto. El cumplimiento de los requisitos del proyecto y las especificaciones contractuales se aseguran mediante la aplicación de los planes de control de calidad, a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

Los protocolos sólo se elaborarán una vez que el proveedor sea capaz de definir las bases técnicas del sub-sistema (es decir, la arquitectura del mismo) y la logística de la cadena de suministro. Siendo así:

- La pruebas de tipo de componentes requeridos estárán definidas explícitamente,
- La estrategia de entrega de los lotes de productos basada en la lógica de instalación se describirá,

- La lógica de pruebas durante la fabricación y el montaje se definirá y
- Las Pruebas funcionales en los componentes/sub-montajes en un ambiente de fábrica serán identificadas

Con la primera versión del SSTP se adjuntará un documento de programación que proporcionará una visión general de la duración y la programación de actividades de pruebas asociada con cada sub-sistema.

4.1.1 Pruebas Tipo

Cada proveedor de sub-sistema demostrará la adecuación de la selección de los componentes principales del sub-sistema o de los sub-montajes, basado en evidencia documental (obtenida mediante la pruebas o la experiencia operacional), que satisfaga las características técnicas y/o funcionales correspondientes. Si esta documentación no se encuentra disponible o si el proveedor del sistema de transporte considera que la documentación es insatisfactoria, se requerirá que los componentes/sub-montajes se sometan a una prueba tipo.

4.1.2 Pruebas Serie

Las pruebas para toda la serie, al contrario que las pruebas tipo que se realizan solo en el primer componente de una serie: inspección de prototipo o primer artículo; se realizarán durante la producción de toda la serie de fabricación de las unidades y componentes.

4.2 PRUEBAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL MONTAJE

Estas Pruebas pueden incluir:

- La aceptación del material basada en el rendimiento del producto final,
- Verificación mediante la medición de los parámetros durante el proceso de fabricación,
- Verificación de la aplicación correcta de los procedimientos y métodos de fabricación y montaje

Estas actividades interactúan directamente con los medios de producción y por lo tanto serán objeto de planeación precisa y oportuna para asegurar la alineación con las actividades de producción.

Debido al hecho de que algunas Pruebas importantes se realizan durante la entrega de los componentes/sub-montajes, en fases subsiguientes de pruebas se verificará y administrá cualquier acción correctiva que resulte de la experiencia de las fases de pruebas anteriores.

4.3 PRUEBAS DE ACEPTACION EN FÁBRICA.

Como precondición al envío de componentes o piezas importantes de un sub-sistema al lugar de instalación, se requerirá que cada sub-sistema satisfaga sus Pruebas de aceptación en fábrica correspondientes. (FAT).

El proveedor, el proveedor del sistema de transporte y el cliente acordarán los siguientes detalles de FAT:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- La dimensión y complejidad de las Pruebas,
- La tipología y relevancia de las Pruebas factibles,
- La cantidad de componentes/sub-montajes involucrados en las pruebas y su relación con las ubicaciones propuestas en el lugar.

Como consecuencia, se describirá una secuencia lógica detallada de Pruebas en el SSTP.

En cuanto a los vehículos, cada uno deberá someterse a una FAT antes de ser enviado al lugar. Estas Pruebas se detallarán en la documentación correspondiente del vehículo además de las Pruebas realizadas "antes del envío". Como referencia para las pruebas de aceptación en fábrica del Material Rodante, se puede considerar la siguiente lista:

4.4 PRUEBAS DE CUALIFICACIÓN Y TIPO EN LOS COMPONENTES Y SISTEMAS DEL MATERIAL RODANTE.

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB. (1)	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCO 01	Prueba del motor de tracción	X					EN 60349-2	AB	AB/NA			
LMCO 02	Prueba del convertidor de tracción	X					EN 50207	AB	AB/NA			
LMCO 03	Prueba combinada del sistema de tracción	X					CEI 9	N.A.	AB/NA			Prueba en prototipo
LMCO 04	Pruebas del UCT	X					EN 50155	AB	AB/NA			
LMCO 05	Prueba del UCC	X					EN 50155	AB	AB/NA			
LMCO 06	Prueba del UCF	X					EN 50155	PDEF	Proveedor			
LMCO 07	Prueba del cargador de baterías	X					EN 50207	AB	AB/NA			
LMCO 08	Prueba del inversor auxiliar	X					EN 50207	AB	AB/NA			
LMCO 09	Registro de eventos estático (REE)	X					EN 50155	PDEF	Proveedor			
LMCO 10	Unidad de detección de incendios (UDI)	X					EN 50155	PDEF	Proveedor			
LMCO 11	Prueba del HVAC	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 12	Prueba de puertas	X					EN14752	PDEF	Proveedor			
LMCO 13	Prueba del reóstato de freno	X					IEC 60322	PDEF	Proveedor			
LMCO 15	Prueba de baterías	X						PDEF	Proveedor			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12143] 011747

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB. (1)	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCO 15	Prueba del interruptor de alta velocidad	X					IEC 77 CEI 9-10	PDEF	Proveedor			
LMCO 16	Prueba de pantógrafo	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 17	Prueba de filtro de línea	X					EN 60310	PDEF	Proveedor			
LMCO 18	Prueba del pasillo de intercomunicaciones	X					ISO 15186-2 EN 12663	PDEF	Proveedor			
LMCO 19	Prueba del acoplador	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 20	Prueba del piso	X					pdef	PDEF	Proveedor			
LMCO 21	Prueba de los asientos	X					IEC 17050	PDEF	Proveedor			
LMCO 22	Prueba del parabrisas	X					UIC 651	PDEF	Proveedor			
LMCO 23	Prueba del compresor principal	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 24	Prueba de pastillas de freno	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 25	Prueba de caja de cambios	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 26	Prueba de eje, ruedas y eje montado		X				EN 13261	PDEF	Proveedor			Ref. plan de fabricación y control

AB evaluará la posibilidad de remitir el informe de prueba del proyecto de las L1-L2 del metro urbano pesado de Milán

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO GONZALEZ GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12144]
011748

4.5 PRUEBAS TIPO/PROTOTIPO Y RUTINARIAS EN BOGIES DEL MATERIAL RODANTE

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB. (1)	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMBO 01	Prueba de fatiga del bastidor de bogie	X				X	EN 13749	PDEF	AB/PT			Prueba en prototipo
LMBO 02	Prueba rutinaria del bogie motor: comprobación mecánica, dimensiones, rigidez, comprobación de cableado, y pruebas de aislamiento y dieléctricas		X				EN 50343	N.A.	AB/NA			Prueba por cada tipo de bogie
LMBO 03	Prueba rutinaria del bogie portante: comprobación mecánica, dimensiones, rigidez, comprobación de cableado, y pruebas de aislamiento y dieléctricas		X				EN 50343	N.A.	AB/NA			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12145]
011749

4.6 PRUEBAS TIPO/PROTOTIPO Y RUTINARIAS EN CAJAS DEL MATERIAL RODANTE.

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCAT01	Prueba de resistencia de la estructura de la caja	X					EN 12663	PDEF	AB/PT			Prueba en prototipo (1)
LMCAT02	Prueba de gálibo (dimensión exterior)	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT03	Prueba de peso (tipo)	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT04	Prueba de espacio libre estático: Prueba de rotación de bogies/caja	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT05	Seguridad frente a descarrilamiento en vías sinuosas	X		X		X	EN 14363	N.A	Planta de AB			(1)
LMCAT06	Prueba de HVAC (cámara de climatización)	X					EN 14751	PDEF	AB/PT Cám. Clim.			(1)
LMCAR01	Armazón de la caja Comprobación dimensional		X					N.A.	AB/RC			(2)
LMCAR02	Caja: comprobación de cableado y pruebas de aislamiento y dieléctricas		X				EN 50343	N.A.	Planta de AB			(2)
LMCAR03	Prueba de estanqueidad al agua del vehículo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAUTISTA GANOZIARAIN
REPRESENTANTE LEGAL

[12146]
011750

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCAR04	Prueba de peso (tara)		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)
LMCAR05	Nivelación del vehículo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)
LMCAR06	Comprobación de puesta a tierra		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)

(1) Realizar en todos los tipos de coches

(2) A realizar en todos los coches

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12147]
011751

4.7 PRUEBAS RUTINARIAS EN EL VEHÍCULO EN FÁBRICA DEL MATERIAL RODANTE.

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMVFR01	Prueba funcional del sistema de baja tensión		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR02	Prueba de puertas		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR03	Prueba de iluminación interna y externa		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR04	Prueba del sistema neumático		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR05	Prueba del sistema de detección de humo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR06	Prueba estática del sistema de frenos		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR07	Prueba del convertidor auxiliar, el cargador de las baterías y el sistema de media tensión		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR08	Prueba del HVAC		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR09	Establecimiento del esfuerzo del pantógrafo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR10	Prueba estática de		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de			

CONSORCIO NUEVO METRO LIMA
ANTONIO JUAN BASANTE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12148]
011752

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
	propulsión								AB			

4.8 PRUEBAS TIPO EN EL VEHÍCULO EN FÁBRICA DEL MATERIAL RODANTE.

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMVFT01	Prueba de capacidad de elevación del vehículo	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFT02	Prueba de intensidad de la iluminación interior	X		X			EN 13272	N.A.	Planta de AB			
LMVFT03	Prueba de capacidad de las baterías	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12149]
011753

5 PRUEBAS EN CAMPO.

011754

5.1 GENERALIDADES.

Se llevarán a cabo dos tipos de actividades campo:

1. Actividades de pruebas y puesta en marcha de la instalación relacionadas con cada sub-sistema
2. Pruebas de integración del sistema

Se considerará la verificación de:

- La instalación correcta
- La funcionalidad del sub-sistema
- La interconexión correcta de los componentes internos y otros sub-sistemas conectados con éstos y
- El rendimiento de los sub-sistemas individuales

Estas pruebas, generalmente divididas en pruebas de ubicación específica y posteriormente consolidadas en su conjunto en Pruebas de sub-sistemas, se implementarán bajo la coordinación del director técnico del sistema de transporte pero serán responsabilidad de los proveedores de cada sub-sistema.

El segundo conjunto de actividades de pruebas en el lugar, se rigen por el plan de pruebas de integración del sistema, que definirá el enfoque a la realización de todo el sistema. Su meta es verificar la funcionalidad, la interfaz y el rendimiento de los distintos sub-sistemas interconectados y la funcionalidad y rendimiento del sistema como un todo.

Estas actividades se implementarán bajo la coordinación del director de puesta en marcha del proveedor del sistema de transporte o del integrador del sistema. Cuando sea posible, la ejecución de las Pruebas de integración del sistema involucrarán/incorporarán la participación del Concesionario explotador (O&M). Asimismo, cada uno de los proveedores de los sub-sistemas deberá colaborar en la ejecución de dichas Pruebas.

5.2 PRUEBAS DE INSTALACIÓN.

Estas Pruebas se realizarán sobre cada componente/sub-montaje de cada sub-sistema individual a lo largo de la fase de instalación de cada sub-sistema, para verificar el cumplimiento de las especificaciones y requisitos de instalación.
Antes de comenzar la instalación, cada componente/sub-montaje se controlará para verificar que no haya ocurrido ningún daño durante el envío.
La realización de las Pruebas de instalación de un sub-sistema para una ubicación específica, completa las actividades de instalación en la ubicación correspondiente y por lo tanto, facilita el comienzo de las Pruebas de las interfaces y de la funcionalidad de dicho sub-sistema.

5.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SUBSISTEMAS.

En cada lugar, sea en la línea o en una estación, los componentes/sub-montajes de cada sub-sistema se evaluarán para verificar su funcionalidad correcta y la corrección de sus interfaces (internas y externas). Todas las Pruebas se llevarán a cabo en una secuencia lógica de tal manera que los componentes/sub-montajes del sub-sistema evaluados se encuentren integrados por completo antes de la integración con otros sub-sistemas externos.

Antes de comenzar con estas actividades, se entregarán y aprobarán la especificación y los procedimientos correspondientes a la evaluación, mediante los procedimientos de calidad establecidos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
INGENIERO RESIDENTE

Cuando las Pruebas llevadas a cabo produzcan un resultado negativo, el proveedor del sub-sistema realizará los procedimientos necesarios de acción correctiva.

El director de puesta en marcha para cada sub-sistema siempre se coordinará y comunicará con el director de puesta en marcha del proveedor del sistema de transporte para asegurar la eficiencia de sus actividades en las pruebas correspondientes.

La finalización de las actividades de pruebas de cada sub-sistema se comunicará y como consecuencia transferirá desde el proveedor del sub-sistema al proveedor del sistema de transporte, según los procedimientos de organización establecidos para el lugar de instalación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.4 PRUEBAS RUTINARIAS EN EL VEHÍCULO EN EL EMPLAZAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMVLR01	Prueba funcional y de los sistemas de seguridad del vehículo finalizado		X	X			IEC 61133	N.A.	Almacén de Lima			
LMVLR02	Prueba de aceleración en condiciones de tara		X		X		IEC 61133	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLR03	Prueba de desaceleración en condiciones de tara		X		X		EN13452-1	N.A.	Línea de Lima			(3)

(3) Prueba realizada en las condiciones (velocidad máxima, grado de desnivel, curva, etc.) presentes en la línea disponible para la realización de las pruebas

5.5 PRUEBAS TIPO EN EL VEHÍCULO EN EL EMPLAZAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
RYVLT01	Espacio libre dinámico en curvas	X			X		EN14363	N.A.	Línea de Lima			Verificación del pasillo de intercomunicaciones en el radio mínimo y las curvas en S admitidas por la línea
RYVLT02	Prueba de rendimiento de	X			X		IEC 61133	N.A.	Línea de			(3)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12152]
011756

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
	aceleración en condiciones de carga								Lima			
RYVLT03	Prueba de rendimiento de desaceleración en condiciones de carga	X			X		EN13452-1	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT04	Prueba antideslizamiento en condiciones de tara	X			X		EN13452-2	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT05	Prueba de rendimiento en condiciones degradadas	X			X			N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT06	Prueba de acoplamiento	X			X			N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT07	Prueba de rescate	X			X			N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT08	Prueba de estacionamiento e inmovilización	X		X			EN13452	N.A.	Línea de Lima			Disponible pendiente ascendente (3)
RYVLT09	Prueba de ruido interno (estática y dinámica)	X		X	X		ISO3381	N.A.	Línea de Lima			Según requisitos de prueba dinámica en línea de túnel (3)
RYVLT10	Prueba de ruido externo (estática)	X		X	X		ISO3095	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT11	Prueba de compatibilidad electromagnética	X			X		EN 50121; EN 61000	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT12	Prueba de calidad de la marcha	X			X		ISO 2631-1	N.A.	Línea de Lima			(3)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN ESAIN GARCIA
APODERADO

[12153]
011757

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
RYVLT13	Verificación de la capacidad térmica	X			X		EN 50215	N.A.	Línea de Lima			(3)

(3) Prueba realizada en las condiciones (velocidad máxima, grado de desnivel, curva, etc.) presentes en la línea disponible para la realización de las pruebas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12154]
011758

011759

6 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN.

6.1 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

Cuando el proyecto haya avanzado suficientemente y se hayan completado satisfactoriamente las pruebas estáticas y dinámicas en la vía de pruebas del sistema de transporte de Lima, el integrador del sistema tendrá la oportunidad de comenzar las pruebas de integración del sistema en una "zona de Pruebas en marcha en vacío"". Además de las Pruebas necesarias que verifiquen la funcionalidad de la configuración de la zona de Pruebas en marcha en vacío, el integrador del sistema también realizará todas las Pruebas de integración posibles en esta mínima configuración. Tras estas pruebas en vacío, y una vez superadas satisfactoriamente las mismas , se realizarán las pruebas en blanco.

Las Pruebas en vacío se supervisarán desde el centro de operaciones central (COC) para verificar la integración completa de todos los sub-sistemas (incluso el vehículo) en el contexto del sistema completo.

El integrador del sistema realizará las Pruebas prescriptas en el plan de pruebas correspondiente según las "especificaciones y procedimientos de evaluación" producidas para cada prueba de integración.

Cuando la pruebas realizada produzca resultados negativos, el integrador del sistema coordinará la implementación de las acciones correctivas apropiadas y programará la repetición de la pruebas en una fase posterior (preferentemente durante las Pruebas de integración del sistema en la sección funcional). Este proceso se repetirá las veces que sea preciso hasta que todas las pruebas den resultado satisfactorio, y se eleve a definitivos sus resultados, documentándose apropiadamente, antes de dar por cerrado el proceso.

6.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EN LA SECCIÓN FUNCIONAL

Las Pruebas de integración en la sección funcional sólo comenzarán una vez que los sub-sistemas correspondientes utilizados en la sección funcional hayan completado sus Pruebas de aceptación en el área.

La configuración de la sección funcional seleccionada, junto con los sub-sistemas que serán completamente funcionales en esta sección para comenzar estas Pruebas de integración, se definirán en su plan de pruebas correspondiente.

Las actividades en esta fase las realizará la organización de puesta en marcha del proveedor del sistema de transporte o el Integrador del sistema, y las precederá una fase de relevo de todos los equipos instalados por la organización de construcción a la organización de puesta en marcha. Este relevo incluirá la verificación de todas las Pruebas de instalación y su documentación asociada.

Esta fase además proporcionará una oportunidad de ajustar y optimizar los procedimientos operacionales que implementará el proveedor O&M a todo el sistema.

Las Pruebas realizadas en esta fase, según las Pruebas descritas en su plan de pruebas correspondiente, tienen como objetivo verificar la funcionalidad correcta de todos los sub-sistemas en el contexto del sistema completo para anticipar una resolución oportuna de las acciones correctivas eventuales.

Todas las Pruebas de integración del sistema aplicarán los pasos prescriptos en las especificaciones y los procedimientos de pruebas correspondientes, elaborados para cada prueba individual.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAHE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Cuando la pruebas realizada produzcan resultados negativos, el integrador del sistema coordinará la implementación de las acciones correctivas apropiadas y planeará la repetición de la pruebas en una fase posterior (preferentemente durante las Pruebas de integración del sistema en la línea completa), asegurando que se obtiene el resultado satisfactorio y documentándose apropiadamente, antes de dar por cerrado el proceso.

La verificación formal del cumplimiento del sistema con las especificaciones y los requisitos contractuales se llevará a cabo en la próxima fase, es decir en las Pruebas de integración del sistema en toda la línea.

6.3 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EN TODA LA LÍNEA

Una vez que se han realizado las Pruebas funcionales para cada sub-sistema en cada ubicación a lo largo de la línea completa y en todas las estaciones, se realizarán las Pruebas de integración del sistema en toda la línea, como continuación del las Pruebas de integración de sistema realizadas en la sección funcional. La meta de esta fase de pruebas de demostrar que el sistema en su configuración final cumple con todos los requisitos de rendimiento especificados para el sistema como un todo.

El proveedor del sistema de transporte o el integrador del sistema realizará las Pruebas prescriptas en el plan de pruebas correspondiente y además planeará repetir cualquier prueba que haya producido un resultado negativo en las fases anteriores. Las Pruebas aplicarán los pasos prescriptos en las especificaciones y los procedimientos de pruebas correspondientes, elaborados para cada prueba individual. Se prestará especial atención, desde la perspectiva técnica y organizacional, a las Pruebas que demuestren el rendimiento de todo el sistema.

Si ocurre algún resultado negativo en estas Pruebas, se transferirá inmediatamente la evidencia apropiada que demuestre la falta de cumplimiento a la organización de ingeniería del sistema del proveedor del sistema de transporte para una acción correctiva apropiada.

Las Pruebas con resultado negativo que necesiten repetirse requerirán la presencia del proveedor para el (los) sub-sistema(s) evaluado(s).

6.4 PRUEBAS FINALES DE INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.

A continuación se describe una lista de pruebas no exhaustiva sobre las pruebas de integración finales a realizar, para evidenciar la adecuación de todas las tecnologías sobre el sistema, antes de la marcha en blanco:

Medio Ambiente.

- Ruido y vibraciones.
- Verificación del ruido y vibraciones en sistemas.

EMI/EMC

- Verificación de emisiones EMI/EMC.

Estructural.

- Ensayos de cortocircuito.
- Pruebas de circuitos eléctricos.
- Test de contacto con catenaria.
- Prueba de continuidad eléctrica y resistencia a cortocircuito.
- Prueba de gálibo dinámico.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Distancia mínima a plataformas.

Operación y control en depósito en zona ATC.

- Comprobación del movimiento de trenes desde el area de cambio automatic-manual, a la zona de Lavado Exterior
- Entrada de tren en la zona manual desde la plataforma de transición
- Llegada del tren a zona de estacionamiento desde la línea principal
- Preparación de los trenes en la zona de estacionamiento.
- Zona para la entrada en servicio de pasajeros
- El movimiento de trenes desde la zona de estacionamiento a la línea principal
- Sistema de Tren de prueba de reingreso.
- Funcionamiento de la estación Terminal
- Fallo de puertas depósito.

Operación Normal

- Operaciones en regulación.
- Operación en frecuencia.
- Alternative Routes Test.
- Diagnosis y verificación de alarmas.

Operaciones de guarda.

- Movimiento de vehículos de servicio.
- Prestaciones degradadas.
- Operación en vía única.
- Puerta de tren /puerta de andén bloqueada.
- Fallo en la cobertura de radio.
- Fallo en el sistema de detección y activación de intrusión.
- Liberación switch de emergencia.
- Operación de cambio de sentido.
- Tren en modo bypass.
- Tren en modo ATP.
- Operaciones sin parar.
- Fallo de radio embarcada.
- Fallo de comunicaciones y transmisión.
- Fallo SCADA
- Fallo en el subsistema de comunicaciones del vehículo.
- Operación de rescate.
- Fallo de puertas de andén.
- Fallo en la entrada / salida del taller.
- Fallo de los cambios (cruzamientos) entre las estaciones y terminales.
- Fallo de los cambios (cruzamientos) entre terminales y depósito.
- Situaciones de demanda de energía de emergencia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Operación de emergencia.

- Fuego o humo en un tren en la estación.
- Parada de emergencia de tren en la estación.
- Activación de parada de emergencia.
- Activación de corte de energía manual.
- Activación de para de de emergencia manual.
- Activación de apertura de puertas manual.
- Detección de apertura de puertas no planificada.
- Activación de vehículo salvavidas.

Relacionadas con la seguridad.

- Emergencia Metro Ventilación Activación y Fallo.
- Ventilación del túnel de emergencia.
- Control de Dirección de la ventilación de túneles.
- Señalización de Salida de Ventilación del túnel. Salida de emergencia Señal /
- La activación y el control de iluminación de emergencia en el túnel
- Detección de apertura de la puerta de andén no planificado y apertura de puerta de final de plataforma no planificado
- Comunicación entre los pasajeros y el Centro de Control en condiciones de emergencia
- Envío de la solicitud durante frenada de emergencia.
- Reacción ante Fallo del sistema de radio.

Rendimiento.

- Intervalo operacional.
- Diseño de intervalo.
- Tiempo de viaje.
- Exactitud de parada.
- Demanda de potencia.
- Prueba de carga eléctrica en servicio nominal.
- Prueba de carga eléctrica en modo degradado.
- Prueba de ciclo de vida.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7 *PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO: PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA ANTES DE LA PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL.*

Durante la finalización de las Pruebas del Sistema, el conjunto será entregado al responsable de O&M que llevará a cabo operaciones simuladas sin la presencia de pasajeros.

Esta fase de Pruebas en marcha en blanco facilitará la verificación de la adecuación de los procedimientos operacionales y de la preparación y subsiguiente acreditación del personal O&M, ya que la certificación y acreditación del sistema (C&A) necesaria se logra para permitir el servicio de ingreso.

La disponibilidad de personal O&M completamente entrenado para mantener un sistema completamente operativo es un prerrequisito para el comienzo de la fase de Pruebas en marcha en blanco.

En esta fase, todo el personal O&M realizará sus roles asignados bajo una operación normal del sistema y practicarán todo los tipos de actividades previstas durante la fase de ciclo O&M. Los siguientes son ejemplos de los tipos de tareas simuladas durante el Pruebas en marcha en blanco:

- Operaciones normales del sistema
- Operaciones en condiciones degradadas
- Operaciones en condiciones de emergencia
- La colaboración entre el personal O&M con distintas funciones
- Los medios de comunicación internos y externos
- La implementación de los procedimientos de seguridad durante condiciones de emergencia.

El personal O&M propuesto para los distintos roles que requiera la operación del sistema se utilizará en sus roles respectivos a lo largo de la fase de Pruebas en marcha en blanco. Se verificará que el personal O&M sea capaz de operar el sistema en una variedad de situaciones complejas que requieran mantener una disrupción mínima a la operación del sistema.

Al finalizar esta fase de Pruebas en marcha en blanco, el sistema (incluso todo el personal de planta y O&M estará en posición de lograr su C&A para comenzar el servicio de ingreso.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

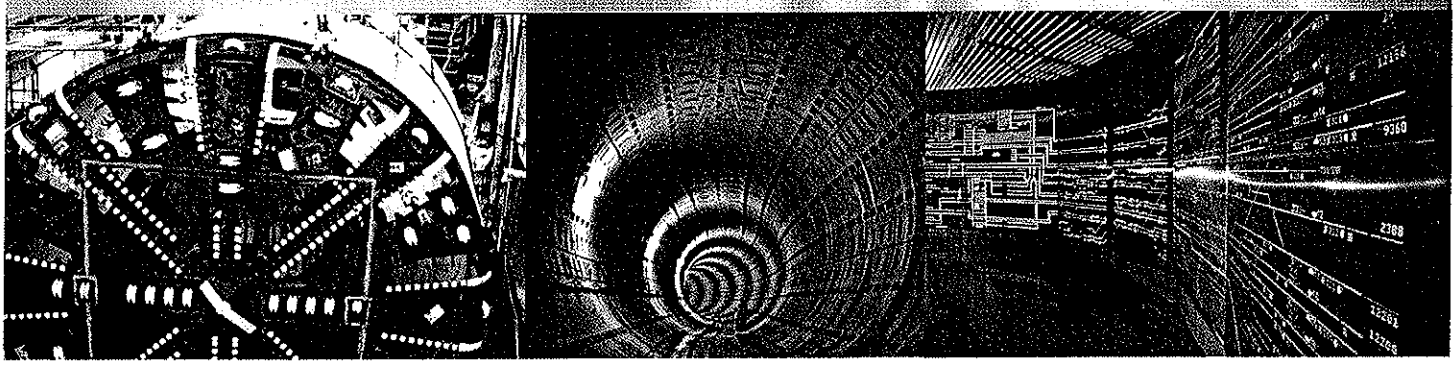
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

M.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011761

M. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

011765

M	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

M. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUEL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA 5
1.1 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA 6
1.1.1 MANUALES DE OPERACIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y VÍA 6
1.1.2 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES FERROVIARIAS 7
1.1.3 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES NO FERROVIARIAS 9
1.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA 10
1.2.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES Y VÍA 10
1.2.1.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO 11
1.2.1.1.1 Mantenimiento Preventivo 13
1.2.1.1.2 Mantenimiento Predictivo 14
1.2.1.1.3 Mantenimiento Correctivo 14
1.2.1.2 RECURSOS HUMANOS 15
1.2.1.3 RECURSOS TÉCNICOS 16
1.2.1.3.1 Herramientas y Equipos de Medida 16
1.2.1.3.2 Lista de Repuestos 17
1.2.1.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO 18
1.2.1.4.1 Sistema de calidad y documentación base 18
1.2.1.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente 18
1.2.1.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento 18
1.2.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS 19
1.2.2.1 FILOSOFÍA Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO 20
1.2.2.1.1 Objetivos generales 21
1.2.2.1.2 Seguridad y salud 22
1.2.2.1.3 Disponibilidad y confiabilidad 22
1.2.2.1.4 Formación 23
1.2.2.1.5 Reducción y optimización de costos 24
1.2.2.2 DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE MANTENIMIENTO 26
1.2.2.3 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO 26
1.2.2.3.1 Mantenimiento Preventivo 29
1.2.2.3.1.1 Proceso y Mantenimiento preventivo programado 32
1.2.2.3.2 Mantenimiento Predictivo 35
1.2.2.3.2.1 Mantenimiento Predictivo basado en estado. 36
1.2.2.3.3 Mantenimiento Correctivo 37
1.2.2.3.3.1 Proceso de mantenimiento correctivo 38
1.2.2.4 TRABAJOS GENERALES DE MANTENIMIENTO. CUADRO DE FRECUENCIAS 43
1.2.2.4.1 Energía 43
1.2.2.4.2 Control de trenes basado en comunicaciones. CBTC. 47
1.2.2.4.3 Puertas de andén 49
1.2.2.4.4 Telecomunicaciones 50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BRAÑEZ GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.4.5 Recolección automática de tarifas 51
1.2.2.4.6 SCADA 52
1.2.2.4.7 EQUIPO DE DEPÓSITO 52
1.2.2.5 RECURSOS HUMANOS 52
1.2.2.5.1 Herramientas y Equipos de Medida 54
1.2.2.5.2 Lista de Repuestos 54
1.2.2.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO 55
1.2.2.6.1 Sistema de calidad y documentación base 55
1.2.2.6.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente 55
1.2.2.6.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento 55
1.2.2.7 REVISIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO 56
1.2.2.8 ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA 57
1.2.2.9 EXTERNALIZACIÓN 58
1.2.2.10 SISTEMA DE CALIDAD 59
1.2.2.10.1 Sistema de gestión de calidad 59
1.2.2.10.2 Planificación de Calidad 59
1.2.2.10.3 Garantía de Calidad 60
1.2.2.10.4 Control de Calidad 60
1.2.2.11 DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO 60
1.2.2.11.1 Instrumentos de trabajo 62
1.2.2.12 SISTEMA DE SEGURIDAD LABORAL Y MEDIO AMBIENTE 63
1.2.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES NO FERROVIARIAS 64
1.2.3.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO 65
1.2.3.1.1 Mantenimiento preventivo 67
1.2.3.1.2 Mantenimiento predictivo. 71
1.2.3.1.3 Mantenimiento correctivo 72
1.2.3.2 RECURSOS HUMANOS 73
1.2.3.3 RECURSOS TÉCNICOS 74
1.2.3.3.1 Herramientas y equipos de medida 74
1.2.3.3.2 Lista de repuestos 74
1.2.3.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO 75
1.2.3.4.1 Sistema de calidad y documentación 75
1.2.3.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente 76
1.2.3.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento 76
1.3 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA. 77
2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE 85
2.1 MANUAL DE OPERACIONES (MOP) 87
2.1.1 ESTRUCTURA 87
2.1.2 RESÚMENES 87
2.2 MANUALES DE MANTENIMIENTO (MM) 88
2.2.1 ESTRUCTURA 88
2.2.2 RESÚMENES 88

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.3 MANUAL DE DESCRIPCIÓN TÉCNICA (DT) 88
2.4 MANUALES POR TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO 89
2.4.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP) 89
2.4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC) 90
2.4.3 MANUAL DE HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE PRUEBA (MHEEP) 90
2.5 CATÁLOGO ILUSTRADO DE PIEZAS (CIP) 91
2.5.1 ESTRUCTURA 91
2.5.2 RESÚMENES 91
2.6 PLANIFICACIÓN DE LA PRESENTACIÓN 92
2.7 REVISIONES 92
2.8 DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y SISTEMA DE APOYO 92
3. PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE 93
4. LOGÍSTICA Y REPUESTOS DE LA INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTOS DEL SISTEMA Y DEL MATERIAL RODANTE 100
4.1 LISTADOS DE REPUESTOS 103
4.1.1 MATERIAL RODANTE 103
4.1.1.1 Repuestos críticos 104
4.1.1.2 Repuestos estratégicos 105
4.1.2 EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA 106
4.1.3 OBRA CIVIL 125

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1. *MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUEL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA*

El propósito de ésta memoria descriptiva es definir la filosofía y estructura de los manuales preliminares para la Operación y el Mantenimiento de la Infraestructura de Obras Civiles y Vía, Instalaciones Ferroviarias e Instalaciones No Ferroviarias.

Esta memoria está orientada a cubrir las necesidades documentales para la correcta explotación (operación y mantenimiento) de las infraestructuras del Sistema Ferroviario:

Obras Civiles y Vía:

- Talleres.
- Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.)
- Superestructura de Vía y Vía.

Instalaciones Ferroviarias:

- Energía.
- Línea Aérea.
- Puertas de Andén.
- Señalización Ferroviaria, Telecomunicaciones, Control y Seguridad

Instalaciones No Ferroviarias:

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas y Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

ALCANCE Y RESPONSABILIDADES

Este manual de operación y mantenimiento cubre las infraestructuras del Sistema Ferroviario El alcance del servicio de operación y mantenimiento de las infraestructuras se puede efectuar de la siguiente forma:

- Operar de acuerdo a los Manuales de Obras Civiles, Vía, Instalaciones Ferroviarias e Instalaciones No Ferroviarias.
- Mantener todos los subsistemas de las infraestructuras en condiciones de funcionamiento óptimo, por lo menos iguales a las condiciones en el comienzo de la prestación de servicio, siguiendo estrictamente los Manuales de Mantenimiento.
- Mantener adecuadamente todos los activos pertenecientes a las infraestructuras del Sistema Ferroviario con el fin de cumplir con una adecuada seguridad, disponibilidad, fiabilidad, calidad de servicio, con el objetivo de cumplir el coste del ciclo de vida.
- Gestión de los medios humanos y técnicos necesarios, con el fin de proporcionar los recursos adecuados para las actividades de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- **Proceso 05 "Seguimiento y Control de la Operación":** Se desarrolla un procedimiento para el seguimiento y control de las operaciones de Talleres, Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.) y Superestructura de Vía y Vía.

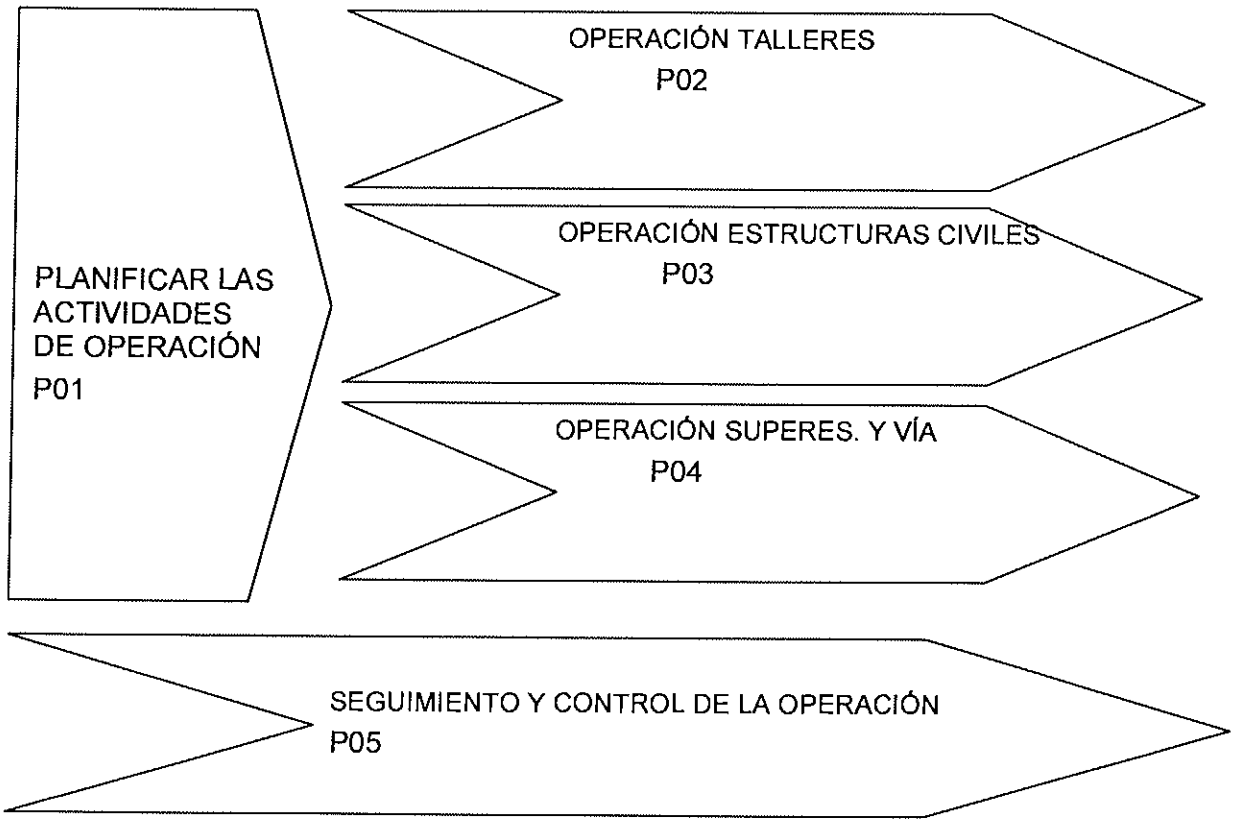


Figura 1: Diagrama de Procesos de la Operación de Obras Civiles y Vía

1.1.2 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES FERROVIARIAS

El objeto de este apartado es el de establecer el Manual de Operación de las Instalaciones Ferroviarias, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

Al objeto de establecer un Manual de Operación de las Instalaciones Ferroviarias es necesario identificar y establecer las actividades y los procesos principales que se requieren para la correcta prestación del servicio:

- **Proceso 01 "Planificar las actividades de Operación":** En este proceso se desarrolla cómo realizar la planificación de la operación de la Energía, Línea Aérea, Señalización Ferroviaria, Puertas de Andén y Telecomunicaciones, Control y Seguridad).

- **Proceso 02 "Operación de la Energía":** Se desarrolla la operación de la energía para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

- **Proceso 03 "Operación de la Línea Aérea":** Se desarrolla la operación de la Línea Aérea para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- **Proceso 04 "Operación de Señalización Ferroviaria":** Se desarrolla la operación de la Señalización Ferroviaria para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

- **Proceso 05 "Operación de Puertas de Andén":** Se desarrolla la operación de las Puertas de Andén para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

- **Proceso 06 "Operación de las Telecomunicaciones":** Se desarrolla la operación de las Telecomunicaciones, Control y Seguridad para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

- **Proceso 07 "Seguimiento y Control de la Operación":** Se desarrolla un procedimiento para el seguimiento y control de las operaciones de la Energía, Línea Aérea, Señalización Ferroviaria, Puertas de Andén y Telecomunicaciones.

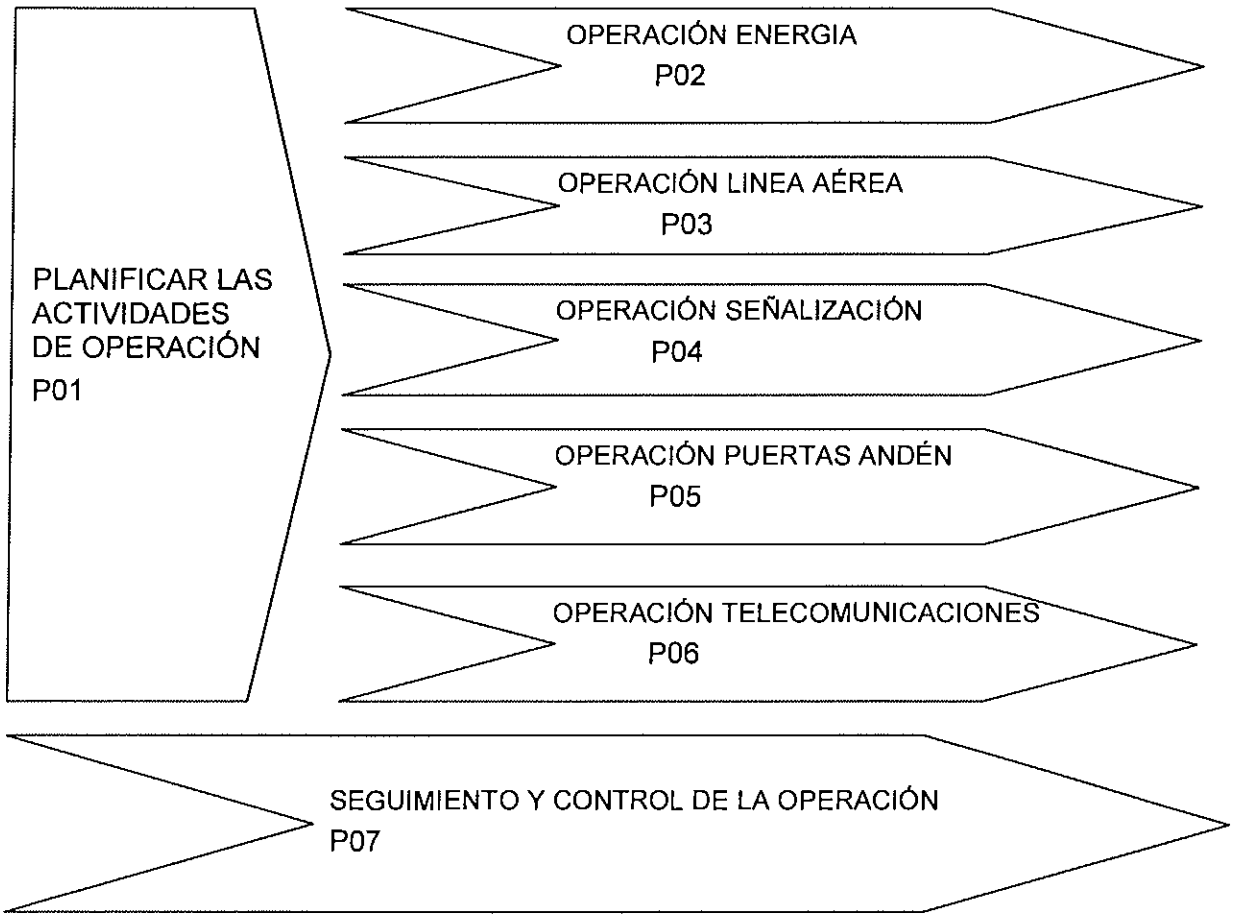


Figura 2: Diagrama de Procesos de la Operación de Instalaciones Ferroviarias

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011770

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

RCM: Reliability Center Maintenance.
CBTC: Communications-Based Train Control
GMAO: Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador

NORMATIVA APLICABLE

- EN 13306-2010 – "Maintenance Terminology"
- EN 13460-2009 – "Documentation for Maintenance"
- EN 15341-2007 – "Maintenance Key Performance Indicators"
- IEC 60812 – "Analysis techniques for system reliability – Procedure for Failure Mode and Effects Analysis

1.1 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Se describen a continuación las necesidades documentales para la correcta operación de las infraestructuras del Sistema Ferroviario, con el siguiente alcance:

- Obras Civiles y Vía:
- Instalaciones Ferroviarias:
- Instalaciones No Ferroviarias:

1.1.1 MANUALES DE OPERACIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y VÍA

El objeto de este apartado es el de establecer el Manual de Operación de las Obras Civiles y Vía, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

Al objeto de establecer un Manual de Operación de las Obras Civiles y Vía del Sistema Ferroviario es necesario identificar y establecer las actividades y los procesos principales que se requieren para la correcta prestación del servicio:

- **Proceso 01 "Planificar las actividades de Operación":** En este proceso se desarrolla cómo realizar la planificación de la operación de la Talleres, Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.) y Superestructura de Vía y Vía.

- **Proceso 02 "Operación de los Talleres":** Se desarrolla la operación en los Talleres para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

- **Proceso 03 "Operación de Estructuras Civiles":** Se desarrolla la operación en las Estructuras Civiles para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

- **Proceso 04 "Operación de Superestructura y Vía":** Se desarrolla la operación de la Superestructura y vía para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BRAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.1.3 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

011773

El objeto de este apartado es el de establecer el Manual de Operación de las Instalaciones No Ferroviarias (Estaciones), dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

Para establecer un Manual de Operación de las Instalaciones No Ferroviarias es necesario identificar y organizar las actividades y los procesos principales que se requieren para la correcta prestación del servicio de los sistemas:

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas.
- Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

- **Proceso 01 "Abrir las estaciones y gestionar sus elementos":** Permite realizar la apertura del servicio en las estaciones de la Red y supervisar la situación de las instalaciones.

- **Proceso 02 "Atención e información habitual al cliente":** Documenta que el cliente tenga la información y asistencia adecuada para que pueda usar los servicios que le proporciona el Sistema Ferroviario de la forma más eficiente y segura.

- **Proceso 03 "Atención a reclamaciones y sugerencias":** Permite recibir por los diversos canales establecidos las reclamaciones y sugerencias formuladas y dar respuesta en los plazos departamentales fijados.

- **Proceso 04 "Atención en la venta y canje billetaje":** Está orientado a facilitar al cliente el título de transporte solicitado independientemente de la forma de pago.

- **Proceso 05 "Gestionar las incidencias operativas en la red y seguimiento":** Se orienta a tratar de forma adecuada las incidencias operativas que puedan afectar al cliente. Tener constancia que las anomalías producidas durante la prestación del servicio se han gestionado siguiendo los procedimientos establecidos de la forma más adecuada.

- **Proceso 06 "Cerrar el servicio":** Documenta como completar y cerrar las estaciones una vez finalizado el servicio a los clientes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

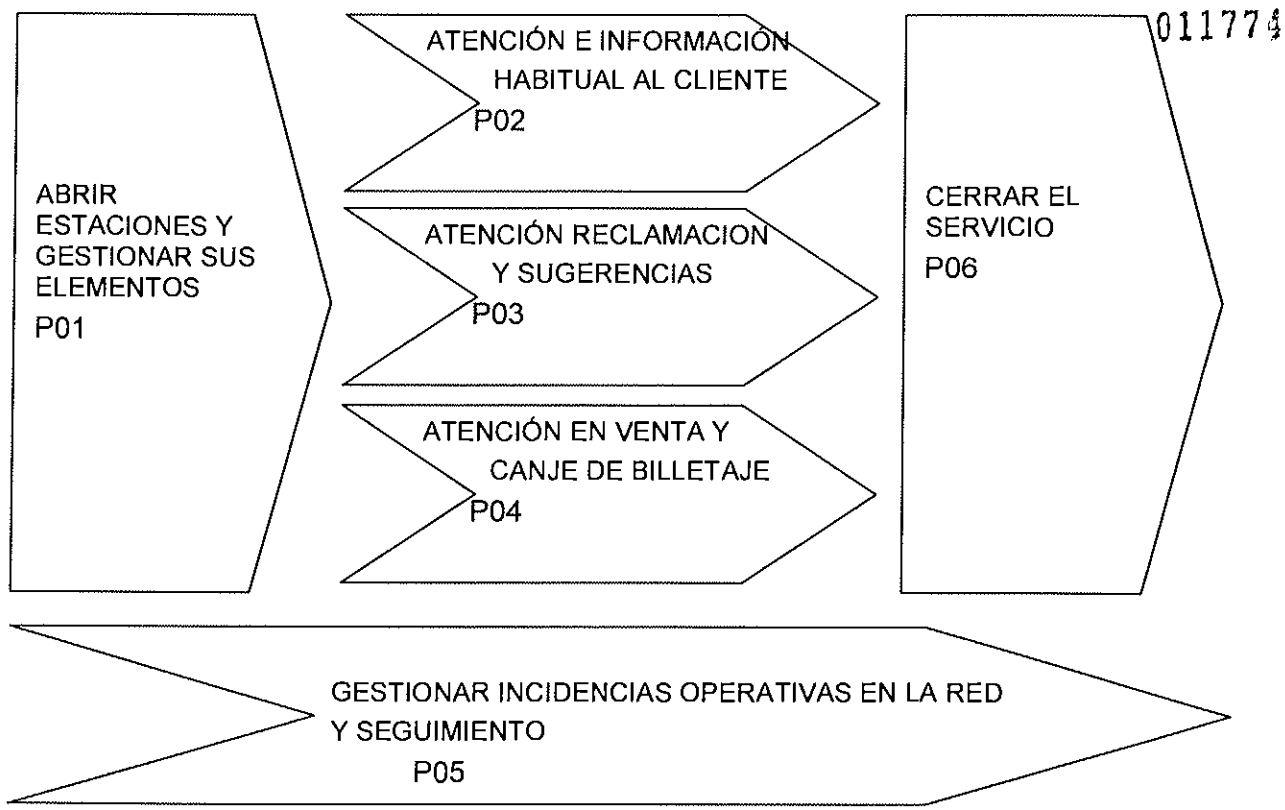


Figura 3: Diagrama de Procesos de la Operación de Instalaciones No Ferroviarias

1.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

Se describen a continuación las necesidades documentales para el correcto mantenimiento de las infraestructuras del Sistema Ferroviario, con el siguiente alcance:

- Obras Civiles y Vía
- Instalaciones Ferroviarias
- Instalaciones No Ferroviarias

1.2.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES Y VÍA

El objeto de este apartado es el de establecer el Plan de Mantenimiento de las Obras Civiles y Vía, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

El plan de mantenimiento se realizará en las condiciones técnicas óptimas sobre las instalaciones e incluye las medidas preventivas y predictivas que se deben tomar para tener una instalación fiable que garantiza estos objetivos principales:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Proteger a las personas y las Instalaciones.
- Extender la vida útil de las instalaciones y equipos, y adoptar medidas que conduzcan a la utilización óptima de las instalaciones con un coste de mantenimiento mínimo.

- Asegurar y mantener las instalaciones dentro de los índices de fiabilidad y disponibilidad.

011775

Estos Objetivos se lograrán si se realizan los siguientes principios:

- Formación continua del personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad basado en la creación de un sistema de documentación, procesos y procedimientos. Este sistema será apropiado si se agregan los resultados de la experiencia y el apoyo de un sistema informático que facilite el análisis de los resultados, las estadísticas, etc.
- Aplicación de la regla de Salud, Seguridad y Protección Ambiental.

Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, el personal asignado será dirigido por un técnico con experiencia probada en las instalaciones y con la asistencia de asesores con experiencia suficiente para el desarrollo de las tareas que se les asignen.

El trabajo que el personal de mantenimiento realice deberá estar contenido en un documento denominado "Libro de Registro de Mantenimiento", normalmente está informatizado. Con este documento se pueden mejorar los procesos de mantenimiento mediante el análisis estadístico de las averías y la aplicación de Técnicas avanzadas de mantenimiento como el Mantenimiento Predictivo y el RCM.

1.2.1.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Se definen básicamente los siguientes tipos de mantenimiento, según norma EN 13306:

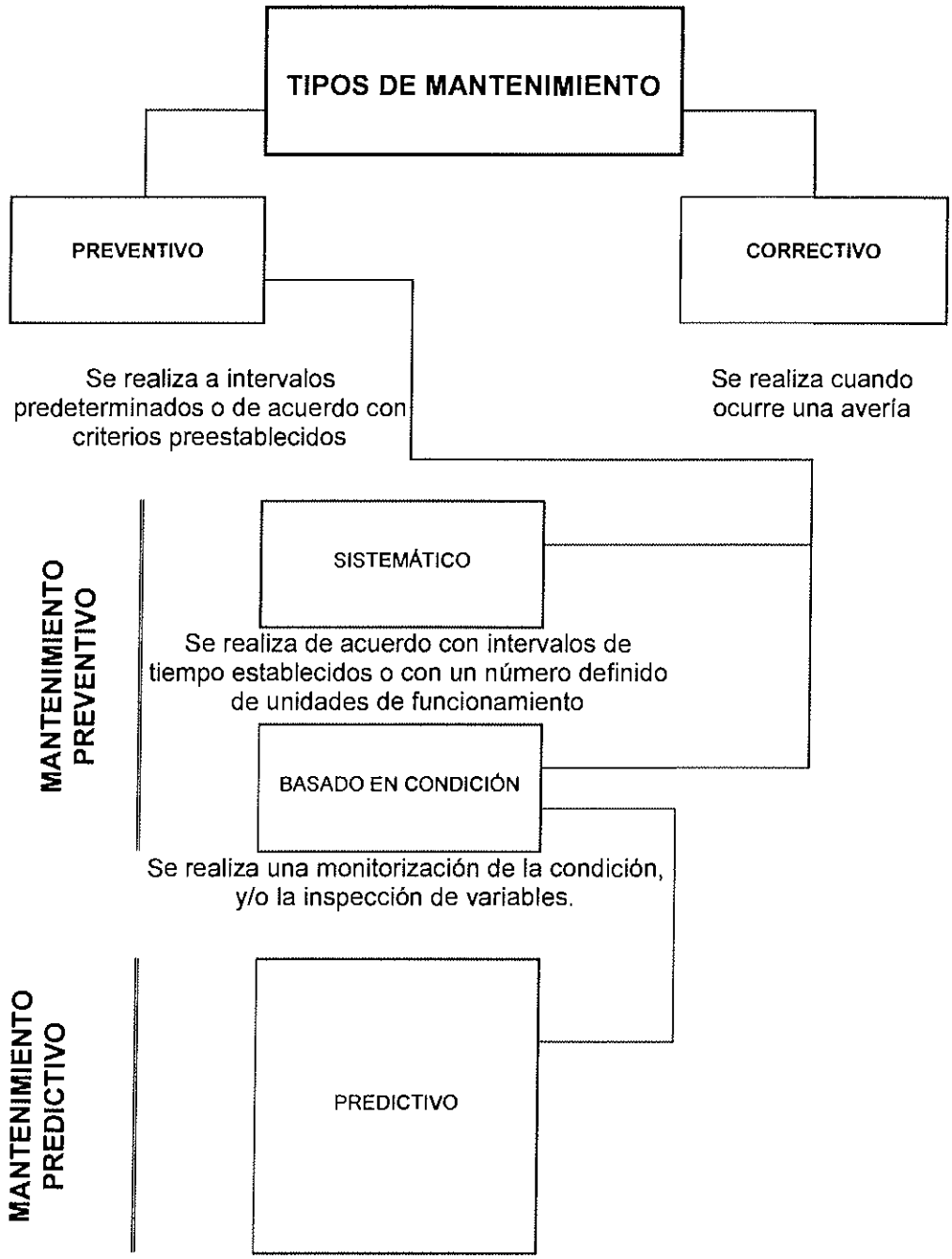
- **Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en dos tipos:

  - Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.
  - Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (No contemplado en la EN 13306).
  - Mantenimiento Basado en la Condición: mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición, y/o la inspección, y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento.
  - Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- **Mantenimiento correctivo**: mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se clasifica en dos tipos:

- Mantenimiento correctivo inmediato: se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
- Mantenimiento correctivo diferido: no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo a reglas dadas.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.1.1.1 Mantenimiento Preventivo

011777

Se desarrolla un Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallan todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión periódica, siguiendo las recomendaciones de la normativa aplicable.

El alcance de las revisiones, inspecciones y/o verificaciones que se prevén, podrá ser específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

Se adjunta un Ejemplo de Plan de Mantenimiento Preventivo de Estructuras Civiles:

CON CARÁCTER ANUAL:
Revisión general de los soportes y vigas de las estructuras metálicas
Control de humedades en los forjados de las estructuras metálicas
Control de humedades en los forjados reticulares de las estructuras de hormigón
Control de humedades en los forjados unidireccionales de las estructuras de hormigón
Repaso de los elementos pintados de los cerramientos
Inspección de los elementos metálicos estructurales y de soporte de los cerramientos
Revisión de tabiquería
Revisión de la banda de sellado del vidrio, comprobándose la estanqueidad de la misma.
Limpieza y repintado de esmaltes, temples, barnices...
Repaso de barnices y pintura de barandillas
Repaso de corrosiones en la instalación de fontanería
Revisión del pozo de registro de las instalaciones de evacuación, comprobando el estado de la arqueta de reparto y de los canalones
Revisión de la red general de tuberías reponiendo la pintura que se pudiera haber desprendido y comprobando anclajes.
Comprobación de las instalaciones de saneamiento y bombeo
CADA 2 AÑOS:
Engrase de los elementos de giro o movimiento de la carpintería de madera y metálica
Inspección del pavimento de terrazo, gres cerámico y asfalto
Repaso de la instalación de fontanería
CADA 3 AÑOS:
Inspección del estado de la protección contra la corrosión y contra el fuego de los soportes de hormigón, procediendo en caso necesario a una reparación o repintado.
Inspección de las vigas de hormigón apreciándose si existe una fecha excesiva u otro tipo de lesión
Inspección de la estructura de las placas de escalera
Pintado de las placas de escalera
Comprobación de las sujeciones del vidrio
CADA 5 AÑOS:
Inspección de las uniones de soportes y vigas de las estructuras metálicas
Inspección de zonas de fisuras y/o flechas excesivas en los forjados de las estructuras

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011778

1.2.1.1.2 Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento, unas fechas, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y, en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. En este apartado trataremos un gran número de las técnicas actualmente desarrolladas en el mercado, pero anticipamos que este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación y precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento es una de las pocas alternativas que encontramos a la rutina de los mantenimientos periódicos establecidos y, antes de aplicar cualquier tipo de mantenimiento preventivo rutinario o sistemático hay que analizar, sobre todo por rentabilidad y eficacia, si el mismo se puede sustituir por un mantenimiento condicional.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y, a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema con base en las condiciones presentes que estamos midiendo.

Técnicas Predictivas en Obras Civiles:

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Auscultación geométrica de vía.
5. Auscultación geométrica de la línea aérea.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.1.1.3 Mantenimiento Correctivo

La organización para la ejecución del mantenimiento correctivo será aquella que permita cumplir con la disponibilidad, fiabilidad, el tiempo de respuesta y tiempo de resolución de cada intervención, establecidos para estas instalaciones.

Incidencia: Se entienden bajo este concepto todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones, sistema de telemando o

monitorización, así como sistema contra incendios asociado. La incidencia puede no conllevar, en todos los casos, el fallo del equipamiento, pudiéndose estar asociada a problemas de aspecto, confort, etc.

011779

Averías: Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se deberá contar con son Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución y notificación de las mismas. Se propone una codificación determinada para notificación de los trabajos realizados en sus instalaciones, al objeto de realizar un control y seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo realizado en las instalaciones.

Tipo de operación: Descriptor del tipo de trabajo específico realizado, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

Modo de fallo: Descriptor del elemento, componente o sistema donde manifiesta la avería, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

Causa de fallo: Descriptor del motivo concreto causante del fallo, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

1.2.1.2 RECURSOS HUMANOS

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificar o programar se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

A continuación se definen los condicionantes horarios para la realización de trabajos en función del tipo de mantenimiento a realizar, y las necesidades y condiciones de operación del sistema:

- **Mantenimiento preventivo.** Las intervenciones de este tipo de mantenimiento se programarán y realizarán durante las franjas horarias que no tienen afección en el servicio de viajeros. No obstante, se podrá determinar en cualquier momento por condiciones de servicio coyunturales o estables, para ciertas instalaciones y con carácter obligatorio, la ejecución de trabajos de este tipo en otros horarios.
- **Mantenimiento correctivo.-** Se garantizará, tanto en días laborables como festivos, los 365 días del año, la atención del personal especializado necesario para la realización de los trabajos de reparación de incidencias, según los tiempos de respuesta y resolución estipulados.

Se deberá de disponer para el personal de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.

En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

1.2.1.3 RECURSOS TÉCNICOS

El personal de mantenimiento debe de disponer de las máquinas, aparatos, instrumentos, herramientas, software de diagnóstico, accesorios, equipos de protección individual, vehículos automóviles, para la prestación de los Servicios de Mantenimiento, así como su conservación y mantenimiento, de forma que se conserve en todo momento su funcionalidad original.

Asimismo deberá tener los equipos y sistemas de información e informáticos (GMAO), licencias de software y demás elementos que sean precisos para la comunicación de trabajos de mantenimiento efectuados en el sistema de gestión de mantenimiento de Metro.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

El proceso de gestión de las instalaciones de almacenamiento, vinculado a la orden de reemplazo, se llevará a cabo por medios electrónicos. Además, el sistema reservará material necesario en los trabajos futuros.

La gestión de compras con la ayuda del ordenador, se conecta con la base de proveedores aprobados, lo que permite optimizar la gestión de compras.

De acuerdo con el tipo de material y su uso, será posible establecer puntos de tiempo y la transferencia de puntos, para el transporte de materiales entre las existencias para evitar la falta de los materiales utilizados.

1.2.1.3.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE MEDIDA

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento las Herramientas y Equipos de Medida necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

Como concepto de herramientas necesarias para el mantenimiento se dispondrá de forma general con el siguiente equipamiento en el taller (4 sets en cada taller, un total de 8 sets):

- Gato/tornillo de apriete
- Tráctel de 1500 kg.
- Polipasto de 750 kg.
- Amoladora con disco de corte, de 230 mm (o en su defecto una lima).
- Cabeza cortadora hidráulica de 50mm.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAVE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Maza, cizalla y herramientas de mano (alicates, destornilladores, martillos, etc.)

1.2.1.3.2 LISTA DE REPUESTOS

Los repuestos y materiales consumibles que son necesarios para la prestación de los servicios son exclusivamente los específicos para este tipo de instalación. Se incluyen los repuestos de inmovilizado (activos) y/o repuestos consumibles para una instalación tipo, excluyéndose los repuestos de propósito general y comerciales.

Se deberá disponer de una relación lo más detallada posible de las referencias y el stock de los repuestos y materiales consumibles para cada una de las marcas y modelos de equipos. Esta lista estará siempre actualizada.

Se tendrá que dimensionar y disponer en todo momento del stock de repuestos suficiente para mantener los indicadores de calidad, disponibilidad y fiabilidad.

Se utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario.

Se tendrá un almacén para la guarda, custodia y control de los materiales necesarios para la prestación de los servicios de mantenimiento. Se deberá contar con la organización y buen orden del almacén, tal que aseguren su funcionalidad, localización y distribución para su inmediata utilización.

Unos de los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento para conseguir unos óptimos indicadores de disponibilidad es el de disponer de los repuestos y componentes necesarios para restablecer el servicio a la mayor brevedad, cuando se produce una avería en alguno de ellos.

Por lo tanto, es de vital importancia diferenciar que componentes de los repuestos de los sistemas son reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuáles no ya que el aseguramiento de un stock útil en el Almacén General tengan una alta disponibilidad depende de en gran medida de la decisión que se tome para cada repuesto.

A continuación se dan una serie de recomendaciones generales como criterios de decisión para diferenciar que repuestos deben ser tratados como reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuales como fungibles (**repuestos consumibles**):

- Inviabilidad técnica de la reparación: Por su diseño constructivo o mecanización hay repuestos que son técnicamente no reparables cuando se averían: pequeños trasformadores, llaves de paso, etc.
- Valor económico de la reparación: Si se estima que la reparación (costes de la mano de obra por horas de trabajo más materiales) es superior al 70 % del valor de un repuesto nuevo, se recomienda sea tratado como repuesto fungible.
- Baja fiabilidad de la reparación: Existen repuestos cuya reparación no consigue obtener buenas fiabilidades una vez averiados: Relés, Ventiladores pequeños, etc.

Este proceso es complejo y debe basarse en la experiencia que se acumule en la reparación de repuestos, por lo que se recomienda que se elabore una Lista inicial de repuestos clasificados, para anualmente proceder a su revisión y ajuste.

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento los repuestos inmovilizados y consumibles necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.1.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

011782

1.2.1.4.1 Sistema de calidad y documentación base

El sistema de calidad que se implementará en el mantenimiento, se basará en los sistemas de calidad regulados en las normas ISO 9000. Actuando de esta manera, nos aseguramos de los más altos estándares de calidad para el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto.

La documentación del sistema de calidad se establece de acuerdo a las exigencias del contrato, sin embargo, como regla general, esta documentación se estructura en tres grandes bloques, de acuerdo con los requisitos establecidos por el Modelo de Aseguramiento de la Calidad en la serie de normas ISO 9000.

Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad

- Manual de Calidad
- Manual de Procedimientos Generales y Específicos.
- Documentación Técnica
- Documentación Industrial
- Dossier de Análisis de Operación

1.2.1.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente

Se deberá disponer de una relación nominal de los trabajadores adscritos a este servicio, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de los cursos de prevención laboral conforme a la reglamentación en vigor, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Se recomienda expedir tarjetas personales para la identificación y acceso a sus instalaciones del personal dedicado al servicio de mantenimiento, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Para los trabajos que impliquen la alteración de las condiciones de explotación del servicio a los viajeros o conlleven acceso a áreas restringidas de las instalaciones, serán necesarias las correspondientes autorizaciones previas de acceso por escrito.

- Acceso controlado a las instalaciones
- Normativa de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo
- Normativa técnica y operativa interna ó externa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.1.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento

De acuerdo con las especificaciones, la eficiencia del sistema de gestión informatizada, permite la integración de la gestión de mantenimiento que se describen en la parte técnica.

Las ventajas más importantes que ofrece esta gestión integrada se detallan a continuación.

La documentación del sistema de módulos permite una versión "as built" de toda la documentación técnica, así que es un elemento clave para la gestión del mantenimiento exitoso.

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core bussines" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa:

Disponibilidad del Sistema: refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

Fiabilidad del Sistema: da una perspectiva de la **calidad y aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes.

Costes de Mantenimiento: midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento.

1.2.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS

El objeto de este apartado es el de establecer el Plan de Mantenimiento de las Instalaciones Ferroviarias, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario:

- Energía y suministro eléctrico
- Línea Aérea.
- Señalización Ferroviaria. CBTC (control de trenes basado en comunicaciones),
- Puertas de Andén.
- Telecomunicaciones, Control y Seguridad. PCS, SCADA
- Recolección automática de tarifas
- Equipos de depósito.

El plan de mantenimiento se realizará en las condiciones técnicas óptimas sobre las instalaciones e incluye las medidas preventivas y predictivas que se deben tomar para tener una instalación fiable que garantiza estos objetivos principales:

- Proteger a las personas y las Instalaciones.
- Extender la vida útil de las instalaciones y equipos, y adoptar medidas que conduzcan a la utilización óptima de las instalaciones con un coste de mantenimiento mínimo.
- Asegurar y mantener las instalaciones dentro de los índices de fiabilidad y disponibilidad, así como gestionar las piezas de repuesto, a fin de proporcionar medios adecuados para las actividades de mantenimiento.

Estos Objetivos se lograrán si se realizan los siguientes principios:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAJABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Formación continua del personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad basado en la creación de un sistema de documentación, procesos y procedimientos. Este sistema será apropiado si se agregan los resultados de la experiencia y el apoyo de un sistema informático que facilite el análisis de los resultados, las estadísticas, etc.
- Aplicación de la regla de Salud, Seguridad y Protección Ambiental.

Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, el personal asignado será dirigido por un técnico con experiencia probada en las instalaciones y con la asistencia de asesores con experiencia suficiente para el desarrollo de las tareas que se les asignen. 011784

El trabajo que el personal de mantenimiento realice deberá estar contenido en un documento denominado "Libro de Registro de Mantenimiento", normalmente está informatizado. Con este documento se pueden mejorar los procesos de mantenimiento mediante el análisis estadístico de las averías y la aplicación de Técnicas avanzadas de mantenimiento como el Mantenimiento Predictivo y el RCM.

1.2.2.1 FILOSOFÍA Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

La filosofía de mantenimiento propuesta se orienta a los siguientes aspectos clave:

- Salud y seguridad de los pasajeros;
- Disponibilidad y confiabilidad del sistema;
- Lugar de trabajo saludable y seguro para el personal de trabajo;
- Análisis de costo-beneficio del ciclo de vida.

Los objetivos anteriores se lograrán con la implementación de una estrategia basada en:

1. La planificación adecuada de las actividades de mantenimiento:
   Esta planificación estará orientada a:
   a. minimizar el impacto en el servicio de cobro de boletos y junto al departamento de Ingeniería y la División de Operaciones se acordarán reuniones para la planificación de trabajo periódico.
   b. minimizar la frecuencia de intervención por medio de un análisis histórico y la recopilación de datos sobre fallos a fin de optimizar constantemente el plan de mantenimiento.

2. *Equipo de emergencia:*
   estará disponible las 24 h del día, los 7 días de la semana. A disposición del Operador en casos de intervenciones de emergencia, pero a la espera de emergencias el equipo puede trabajar en mantenimientos programados, como se hayan planificado.

3. *Trabajo en turnos para tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de nivel 2 :*
   La estrategia se orienta a tener el menor impacto en el funcionamiento concentrándose en especial en el turno nocturno cuando dichas actividades pueden requerir el acceso a la línea.

4. *Soporte técnico remoto:*
   Por medio de una infraestructura especializada se realizarán diagnósticos y análisis remotos y de ser posible, se implementarán medidas de mitigación inmediatas o la resolución de problemas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5. *Gestión adecuada del inventario:*
   La estrategia implementada se orientará a la sustitución inmediata de piezas defectuosas y a la minimización del tiempo de reparación. A fin de minimizar costos, cuando resulte posible, la reparación se realizará en el sitio. La gestión de las piezas de repuesto y de la logística se centralizará y automatizará a través del uso de MMS.

6. *Monitoreo continuo de las condiciones del equipo:*
   Cada sub-sistema se diagnosticará de manera constante y adecuada. Los datos de diagnóstico serán datos de MMS que permitirán una respuesta rápida y un régimen de mantenimiento efectivo. Gracias a MMS será posible monitorear también la obsolescencia y la degradación del equipo a fin de mejorar la estrategia de mantenimiento.

7. *Filosofía de la unidad reemplazable en línea para mantenimiento correctivo:*
   Las LRU se diseñan de modo tal que se pueda llevar a cabo el mantenimiento fuera de línea al cambiar las partes principales llamadas unidades reemplazables en línea (LRU). Este enfoque facilita el diagnóstico fuera de línea y la reparación de los componentes defectuosos, minimizando así el impacto de la disponibilidad del sistema.

1.2.2.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Confeccionar el plan de mantenimiento para identificar las actividades de mantenimiento y su frecuencia, tales como listas de control para cada actividad de mantenimiento, lista de piezas de repuesto y listas de herramientas especiales. Este plan se redactará con la colaboración del operador para desarrollar una buena planificación de las actividades de mantenimiento compatibles con las necesidades de este. Se basará en los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) durante las fases de diseño e implementación del proyecto.

El diseño predictivo de RAMS, FMECA y el análisis de peligros del sistema optimizarán el diseño del sistema y la selección de componentes para garantizar el equilibrio entre la vida del diseño del producto, la calidad y el nivel de intervención para mantenimiento a fin de lograr el rendimiento requerido de manera rentable de acuerdo con los requisitos de integridad de la seguridad.

Los intervalos de servicio y la confiabilidad de los diferentes sistemas incluidos los sub-sistemas se basan en los datos que proporcionan los principales proveedores y la experiencia de ASTS para desarrollar la solución de mantenimiento propuesta. En este sentido, determina la frecuencia y la magnitud de los intervalos necesarios para el Mantenimiento Correctivo y Preventivo a fin de garantizar el logro de los objetivos de disponibilidad y confiabilidad del servicio. Por ende, es posible definir un nivel de recursos de trabajo, habilidades y un nivel de inventario necesarios para proporcionar la cantidad necesaria de intervención.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
APODERADO

Las actividades y la duración previstas del Mantenimiento Correctivo y del Mantenimiento Preventivo se utilizan para calcular los intervalos de los ciclos de mantenimiento tanto en examinaciones diarias como en mantenimiento mayores y los mantenimientos de inventario de las piezas de repuesto (de sub-sistemas completos a subconjuntos). Esto permitirá que el servicio esté disponible en todo momento.

En general, el régimen de mantenimiento incluirá la **planificación a largo plazo** en la cual se programan actividades de mantenimiento y se establecen pedidos de mantenimiento de acuerdo con el mantenimiento periódico y las características de rendimiento y la **planificación a corto plazo** en la cual se asigna el trabajo de acuerdo con el tiempo para

trabajo en las vías y la disponibilidad de personal y del equipo, y de acuerdo con la capacidad de los centros de trabajo.

1.2.2.1.2 SEGURIDAD Y SALUD

ASTS pondrá en funcionamiento un sistema de gestión de salud y seguridad para garantizar el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales en cuanto a salud y seguridad en el lugar de trabajo. Abarca el bienestar y la seguridad del personal de trabajo en el lugar y en situaciones de emergencia.

Se mejorará constantemente. Es la política de ASTS proporcionar un ambiente de trabajo seguro, donde no ocurran accidentes y sea saludable para los trabajadores, sub-contratistas y empleados. ASTS mejorará el ambiente de trabajo, centrándose en el cumplimiento diligente y cuidadoso de las políticas de la empresa.

Para lograr el éxito, empleados y supervisores de seguridad deben respetar las actitudes y las conductas adecuadas del programa a fin de prevenir lesiones y enfermedades. También requiere la cooperación en todos los asuntos de seguridad y salud, no solo en la seguridad entre supervisor y empleado, sino también entre todos los empleados, contratistas y empleados del empleador.

Todos son responsables de conocer los requisitos y los estándares de seguridad relacionados al trabajo que realizan. Los supervisores de seguridad deben inculcar una actitud positiva y conciencia por la seguridad de los empleados a través de compromiso personal, contacto personal, capacitación y reuniones sobre seguridad programadas. Es trabajo de todos los empleados llevar a cabo sus tareas con la mayor consideración por su seguridad y la de sus compañeros.

1.2.2.1.3 DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD

Durante la fase de diseño, ASTS realizará predicciones de RAM en base a los datos de FMECA y de acuerdo con los modelos de confiabilidad para verificar que el diseño de cada sub-sistema sea apto para el cumplimiento del objetivo de disponibilidad general de los sub-sistemas electromecánicos y todos los objetivos asignados definidos de acuerdo con el proceso de asignación de RAM.

Para verificar la predicción de RAM y por consiguiente la exactitud de todo el proceso, ASTS definirá un proceso de Informe de fallos y acciones correctivas (FRACAS) y lo compartirá con el Empleador para la aprobación del registro de datos y el análisis de fallos para el control de RAM y el rendimiento de la seguridad en las siguientes fases:

- Fabricación;
- Instalación, pruebas y puesta en marcha (incluye pruebas en campo y pruebas del sistema integrado) para comenzar la recopilación de los registros de fallos, horas de funcionamiento y kilometraje del tren. Este período es parte de la eliminación de fallos del sistema y no del período de muestra de RAM;
- Validación del sistema (período de ensayo y de garantía, hasta el final del período de muestra de RAM);
- Funcionamiento y Mantenimiento

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAUE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Además, el proceso FRACAS se empleará para:

- Promover el crecimiento de la disponibilidad y confiabilidad del equipo en cumplimiento de los valores de los objetivos;

- Monitorear el rendimiento de los componentes e identificar patrones de error a fin de poder llevar a cabo acciones correctivas;
- Verificar la capacidad y los problemas eventuales durante T&C (pruebas y puesta en marcha), ensayo, y puesta en marcha para garantizar que el nivel de confiabilidad del equipo sea adecuado para el proyecto.

El proceso FRACAS garantizará que todos los fallos relacionados con RAM correspondientes, que ocurren durante las fases del ciclo de vida de los sistemas pertinentes, se registren y analicen, y se identifiquen y lleven a cabo las acciones correctivas adecuadas para evitar o reducir su frecuencia de repetición.

Solo los fallos relevantes al rendimiento de RAM se registrarán en FRACAS. Más información acerca del procedimiento de FRACAS se proporcionará en el plan de demostración de RAM que se confeccionará durante la fase de diseño del proyecto.

Las actividades de demostración de RAM se llevarán a cabo a diario a fin de demostrar que todos los sub-sistemas electromecánicos están aptos para lograr los objetivos de disponibilidad técnica. El proceso general de la demostración de RAM será:

- Durante el período de muestra de RAM: las tendencias de fallos se monitorearán a diario y el cálculo de MTBF, MTTR y disponibilidad técnica de cada sub-sistema se llevará a cabo mensualmente, por medio de Informes de Rendimiento de RAM;
- Al final del Período de Muestra de RAM: se emitirá un período de muestra de RAM final, para demostrar que la disponibilidad técnica del sistema y sus sub-sistemas cumple los objetivos correspondientes después de dos años, propuesto por el Empleador o asignado por ASTS.

1.2.2.1.4 FORMACIÓN

El personal de mantenimiento debe estar debidamente capacitado y tener conocimientos suficientes sobre la estructura del sistema a fin de obtener la mayor flexibilidad posible.

La capacitación del equipo técnico garantizará que el personal de mantenimiento cuente con los conocimientos necesarios sobre todos los sistemas que se relacionan con su campo de trabajo.

La capacitación y la transmisión de competencias se logrará por medio de:

- capacitación formal y calificaciones;
- capacitación en el sitio durante la puesta en marcha;
- capacitación en el sitio durante el ensayo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El objetivo de la capacitación en el lugar de trabajo durante la puesta en marcha es lograr que el agente de mantenimiento se familiarice aún más con el sistema en vivo, y la formación en el lugar de trabajo durante el período de ensayo es para evaluar qué nivel de preparación tiene el personal de Mantenimiento para lidiar en situaciones normales y degradadas. Primero, se opera el Sistema en modo nominal y solo se evalúa la correcta ejecución del mantenimiento planificado; luego se presentan las situaciones de emergencia (reales o

simuladas) y los fallos a fin de evaluar si el personal involucrado implementa correctamente los procedimientos de funcionamiento y mantenimiento así como los modos degradados. Durante esta fase, la siguiente información se registrará en los informes de evaluación diarios:

- Procedimientos implementados y personas involucradas;
- Tareas llevadas a cabo satisfactoriamente;
- Puntos débiles;
- Mejoras sugeridas; repetición de capacitación, revisión/modificación de procedimientos, rediseño o mejoras organizacionales.

Como se especifica en el Contrato y como lo requiere el CONCEDENTE, los talleres de capacitación sobre funcionamiento y mantenimiento del sistema que llevará a cabo el personal se organizarán al menos dos veces al año y comenzarán el año en que el sistema comenzó a funcionar en su totalidad. Uno de los Supervisores del Sitio también coordinará esta actividad y determinará el tema, la oportunidad y la cantidad de asistentes.

1.2.2.1.5 REDUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

Para reducir los costos de Mantenimiento y mejorar la confiabilidad y la disponibilidad de los sistemas, se aplicarán los siguientes principios:

- **Diseño operativo ante fallos**: los sistemas cuyo funcionamiento es fundamental para llevar a cabo el servicio se diseñarán con redundancia integrada u otros medios funcionales que proporcionen funcionamiento continuo total o parcial (lo que corresponda) del sistema con un parte del sub-sistema sin funcionar. Las capacidades operativas ante fallos pueden utilizarse para sostener el funcionamiento seguro de manera indefinida hasta que se pueda corregir adecuadamente o para sacar de funcionamiento el componente defectuoso y repararlo;

- **Diseño para la restauración rápida del servicio**: si se garantiza la restauración rápida del servicio luego de un fallo, se pueden alcanzar elevados niveles de fiabilidad del servicio. El diagnóstico de fallos, su aislamiento y las unidades reemplazables en campo son los pilares que permiten minimizar la interrupción del servicio. El apoyo que ofrecen los sistemas de monitoreo adecuados puede proporcionar una manera eficiente de aislar fallos a tiempo y, con sinopsis ad hoc, presentar la información necesaria ante el equipo de O&M (funcionamiento y mantenimiento). Cuando no es posible la detección en línea, los componentes se equiparán con dispositivos adecuados y puntos de prueba accesibles con el equipo montado para que los instrumentos externos y otros equipos se puedan utilizar con facilidad para determinar el sitio donde se produjo el fallo y verificar el correcto funcionamiento luego del reemplazo de la pieza defectuosa;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- **Monitoreo continuo de fallos a través de sistemas de diagnóstico.** (Por ejemplo, el sistema SCADA o el sistema de monitoreo de salud de los vehículos): mejora la confiabilidad del sistema al alertar al personal de O&M sobre condiciones anormales o fallos que pueden tener un impacto inmediato o posterior en el correcto funcionamiento del sistema. A este fin, se monitorearán una cantidad de puntos de prueba así como un conjunto de parámetros para cada sub-sistema/componente con el objetivo de detectar desviaciones indeseadas del funcionamiento normal. Los

proveedores de los sub-sistemas proporcionarán evidencia de dichos parámetros los cuales deben estar sujetos a control continuo/intermitente a fin de detectar fallos;

- **Entorno operativo benigno**. Todo equipo complejo funciona con mayor confiabilidad cuando se encuentra en un entorno benigno. Los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos deben tener en cuenta las condiciones medioambientales para su funcionamiento. Cuando el componente no se puede ubicar en un entorno adecuado, es necesario llevar a cabo pruebas calificadoras rigurosas sobre el medio ambiente para garantizar la operabilidad de todos los componentes. Además, se implementarán medidas específicas para el equipo de arcén/tierra junto a las vías para soportar el clima del área de Doha (ver siguientes secciones).

Además de lo anterior, la mantenibilidad de los sistemas se llevará a primer nivel a través del uso exhaustivo de los siguientes principios:

- Accesibilidad: cada equipo en los sub-sistemas se realizará de modo que permita la fácil inspección, reparación, revisión y sustitución, teniendo en cuenta las dimensiones de las herramientas. Las cubiertas y los paneles de acceso se diseñarán de modo que se los pueda extraer rápidamente pero que a la vez impidan el acceso al personal no autorizado/público. Se necesitará solo una herramienta estándar para retirar el panel de acceso;
- Facilidad para limpiar: todo el equipo se diseñará de forma tal que permita acceder fácilmente a él para su limpieza. En cuanto al equipo público, se tendrán en cuenta las soluciones de diseño y las tipologías de los materiales que minimizan las operaciones de limpieza y la reparación de los daños;
- Facilidad de extracción: la extracción de cualquier montaje o sub-montaje no necesitará extraer, desplazar o desconectar otros montajes. La evaluación de la facilidad para extraer equipos considerará la necesidad de extraer partes del equipo y usar una cantidad reducida de herramientas estándar;
- Facilidad de manipulación: cada equipo desmontable se debe caracterizar por tener un peso razonable, en caso de que sea necesaria la extracción por una sola persona. Las partes transportadas deberán tener puntos de agarre y sujeción;
- Modularidad: en la mayor medida posible, los montajes deben diseñarse y construirse mejorando la modularidad;
- Montaje: las especificaciones relativas a los montajes excluirán la posibilidad de instalación incorrecta de los montajes. A este fin, se debe considerar el uso de soportes de montaje asimétricos, tarugos, pernos o clavijas de alineación;
- Estandarización: salvo que se requiera de otro modo, en el diseño y la construcción del montaje se utilizará tecnología especial y componentes estándar;
- Juego de cables: la extracción de partes o montajes no debe permitir la separación de los juegos de cables;
- Idoneidad del lugar de trabajo: debe haber espacio suficiente para que el personal de mantenimiento pueda trabajar en un equipo descompuesto sin tener que retirar el arnés o trabajar entre otros equipos. Se tomarán medidas para que el personal de mantenimiento no se exponga al peligro de las piezas en movimiento, a voltajes superiores a 60V, a materiales corrosivos o tóxicos, a calor excesivo, a "espacios reducidos" mientras realizan sus tareas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.2 DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE MANTENIMIENTO

El estándar [EN 13306] define líneas de mantenimiento como posiciones en una organización en la cual deben llevarse a cabo niveles específicos de mantenimiento sobre piezas y que se dividen de acuerdo con la habilidad especial del personal, las instalaciones disponibles, la ubicación y la complejidad de la tarea de mantenimiento.

En base a esta definición, las siguientes cuatro líneas de mantenimiento parecen ser las más adecuadas para el alcance del sistema de mantenimiento de JV:

- 1ra línea de mantenimiento: equipo de mantenimiento en campo.
- 2da línea de mantenimiento: equipo de mantenimiento en taller.

  Incluye a expertos en el sistema, en todas las partes del sistema de señalización que requieren de la 1ra línea de mantenimiento al llevar a cabo acciones más complicadas que requieren un conocimiento más profundo del sistema. Cuando resulta necesario, el mantenimiento de 2da línea debe realizarse en el sitio.
- 3ra línea de mantenimiento: centro de competencia centralizado del contratista.

  Consiste en expertos técnicos del contratista con un profundo conocimiento del sistema. Los problemas pasan a la 3ra línea de mantenimiento si son complicados y no se pueden resolver en la 2da línea de mantenimiento.
- 4ta línea de mantenimiento: fabricante del equipo original (OEM).

  Comprende a expertos con conocimiento profundo del sistema o los componentes, su lugar de trabajo diario es en R&D o en el departamento de industrialización/fabricación del contratista u organización del OEM. Los problemas pasan a la 4ta línea de mantenimiento si son complicados y no se pueden resolver en la 3ra línea de mantenimiento.

Generalmente las cuatro líneas de mantenimiento llevan a cabo los niveles de mantenimiento 2 a 5 definidos anteriormente.

1.2.2.3 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En base al estándar EN 13306 y a la experiencia sobre mantenimiento del consorcio, la propuesta es dividir las actividades de mantenimiento en cinco niveles. Por medio de cinco niveles se destacará la interacción y la interfaz entre las organizaciones encargadas de funcionamiento y mantenimiento, y se destacará también la participación de los prestadores de mantenimiento pertinentes.

Además, el estándar EN 13306 define los niveles de mantenimiento como una categorización de tareas de mantenimiento por complejidad. Los cinco niveles se definen del siguiente modo.

Nivel 1

Acciones simples llevadas a cabo con capacitación mínima en piezas de fácil acceso en un entorno de completa seguridad. Este nivel incluye las tareas de mantenimiento preventivo básicas y las inspecciones pertinentes relativas al funcionamiento. El mantenimiento de nivel 1 consiste en todas las actividades que no requieren el uso de ninguna herramienta o equipo de control. Estas actividades las puede realizar el personal sin instrucción técnica. En términos de mantenimiento correctivo, el mantenimiento de nivel 1 consiste en la toma de medidas para reducir el tiempo de inactividad de todo el sistema o parte de él en cumplimiento de los requisitos de seguridad. Estas operaciones se llevan a cabo aplicando las instrucciones operativas. El manejo final del fallo se traspasa al personal de mantenimiento de nivel 2. El mantenimiento correctivo de nivel 1 es una

operación paliativa realizada por el personal encargado del funcionamiento; el fallo no se resuelve definitivamente sino hasta que el departamento de mantenimiento se encarga de él.

Nivel 2

A este segundo nivel de mantenimiento corresponden las acciones básicas llevadas a cabo por personal cualificado mediante el uso de procedimientos simples y/o equipo fácil de usar o implementar. El mantenimiento de nivel 2 incluye operaciones llevadas a cabo en equipos ubicados en su lugar de funcionamiento habitual (en sitio), por ejemplo, las vías. Estas operaciones pueden ser llevadas a cabo por técnicos con conocimientos mínimos del sistema, haciendo uso de documentos de mantenimiento, insumos, piezas de repuesto y las herramientas necesarias. El restablecimiento del servicio está sujeto a un control funcional. Ejemplos: reemplazo de componentes simples (LRU), visitas de seguridad que consisten en controles de seguridad e inspecciones visuales, tareas de lubricación (engrase, cambio de aceite), recarga y todo tipo de mantenimiento preventivo de rutina habitual. En cuanto a software, el mantenimiento de nivel 2 consiste en administrar los sistemas informáticos y describir los fallos observados.

Nivel 3

El tercer nivel de mantenimiento hace referencia a acciones complejas llevadas a cabo por personal técnico calificado, por medio del uso de procedimientos minuciosos. Este nivel incluye el mantenimiento de equipos difíciles de usar o implementar cuyos procedimientos involucran el conocimiento de técnicas o tecnología especial y/o la implementación de equipos u operaciones especializadas llevadas a cabo en el taller sobre los sub-equipos extraídos de sus equipos originales durante una tarea de nivel 2. Su soporte logístico incluye manuales de mantenimiento, registros conforme a obra, insumos, piezas de repuesto y las herramientas necesarias. Ejemplos: reemplazo de una pieza en un subconjunto, desmontaje de un equipo para repararlo o inspeccionarlo, uso de herramientas complejas específicas (banco de pruebas), ajuste o calibración de sensores, detectores, calibradores. En cuanto a software, el mantenimiento de nivel 3 consiste en instalar una nueva versión del software proporcionado por el editor o el proveedor.

Nivel 4

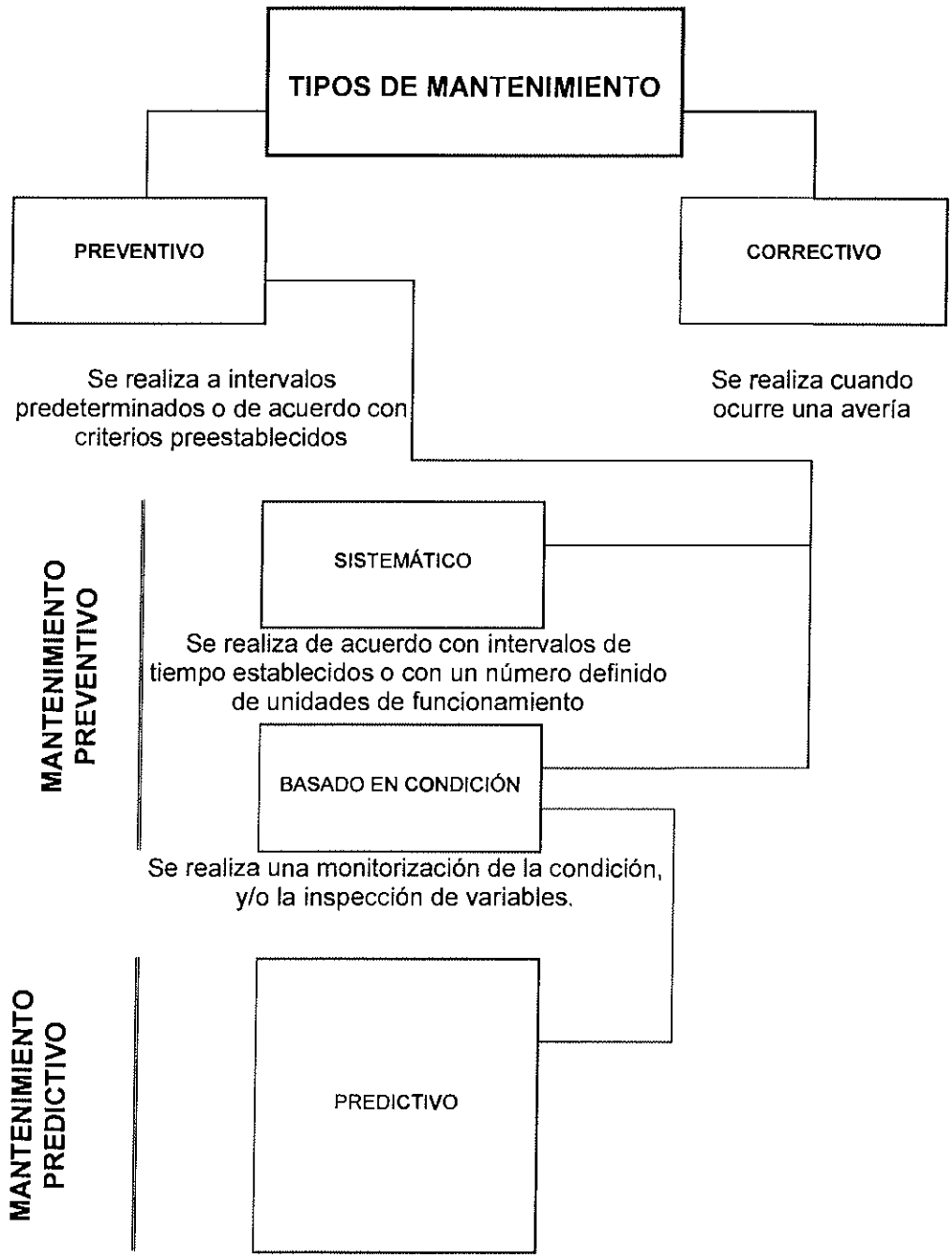
El cuarto nivel de mantenimiento se caracteriza por acciones que implican el conocimiento técnico de una técnica o una tecnología implementadas por personal técnico especializado. Incluye actividades llevadas a cabo en talleres especializados sobre módulos o partes extraídas del equipo durante las tareas de nivel 2-3 o la inspección de restauración. Las operaciones del nivel 4 se deben llevar a cabo por técnicos altamente especializados por medio de herramientas específicas. Su trabajo se basa generalmente en el análisis de los documentos de diseño. Las actividades del nivel 4 sobre partes complejas generalmente se subcontratan. Ejemplos: trabajo de reparación o acondicionamiento de una parte extraída durante la tarea de mantenimiento de un nivel inferior que requiere el conocimiento específico del sistema o del diseño del equipo y las herramientas especializadas, como la reparación de tableros electrónicos, motores, contactores, etc. En cuanto a software, el mantenimiento de nivel 4 consiste en corregir errores modificando el código fuente y generando nuevos códigos ejecutables.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Nivel 5

011702

El quinto nivel de mantenimiento consiste en actividades que requieren conocimientos específicos y experiencia de las técnicas, las tecnologías y los procesos específicos o el equipo de soporte logístico industrial que solo la fábrica o la empresa especializada puede tener. Este nivel incluye todas las modificaciones necesarias para actualizar la disponibilidad de equipos o componentes. También incluye las funciones de administración y gestión de mantenimiento que guían los procedimientos, los procesos y las políticas de organización del mantenimiento. Ejemplos: reparaciones realizadas por el fabricante, trabajos de modificación o renovación.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.3.1 Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento preventivo: mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en los tipos:

- Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición. Inspecciones y tareas de mantenimiento en intervalos predeterminados (tiempo o cantidad de unidades de uso).
- El Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (No contemplado en la EN 13306).
- Mantenimiento Basado en la Condición: mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición, y/o la inspección, y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento. mantenimiento preventivo que incluye una combinación entre monitoreo de condiciones y/o inspección y/o pruebas (programadas a pedido o continuas), análisis y subsiguientes acciones de mantenimiento.
- El Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

El objetivo del mantenimiento preventivo es prevenir fallos en los equipos ya que estos podrían ocasionar retrasos en el tráfico o su interrupción y serían necesarias intervenciones costosas, las cuales podrían incluir trabajos en las vías o la reducción de la velocidad.

La siguiente tabla ilustra el proceso de mantenimiento preventivo.

Este proceso de mantenimiento preventivo se realiza según la indicación y se ajustará para tener en cuenta la organización del operador.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011794

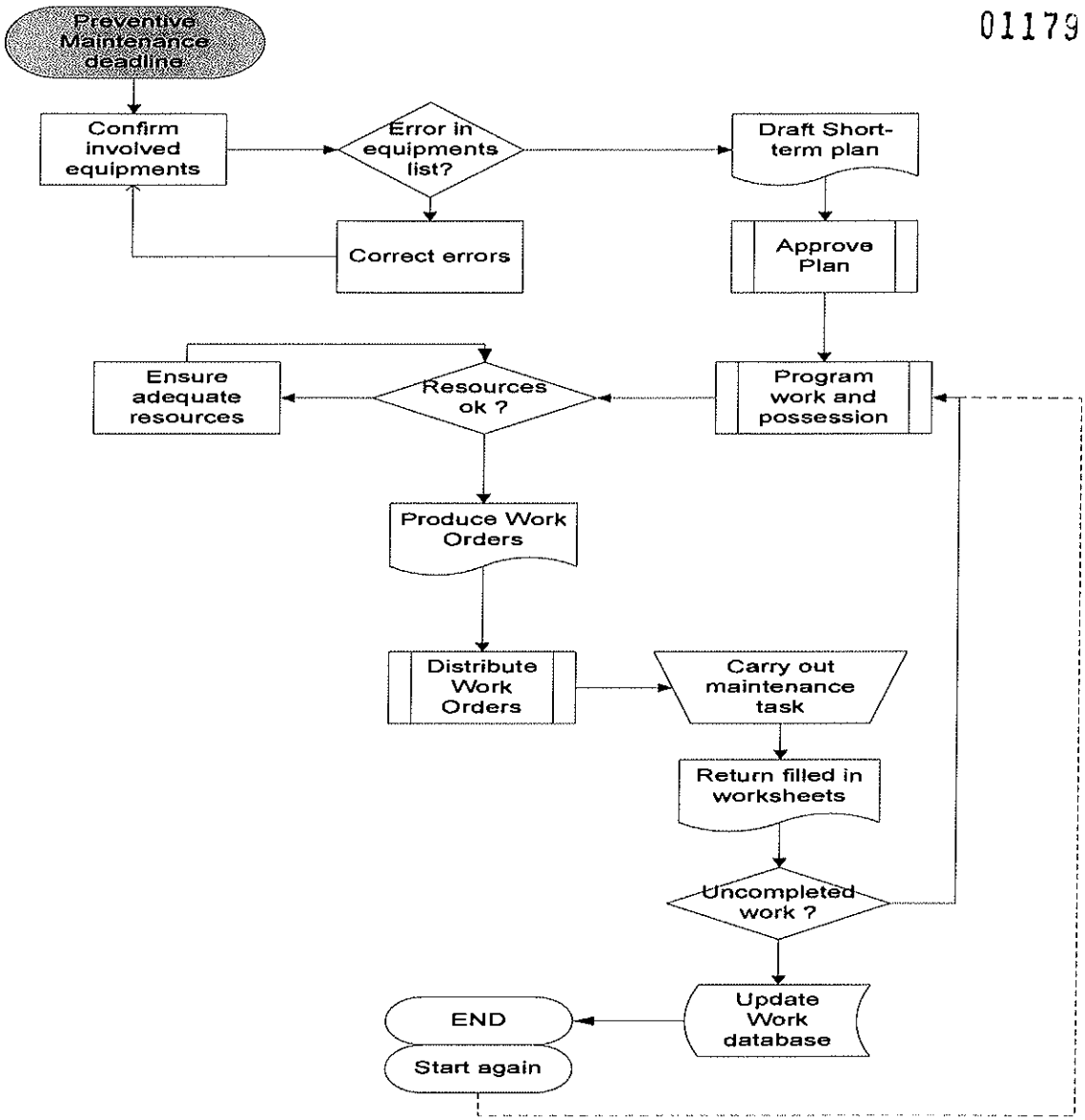


Figura - Proceso de mantenimiento preventivo

P1. Equipo confirmado involucrado en la acción de mantenimiento:

- asegura que la lista de equipamiento que se requiere mantener esté completa;
- asegura que cada equipo de la lista tiene un trabajo estándar asignado;
- asegura que todos los trabajos estándar se realizan según las normas;
- se debe corregir cualquier error encontrado en la lista de equipos;

P2. Plan de mantenimiento:

- un plan de mantenimiento bocetado a corto plazo, que usa los datos de información sobre el equipo y tiene en cuenta periodicidades de mantenimiento para el equipo, , debe producirse con el tiempo suficiente para asegurar el acceso a las vías;
- el plan bocetado de mantenimiento a corto paso se entregara al Operador para su aprobación.

P3. Programa de trabajo y posesión:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- el programa de trabajo y posesión debe realizarse según los procedimientos y procesos predefinidos.

P4. Recursos de mantenimiento preventivo:

- asegura que los recursos de personal suficientes estén disponibles para mantener la calidad y los tipos de equipos de los que son responsables;
- asegura que el personal esté lo suficientemente entrenado en los tipos de equipo que deben mantener y que estén autorizados y sean competentes para trabajar con estos sistemas como se les solicita;
- asegura que haya equipo calibrado adecuadamente para permitir el mantenimiento efectivo del mantenimiento;
- la revisión periódica de los requisitos de recurso cotejados con el plan de mantenimiento para asegurar que los recursos se usan eficaz y eficientemente.

P5. Orden de trabajo de producción:

- las previsiones de trabajo se revisan previamente y se corrigen si es necesario;
- se actualiza la información en la base de datos;
- se registran las órdenes de trabajo, luego se imprimen y distribuyen junto con cualquier otra documentación correspondiente a los líderes de los equipos de mantenimiento como se necesite.

P6. Realización de tareas de mantenimiento:

- el equipo de mantenimiento debe llevar a cabo las tareas de mantenimiento descriptas en las órdenes de trabajo según las especificaciones de mantenimiento apropiadas;
- el líder del equipo de mantenimiento debe ser responsable de regresar las hojas de trabajo completas en los tiempos acordados para asegurar el procesamiento de los datos a tiempo para la creación de informes periódicos.

P7. Revisión de lo escrito en las hojas de trabajo:

- se revisan las hojas de trabajo y cualquier otra documentación relacionada para corroborar que estén completas y que la identificación de trabajo sea correcta;
- se firman todas las órdenes de trabajo;
- se intensifica cualquier consulta;
- se envían las órdenes de trabajo para la entrada de datos;
- se completa apropiadamente cualquier otra documentación relacionada.

P8. Trabajo incompleto:

- todo el trabajo incompleto se debe programar para realizarse en el menor tiempo posible.

P9. Actualización de la base de datos de trabajo

Debido a la naturaleza cíclica del trabajo, este proceso debe usarse constantemente para permitir la programación del trabajo requerido en los distintos periodos basados y en línea con la escala de proceso de posesión de programación.

Todas las actividades y los datos necesarios para administración de mantenimiento se manejarán en sistema automático.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.3.1.1 Proceso y Mantenimiento preventivo programado

011796

El mantenimiento preventivo programado se realizará en base a los manuales y planes de mantenimiento de cada parte del sistema. El mantenimiento preventivo programado tendrá como objetivo principal mantener la condición de los equipos a lo largo del período de mantenimiento. La estrategia de mantenimiento se basará en los siguientes requisitos, limitaciones y observaciones generales:

- Las actividades de mantenimiento preventivo programado se llevarán a cabo de acuerdo con los manuales de mantenimiento;
- Duración y frecuencia predeterminada de las actividades de mantenimiento, incluido el tiempo de las actividades de preparación y finalización;
- Restricciones identificadas a causa de limitaciones de disponibilidad de acceso a causa de tráfico intenso de trenes y usando un controlador de rondas/vigía sin impacto en el tráfico de trenes para minimizar los pedidos de intervención;
- Planificación y anticipación de la interferencia entre diferentes actividades de mantenimiento y entre las actividades de mantenimiento y de servicio de cobro de boletos;
- Racionalización y optimización de las actividades de mantenimiento preventivo en base a experiencia, observaciones y comentarios.

El proceso general para planificar y realizar las actividades de mantenimiento se dividirá en dos etapas:

- Planificación a largo plazo (o estimado) a fin de establecer el proceso de programación;
- Planificación detallada o a corto plazo que es parte del trabajo diario y consiste en la administración adecuada de las actividades de mantenimiento preventivo programadas.

El programa de mantenimiento preventivo tiene por objetivo evitar que se produzcan fallos y/o condiciones inseguras, garantizando siempre un elevado nivel de confiabilidad y seguridad del equipo.

La metodología de mantenimiento adoptada para el monitoreo y reemplazo de los componentes, por ejemplo, LRU, sigue un enfoque que se basa en:

- Actividades basadas en la frecuencia: actividades llevadas a cabo con frecuencias predeterminadas que apuntan a garantizar objetivos de seguridad elevados, por ejemplo, la verificación de las operaciones funcionales de los equipos y todas las funciones relacionadas con la seguridad;
- Vida útil: de los componentes que se caracterizan por un deterioro intrínseco debido a las propiedades de los materiales o a las condiciones del medio ambiente en un período de tiempo específico (por ejemplo. año, mes, semana);
- Distancia/ciclos operativos: de los componentes o sistemas en que la degradación se debe a características como la distancia que cubren y a los ciclos de funcionamiento.

Los intervalos de mantenimiento correspondientes al período de tiempo o las distancias/ciclos operativos se seleccionan a fin de minimizar los tiempos de inactividad del sistema, aumentando así, la disponibilidad general. Las frecuencias de las actividades que generalmente se basan en la distancia/ciclo operativo se basarán en las características operativas calculadas del sistema.

La planificación y los recursos asociados de las actividades de mantenimiento dentro de los depósitos incluirán un grupo de factores:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Requisitos de servicio del ferrocarril operativo;
- Requisitos de mantenimiento preventivo programado;
- Garantía de disponibilidad de piezas de repuesto y equipo listo para el servicio (durante horas operacionales);

011797

- Requisitos de mantenimiento correctivo.

En general, los requisitos de mantenimiento del ferrocarril operativo limitarán la disponibilidad del equipo ferroviario para el mantenimiento programado. La efectividad y la optimización de la planificación y la programación del mantenimiento serán fundamentales para satisfacer los requisitos del servicio operativo a la vez que se facilita la culminación de las actividades de mantenimiento necesarias.

Se desarrolla un Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallan todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión periódica, siguiendo las recomendaciones de la normativa aplicable.

El alcance de las revisiones, inspecciones y/o verificaciones que se prevén, podrá ser específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

Se dispone un ejemplo de detalle del Plan de Mantenimiento Preventivo de Energía:

- **Subestaciones:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN DISYUNTOR CC	ANUAL
REVISIÓN PROTECCIÓN CC DDL	ANUAL
REVISIÓN ESTADO GENERAL SUBESTACIÓN	ANUAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN CELDA CC OBRA CIVIL	2 AÑOS
REVISIÓN CELDA CC PREFABRICADA	2 AÑOS
REVISIÓN SECCIONADOR CC	2 AÑOS
REVISIÓN RECTIFICADOR DE POTENCIA FIJO	2 AÑOS
REVISIÓN RECTIFICADOR DE POTENCIA ENCHUF	2 AÑOS
REVISIÓN TRAFO SECO SS/AA S/E	2 AÑOS
REVISIÓN TRAFO SECO RECTIFICADOR	2 AÑOS
REVISIÓN ENSAYO DE LÍNEA EDL	2 AÑOS
LIMPIEZA DE CUADROS DE SUBESTACIÓN	2 AÑOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
APODERADO LEGAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN CELDA CA OBRA CIVIL	3 AÑOS
REVISIÓN CELDA CA PREFABRICADA	3 AÑOS
REVISIÓN ARRASTRES Y FALLO A ESTRUCTURAS	3 AÑOS
REVISIÓN CUADROS DE MANDO SUBESTACIÓN	3 AÑOS
TERMOGRAFÍA SUBESTACIÓN	3 AÑOS
S-REVISIÓN INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	3 AÑOS

S-INSP. TECNICA REGLAMENTARIA SUBESTACIÓN	3 AÑOS

011798

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
SUSTITUCION PILA REG.MED FISCAL	5 AÑOS
REVISIÓN DISYUNTOR CA GAS	5 AÑOS
CAMBIO DE BATERÍAS DE SAI	5 AÑOS

- **Centro de Transformación:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN DE CARGADOR DE BATERÍAS DE CT	2 AÑOS
REVISIÓN DE ELEMENTOS COMUNES	2 AÑOS
REVISIÓN DE PROTECCIÓN BT DE TRAFO DE CT	2 AÑOS
REVISIÓN DE TRANSFORMADOR DE CT	2 AÑOS

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-REVISIÓN INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA CT	3 AÑOS
S-INSPECCIÓN TÉCNICA REGLAMENTARIA CT	3 AÑOS

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN DE CABINA DE GAS COMPACTA DE CT	4 AÑOS
REVISIÓN DE CABINA DE GAS MODULAR DE CT	4 AÑOS
REVISION TELEMANDO C/T	4 AÑOS

- **Seccionadores:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISION DE SECCIONADOR	ANUAL
S-REVISIÓN INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	ANUAL

- **Cables de Alta Tensión:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-INSPECCIÓN TÉCNICA REGLAMENTARIA CABLES	3 AÑOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011799

- **Equipos de Trabajo y Seguridad:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-REVISIÓN MAQUINA HERRAMIENTA	ANUAL
S-REVISIÓN ESCALERA DE MANO	ANUAL
S-REVISIÓN ESLINGA TEXTIL	ANUAL
S-REVISIÓN ESLINGA ACERO	ANUAL
S-REVISIÓN COMPRESOR	ANUAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-REVISIÓN EQUIPOS DE SEGURIDAD SUBESTACIÓN	3 AÑOS
S-REVISIÓN EQUIPOS DE SEGURIDAD CT	3 AÑOS

- **Grupo Motor Generador Diesel:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Mantenimiento de acumuladores, limpieza de bornes (reposición de agua destilada, etc.).	3 MESES
Verificación de niveles (combustible, agua, aceite, etcétera).	3 MESES
Arranque en pruebas del motor generador	3 MESES
Pruebas del sistema eléctrico	3 MESES

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Gama de mantenimiento anual de motor de acuerdo con las instrucciones del fabricante.	ANUAL
Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad.	ANUAL
Prueba del estado de carga de baterías.	ANUAL
Prueba de carga del grupo motor generador	ANUAL

- **Pararrayos:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Inspección visual según EN 62305-3	ANUAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Revisión integral según EN 62305-3	ANUAL

1.2.2.3.2 *Mantenimiento Predictivo*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como

Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento, unas fechas, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y, en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. En este apartado trataremos un gran número de las técnicas actualmente desarrolladas en el mercado, pero anticipamos que este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación y precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento es una de las pocas alternativas que encontramos a la rutina de los mantenimientos periódicos establecidos y, antes de aplicar cualquier tipo de mantenimiento preventivo rutinario o sistemático hay que analizar, sobre todo por rentabilidad y eficacia, si el mismo se puede sustituir por un mantenimiento condicional.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y, a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema con base en las condiciones presentes que estamos midiendo.

Técnicas Predictivas en Instalaciones Ferroviarias:

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Ensayos de Aislamiento (Ondas de choque, Escalones de Tensión y Tangente de Delta).
5. Media de Impedancia Interna de Baterías.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.3.2.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN ESTADO

La medición periódica del rendimiento proporciona la información necesaria sobre la evolución predecible. El monitoreo en servicio mantiene la recolección de datos desde los elementos, sistemas y componentes del Hardware a los del Software. El objetivo principal del monitoreo en servicio es permitir la utilización de los datos y el análisis subsiguiente para conducir y administrar la respuesta predecible de mantenimiento. Incorporará la identificación de cualquier tendencia operacional o fallida dentro de los sub-sistemas respectivos y el desarrollo de respuestas de mantenimiento predecibles/preventivas, dirigidas a minimizar o idealmente eliminar fallos en servicio:

- Mantenimiento basado en condición: acción de mantenimiento desencadenada cuando se cruza un umbral predeterminado.
- Mantenimiento predecible: acción de mantenimiento desencadenada en la evolución de los parámetros del sistema.

Estos umbrales o la evolución de los parámetros se pueden detectar mediante:

011801

- Las mediciones realizadas durante las operaciones de mantenimiento programadas.

  Ejemplo: mediciones de voltajes, verificación de registros de ingreso…
- La información o las alarmas recolectadas por el sistema de diagnóstico.

  Ejemplo: contadores de ejes, reinicio frecuente de los sistemas de computación…

Dentro del proceso preventivo de mantenimiento ASTS propone utilizar toda la información y las posibilidades de control/monitoreo remoto posibles que estén disponibles mediante el sistema de diagnóstico para realizar mantenimiento predecible y basado en condiciones, y por lo tanto permitiendo que el mantenimiento en el lugar se reduzca al mínimo.

1.2.2.3.3 Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento correctivo: mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se clasifica en dos tipos:

- Mantenimiento correctivo inmediato: se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
- Mantenimiento correctivo diferido: no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo a reglas dadas.

La organización para la ejecución del mantenimiento correctivo será aquella que permita cumplir con la disponibilidad, fiabilidad, el tiempo de respuesta y tiempo de resolución de cada intervención, establecidos para estas instalaciones.

Incidencia: Se entienden bajo este concepto todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones, sistema de telemando o monitorización, así como sistema contra incendios asociado. La incidencia puede no conllevar, en todos los casos, el fallo del equipamiento, pudiéndose estar asociada a problemas de aspecto, confort, etc.

Averías: Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se deberá contar con son Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución y notificación de las mismas. Se propone una codificación determinada para notificación de los trabajos realizados en sus instalaciones, al objeto de realizar un control y seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo realizado en las instalaciones.

Tipo de operación

Descriptor del tipo de trabajo específico realizado, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

Modo de fallo

Descriptor del elemento, componente o sistema donde manifiesta la avería, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

Causa de fallo

Descriptor del motivo concreto causante del fallo, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El mantenimiento correctivo se realiza luego de que aparezca un fallo en los sub-sistemas instalados. Concretamente se confía en la información dada por el monitoreo electrónico, el sistema de asistencia de mantenimiento y el operador de la línea infraestructura o de trenes. Depende en extensión en el diseño del sistema, los modos posibles de operación degradados y la configuración de la organización de la disponibilidad de los objetivos.

La estrategia de mantenimiento correctivo se propone según los requisitos contractuales y los manuales de mantenimiento. El objetivo principal del mantenimiento correctivo es recuperar la operación del sistema o redundancia que sigue a los fallos aleatorios, y por lo tanto protege la calidad operacional y la disponibilidad del servicio.

Al respecto del mantenimiento correctivo, la estrategia se basa en:

- ✓ Conocimiento consolidado sobre resolución de problemas, tiempo entre fallos (MTBF) y tiempo de reparación (MTTR);
- ✓ Nivel de experiencia de los técnicos y expertos internos/externos
- ✓ Datos y análisis de porcentaje de fallo histórico;
- ✓ Competencias y habilidades del personal;
- ✓ Restricciones identificadas debido a la disponibilidad limitada de vías, estaciones y trenes;
- ✓ La planeación y la interferencia anticipada entre las actividades de mantenimiento correspondientes y entre el mantenimiento y el servicio de ingreso.

1.2.2.3.3.1 PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia normalmente mediante la notificación de un evento de los sistemas de diagnósticos o del personal operacional o de mantenimiento en el centro de llamadas de mantenimiento, es decir, la detección de un defecto/fallo informado a la organización de mantenimiento puede ocurrir mediante en monitoreo continuo de los sub-sistemas o el sistema realizado mediante el sistema de diagnóstico o descubierto durante las inspecciones de mantenimiento El monitoreo remoto realizado mediante el sistema de diagnóstico proporcionará una ayuda significativa para el mantenimiento correctivo, en distintas formas, incluso para lidiar con fallos de causa desconocida: permite la información inmediata de fallo, una ubicación precisa del fallo y el diagnóstico remoto.

Luego de la notificación, se realizarán actividades iniciales de mantenimiento correctivo para rectificar el problema. El personal de asistencia al operador administrará todo el flujo del proceso de resolución de problemas, realizando el análisis necesario e involucrando todos los especialistas necesarios.

El Director de mantenimiento junto con los supervisores de mantenimiento de los sub-sistemas son los responsables de analizar el estado de la notificación y de establecer las órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo. El Director de mantenimiento debe establecer una orden de trabajo y mediante una base de datos de información debe estimar la cantidad de horas-hombre necesarias, para que se pueda programar adecuadamente la orden y reservar todos los repuestos necesarios.

Se generará un informe de fallos y se deberá completar por todas las notificaciones de fallos. El diagnóstico y la identificación del fallo pueden conducir a los siguientes casos diferentes:

- Reparación con o sin cambio de LRU,
- Fallos reparados automáticamente,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011803

- Falsas alarmas.

Con el propósito de la planeación de recursos, el mantenimiento correctivo se administra de dos formas diferentes, principalmente dependientes en el hecho de que haya un impacto en la disponibilidad de servicio:

- ✓ Fallos que no tengan consecuencias para el servicio: En esta situación, las actividades de mantenimiento correctivo se desvían e incorporan en el plan general de mantenimiento preventivo con la debida consideración de la disponibilidad de los recursos y del acceso a la planta.
- ✓ Fallos que tengan consecuencias para el servicio: La evaluación inicial de la causa del fallo se realiza para identificar las acciones inmediatas que mitigarán o resolverán el problema en coordinación con los técnicos presentes en el lugar o de guardia.

El Director de mantenimiento organizará las acciones correctivas al disponer de recursos adicionales, si son necesarios, y al coordinar junto con la administración de operaciones las acciones para minimizar el impacto en el servicio de ingreso. Las operaciones degradadas asegurarán la continuación del servicio, mientras aíslan los sistemas afectados.

La acción de mantenimiento correctivo puede ser de dos maneras:

- Mantenimiento curativo: el sistema vuelve inmediatamente a su condición de funcionamiento normal,

  O

- Mantenimiento paliativo: permite la recuperación o el mantenimiento de la funcionalidad del sistema en un modo operativo degradado. Por lo tanto la resolución completa se retrasa. Solo debe implementarse con la autorización de la administración operacional. Depende del diseño del sistema y bajo ninguna circunstancia debe disminuir el nivel de seguridad global del sistema. Sólo se tolerará una disminución en la disponibilidad.

Las operaciones de mantenimiento paliativo y curativo se mencionan en el formulario de informe de fallos.

Todas las intervenciones técnicas realizadas se documentarán mediante un software dedicado y se registrarán con toda la información pertinente: Fecha y tiempo de la solicitud de intervención, fecha y tiempo en el que comienza la intervención, fecha y tiempo en el que se completa la intervención, descripción de la intervención hecha, materiales utilizados, reemplazados o reparados, herramientas utilizadas, etc.

Es crucial contar con un proceso de administración de fallos riguroso para asegurar la disponibilidad correcta del sistema y contribuirá a demostrar las circunstancias particulares del fallo que no se pudieron detectar de otra manera:

- Defecto de un lote seriado de equipos,
- Fallos repetidos
- Ubicación geográfica particular,
- ....

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La cantidad de mantenimiento correctivo realizado se monitoreará de forma constante, en conjunto con el consumo de repuestos, porcentaje de fallo de los componentes, análisis de alarmas y rendimiento de los sistemas. La Administración de Mantenimiento será responsable

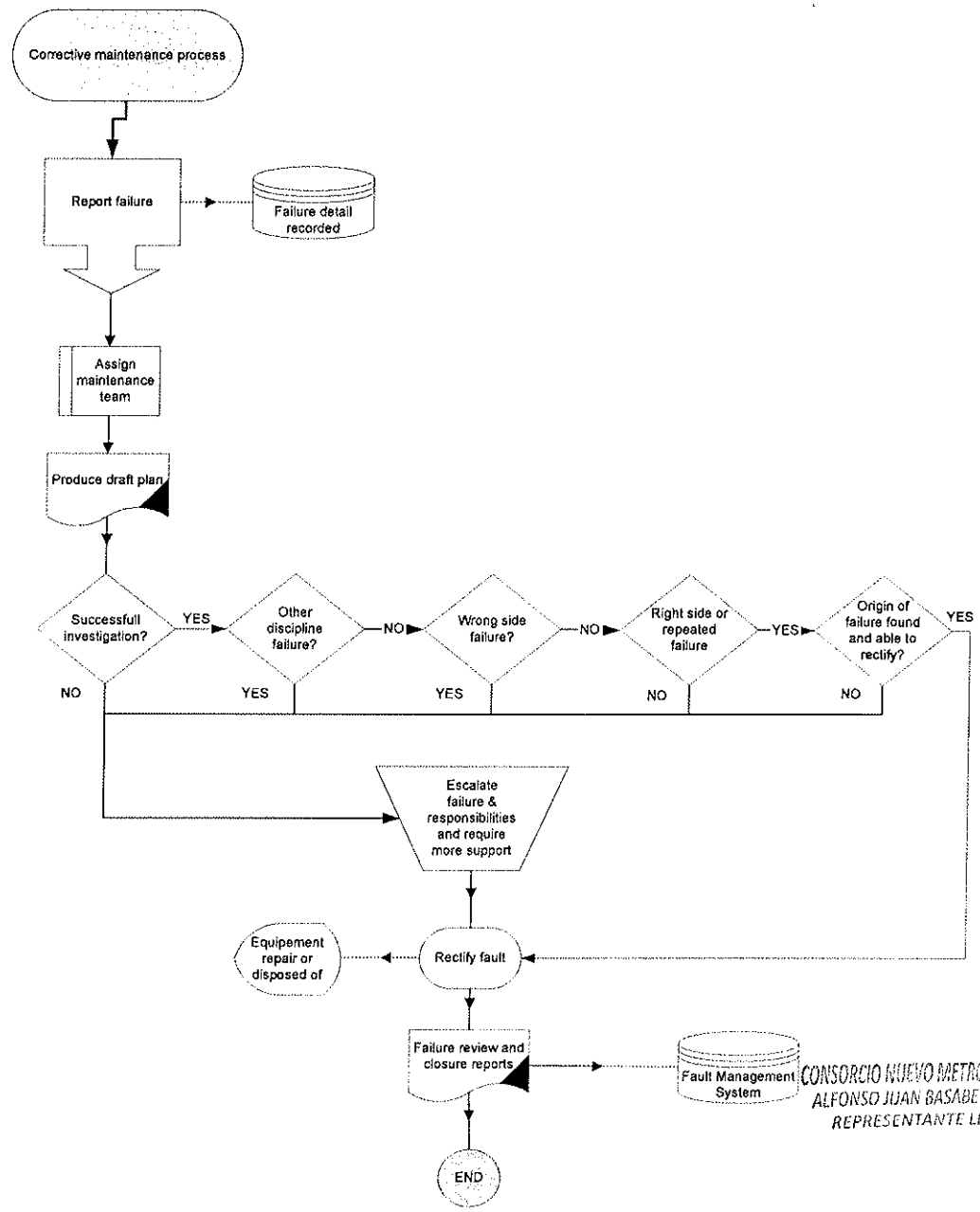
011804

de identificar tendencias con la información disponible para permitir una detección/prevención temprana de componentes degradados; esto derivará en las siguientes opciones:

- Incremento de frecuencia y/o revisión para la realización de la actividad de mantenimiento preventiva;
- Campaña de reemplazo preventivo de piezas (mantenimiento predecible) y
- Implementación y/o ajuste de estrategias de desuso.

Estas medidas se deben realizar para reducir o restablecer el nivel de mantenimiento correctivo que se debe realizar, es decir, se convierte el mantenimiento correctivo en mantenimiento preventivo. El proceso de monitoreo de mantenimiento correctivo se debe realizar durante una reunión de mantenimiento programada.

La siguiente tabla ilustra el proceso propuesto de mantenimiento preventivo.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura 1: Proceso de mantenimiento correctivo

Este procedimiento de mantenimiento correctivo se realiza según la indicación y se ajustará para tener en cuenta la organización del operador.

C1. Manejo de notificación de fallo:

- Todos los fallos de los equipos operacionales se deben registrar en una base de datos;
- En el registro de un fallo de operación informado, el centro de mantenimiento debe registrar todos los detalles del fallo, establecer un informe del fallo y procesarlo según los procedimientos apropiados;
- Se debe asignar un equipo de mantenimiento apropiado al informe de fallo y el centro de mantenimiento le debe informar sobre el fallo.

C2. Asistencia e investigación

- Antes de asistir, durante el viaje y al llegar a la ubicación del fallo el equipo de mantenimiento debe:
  - Verificar el informe de fallos, contactándose con la persona que informó del mismo para obtener información precisa para realizar la investigación del fallo;
  - Obtener detalles útiles de la historia de fallos anteriores relacionados;
  - Investigar solo los fallos en los que tienen todas las habilidades necesarias y la autoridad para trabajar en ellos;
  - Informar al centro de mantenimiento sobre el tiempo estimado que se pasará en el lugar;
  - Informar al centro de mantenimiento de cualquier razón que evitaría o limitaría su capacidad de asistir e investigar el fallo, es decir, fallo del vehículo, embotellamiento, etc.;
  - Informar al centro de mantenimiento sobre la hora de llegada al lugar;
  - Seleccionar el manual guía de investigación de fallo más apropiado;
  - Investigar el fallo;
  - Seguir el proceso según el tipo de fallo encontrado (un fallo puede o no resultar en la reducción o remoción de la protección presente en el sistema;
  - Seguir el proceso para fallo repetido;
  - Intensificar el fallo mediante el centro de mantenimiento, si el proceso de rectificación puede acarrear retrasos de tren significativos;
  - Contactar al centro de mantenimiento una vez que se hayan determinado los detalles de rectificación con el tiempo posible para arreglar el fallo y confirmar la naturaleza y la clasificación del mismo.
- Si no se puede investigar:
  - Si el equipo de mantenimiento no puede investigar el fallo debido a falta de capacidad o cualquier otra razón, deberán informar al centro de mantenimiento sobre la incapacidad de proceder con la investigación de mantenimiento.

C3. Fallo de otra disciplina:

- El equipo de mantenimiento debe informar al centro de mantenimiento si la causa inmediata del fallo es responsabilidad de otra disciplina.

C4. Fallo de lado equivocado:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Si la causa del fallo resulta en la reducción o remoción de la protección provista por el sistema, el equipo de mantenimiento debe informar al centro de mantenimiento y seguir un proceso específico.

C5. Fallo del lado correcto, correcto durante la llegada o fallo repetido:

- El equipo de mantenimiento tiene que informar al centro de mantenimiento y seguir el proceso específico, si la causa del fallo se supone que:
  - Fallo de lado correcto: no resulta en la reducción de la protección provista por el sistema o
  - Es correcto en la llegada: cuando el equipo parece funcionar normalmente en la llegada o
  - Es un fallo repetido: el equipo tiene los mismos síntomas y/o efectos de fallo como ya tuvo previamente y se asistieron dentro del último mes.

C6. Origen del fallo encontrado y acciones de rectificación

- Se encuentra un fallo del lado correcto y es posible rectificarlo:
  - Completar la rectificación de manera apropiada;
  - Volver a poner el equipo en funcionamiento con la aprobación del operador;
  - Informar al centro de mantenimiento sobre el tiempo de la rectificación del fallo, el tipo de trabajo realizado, los planes de evaluación y sobre las guías de investigación de fallos usadas, sobre el equipo reemplazado incluso sus números de series y cualquier otro detalle necesario;
  - Completar los sistemas de base de datos acordados como sea apropiado.
- Fallo del lado correcto encontrado pero no se puede rectificar – fallo aumentado:
  - El equipo de mantenimiento debe aumentar el fallo mediante el centro de mantenimiento y su Director de mantenimiento directamente superior, cuando no tenga la autoridad necesaria ni la competencia, le falten repuestos, no pueda acceder al fallo o cualquier otra razón.
  - El centro de mantenimiento y el director de mantenimiento superior coordinarán la asistencia interna/externa necesaria:
    - Consultar con los departamentos/las organizaciones correspondientes (externas o internas) para determinar que, si hay alguna, asistencia interna o externa se necesita para asistir al equipo en la investigación del fallo. Esto debe realizarse internamente con soporte técnico o externamente con el fabricante o cualquier otra compañía especializada con experiencia en el equipo/sistema averiado;
    - Organizar los repuestos necesarios disponibles para el equipo de mantenimiento;
    - Conducir la rectificación del fallo y el proceso de cierre;
    - Lidiar con los problemas que surjan en el trabajo;
    - Buscar autorización para llamar a las organizaciones de asistencia externas;
    - Autorizar al equipo para que restaure y ponga en servicio el equipo;
    - Organizar protección en el lugar para el personal externo.

C7. Cierre de fallo y revisión

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011807

- Informar al centro de mantenimiento que los pasos y las acciones necesarias para rectificar todos los aspectos requeridos y correspondientes del fallo se han realizado;
- Producir informes de fallos con los resultados de las evaluaciones correspondientes, planillas de investigación y otra documentación relacionada con el fallo e ingresarlos en la base de datos;
- Confirmar que el equipo defectuoso se haya enviado al proceso de reparación o se haya desechado.
- Revisar que toda la información necesaria y correspondiente al fallo y a su rectificación se detalle correctamente en la base de datos;
- Revisar el fallo con el equipo de mantenimiento para determinar si se requiere revisar un mantenimiento correctivo o preventivo;
- Controlar que todos los fallos relacionados con la seguridad se investiguen en detalle y que los registros correspondientes a la seguridad se hayan cerrado apropiadamente y a su tiempo;
- Analizar estadísticas de fallo y análisis precisos de control de origen de causas;
- Estudiar los análisis de datos de tendencias para identificar los puntos débiles y los que se comportan bien.

1.2.2.4 TRABAJOS GENERALES DE MANTENIMIENTO. CUADRO DE FRECUENCIAS

Los siguientes son los planes preliminares de mantenimiento de los sub-sistemas electromecánicos. Son orientativos y se finalizarán durante la fase de diseño.

1.2.2.4.1 ENERGÍA

Las actividades de mantenimiento del equipo del Sistema de distribución de energía en la estación eléctrica y sub-estaciones consistirá principalmente en aspiración, inspección visual y control de signos de corrosión, daños, partes quemadas, sobrecalentamiento, desprendimientos de pintura y prueba de los relés de protección. En el caso de la línea de contacto, las actividades principales comprenderán inspecciones visuales mensuales, y una vez al año, mediciones de geometría, control de desconexión de la energía, limpieza y lubricación.

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con su frecuencia correspondiente para el sistema energético.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Plan de mantenimiento del sistema energético:

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
BPS (Suministro de energía al por mayor)	Transformador AT/MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
	Centro de distr. MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
	Transformador auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
		Control de daños y deterioro	Anual
	Transformador de tracción	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Grupo rectificador	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Control de distr. CC	Prueba de protecciones	3 meses
		Inspección visual, limpieza y lubricación	6 meses
		Control de daños y deterioro	2 años
	Interruptor seccionador CC	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Limitador de tensión	Inspección general., limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Control de distr. BT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	2 años
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Inspección de daños y deterioro	Anual
	Cargador de batería	Inspección general	Anual
Puesto de paso	Limitador de tensión Control de distr. BT	Inspección general., limpieza y pruebas funcionales	Anual
		Inspección y limpieza	Anual
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección minuciosa	2 años
		Inspección y limpieza	6 meses
Sub-estación de potencia de tracción	Cargador de batería	Inspección de daños y deterioro	Anual
		Inspección general	Anual
	Transformador auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
		Control de daños y deterioro	Anual
	Transformador de tracción	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Grupo rectificador	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Control de distr. CC	Prueba de protecciones	3 meses
		Inspección visual, limpieza y lubricación	6 meses
		Control de daños y deterioro	2 años
	Interruptor seccionador CC	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Limitador de tensión	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Control de distr. BT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	2 años
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Inspección de daños y deterioro	Anual
	Cargador de batería	Inspección general	Anual
Suministro eléctrico de estación de metro	Centro de distr. MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
	Transformador auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

011810

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
	Control de distr. BT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	2 años
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Inspección de daños y deterioro	Anual
	UPS	Inspección y limpieza	6 meses
		Prueba de descarga total de la batería	Anual
		Reemplazo de ventiladores	5 años
	Cargador de batería	Inspección general	Anual
Pozo de ventilación	Centro de distr. MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
Línea de contacto aérea estándar	Catenaria	Inspección visual	Mensual
		Mediciones de geometría	Anual
	Línea de contacto	Inspección visual	Mensual
		Mediciones de geometría	Anual
	Reductores de tensión	Inspección visual	Mensual
	Cables	Control de cables	Anual
	Seccionador	Control de integridad	Anual
		Control de cant. máx. de mov.	2 año
	Interruptor seccionador de línea de alta tensión	Control, limpieza y lubricación	Anual
		Control de cant. máx. de mov.	2 año
Línea de contacto aérea rígida	Catenaria	Mediciones de geometría	Anual
	Línea de contacto	Mediciones de geometría	Anual
	Cables y unión	Control de cables	Anual

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
	Interruptor seccionador de línea de alta tensión	Control, limpieza y lubricación	Anual
		Control de cant. máx. de mov.	5 año

1.2.2.4.2 CONTROL DE TRENES BASADO EN COMUNICACIONES. CBTC.

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con su frecuencia correspondiente para el sistema de CBTC.

Mantenimiento preventivo:

Equipo	Tarea	Frecuencia [Tarea/Año]
ZC	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
FrontAM	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
PSAUME PRNT	Controlar el funcionamiento correcto, controlar el tóner y los rodillos	2
IXL CP	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
IXL PP	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Mantenimiento preventivo de ATS

Equipo	Tarea	Frecuencia [Tarea/Año]
CAB_OCC #1	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
CAB_OCC #2	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2

CAB_OCC #3	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
CAB_BOCC #1	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
CAB_BOCC #2	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
CAB_BOCC #3	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1

Mantenimiento preventivo a bordo:

Equipo	Tarea	Frecuencia [Tarea/Año]
Cubículo	Inspección visual: - Controlar visualmente el estado del gabinete en cuanto a presencia de polvo y ajuste mecánico. - Verificar los ventiladores y el estado de los filtros, donde se hayan usado. - Verificar el estado de los LED. - Verificar los interruptores y el estado de panel de distribución de energía. - Controlar visualmente el circuito de protección y la correcta conexión a tierra.	4
	Control de la limpieza y las conexiones: Donde corresponda, eliminar el polvo de tarjetas y equipos, después de haber desconectado el suministro eléctrico de los circuitos eléctricos - Verificar la integridad de los cables y la correcta conexión entre los diferentes equipos.	4
	Verificaciones estáticas: - pantallas de visualización (presencia de tensión, temporizador de vigilancia, fallo de memoria, fallo E/S, etc.) a nivel del equipo. Las indicaciones visuales son a través de LED y esquemas de diferentes colores de LED y los conectores de prueba de las placas de CC.	4
BTM	Verificar la alineación entre el módulo BTM y la antena conectada.	1
EOSS	Inspección: Inspeccionar regularmente el cable de conexión y la protección del cable del SENSOR DE VELOCIDAD para verificar que no estén dañados. Si la protección del cable tiene fugas, reemplazar de inmediato para evitar más daños en el generador de impulsos digital. Si no cabe duda que el generador de impulsos está defectuoso, debe reemplazarlo un experto calificado. Enviarlo a DEUTA con una breve descripción del error.	26

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

	Mantenimiento: Retirar el generador de impulsos digital del vehículo. Desmontarlo y volver a montarlo en el vehículo. Reemplazar todos los sellos y controlar las partes de desgaste que, de ser necesario, se deberán reemplazar. Verificar especialmente el acople mecánico que consiste en un "elemento accionador" (montado en el eje del vehículo) y un "elemento acoplado" (montado en el eje del generador del SENSOR DE VELOCIDAD. Este trabajo de mantenimiento solo lo puede llevar a cabo un experto calificado. La herramienta necesaria debe estar a mano. El mantenimiento de fábrica en DEUTA garantiza el funcionamiento perfecto de un nuevo ciclo de funcionamiento.	0.1 Después de 10 años o 2.000.000 km:
	Limpieza: De ser necesario, limpiar el SENSOR DE VELOC. con un limpiador común.	1
EUROANT	Inspección visual de Euroantennas: - Controlar visualmente la integridad y el ajuste de los equipos. - Verificar las conexiones mecánicas y eléctricas. - Verificar el posicionamiento correcto de las antenas.	1
	Verificar los parámetros de prueba de Euroantenas.	1

1.2.2.4.3 PUERTAS DE ANDÉN

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con su frecuencia correspondiente para el sistema PSD.

Plan de mantenimiento de PSD

Actividad	Frecuencia
Prueba de dispositivo de disparo manual	3 meses
Prueba de lazo de seguridad	3 meses
Prueba de detección de obstáculos	1 año
Inspección y prueba de conexión eléctrica a tercer riel	1 año
Apertura/cierre/ aislamiento local de puertas	1 año
Apertura / cierre local de LCP por LCP	1 año
Anulación del enclavamiento de LCP	1 año
Medición del rendimiento del ciclo de las puertas	1 año
Inspección visual de la plataforma	1 año
Limpieza de la fachada	1 año
Engrase de las puertas	3 años
Mantenimiento cada diez años	10 años
Control general de alimentación eléctrica	1 año

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011814

1.2.2.4.4 Telecomunicaciones

El equipo de comunicación se diseñará y configurará de modo que requiera mantenimiento mínimo. Se limitará al monitoreo, la inspección y la regulación de los diferentes componentes instalados en estaciones, área de depósito y vía principal. La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo y sus frecuencias correspondientes para el sistema de telecomunicaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Plan de mantenimiento de sistema de telecomunicaciones 011815

Actividad	Frecuencia
Sistema de control de acceso y detección de intrusión - Inspección	3 meses
Sistema de transmisión - Inspección	3 meses
CCTV - Inspección	3 meses
Teléfonos e Intercom - Inspección	3 meses
Altavoces - Inspección	3 meses
PID - Inspección	3 meses
Radio - Inspección	3 meses
Sistema de control de acceso y detección de intrusión – Inspección minuciosa	1 año
Sistema de transmisión – Inspección minuciosa	1 año
CCTV – Inspección minuciosa	1 año
Teléfonos e Intercom – Inspección minuciosa	1 año
Altavoces – Inspección minuciosa	1 año
PID – Inspección minuciosa	1 año
Radio – Inspección minuciosa	1 año

1.2.2.4.5 Recolección automática de tarifas

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con sus frecuencias correspondientes para el sistema de recolección automática de tarifas.

Plan de mantenimiento del sistema de recolección automática de tarifas

Actividad	Frecuencia
Inspección y limpieza de unidades expendedoras de boletos	Mensual
Lubricación y limpieza interior	3 meses
Limpieza exterior	Semanal
Mantenimiento de las unidades expendedoras de boletos	Anual

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011816

1.2.2.4.6 SCADA

El sistema SCADA requiere muy pocas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo; servidores centrales y clientes se monitoreará regularmente para garantizar que la conexión a todos los equipos de campo sea correcta y que las condiciones operativas de los diferentes dispositivos de la red sea normal. El mantenimiento de campo se limita a las inspecciones periódicas de gabinete.

La siguiente tabla resume las tareas de mantenimiento preventivo y su frecuencia.

Plan de mantenimiento de SCADA

Sub-sistema	Sub-actividad	Frecuencia
Servidores de OCC	Inspección visual	Semanal
Servidores de OCC	Inspección minuciosa	3 meses
Estación/cliente CLP	Inspección	3 meses
Concentrador de LAN	Inspección	3 meses

1.2.2.4.7 EQUIPO DE DEPÓSITO

Se proporcionará una lista minuciosa con la propuesta de servicio para el equipo de depósito. El enfoque será encomendar a sub-contratistas especializados el mantenimiento de aquellos equipos en los que deban realizarse actividades críticas (por ejemplo, torno de foso) mientras que para las demás actividades se utilizará el servicio de guardia o soporte remoto.

1.2.2.5 RECURSOS HUMANOS

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificar o programar se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

A continuación se definen los condicionantes horarios para la realización de trabajos en función del tipo de mantenimiento a realizar, y las necesidades y condiciones de operación del sistema:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- **Mantenimiento preventivo.** Las intervenciones de este tipo de mantenimiento se programarán y realizarán durante las franjas horarias que no tienen afección en el servicio de viajeros. No obstante, se podrá determinar en cualquier momento por condiciones de servicio coyunturales o estables, para ciertas instalaciones y con carácter obligatorio, la ejecución de trabajos de este tipo en otros horarios.

- **Mantenimiento correctivo.-** Se garantizará, tanto en días laborables como festivos, los 365 días del año, la atención del personal especializado necesario para la realización de los trabajos de reparación de incidencias, según los tiempos de respuesta y resolución estipulados.

Se deberá de disponer para el personal de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.

En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

RECURSOS TÉCNICOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El personal de mantenimiento debe de disponer de las máquinas, aparatos, instrumentos, herramientas, software de diagnóstico, accesorios, equipos de protección individual, vehículos automóviles, para la prestación de los Servicios de Mantenimiento, así como su conservación y mantenimiento, de forma que se conserve en todo momento su funcionalidad original.

Asimismo deberá tener los equipos y sistemas de información e informáticos (GMAO), licencias de software y demás elementos que sean precisos para la comunicación de trabajos de mantenimiento efectuados en el sistema de gestión de mantenimiento de Metro.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

El proceso de gestión de las instalaciones de almacenamiento, vinculado a la orden de reemplazo, se llevará a cabo por medios electrónicos. Además, el sistema reservará material necesario en los trabajos futuros.

La gestión de compras con la ayuda del ordenador, se conecta con la base de proveedores aprobados, lo que permite optimizar la gestión de compras.

De acuerdo con el tipo de material y su uso, será posible establecer puntos de tiempo y la transferencia de puntos, para el transporte de materiales entre las existencias para evitar la falta de los materiales utilizados.

011818

1.2.2.5.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE MEDIDA

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento las Herramientas y Equipos de Medida necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

1.2.2.5.2 LISTA DE REPUESTOS

Los repuestos y materiales consumibles que son necesarios para la prestación de los servicios son exclusivamente los específicos para este tipo de instalación. Se incluyen los repuestos de inmovilizado (activos) y/o repuestos consumibles para una instalación tipo, excluyéndose los repuestos de propósito general y comerciales.

Se deberá disponer de una relación lo más detallada posible de las referencias y el stock de los repuestos y materiales consumibles para cada una de las marcas y modelos de equipos. Esta lista estará siempre actualizada.

Se tendrá que dimensionar y disponer en todo momento del stock de repuestos suficiente para mantener los indicadores de calidad, disponibilidad y fiabilidad.

Se utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario.

Se tendrá un almacén para la guarda, custodia y control de los materiales necesarios para la prestación de los servicios de mantenimiento. Se deberá contar con la organización y buen orden del almacén, tal que aseguren su funcionalidad, localización y distribución para su inmediata utilización.

Unos de los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento para conseguir unos óptimos indicadores de disponibilidad es el de disponer de los repuestos y componentes necesarios para restablecer el servicio a la mayor brevedad, cuando se produce una avería en alguno de ellos.

Por lo tanto, es de vital importancia diferenciar que componentes de los repuestos de los sistemas son reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuáles no ya que el aseguramiento de un stock útil en el Almacén General tengan una alta disponibilidad depende de en gran medida de la decisión que se tome para cada repuesto.

A continuación se dan una serie de recomendaciones generales como criterios de decisión para diferenciar que repuestos deben ser tratados como reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuales como fungibles (**repuestos consumibles**):

- Inviabilidad técnica de la reparación: Por su diseño constructivo o mecanización hay repuestos que son técnicamente no reparables cuando se averían: pequeños trasformadores, llaves de paso, etc.
- Valor económico de la reparación: Si se estima que la reparación (costes de la mano de obra por horas de trabajo más materiales) es superior al 70 % del valor de un repuesto nuevo, se recomienda sea tratado como repuesto fungible.
- Baja fiabilidad de la reparación: Existen repuestos cuya reparación no consigue obtener buenas fiabilidades una vez averiados: Relés, Ventiladores pequeños, etc.

Este proceso es complejo y debe basarse en la experiencia que se acumule en la reparación de repuestos, por lo que se recomienda que se elabore una Lista inicial de repuestos clasificados, para anualmente proceder a su revisión y ajuste.

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento los repuestos inmovilizados y consumibles necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO GAMBETTA DE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011819

1.2.2.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

1.2.2.6.1 Sistema de calidad y documentación base

El sistema de calidad que se implementará en el mantenimiento, se basará en los sistemas de calidad regulados en las normas ISO 9000. Actuando de esta manera, nos aseguramos de los más altos estándares de calidad para el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto.

La documentación del sistema de calidad se establece de acuerdo a las exigencias del contrato, sin embargo, como regla general, esta documentación se estructura en tres grandes bloques, de acuerdo con los requisitos establecidos por el Modelo de Aseguramiento de la Calidad en la serie de normas ISO 9000.

Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad

- Manual de Calidad
- Manual de Procedimientos Generales:
- Manual de Procedimientos Específicos:
- Documentación Técnica
- Documentación Industrial
- Dossier de Análisis de Operación

1.2.2.6.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente

Se deberá disponer de una relación nominal de los trabajadores adscritos a este servicio, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de los cursos de prevención laboral conforme a la reglamentación en vigor, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Se recomienda expedir tarjetas personales para la identificación y acceso a sus instalaciones del personal dedicado al servicio de mantenimiento, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Para los trabajos que impliquen la alteración de las condiciones de explotación del servicio a los viajeros o conlleven acceso a áreas restringidas de las instalaciones, serán necesarias las correspondientes autorizaciones previas de acceso por escrito.

- Acceso controlado a las instalaciones
- Normativa de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo
- Normativa técnica y operativa interna ó externa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.6.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento

De acuerdo con las especificaciones, la eficiencia del sistema de gestión informatizada, permite la integración de la gestión de mantenimiento que se describen en la parte técnica.

Las ventajas más importantes que ofrece esta gestión integrada se detallan a continuación.

La documentación del sistema de módulos permite una versión "as built" de toda la documentación técnica, así que es un elemento clave para la gestión del mantenimiento exitoso.

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core bussines" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa:

Disponibilidad del Sistema: refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

Fiabilidad del Sistema: da una perspectiva de la **calidad** y **aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes.

Costes de Mantenimiento: midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento.

1.2.2.7 REVISIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

Como parte de las actividades a desarrollarse durante el periodo de mantenimiento, ASTS controlará el proceso de mantenimiento como se explica a continuación:

- La cantidad de mantenimiento correctivo realizado se monitoreará de forma constante, en conjunto con el consumo de repuestos, porcentaje de fallo de los componentes, análisis de alarmas y rendimiento general de los sistemas y sub-sistemas.
- Los equipos de mantenimiento identificarán las tendencias de la información disponible para permitir una detección/prevención temprana de desgaste en los componentes, lo que conducirá a dos opciones posibles:
  - Incremento o ajuste de la frecuencia y/o revisión para la realización de la actividad de mantenimiento preventiva;
  - Realizar campañas de reemplazos preventivos de piezas (si es necesario);
- Se organizarán informes y reuniones periódicas con el cliente para monitorear el cumplimiento del objetivo de disponibilidad técnica global fijado por los modelos RAM de cada sub-sistema.

Estas medidas se realizarán para reducir o restablecer un nivel razonable de mantenimiento correctivo y evitar casos de equipos sobre mantenidos. El proceso de monitoreo de mantenimiento correctivo se realizará durante las reuniones de mantenimiento programadas y, de ser necesario, involucrarán expertos de los sub-contratistas y/o ingenieros internos.

El control constante del régimen de mantenimiento preventivo también se realizará independientemente, mediante las contribuciones recolectadas luego de las retroalimentaciones del mantenimiento preventivo; las frecuencias de mantenimiento se evaluarán y se extenderán o acortarán cuando proporcionen un beneficio para el servicio y para la seguridad de los pasajeros y del personal que trabaja en el sistema.

Todo el régimen de mantenimiento se evaluará usando indicadores contractuales e indicadores adecuados para evaluarlo desde el punto de vista económico, técnico y organizacional. Algunos ejemplos de indicadores que siguen las guías de [c] serían:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Económicos:
  - Costo total de mantenimiento/valor de reemplazo de activos
  - Costo de mantenimiento correctivo/costo total de mantenimiento
  - Costo de mantenimiento preventivo/costo total de mantenimiento
- Técnicos:

011821

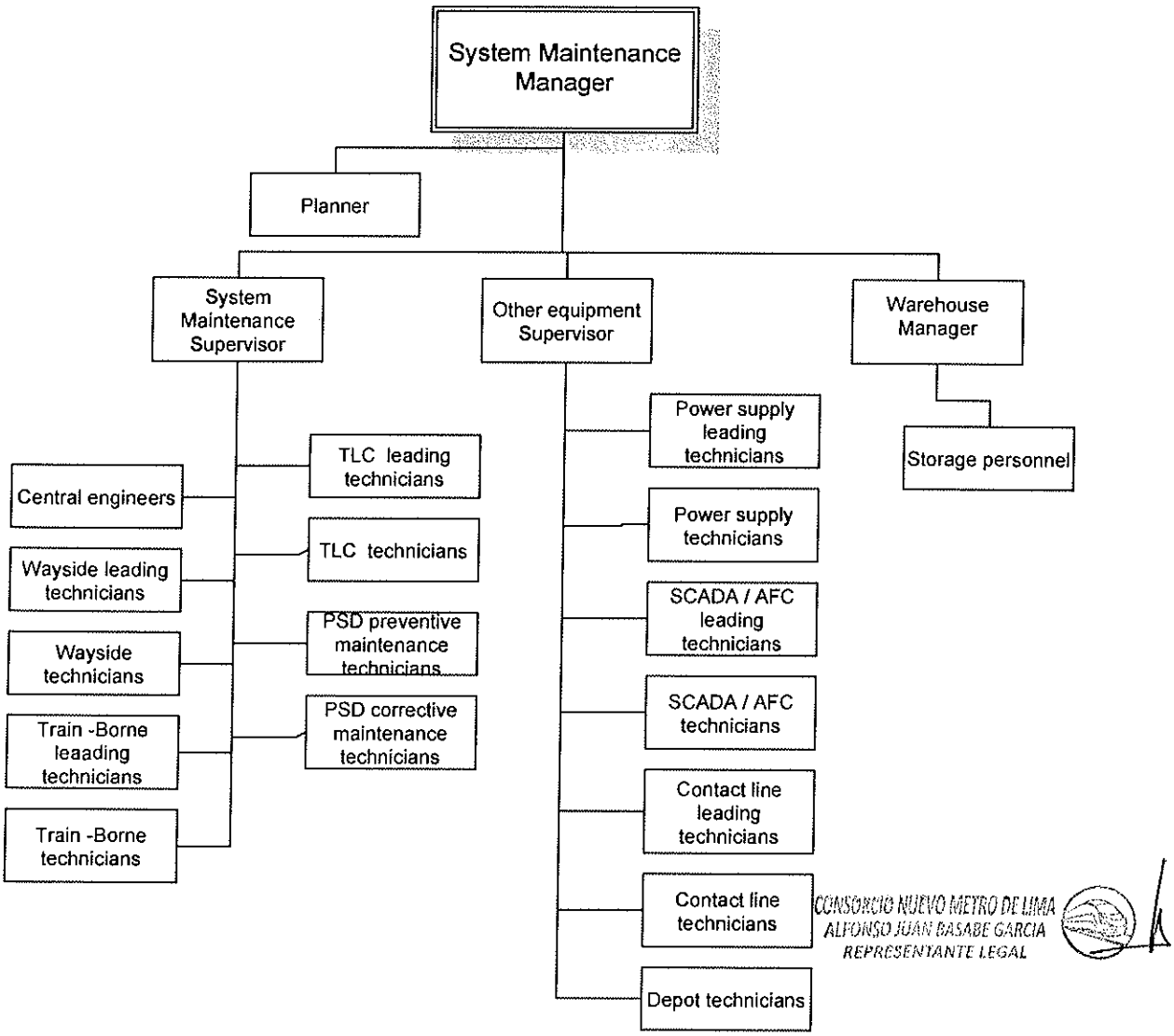
- MTBF
- MTTR

➢ Organizacionales:

- Horas hombre de mantenimiento correctivo/horas hombre totales de mantenimiento
- Horas hombre de mantenimiento preventivo/horas hombre totales de mantenimiento

1.2.2.8 ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

La siguiente es la organización propuesta para el Departamento de mantenimiento de instalaciones electromecánicas.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura – Propuesta de estructura del departamento de mantenimiento de instalaciones electromecánicas

La organización anterior la dirigirá el ***Director de Mantenimiento EMI.***

Deberá:

- Proporcionar los planes de mantenimiento para las instalaciones electromecánicas,
- Programar los planes de mantenimiento para las instalaciones electromecánicas,
- Proporcionar, verificar y actualizar la documentación de asistencia del trabajo de mantenimiento,
- Para definir las intervenciones correctivas que mejoren las plantas y los equipos,
- Para administrar el personal de mantenimiento de instalaciones electromecánicas,
- Programar el plan de seguridad para el equipo de mantenimiento y el Director de seguridad.
- Definir los puntos principales para los procedimientos de mantenimiento,
- Definir estadísticas e informes, internas o para las autoridades,
- Definir los puntos principales de la administración del régimen de repuestos
- Para supervisar las actividades de mantenimiento de las instalaciones electromecánicas, realizadas por los proveedores.
- Tener conexiones con el personal de operaciones, sobre las plantas y el programa de mantenimiento de los equipos.
- Tener conexiones con el personal de administración, sobre la administración del personal y del depósito.

El planificador estará a cargo de programar las actividades de mantenimiento y trabajará en coordinación con el Director de mantenimiento del sistema.

Los distintos supervisores administrarán los aspectos operacionales y la documentación de su propia área y brindarán asistencia al director de mantenimiento del sistema para la programación de actividades de mantenimiento. Además, serán responsables de recolectar datos relacionados con el mantenimiento para transferirlos al Director de mantenimiento del sistema y así evaluar los rendimientos y las mejoras posibles del mantenimiento.

Habrá un número de teléfono para consultar las 24 horas. En caso de que sea necesario, el centro de llamadas activará la respuesta de emergencia. El personal dedicado a la respuesta de emergencia será el que trabaje con el mantenimiento programado y definido por el supervisor correspondiente. Cada supervisor coordinará la actividad de los técnicos a su mando y asistirá, de ser necesario, al Director de mantenimiento del sistema en la interconexión con el Departamento de operaciones.

Esta propuesta puede modificarse y optimizarse en función de toda la estructura del departamento de mantenimiento y de la estructura del departamento de operaciones.

El personal será proporcional al crecimiento del proyecto y se organizará prudentemente para tener en cuenta la compensación entre servicios y costos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.9 EXTERNALIZACIÓN

La decisión de contratar servicios externos estará sujeta a una evaluación de costos-beneficios en relación con la calidad del trabajo que se puede hacer, interna o externamente.

En general la organización de mantenimiento JV mantendrá bajo su control las actividades que puedan realizarse en un modo más eficiente, y con una calidad y costo más efectivo por los recursos internos.

Las actividades especializadas en las que el costo de mantenimiento del conocimiento requerido no se justifique por la extensión del trabajo, u otros beneficios, se subcontratará.

Los términos y acuerdos del subcontrato reflejarán, como mínimo, el mismo estándar de calidad, eficiencia y tiempo de respuesta acordado en las especificaciones con el cliente. JV implementará un proceso de calificación, una evaluación de QA y rendimiento de los sub-contratistas, licitaciones para que las adquieran compañías externas y una evaluación en parámetros tales como precio, calidad, control ambiental que tendrán lugar según los Procedimientos de administración para la búsqueda y el control de calidad de los sub-contratistas.

1.2.2.10 SISTEMA DE CALIDAD

1.2.2.10.1 Sistema de gestión de calidad

La política de calidad de ASTS para el rendimiento del proyecto de metro de LIMA se muestra a continuación:

- Producir y proporcionar un producto que satisfaga los requisitos de calidad del Empleador como se especifica en el contrato;
- Establecer objetivos de calidad y asegurarse de que se cumplan mediante un monitoreo y una revisión regular;
- Mejorar continuamente la efectividad del sistema de administración de calidad.
- Asegurar que solo el personal competente esté asignado para realizar las tareas que afectan la calidad;
- Asegurar que el personal asignado a este proyecto tenga un entendimiento profundo del sistema de administración de calidad;
- Mantener registros como evidencia objetiva del cumplimiento del sistema de administración de calidad;
- Asegurar que se entienda esta política, y que se implemente y mantenga en todos los niveles y
- Monitorear el sistema de administración de calidad en intervalos planeados para asegurar su adecuación continua.

La administración de calidad cubre tres subgrupos principales que incluyen; planeación de la calidad, garantía de calidad y control de calidad. En mantenimiento y confiabilidad, estos subgrupos identificarán el trabajo para lograr la mayor eficiencia en el rendimiento del trabajo. Estos detalles se extienden en los siguientes subcapítulos.

1.2.2.10.2 Planificación de Calidad

El concepto de planeación de calidad es la tarea de identificar los estándares por los que se satisface la calidad del proyecto. Se pueden usar varias herramientas para la planeación de la calidad.

Un análisis costo-beneficio se debe basar en herramientas efectivas para determinar cuál es el beneficio de tener menos fallos, menos trabajo rehecho y mayor productividad. Se aplicará a repuestos, servicios u otros procesos de trabajos de mantenimiento.

En la fase de planeación de calidad, se manejarán los siguientes temas para desarrollar la primera etapa del sistema de calidad:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- ¿Qué debe pasar por un control de calidad?
- ¿Cuál es la manera más apropiada de controlar la calidad?

- ¿Cuándo se debe llevar a cabo?
- ¿Quién debe involucrarse?
- ¿Qué "materiales de calidad" deben usarse?

011824

1.2.2.10.3 Garantía de Calidad

La garantía de calidad (QA) es un conjunto de actividades sistemáticas de calidad tales como auditorias y controles de calidad y la retroalimentación de dichas actividades que se aplican para evaluar si los requisitos de calidad se satisfacen.

Una herramienta tradicional que se usa en QA es la auditoria de calidad. Se realiza independientemente para determinar si el sistema identificado cumple las normas de calidad que se han identificado en la etapa de planeación. Se emitirá un informe de monitoreo de garantía de calidad regularmente para incluir las auditorías internas periódicas. El cliente puede pedir una auditoria de servicio de mantenimiento; se debe dar un aviso razonable antes de dicha auditoria.

Las acciones de reparación y la inspección de seguimiento se realizarán para contrarrestar las ineficiencias o el rendimiento insatisfactorio.

Se podrá proponerle al cliente un cambio en los planes de mantenimiento o un ajuste en la frecuencia de intervención como acciones posibles que deriven del monitoreo de garantía de calidad.

Además, el análisis de proceso a menudo se usa como una herramienta de garantía de calidad. Incluye el análisis de la causa principal para identificar cualquier problema de calidad subyacente de componentes o repuestos específicos.

1.2.2.10.4 Control de Calidad.

Durante la etapa de control de calidad las tareas de monitorear todos los procesos se ubican y aplican para una acción correctiva subsiguiente cuando se identifiquen las anomalías.

En esta etapa se usarán distintas herramientas y técnicas. Estas herramientas son: diagramas de causa y efecto (también conocidos como Ishikawa o diagramas de espina de pescado), tablas de control, tablas de flujo, histogramas, tablas Pareto, gráficos de ejecución, y diagramas de dispersión.

1.2.2.11 DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO

Los documentos de mantenimiento principales serán el plan de mantenimiento, el manual de mantenimiento y la instrucción de mantenimiento.

Se proporcionará un plan de mantenimiento para cada objeto del sistema de este suministro. Incluirá por lo menos:

- Descripción del sistema y de los componentes principales
- Distribución del sistema para la lógica del montaje/desmontaje.
- Objetivos RAM
- Estrategia de mantenimiento
- Instrumentos de mantenimiento
- Tabla de frecuencia de tareas de mantenimiento y estimación de carga de trabajo (horas hombre/año)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Lista de los documentos de mantenimiento necesarios para ejecutar la intervención de mantenimiento

Los manuales de mantenimiento cubrirán los siguientes temas:

- Precauciones de seguridad y cualquier problema en el ambiente de trabajo que pueda ser consecuencia del trabajo de mantenimiento,
- Tablas de mantenimiento preventivo con las siguientes indicaciones:
  - El sistema
  - El material
  - La cantidad de material
  - La frecuencia anual de la tarea de mantenimiento
  - La duración estimada de la tarea de mantenimiento
  - La instrucción de referencia de mantenimiento
  - Una descripción breve de la tarea de mantenimiento
  - Cantidad de personal y calificaciones
  - Herramientas y repuestos necesarios
- Ciclo de mantenimiento predecible
- Tablas de mantenimiento correctivo con la estimación de cantidad anual basada en lo objetivos RAM
- Descripción del elemento, incluyendo su arquitectura física y funcional, su rendimiento, conexiones e interfaces con elementos internos y externos;
- Funcionamiento del elemento, incluyendo su uso y la descripción de las interfaces de usuario correspondientes;
- Esquemas de causa – efecto (si son útiles).
- Resolución de problemas del elemento, principios que cubran la resolución de problemas. Procedimientos y referencias detallados para acciones/procedimientos que resuelvan el problema identificado y descrito en las instrucciones de mantenimiento;
- Actividades de mantenimiento correctivo, incluyendo personal y tiempo necesario para realizar la tarea. Los procedimientos detallados paso por paso para lograr la tarea y la evaluación de que el elemento está en buen estado para el servicio, junto con las herramientas/el equipo necesarios para realizar la tarea se describen en las instrucciones de mantenimiento;
- Actividades de mantenimiento preventivo, incluyendo personal y tiempo necesario para realizar la tarea y su periodicidad. En las instrucciones de mantenimiento se describen los procedimientos detallados para realizar las tareas y controlar que se haya realizado apropiadamente;

Las Instrucciones de Mantenimiento antes mencionadas contendrán:

- Una descripción detallada de las acciones que se lleven a cabo, con una asociación ilustración-texto lo más similar posible
- El tiempo de intervención probable,
- La cantidad de operadores y su calificación,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- La lista de herramientas necesarias,
- Los datos numéricos necesarios para la ejecución de acuerdos eléctricos o mecánicos
- La lista de control de las acciones de mantenimiento preventivo
- Los procesos de mantenimiento correctivo con la metodología para la resolución de problemas referidos a un procedimiento específico, si es necesario.
- El cambio de LRU que debe repararse Este procedimiento debe proporcionar todos los elementos necesarios para la restauración de los elementos reparables.

1.2.2.11.1 INSTRUMENTOS DE TRABAJO

Para lograr una planeación de mantenimiento eficiente es importante que toda la información para el alcance del mantenimiento esté almacenada y sea fácilmente accesible. Se le facilitarán instalaciones informáticas al personal para que pueda acceder a la documentación de mantenimiento, normas aplicables y estadísticas del sub-sistema.

La administración de las solicitudes de intervención y de las órdenes de trabajo será otra actividad importante que se manejará con un soporte de software.

Durante el periodo de mantenimiento, la organización JV monitoreará los KPI de mantenimiento con respecto al rendimiento del régimen de mantenimiento implementado, tal como:

- Porcentaje de mantenimiento correctivo/preventivo (horas hombre/horas hombre)
- Tiempo medio operacional para restaurar cada sub-sistema
- Cantidad total de mantenimiento preventivo (horas hombre por mes), dividida por sub-sistema;
- Cantidad total de mantenimiento correctivo (horas hombre por mes), dividida por sub-sistema.

Por medio de todos los datos recolectados será posible por ejemplo:

- Identificar fallos sistemáticos;
- Individualizar equipos que requieran una cantidad mayor de mantenimiento correctivo que la media de los instalados;
- Identificar tendencias posibles de mejora o degradación para algunos fallos de dispositivos específicos
- Identificar criterios para mantenimiento predecible

Con toda la información a disposición se puede definir las estrategias de administración de mantenimiento más adecuadas (por ejemplo, compra de repuestos adicionales basados en el uso posible a lo largo del ciclo de vida del sistema y/o reemplazo de la pieza o de equipos de mayor nivel con alguno similar/compatible, mejores arreglos de mantenimiento preventivo, etc.).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.2.12 SISTEMA DE SEGURIDAD LABORAL Y MEDIO AMBIENTE

011827

ASTS operará un sistema de administración de salud y seguridad para asegurar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales de salud y seguridad en la locación de mantenimiento en Lima. Cubre el bienestar y la seguridad del personal en el lugar y en situaciones de emergencia. Se incorporará y mejorará continuamente

Es política de ASTS la de proporcionar un ambiente de trabajo seguro, saludable y libre de accidentes para su propio personal, los sub-contratistas y el empleador. ASTS se dedicará a mejorar el ambiente laboral enfocándose en un trabajo diligente y una atención cuidadosa de todas las políticas de la compañía por parte de todas las personas correspondientes en cualquier condición de trabajo.

Para tener éxito en esto, el programa debe incorporar actitudes y comportamientos propios acerca de la prevención de accidentes y enfermedades de parte de los supervisores de seguridad y de los empleados. Requiere también la cooperación en todos los asuntos de seguridad y salud, no solo del supervisor de seguridad y los empleados, sino entre empleados y entre contratistas y empleados del empleador.

Todos están obligados a saber los requisitos de seguridad y las normas para sus tareas. Los supervisores de seguridad deben instalar una actitud positiva y una concientización en sus trabajadores mediante la adhesión personal, el contacto personal, el entrenamiento y las reuniones de seguridad programadas regularmente. Es el deber de todos los empleados el de realizar su trabajo con un cuidado máximo de la seguridad propia y de los compañeros de trabajo.

El mantenimiento se realizará según los requisitos contractuales y la legislación sobre asuntos ambientales, especialmente al respecto de:

- ✓ Ruidos y vibraciones
- ✓ Tratamiento de efluentes en una manera respetuosa con el ambiente que cumpla todos los códigos y las regulaciones aplicables
- ✓ Actividades de desecho de residuos en general

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES NO FERROVIARIAS

El objeto de este apartado es el de establecer el Plan de Mantenimiento de las Instalaciones No Ferroviarias, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario:

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas.
- Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

El plan de mantenimiento se realizará en las condiciones técnicas óptimas sobre las instalaciones e incluye las medidas preventivas y predictivas que se deben tomar para tener una instalación fiable que garantiza estos objetivos principales:

- Proteger a las personas y las Instalaciones.
- Extender la vida útil de las instalaciones y equipos, y adoptar medidas que conduzcan a la utilización óptima de las instalaciones con un coste de mantenimiento mínimo.
- Asegurar y mantener las instalaciones dentro de los índices de fiabilidad y disponibilidad.

Estos Objetivos se lograrán si se realizan los siguientes principios:

- Formación continua del personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad basado en la creación de un sistema de documentación, procesos y procedimientos. Este sistema será apropiado si se agregan los resultados de la experiencia y el apoyo de un sistema informático que facilite el análisis de los resultados, las estadísticas, etc.
- Aplicación de la regla de Salud, Seguridad y Protección Ambiental.

Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, el personal asignado será dirigido por un técnico con experiencia probada en las instalaciones y con la asistencia de asesores con experiencia suficiente para el desarrollo de las tareas que se les asignen.

El trabajo que el personal de mantenimiento realice deberá estar contenido en un documento denominado "Libro de Registro de Mantenimiento", normalmente está informatizado. Con este documento se pueden mejorar los procesos de mantenimiento mediante el análisis estadístico de las averías y la aplicación de Técnicas avanzadas de mantenimiento como el Mantenimiento Predictivo y el RCM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.3.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

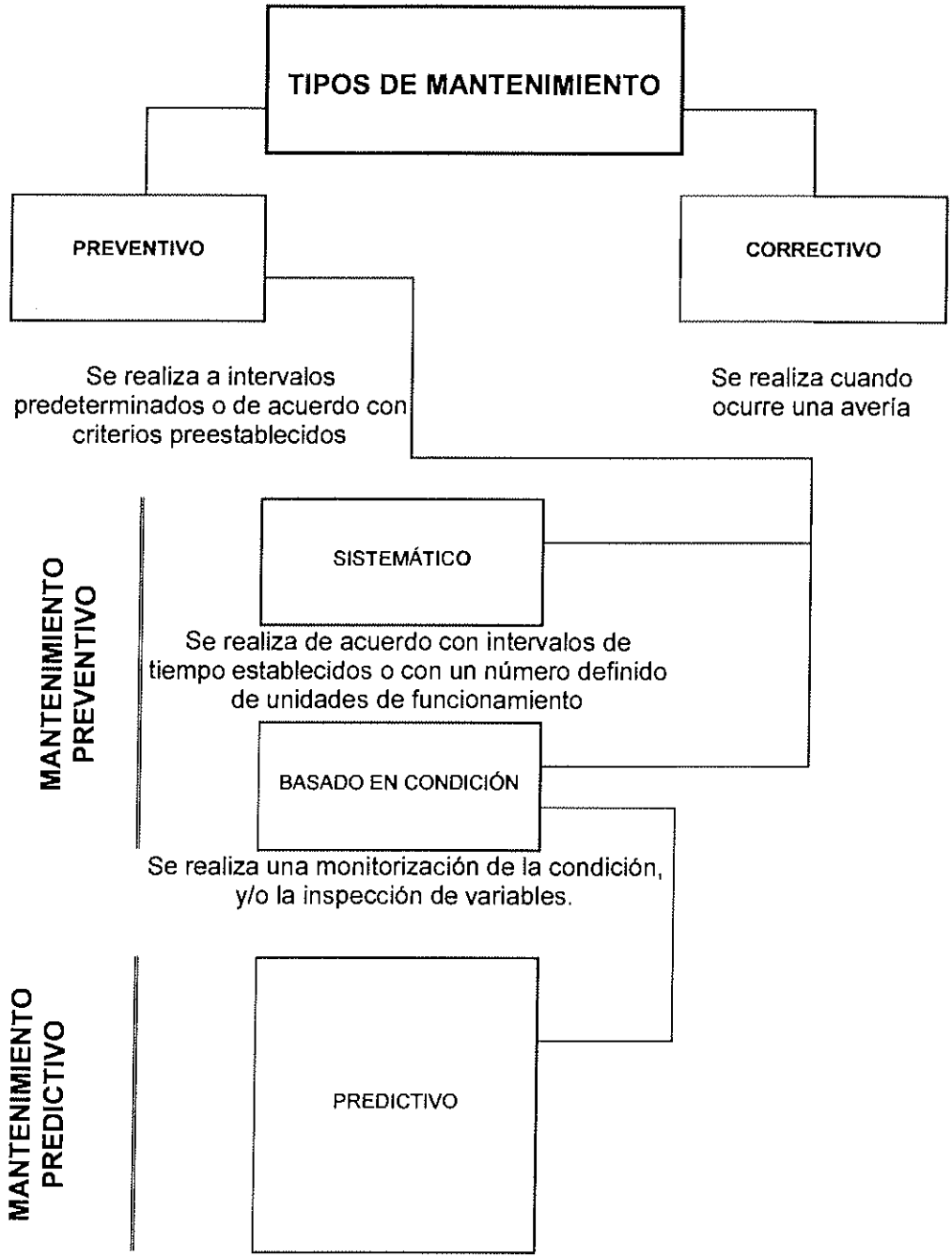
011829

Se definen básicamente los siguientes tipos de mantenimiento, según norma EN 13306:

- **Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en dos tipos:
  - Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.
  - Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (No contemplado en la EN 13306).
  - Mantenimiento Basado en la Condición: mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición, y/o la inspección, y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento.
  - Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

- **Mantenimiento correctivo**: mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se clasifica en dos tipos:
  - Mantenimiento correctivo inmediato: se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
  - Mantenimiento correctivo diferido: no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo a reglas dadas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.3.1.1 Mantenimiento preventivo

011831

Se desarrolla un Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallan todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión periódica, siguiendo las recomendaciones de la normativa aplicable.

El alcance de las revisiones, inspecciones y/o verificaciones que se prevén, podrá ser específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

Se adjunta un Ejemplo de Plan de Mantenimiento Preventivo de Escaleras Mecánicas:

- Con periodicidad **Mensual:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
PASAMANOS	
BANDA/POLEA DE ARRASTRE	MENSUAL
CORREA POLY DE PASAMANOS	MENSUAL
EMBOCADURA DE PASAMANOS	MENSUAL
GUIA DE PASAMANOS	MENSUAL
GUIADO INTERIOR DEL PASAMANOS	MENSUAL
PASAMANOS	MENSUAL
RODILLO/RODAMIENTO CONJUNTO ADHERENCIA	MENSUAL
SUSTITUCION PASAMANOS COMPLETO	MENSUAL
TENSOR DE PASAMANOS	MENSUAL
TREN DE RODILLOS CONJUNTO DE ADHERENCIA	MENSUAL
TREN DE RODILLOS DE VOLTEO	MENSUAL
PELDAÑO Y PLACA PORTAPEINES	
COMPONENTES DE FIJACION DE PELDAÑOS	MENSUAL
PATIN DE CENTRAJE DE PELDAÑOS	MENSUAL
PEINE	MENSUAL
PELDAÑO/PALETA	MENSUAL
PLACA PORTAPEINES	MENSUAL
RODILLOS CONDUCIDOS	MENSUAL
TUBO/BULON DE PELDAÑO	MENSUAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAVE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011832

ELEMENTO REVISION	FRECUENCIA
TRANSMISIONES	
AMORTIGUADORES TRANSM. VOLTEO INFERIOR	MENSUAL
AMORTIGUADORES DE TRANSMISION PRINCIPAL	MENSUAL
EJE/APOYOS DE TRANSMISION DE PASAMANOS	MENSUAL
SILLETA/RODAMIENTO TRANSMISION PRINCIPAL	MENSUAL
TRANSMISION DE PASAMANOS	MENSUAL
TRANSMISION DE VOLTEO INFERIOR	MENSUAL
TRANSMISION PRINCIPAL	MENSUAL
GRUPO MOTRIZ Y CADENAS	
ACEITE DE REDUCTOR	MENSUAL
ACOPLAMIENTO DE MOTOR-REDUCTOR	MENSUAL
BOBINA DE FRENO AUXILIAR/EMERGENCIA	MENSUAL
BOBINA DE FRENO PRINCIPAL/SERVICIO	MENSUAL
MOTOR ELECTRICO	MENSUAL
REDUCTOR	MENSUAL
RODAMIENTOS DE MOTOR ELECTRICO	MENSUAL
ZAPATAS DE FRENO AUXILIAR/EMERGENCIA	MENSUAL
ZAPATAS DE FRENO PRINCIPAL/SERVICIO	MENSUAL
ZONA DE VENTILACION DE MOTOR ELEC.	MENSUAL
CADENA DE PASAMANOS	MENSUAL
CADENA DE PELDAÑOS	MENSUAL
CADENA PRINCIPAL / TREN DE ENGRANAJES	MENSUAL
RODILLOS TRACCION CADENA DE PELDAÑOS	MENSUAL
ESTRUCTURA, GUÍAS Y PUENTES	
BANCADA	MENSUAL
ESTRUCTURA	MENSUAL
RAMPA Y LATERALES	MENSUAL
GUIAS DE ALIVIO DE CADENAS DE PELDAÑO	MENSUAL
GUIAS DE RODILLOS CONDUCIDOS	MENSUAL
GUIAS DE RODILLOS DE TRACCION	MENSUAL
PUENTE DE VOLTEO INFERIOR	MENSUAL
PUENTE DE VOLTEO SUPERIOR	MENSUAL
BALAUSTRADA Y ENTORNO	
CEPILLOS LATERALES	MENSUAL
FORRADO EXTERIOR	MENSUAL
FOTOCELULAS	MENSUAL
MOLDURA	MENSUAL
PANEL O CRISTAL	MENSUAL
PICTOGRAMAS	MENSUAL
RODAPIE	MENSUAL
TEJA	MENSUAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011833

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
PROTECCIONES ANTITOBOGÁN Y SALVACUELLOS	MENSUAL
FOSOS Y ENGRASE	
BARRAS PROTECTORAS DE FOSOS	MENSUAL
REJILLA PROTECCIÓN CIRCUITO PELDAÑOS	MENSUAL
BANDEJA RECOGIDA ACEITE CADENA PASAMANOS	MENSUAL
DESAGÜES	MENSUAL
FOSOS	MENSUAL
MECANISMO DE APERTURA DE TAPAS DE FOSO	MENSUAL
REJILLA TIPO TRAMEX DE DESAGÜE	MENSUAL
TAPA DE FOSO	MENSUAL
BATERIA DE EQUIPO DE ENGRASE MONOPUNTO	MENSUAL
CARTUCHO DE EQUIPO DE ENGRASE MONOPUNTO	MENSUAL
EQUIPO DE ENGRASE AUTOMATICO	MENSUAL
EQUIPO DE ENGRASE MONOPUNTO	MENSUAL
NIVEL DE EQUIPO DE ENGRASE AUTOMATICO	MENSUAL
FILTRACIONES EN FOSOS O RAMPAS	MENSUAL
INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO	
ARMARIO ELECTRICO	MENSUAL
CABLEADO ARMARIO ELEC.	MENSUAL
CIRCUITO DE FRENO	MENSUAL
CIRCUITO DE FUERZA	MENSUAL
CIRCUITO DE MANIOBRA	MENSUAL
CONTACTOR DE FUERZA	MENSUAL
ECONOMIZADOR	MENSUAL
FILTRO DE VENTILADOR DE ARMARIO ELEC.	MENSUAL
INTERCONEXION CON UNIDAD REMOTA	MENSUAL
RECTIFICADOR/TARJETA DE FRENO	MENSUAL
RESISTENCIAS DE ARRANQUE	MENSUAL
SELECTOR/PULSADOR DE CUADRO ELEC.	MENSUAL
TEMPORIZADOR	MENSUAL
TRANSFORMADOR	MENSUAL
VENTILADOR/TERMOSTATO ARMARIO ELEC.	MENSUAL
DIFERENCIAL DE CIRCUITO DE FUERZA	MENSUAL
DIFERENCIAL DE CIRCUITO DE MANIOBRA	MENSUAL
MAGNETOTERMICO DE CIRCUITO DE FRENO	MENSUAL
MAGNETOTERMICO DE CIRCUITO DE FUERZA	MENSUAL
MAGNETOTERMICO DE CIRCUITO DE MANIOBRA	MENSUAL
OTROS RELES	MENSUAL
RELE DE ALUMBRADO	MENSUAL
RELE DE AUTOMATA	MENSUAL
RELE DE FASE	MENSUAL
RELE DE FRENO	MENSUAL
RELE DE INFORMACION REMOTA	MENSUAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO CHAVEZ BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

RELE DE SINCRONISMO DE PASAMANOS	MENSUAL 011834

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
RELE DE SONDA TERMICA	MENSUAL
RELE TÉRMICO / PROTECCIÓN DE MOTOR	MENSUAL
BLOQUEO MECANICO (TRINQUETE)	MENSUAL
DETECTOR SINCRONISMO DE PASAMANOS	MENSUAL
DISP. CONTROL DESGASTE DE FRENO	MENSUAL
DISP. CONTROL FRENO AUXILIAR/EMERGENCIA	MENSUAL
DISP. CONTROL FRENO PRINCIPAL/SERVICIO	MENSUAL
DISP. CONTROL VELOCIDAD DE MOTOR	MENSUAL
BOTONERA PORTATIL	MENSUAL
CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA	MENSUAL
SELECTOR DE PUESTA EN MARCHA	MENSUAL
ILUMINACION BALAUSTRADA	MENSUAL
ILUMINACION CUARTO ARM. ELEC.	MENSUAL
ILUMINACION ENTRE PELDAÑOS	MENSUAL
ILUMINACION FOSOS	MENSUAL
VARIADORES Y AUTÓMATAS	
AUTOMATA / CPU	MENSUAL
DISPLAY	MENSUAL
ECD	MENSUAL
FILTROS DE VARIADOR	MENSUAL
FUENTE DE ALIMENTACION DE AUTOMATA	MENSUAL
FUENTE DE ALIMENTACION DE ECD	MENSUAL
MEMORIA EPROM DE AUTOMATA	MENSUAL
MODULO DE ENTRADAS/SALIDAS	MENSUAL
PILA DE AUTOMATA	MENSUAL
RECUPERADOR DE ENERGIA (REVCON)	MENSUAL
RESISTENCIAS DE FRENO	MENSUAL
TARJETA DE AUTOMATA	MENSUAL
VARIADOR DE FRECUENCIA	MENSUAL
VENTILADOR DE VARIADOR DE FRECUENCIA	MENSUAL

- Con periodicidad **Semestral:**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ELEMENTO A REVISIÓN	FRECUENCIA
RUEDAS DE EJE DE ACC. PRINCIPAL (DENTADO, TACOS AMORTIGUADORES).	SEMESTRAL
VERIFICAR BARRERA DE LUZ INTELIGENTE (CÉLULAS, LENTES Y COMPROBACIÓN READY).	SEMESTRAL
COMPROBAR GUIADO, TRENES COMPENSADORES Y FLECHA DE PASAMANOS.	SEMESTRAL
EJE DE ACCIONAMIENTO DE PASAMANOS (ALINEACIÓN, RODAMIENTOS Y ENGRASE).	SEMESTRAL

SISTEMA DE ARRASTRE DE PASAMANOS (GOMA DEL VOLANTE, CENTRADO, ETC.)	SEMESTRAL
SISTEMA DE TRACCIÓN Y PRESIÓN DEL PASAMANOS (TREN RODILLOS, CORREA POLI-V).	SEMESTRAL
EXTRACCIÓN PASAMANOS, LIMPIEZA Y COMPROBACIÓN DE RODILLOS DE CURVAS Y GUÍAS DE BALAUSTRADA.	SEMESTRAL
HOLGURAS Y DESGASTES CURVAS ALUMINIOS CABEZALES.	SEMESTRAL
CARRILES Y CONTRACARRILES GUÍAS CIRCULARES ESTAC. TENSORA (ESTADO, DESGASTE).	SEMESTRAL
VERIFICAR TENSIÓN Y MEDIDAS DE COMPRESIÓN MUELLE ESTACIÓN TENSORA.	SEMESTRAL

011835

- Con periodicidad **Anual:**

ELEMENTO A REVISIÓN	FRECUENCIA
CABLEADOS Y BORNEROS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FOSO SUPERIOR Y ARMARIOS	ANUAL
CAJA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS MOTOR Y FRENO	ANUAL
CABLEADOS Y BORNEROS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FOSO INFERIOR	ANUAL
FIJACIÓN Y TORNILLERÍA MOTOR-REDUCTOR-BANCADA	ANUAL
EJE DE ACCIONAMIENTO PRINCIPAL (NIVELACIÓN, RODAMIENTOS Y SU ENGRASE)	ANUAL
MEDIDA HOLGURA GUÍAS Y TORNILLOS APOYO ESTACIÓN TENSORA	ANUAL
MEDIDA DE LA HOLGURA SUPERIOR ENTRE RODILLOS DE PELDAÑOS/PALETAS Y CURVAS RETENEDORAS	ANUAL

- Cada **10 Años:**

ELEMENTO A REVISIÓN	FRECUENCIA
CAMBIO DE LA CADENA DE TRACCIÓN DE PELDAÑOS	10 AÑOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.3.1.2 *Mantenimiento predictivo.*

El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento, unas fechas, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y, en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. En este

apartado trataremos un gran número de las técnicas actualmente desarrolladas en el mercado, pero anticipamos que este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación y precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento es una de las pocas alternativas que encontramos a la rutina de los mantenimientos periódicos establecidos y, antes de aplicar cualquier tipo de mantenimiento preventivo rutinario o sistemático hay que analizar, sobre todo por rentabilidad y eficacia, si el mismo se puede sustituir por un mantenimiento condicional.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y, a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema con base en las condiciones presentes que estamos midiendo.

Técnicas Predictivas en Instalaciones No Ferroviarias:

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Análisis Espectral de Corriente de Motores.
5. Ensayo de Flujo de Dispersión de Motores.
6. Ensayos de Aislamiento (Ondas de choque, Escalones de Tensión y Tangente de Delta).

Media de Impedancia Interna de Baterías.

1.2.3.1.3 Mantenimiento correctivo

La organización para la ejecución del mantenimiento correctivo será aquella que permita cumplir con la disponibilidad, fiabilidad, el tiempo de respuesta y tiempo de resolución de cada intervención, establecidos para estas instalaciones.

Incidencia: Se entienden bajo este concepto todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones, sistema de telemando o monitorización, así como sistema contra incendios asociado. La incidencia puede no conllevar, en todos los casos, el fallo del equipamiento, pudiéndose estar asociada a problemas de aspecto, confort, etc.

Averías: Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se deberá contar con son Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución y notificación de las mismas. Se propone una codificación determinada para notificación de los trabajos realizados en sus instalaciones, al objeto de realizar un control y seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo realizado en las instalaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tipo de operación

Descriptor del tipo de trabajo específico realizado, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

Modo de fallo

Descriptor del elemento, componente o sistema donde manifiesta la avería, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

Causa de fallo

Descriptor del motivo concreto causante del fallo, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

1.2.3.2 RECURSOS HUMANOS

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificar o programar se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

A continuación se definen los condicionantes horarios para la realización de trabajos en función del tipo de mantenimiento a realizar, y las necesidades y condiciones de operación del sistema:

- **Mantenimiento preventivo.** Las intervenciones de este tipo de mantenimiento se programarán y realizarán durante las franjas horarias que no tienen afección en el servicio de viajeros. No obstante, se podrá determinar en cualquier momento por condiciones de servicio coyunturales o estables, para ciertas instalaciones y con carácter obligatorio, la ejecución de trabajos de este tipo en otros horarios.
- **Mantenimiento correctivo.-** Se garantizará, tanto en días laborables como festivos, los 365 días del año, la atención del personal especializado necesario para la realización de los trabajos de reparación de incidencias, según los tiempos de respuesta y resolución estipulados.

Se deberá de disponer para el personal de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.

En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

1.2.3.3 RECURSOS TÉCNICOS

El personal de mantenimiento debe de disponer de las máquinas, aparatos, instrumentos, herramientas, software de diagnóstico, accesorios, equipos de protección individual, vehículos automóviles, para la prestación de los Servicios de Mantenimiento, así como su conservación y mantenimiento, de forma que se conserve en todo momento su funcionalidad original.

Asimismo deberá tener los equipos y sistemas de información e informáticos (GMAO), licencias de software y demás elementos que sean precisos para la comunicación de trabajos de mantenimiento efectuados en el sistema de gestión de mantenimiento de Metro.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

El proceso de gestión de las instalaciones de almacenamiento, vinculado a la orden de reemplazo, se llevará a cabo por medios electrónicos. Además, el sistema reservará material necesario en los trabajos futuros.

La gestión de compras con la ayuda del ordenador, se conecta con la base de proveedores aprobados, lo que permite optimizar la gestión de compras.

De acuerdo con el tipo de material y su uso, será posible establecer puntos de tiempo y la transferencia de puntos, para el transporte de materiales entre las existencias para evitar la falta de los materiales utilizados.

1.2.3.3.1 Herramientas y equipos de medida

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento las Herramientas y Equipos de Medida necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

1.2.3.3.2 Lista de repuestos

Los repuestos y materiales consumibles que son necesarios para la prestación de los servicios son exclusivamente los específicos para este tipo de instalación. Se incluyen los repuestos de inmovilizado (activos) y/o repuestos consumibles para una instalación tipo, excluyéndose los repuestos de propósito general y comerciales.

Se deberá disponer de una relación lo más detallada posible de las referencias y el stock de los repuestos y materiales consumibles para cada una de las marcas y modelos de equipos. Esta lista estará siempre actualizada.

Se tendrá que dimensionar y disponer en todo momento del stock de repuestos suficiente para mantener los indicadores de calidad, disponibilidad y fiabilidad.

Se utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario.

Se tendrá un almacén para la guarda, custodia y control de los materiales necesarios para la prestación de los servicios de mantenimiento. Se deberá contar con la organización y buen orden del almacén, tal que aseguren su funcionalidad, localización y distribución para su inmediata utilización.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.2.3.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente

011840

Se deberá disponer de una relación nominal de los trabajadores adscritos a este servicio, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de los cursos de prevención laboral conforme a la reglamentación en vigor, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Se recomienda expedir tarjetas personales para la identificación y acceso a sus instalaciones del personal dedicado al servicio de mantenimiento, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Para los trabajos que impliquen la alteración de las condiciones de explotación del servicio a los viajeros o conlleven acceso a áreas restringidas de las instalaciones, serán necesarias las correspondientes autorizaciones previas de acceso por escrito.

- Acceso controlado a las instalaciones
- Normativa de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo
- Normativa técnica y operativa interna ó externa

1.2.3.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento

De acuerdo con las especificaciones, la eficiencia del sistema de gestión informatizada, permite la integración de la gestión de mantenimiento que se describen en la parte técnica.

Las ventajas más importantes que ofrece esta gestión integrada se detallan a continuación.

La documentación del sistema de módulos permite una versión "as built" de toda la documentación técnica, así que es un elemento clave para la gestión del mantenimiento exitoso.

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core bussines" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa:

Disponibilidad del Sistema: refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

Fiabilidad del Sistema: da una perspectiva de la **calidad y aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes.

Costes de Mantenimiento: midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.3 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA.

En las siguientes tablas y organigramas se puede observar para cada una de las fases del proyecto, la plantilla de personal dispuesta para la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura, siendo el último esquema el final completo para todas las tareas de operación y mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Etapas del Proyecto	Fase Construcción (primeros 27 meses)	Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)	Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)	Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)
Gerencia General				
Gerente General	1	1	1	1
Contract Manager	1	1	1	0
Mob. Manager	1	1	1	0
Director Técnico	1	1	1	0
Secretaria	1	1	1	1
Responsable de Marketing, Comunicaciones	1	1	1	1
Asistente Responsable Marketing	0	0	0	1
Calidad Medio Ambiente				
Director de Calidad y Medio Ambiente	1	1	1	1
Técnico M.A.	0	1	1	1
Técnico de Calidad	0	1	1	2
RRHH				
Director de Recursos Humanos	1	1	1	1
Técnico de Selección de Personal	0	1	1	1
Técnico de Formación	0	1	1	1
Técnico de Gestión de Nóminas	0	1	1	1
Responsable de Prevención de riesgos	0	1	1	1
Asistente Respons. Prevención de riesgos	0	0	0	1
Administración y Finanzas				
Director de Administración y Finanzas	1	1	1	1
Jefe de Servicios Generales	0	1	1	1
Técnicos de Compras	0	1	1	2
Jefe de Finanzas	1	1	1	1
Modelista Financiero	0	1	1	1
Jefe de Informática y Sistemas	0	1	1	1
Informático	0	1	1	1
Jefe de Administración	1	1	1	1
Contable	0	1	1	1
Administrativo	0	1	1	1
Jefe de Recaudación	0	1	1	1
Asistente	0	0	0	0
Total Gerencia General	**11**	**25**	**25**	**26**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Etapas del Proyecto	Fase Construcción (primeros 27 meses)	Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)	Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)	Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)
Operación				
Director de Operaciones	1	1	1	1
Gerente de Seguridad	1	1	1	1
Técnico de Seguridad Ferroviaria	1	1	1	1
Director de Ing. y Planeamiento	1	1	1	1
Jefe de Gestión de Mantenimiento Continuo	0	1	1	1
Ingeniero Material Rodante	0	0	1	1
Ingeniero ATC Central	0	1	1	1
Ingeniero de Planeamiento	0	1	1	1
Ingeniero Energía	0	1	1	1
Ingeniero Sistemas	0	1	1	2
Jefe de gestión de Documentación	0	0	0	0
Delineantes	1	1	1	2
Documentalista	1	1	1	1
Gerente de Control de Operaciones y tráfico	1	1	1	1
Jefe Operativo de Línea	0	1	1	1
Responsables Operativos	0	8	8	8
Atención a la circulación	0	12	16	36
Agente de Estación	0	15	49	107
Supervisor Comercial	0	31	73	161
Jefe del PCC	0	1	1	1
Supervisores	0	3	4	4
Operadores ATS	0	5	5	10
Operadores SCADA	0	5	5	5
Operadores PS&IS	0	4	4	4
Jefe de Oficina Técnica en Operación	0	0	0	0
Técnico de Planificación y estudios	0	1	1	1
Técnico de Información y Demanda	0	1	1	1
Total Operación	**7**	**99**	**181**	**354**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Etapas del Proyecto	Fase Construcción (primeros 27 meses)	Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)	Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)	Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)
Mantenimiento				
Gerente Material Móvil	1	1	1	1
Jefe de Taller	0	1	1	2
Analista de Mantenimiento	0	1	1	2
Gerente de Infraestructura	1	1	1	1
Jefe de Mantenimiento de Instalaciones	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Energía	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Energía	0	5	5	10
Responsable de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	5
Responsable de Mantenimiento Señalización	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Señalización	0	1	1	5
Responsable Mantenimiento Multifuncional	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Multifuncional	0	5	10	15
Responsable Mantenimiento de Vía	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Jefe de Mantenimiento de Vía y Limpieza	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Infraestructura	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Responsable de Limpieza	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Jefes de Almacén	0	1	1	2
Asistentes	0	0	0	2
Responsable de Seguridad	0	1	1	1
Asistente	0	1	1	1
Responsable de Atención al Usuario	0	1	1	1
Operadores	0	4	8	8
Total Personal Mantenimiento	**2**	**33**	**42**	**79**
Total Personal (incluida gerencia, calidad y administración)	***20***	***157***	***248***	***459***

Unos de los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento para conseguir unos óptimos indicadores de disponibilidad es el de disponer de los repuestos y componentes necesarios para restablecer el servicio a la mayor brevedad, cuando se produce una avería en alguno de ellos.

Por lo tanto, es de vital importancia diferenciar que componentes de los repuestos de los sistemas son reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuáles no ya que el aseguramiento de un stock útil en el Almacén General tengan una alta disponibilidad depende de en gran medida de la decisión que se tome para cada repuesto.

A continuación se dan una serie de recomendaciones generales como criterios de decisión para diferenciar que repuestos deben ser tratados como reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuales como fungibles (**repuestos consumibles**):

- Inviabilidad técnica de la reparación: Por su diseño constructivo o mecanización hay repuestos que son técnicamente no reparables cuando se averían: pequeños trasformadores, llaves de paso, etc.
- Valor económico de la reparación: Si se estima que la reparación (costes de la mano de obra por horas de trabajo más materiales) es superior al 70 % del valor de un repuesto nuevo, se recomienda sea tratado como repuesto fungible.
- Baja fiabilidad de la reparación: Existen repuestos cuya reparación no consigue obtener buenas fiabilidades una vez averiados: Relés, Ventiladores pequeños, etc.

Este proceso es complejo y debe basarse en la experiencia que se acumule en la reparación de repuestos, por lo que se recomienda que se elabore una Lista inicial de repuestos clasificados, para anualmente proceder a su revisión y ajuste.

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento los repuestos inmovilizados y consumibles necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

1.2.3.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

1.2.3.4.1 Sistema de calidad y documentación

El sistema de calidad que se implementará en el mantenimiento, se basará en los sistemas de calidad regulados en las normas ISO 9000. Actuando de esta manera, nos aseguramos de los más altos estándares de calidad para el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto.

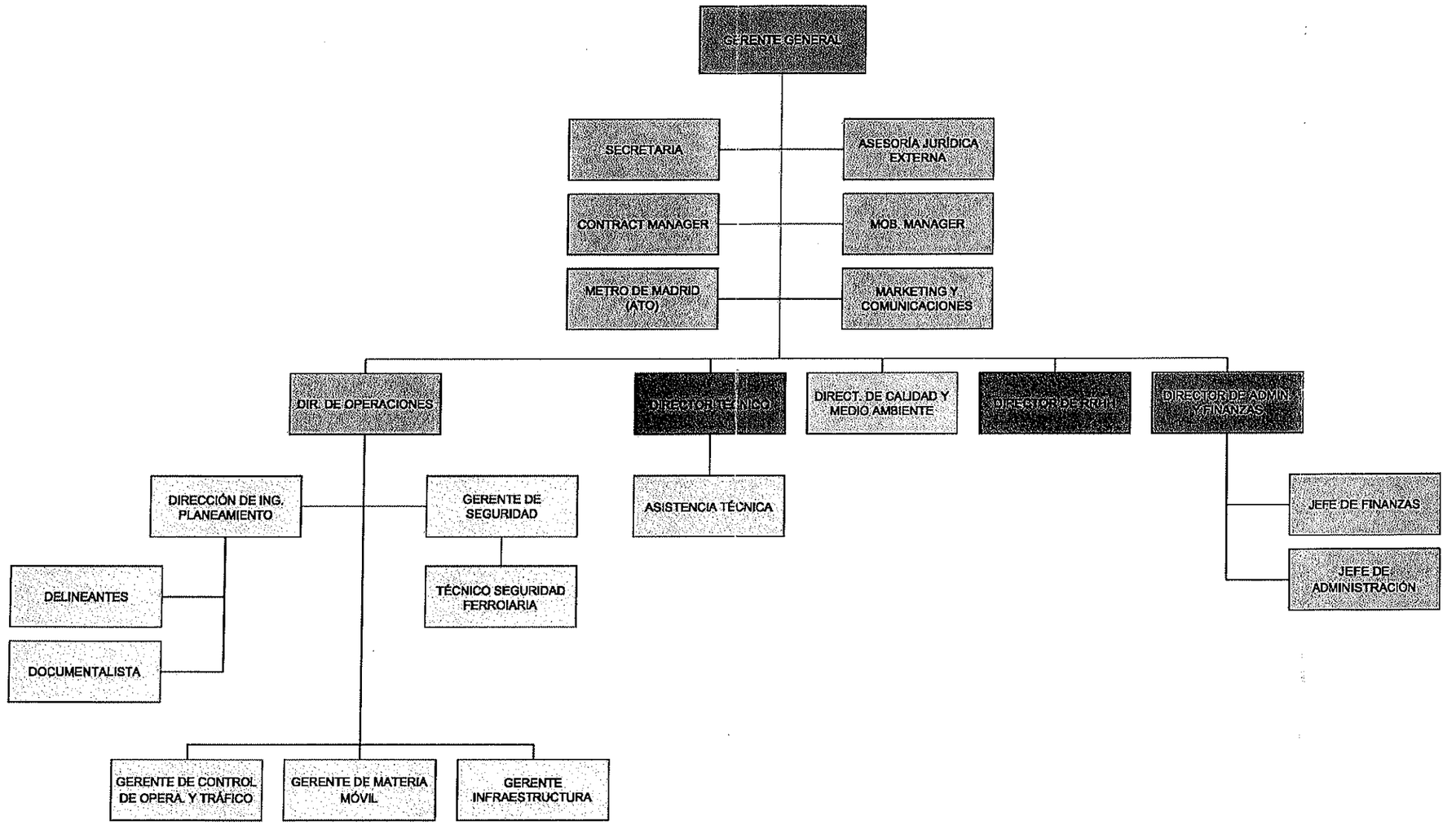
La documentación del sistema de calidad se establece de acuerdo a las exigencias del contrato, sin embargo, como regla general, esta documentación se estructura en tres grandes bloques, de acuerdo con los requisitos establecidos por el Modelo de Aseguramiento de la Calidad en la serie de normas ISO 9000.

Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad

- Manual de Calidad
- Manual de Procedimientos Generales
- Manual de Procedimientos Específicos
- Documentación Técnica
- Documentación Industrial
- Dossier de Análisis de Operación

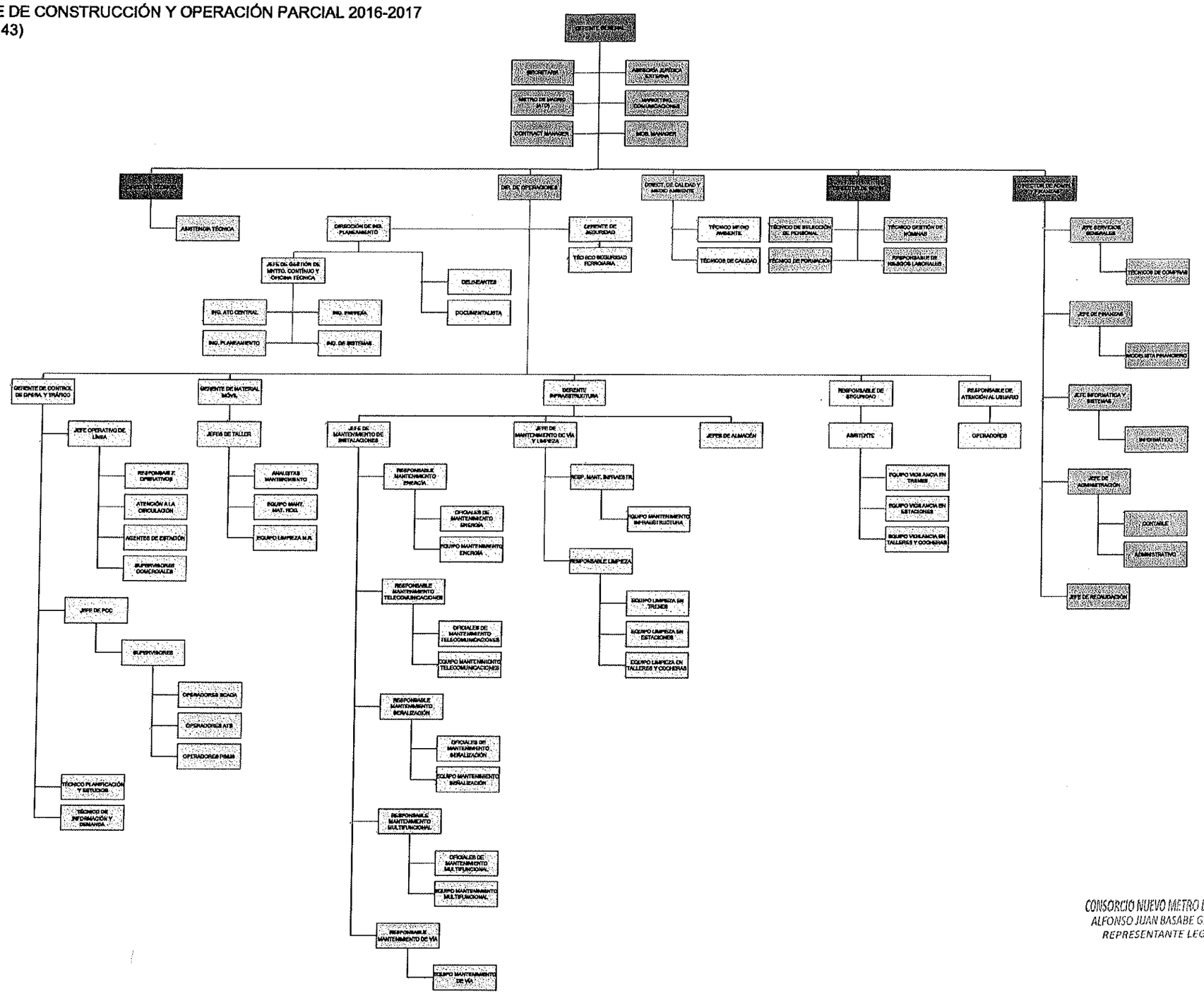
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE CONSTRUCCIÓN
(PRIMEROS 27 MESES)



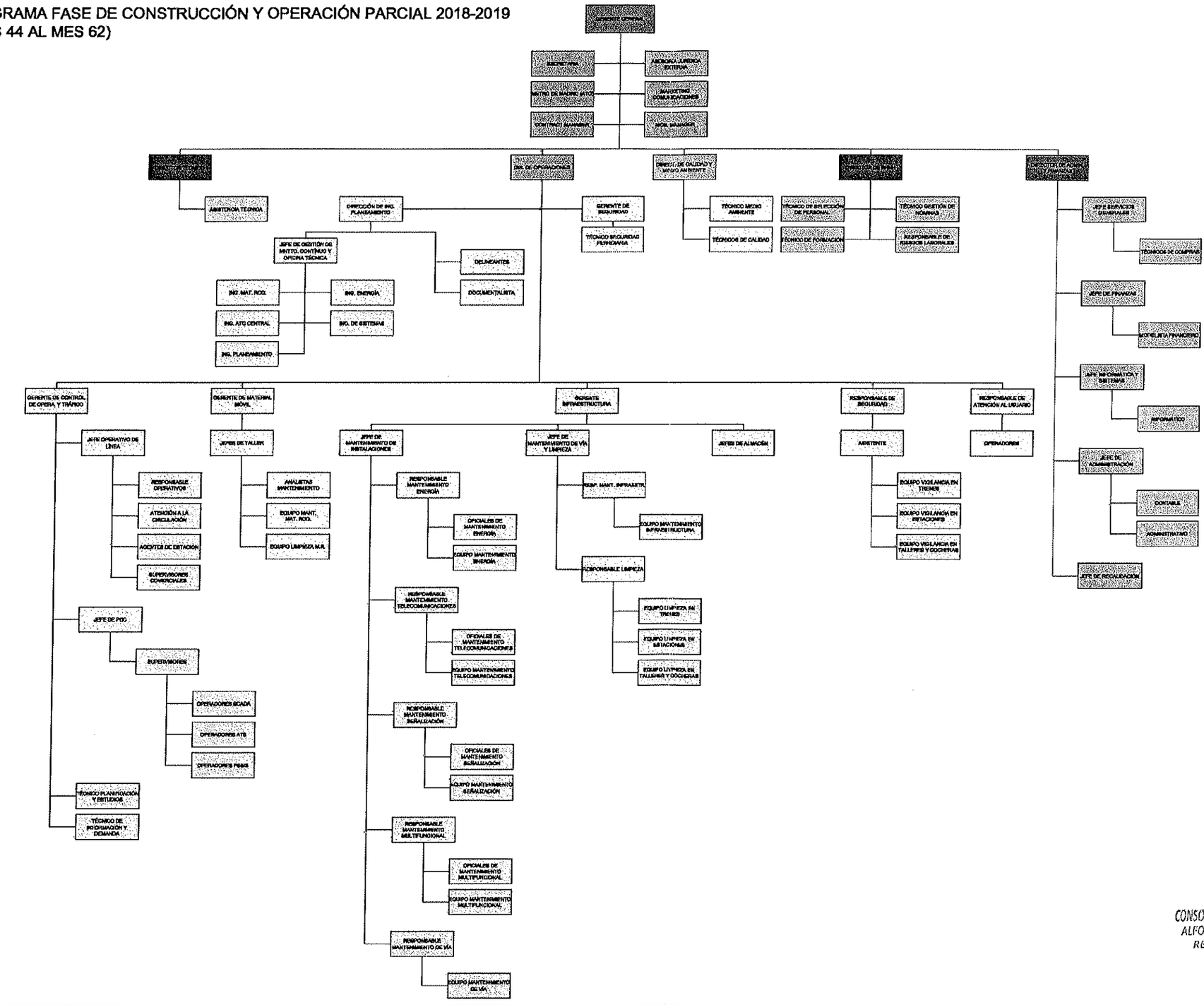
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARCIAL 2016-2017
(DEL MES 28 AL MES 43)



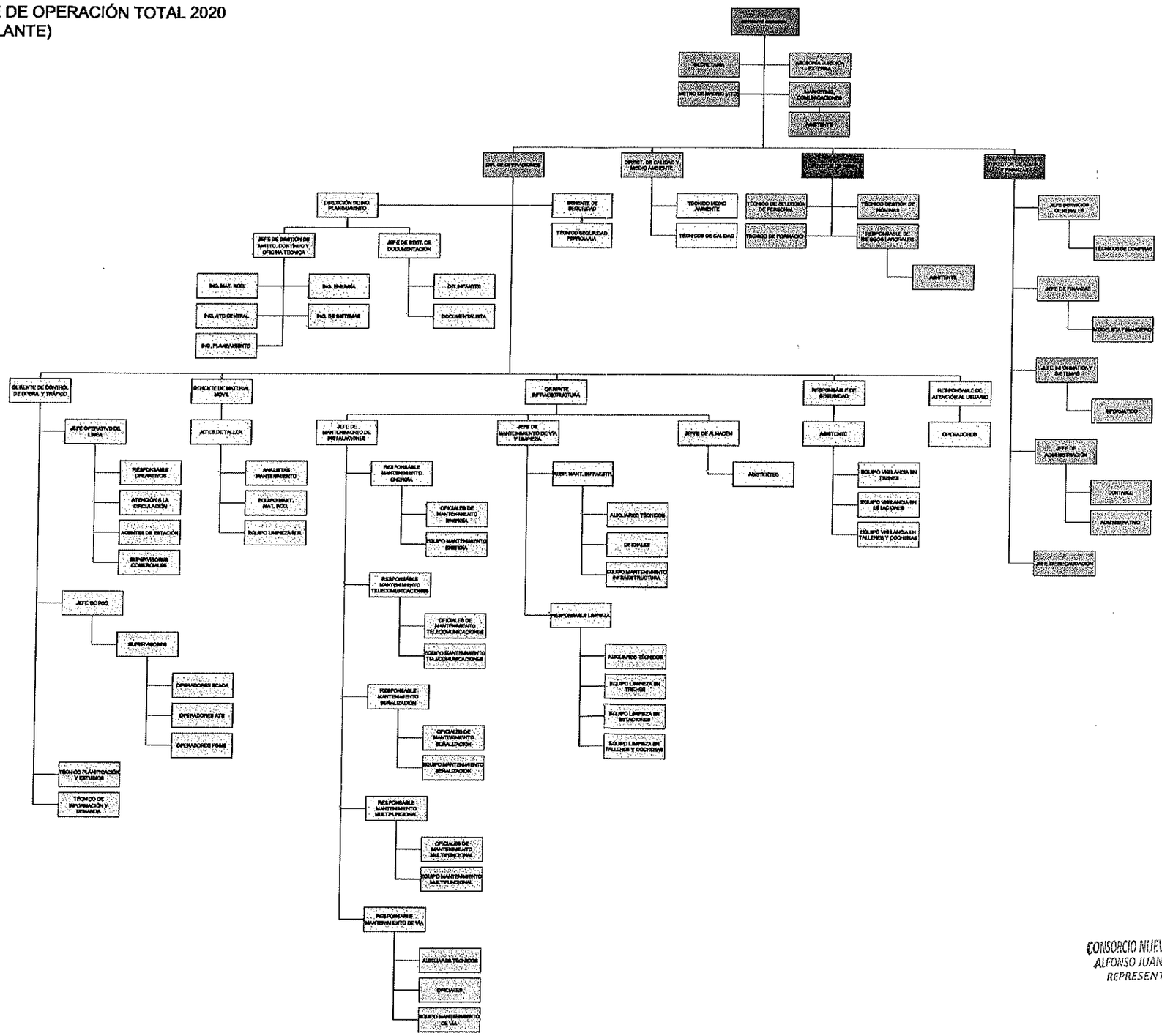
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARCIAL 2018-2019
(DEL MES 44 AL MES 62)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE OPERACIÓN TOTAL 2020
(DEL MES 63 EN ADELANTE)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

2. *MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE*

La presente directriz se centra en describir la manera en la que AnsaldoBreda desarrollará y entregará las Publicaciones técnicas de uso y mantenimiento (PUT) del Metro de Lima el cual prevé la implementación del proyecto por etapas. Esta directriz hace referencia al vehículo de pasajeros.

En concreto, las PUT que AnsaldoBreda desarrollará serán las siguientes:

- Manual del operador (MPO);
- Manuales de mantenimiento (MM):
  - Manual de descripción técnica (DT);
  - Manual de mantenimiento preventivo (MP);
  - Manual de mantenimiento correctivo (MC);
  - Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP);
- Catálogo ilustrado de piezas (CIP).

Las PUT abordan los requisitos relativos a los Manuales de funcionamiento y los Manuales de mantenimiento de las disposiciones técnicas del contrato.

ACRÓNIMOS

Abreviatura	Descripción
AB	AnsaldoBreda
PUT	Publicaciones técnicas de uso y mantenimiento (manuales y catálogos)
ML	Metro Lima (Cliente de AnsaldoBreda SpA)
MOP	Manual del operador
MM	Manuales de mantenimiento
DT	Manual de descripción técnica
MP	Manual de mantenimiento preventivo
MC	Manual de mantenimiento correctivo
MHEEP	Manual de herramientas especiales y equipos de prueba
CIP	Catálogo ilustrado de piezas
CPE	Catálogo de piezas electrónicas
FDMS	Fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011850

NORMAS Y DOCUMENTOS

Ref.	Título
EN 50126	Aplicaciones ferroviarias - Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (FDMS)

CALIDAD

En su versión final, los contenidos de las PUT estarán unificados y serán coherentes con el resto de documentos que AnsaldoBreda deberá entregar, tales como:

- Documentación de ingeniería;
- Análisis de FDMS:
  - Análisis de mantenimiento preventivo y correctivo;
  - Plan de mantenimiento preventivo;
- Estructura física y funcional del sistema;

La unificación de los contenidos permitirá realizar un seguimiento de los PUT en lo que respecta a la configuración del vehículo y al sistema suministrado. AnsaldoBreda PDM gestiona la configuración del vehículo. Los manuales reflejan la configuración del vehículo gestionado por PDM.

PLAN DEL PROGRAMA DE LAS PUT

Se elaborará y presentará a los ingenieros de ML un plan del programa de las PUT para su revisión y aprobación. El objetivo de dicho plan es identificar todos los elementos asociados con el desarrollo de las PUT.

GUÍA DE ESTILO

Se propondrá una guía de estilo a partir de la cual se elaborarán las PUT, y enviarán las muestras de cada tipo de PUT ajustadas a la guía de estilo para su revisión y aprobación.

Las PUT incorporarán el siguiente tipo de información (según proceda):

a. **Página de título** – Incluirá el nombre y el logotipo de ML. La fecha y la revisión de la presentación.
b. **Seguimiento de la revisión** – Incluirá una lista y una revisión de todas las páginas, además de una lista de cada revisión y fecha de revisión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011851

c. **Índice** – Incluirá una lista de todas las secciones, una lista de todas las figuras y una lista de todas las tablas. Se suministrará un índice al principio de cada manual y al principio de cada sección del manual.

d. **Información general y especificaciones** – Incluirá las características de funcionamiento, las especificaciones de rendimiento y las descripciones generales no técnicas del sistema/subsistema.

e. **Resúmenes** – Específicos de cada tipo de PUT.

2.1 MANUAL DE OPERACIONES (MOP)

2.1.1 ESTRUCTURA

El MOP incorporará los siguientes capítulos:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas;
- Sistemas de seguridad.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.1.2 RESÚMENES

Los Procedimientos incorporarán toda la información necesaria para el funcionamiento seguro y eficiente, e incluirán los siguientes puntos:

- Una descripción general pensada para que el lector se familiarice con los componentes y las funciones básicas del vehículo;
- Ubicación, función y operación de todos los controles, medidores, indicadores e interruptores.
- Procedimientos para preparar los vehículos para su funcionamiento;
- Procedimientos para operar los vehículos en la estación de clasificación y en servicio;

- Procedimientos de retirada del servicio "en condiciones de seguridad" del vehículo;
- Procedimientos de emergencia;
- Notas, precauciones y advertencias de seguridad;
- Síntomas de problemas y métodos de diagnóstico que permitan al operador recuperar los vehículos durante un fallo o cualquier otro incidente.
- Herramientas especiales: esta sección describe cómo usar las herramientas especiales en los equipos.

2.2 MANUALES DE MANTENIMIENTO (MM)

2.2.1 ESTRUCTURA

Se elaborará los siguientes MM:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas.

2.2.2 RESÚMENES

Cada MM incorporará los siguientes capítulos:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Manual de descripción técnica (DT);
- Manual de mantenimiento preventivo (MP);
- Manual de mantenimiento correctivo (MC);
- Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP).

2.3 MANUAL DE DESCRIPCIÓN TÉCNICA (DT)

La descripción técnica incluirá una descripción detallada de los aspectos físicos y funcionales de la operación del vehículo, así como descripciones generales y pormenorizadas de cada sistema, subsistema y de los principales componentes del vehículo. Presentará de forma clara toda la información necesaria para detectar y resolver problemas y realizar tareas de servicio a bordo, tales como tareas de lubricación, inspección, mantenimiento ordinario y ajuste, así como para realizar un diagnóstico de problemas en línea. Según sea necesario, se utilizarán diagramas de flujo, diagramas de bloques, diagramas eléctricos y neumáticos.

2.4 MANUALES POR TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO

2.4.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza en intervalos predeterminados o según criterios preestablecidos y cuya finalidad es reducir la probabilidad de fallo o degradación del funcionamiento de un elemento. Los Procedimientos de mantenimiento preventivo (MP) se corresponderán con el documento de análisis de mantenimiento preventivo. Con el fin de facilitar las tareas de mantenimiento, el MP se dividirá en las siguientes posibles clases de acción:

- Ajuste;
- Montaje/desmontaje;
- Comprobación;
- Limpieza;
- Llenado/drenaje;
- Lubricación;
- Sustitución;
- Puesta a punto;

El MP incluirá la siguiente información:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Precauciones de seguridad generales;
- Planificación de mantenimiento preventivo en formato tabulado que especifique, para cada uno de los intervalos de mantenimiento, el sistema o subsistema implicado, e incluya una breve descripción de la actividad que se va a realizar y una referencia a las instrucciones detalladas;
- Procedimientos de mantenimiento preventivo detallados, que incluyan, por ejemplo, los valores límite y los valores de referencia, los pares de apriete, las herramientas especiales, así como los consumibles necesarios para realizar la actividad;

Un plan de lubricación que especifique todos los puntos de lubricación, además de los consumibles y los intervalos correspondientes.

2.4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)

El mantenimiento correctivo es aquel que se lleva a cabo tras detectar un fallo y cuyo propósito es restablecer el producto a un estado desde el cual pueda realizar la función requerida. Los Procedimientos de mantenimiento correctivo (MC) contendrán la información de los sistemas y componentes. En este sentido, cada uno de los manuales de sistema o componente incluirán la siguiente información:

- Precauciones de seguridad generales.
- Procedimientos de mantenimiento correctivo detallados, que incluyan, por ejemplo, los valores límite y los valores de referencia, los pares de apriete, las herramientas especiales, así como los consumibles necesarios para realizar la actividad.
- Procedimiento de pruebas: los principios de funcionamiento simplificados y los datos necesarios para el correcto funcionamiento del material rodante en cuestión; los procedimientos de pruebas operativas y funcionales estarán explicados pormenorizadamente, así como la calibración específica y las instrucciones de prueba finales. Asimismo, se indicarán los umbrales, las tolerancias los espacios libres permitidos, etc. para cada componente.
- Resolución de problemas: la detección de un síntoma o fallo o la identificación de un deterioro permitirá localizar, señalizar y resolver de manera óptima el fallo hasta el nivel de unidades reemplazables en el campo (o en cualquier caso según el nivel del módulo) mediante una secuencia adecuada, lógica y racional encaminada a recuperar la eficiencia de manera completa (resolución de problemas). En los casos de complejidad limitada, puede hacerse referencia a tablas estructuradas en tres columnas (síntoma, causa probable, solución), mientras que para casos más complejos, sujetos a una investigación más detallada, deberán usarse diagramas de flujo que comiencen con la señalización del síntoma o fallo y finalicen con la eliminación del estado de fallo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.4.3 MANUAL DE HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE PRUEBA (MHEEP)

El Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP) explicitará los requisitos y procedimientos de aplicación, configuración, operación, ajuste, inspección, mantenimiento, resolución de problemas y calibración de todas las herramientas especiales. Las secciones

correspondientes de los manuales de MP y MC incluirán referencias al uso específico de herramientas especiales.

2.5 CATÁLOGO ILUSTRADO DE PIEZAS (CIP)

2.5.1 ESTRUCTURA

El Catálogo ilustrado de piezas (CIP) incorporará los siguientes capítulos:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema Freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas;
- Sistemas de seguridad.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.5.2 RESÚMENES

El CIP enumerará y describirá cada uno de los componentes y sus piezas asociadas, incluido el nombre y el número de pieza del proveedor de equipos originales, el número de pieza, los equivalentes comerciales y las cantidades por conjunto. Siempre que sea posible, se utilizarán diagramas isométricos magnificados para la identificación de las piezas. Las piezas comunes a distintos componentes tendrán el mismo número de pieza de proveedor de AnsaldoBreda y, con la excepción del hardware común, se facilitarán referencias cruzadas a otros componentes en los que la pieza esté también instalada. Se dejará un espacio para consignar el número de identificación. Cada pieza o componente estará asociado con el siguiente conjunto en tamaño utilizando un formato identificado. En la parte trasera del catálogo ilustrado de piezas se incluirá un índice con todos los números de pieza. Las descripciones de las piezas, incluido el tamaño, el material y el grado, deben ser adecuadas y permitir que se adquiera las piezas de manera independiente. El catálogo ilustrado de piezas incorporará información genérica apropiada sobre cada pieza, incluidos los componentes de las placas de circuito impreso y otras piezas electrónicas. Se incluirá un apéndice con el

nombre del proveedor original, la dirección y el número de teléfono para facilitar el pedido de las piezas necesarias. Antes de imprimir la versión final, el catálogo ilustrado de piezas se enviará para que puedan incluir sus propios números de identificación para cada pieza. Esta información será remitida en última instancia a AnsaldoBreda para proceder a su inclusión en el catálogo ilustrado de piezas antes de la impresión.

2.6 PLANIFICACIÓN DE LA PRESENTACIÓN

Se presentará dos versiones distintas de cada PUT para que revisen cada uno de los capítulos:

- Borrador: 90 días antes del inicio de las actividades de formación;
- Final: 90 días tras el final de las actividades de formación;

2.7 REVISIONES

Se acordarán el proceso de revisión de las PUT entre la versión de borrador y la versión final.

Este proceso de revisión general será el siguiente:

1. Se presentará la versión de borrador;
2. ML enviará sus comentarios en un plazo de 30 días;
3. Se remitirá una contestación cláusula por cláusula (CbC) y enviará la versión modificada en un plazo de 30 días;
4. ML responderá en un plazo de 30 días y clasificará la versión como:
    - "Aceptada" y "Aceptada según anotaciones". Final del proceso de la versión actual;
    - "Aprobada según anotaciones, volver a presentar", "Revisar y volver a presentar" e "Incompleta". Se deberá volver al paso 3 del proceso y remitir una contestación cláusula por cláusula.

Las PUT se actualizarán según sea necesario cada seis meses hasta que se extinga la garantía.

2.8 DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y SISTEMA DE APOYO

El MOP, los MM y el CIP se elaborarán en formato electrónico:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- AB es propietaria de una aplicación (un software denominado GripsAB basado en xml), que incluye un editor y una aplicación de representación para desarrollar el MOP y los MM.
    - El MOP y los MM se entregarán en formato .pdf.
- AB es propietaria de una aplicación (un software denominado EPC basado en MySQL), cuyo archivo fuente es una base de datos. Las imágenes de catálogo almacenadas se encuentran en formato .png.
    - El CIP se suministrará en formato .pdf.

Para cada presentación (tanto si se trata de una versión preliminar, un borrador o una versión final), se enviará tres copias en CD/DVD.

3. *PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE.*

En la siguiente tabla y organigramas se puede observar para cada una de las fases del proyecto, la plantilla de personal dispuesta para la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y del Material Rodante, siendo el último organigrama el final completo para todas las tareas de operación y mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011853

Etapas del Proyecto	Fase Construcción (primeros 27 meses)	Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)	Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)	Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)
Gerencia General				
Gerente General	1	1	1	1
Contract Manager	1	1	1	0
Mob. Manager	1	1	1	0
Director Técnico	1	1	1	0
Secretaria	1	1	1	1
Responsable de Marketing, Comunicaciones	1	1	1	1
Asistente Responsable Marketing	0	0	0	1
Calidad Medio Ambiente				
Director de Calidad y Medio Ambiente	1	1	1	1
Técnico M.A.	0	1	1	1
Técnico de Calidad	0	1	1	2
RRHH				
Director de Recursos Humanos	1	1	1	1
Técnico de Selección de Personal	0	1	1	1
Técnico de Formación	0	1	1	1
Técnico de Gestión de Nóminas	0	1	1	1
Responsable de Prevención de riesgos	0	1	1	1
Asistente Respons. Prevención de riesgos	0	0	0	1
Administración y Finanzas				
Director de Administración y Finanzas	1	1	1	1
Jefe de Servicios Generales	0	1	1	1
Técnicos de Compras	0	1	1	2
Jefe de Finanzas	1	1	1	1
Modelista Financiero	0	1	1	1
Jefe de Informática y Sistemas	0	1	1	1
Informático	0	1	1	1
Jefe de Administración	1	1	1	1
Contable	0	1	1	1
Administrativo	0	1	1	1
Jefe de Recaudación	0	1	1	1
Asistente	0	0	0	0
Total Gerencia General	**11**	**25**	**25**	**26**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

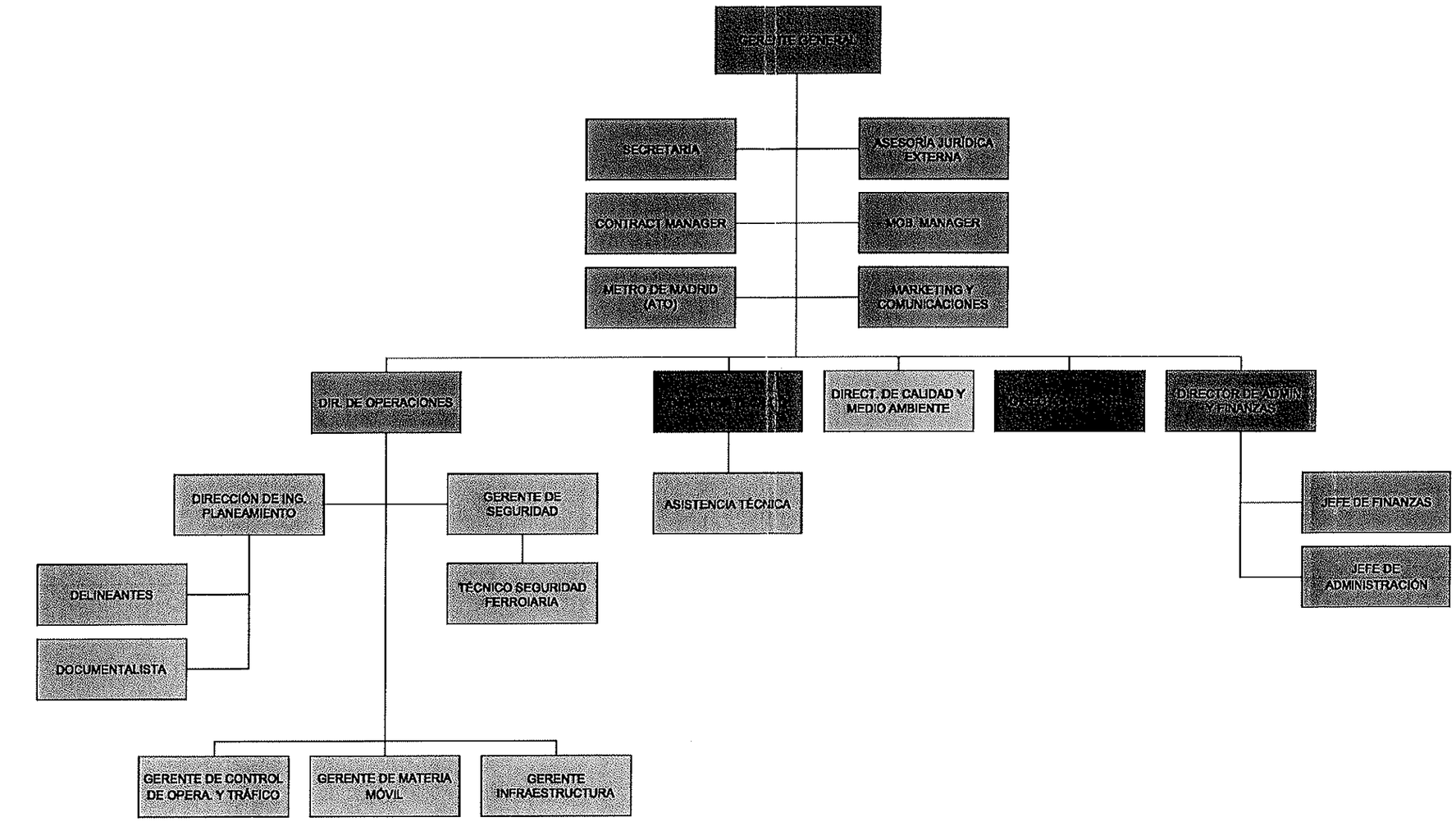
011859

Etapas del Proyecto	Fase Construcción (primeros 27 meses)	Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)	Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)	Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)
Operación				
Director de Operaciones	1	1	1	1
Gerente de Seguridad	1	1	1	1
Técnico de Seguridad Ferroviaria	1	1	1	1
Director de Ing. y Planeamiento	1	1	1	1
Jefe de Gestión de Mantenimiento Continuo	0	1	1	1
Ingeniero Material Rodante	0	0	1	1
Ingeniero ATC Central	0	1	1	1
Ingeniero de Planeamiento	0	1	1	1
Ingeniero Energía	0	1	1	1
Ingeniero Sistemas	0	1	1	2
Jefe de gestión de Documentación	0	0	0	0
Delineantes	1	1	1	2
Documentalista	1	1	1	1
Gerente de Control de Operaciones y tráfico	1	1	1	1
Jefe Operativo de Línea	0	1	1	1
Responsables Operativos	0	8	8	8
Atención a la circulación	0	12	16	36
Agente de Estación	0	15	49	107
Supervisor Comercial	0	31	73	161
Jefe del PCC	0	1	1	1
Supervisores	0	3	4	4
Operadores ATS	0	5	5	10
Operadores SCADA	0	5	5	5
Operadores PS&IS	0	4	4	4
Jefe de Oficina Técnica en Operación	0	0	0	0
Técnico de Planificación y estudios	0	1	1	1
Técnico de Información y Demanda	0	1	1	1
Total Operación	**7**	**99**	**181**	**354**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

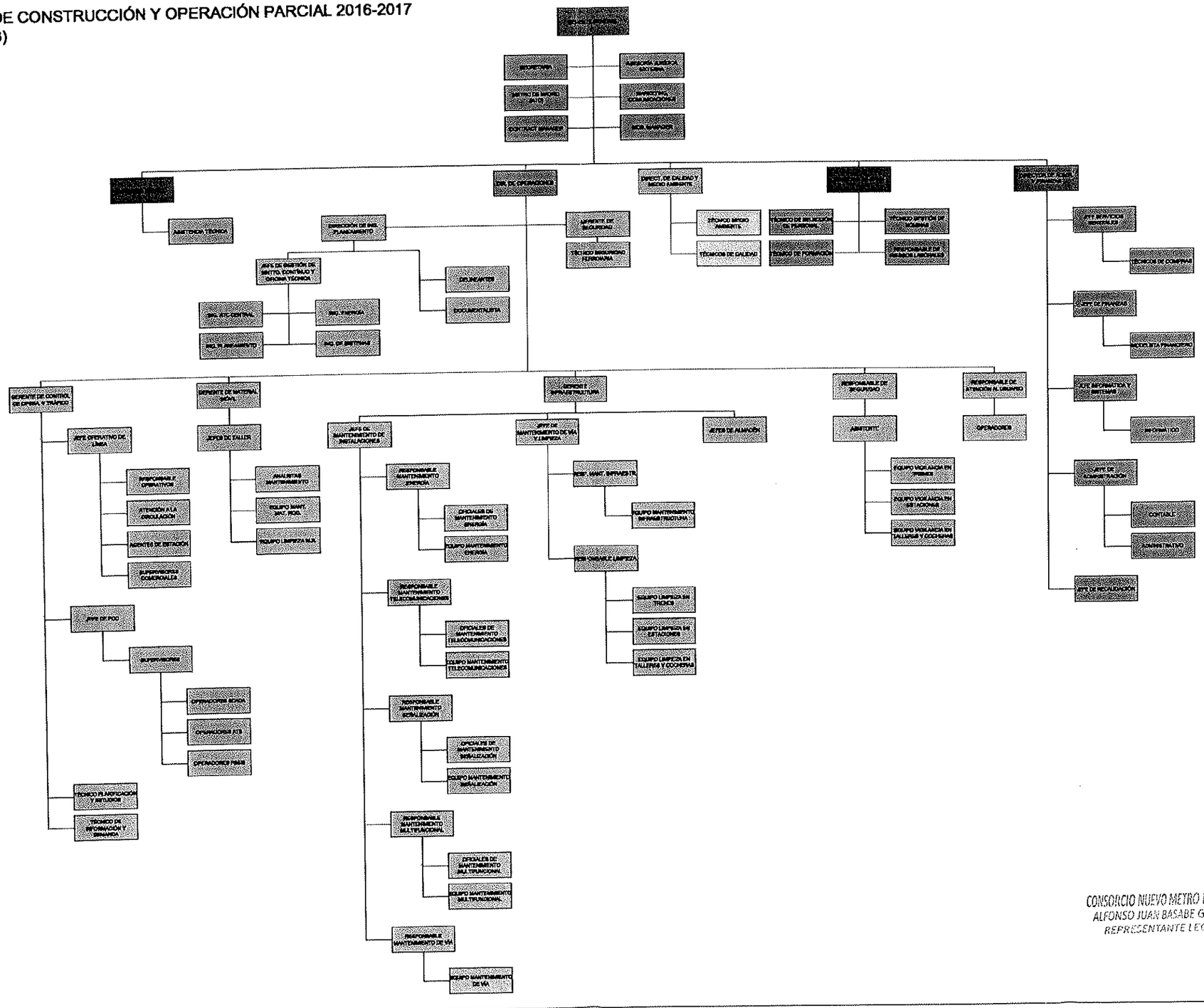
Etapas del Proyecto	Fase Construcción (primeros 27 meses)	Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)	Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)	Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)
Mantenimiento				
Gerente Material Móvil	1	1	1	1
Jefe de Taller	0	1	1	2
Analista de Mantenimiento	0	1	1	2
Gerente de Infraestructura	1	1	1	1
Jefe de Mantenimiento de Instalaciones	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Energía	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Energía	0	5	5	10
Responsable de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	5
Responsable de Mantenimiento Señalización	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Señalización	0	1	1	5
Responsable Mantenimiento Multifuncional	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Multifuncional	0	5	10	15
Responsable Mantenimiento de Vía	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Jefe de Mantenimiento de Vía y Limpieza	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Infraestructura	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Responsable de Limpieza	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Jefes de Almacén	0	1	1	2
Asistentes	0	0	0	2
Responsable de Seguridad	0	1	1	1
Asistente	0	1	1	1
Responsable de Atención al Usuario	0	1	1	1
Operadores	0	4	8	8
Total Personal Mantenimiento	**2**	**33**	**42**	**79**
Total Personal (incluida gerencia, calidad y administración)	***20***	***157***	***248***	***459***

ORGANIGRAMA FASE CONSTRUCCIÓN
(PRIMEROS 27 MESES)



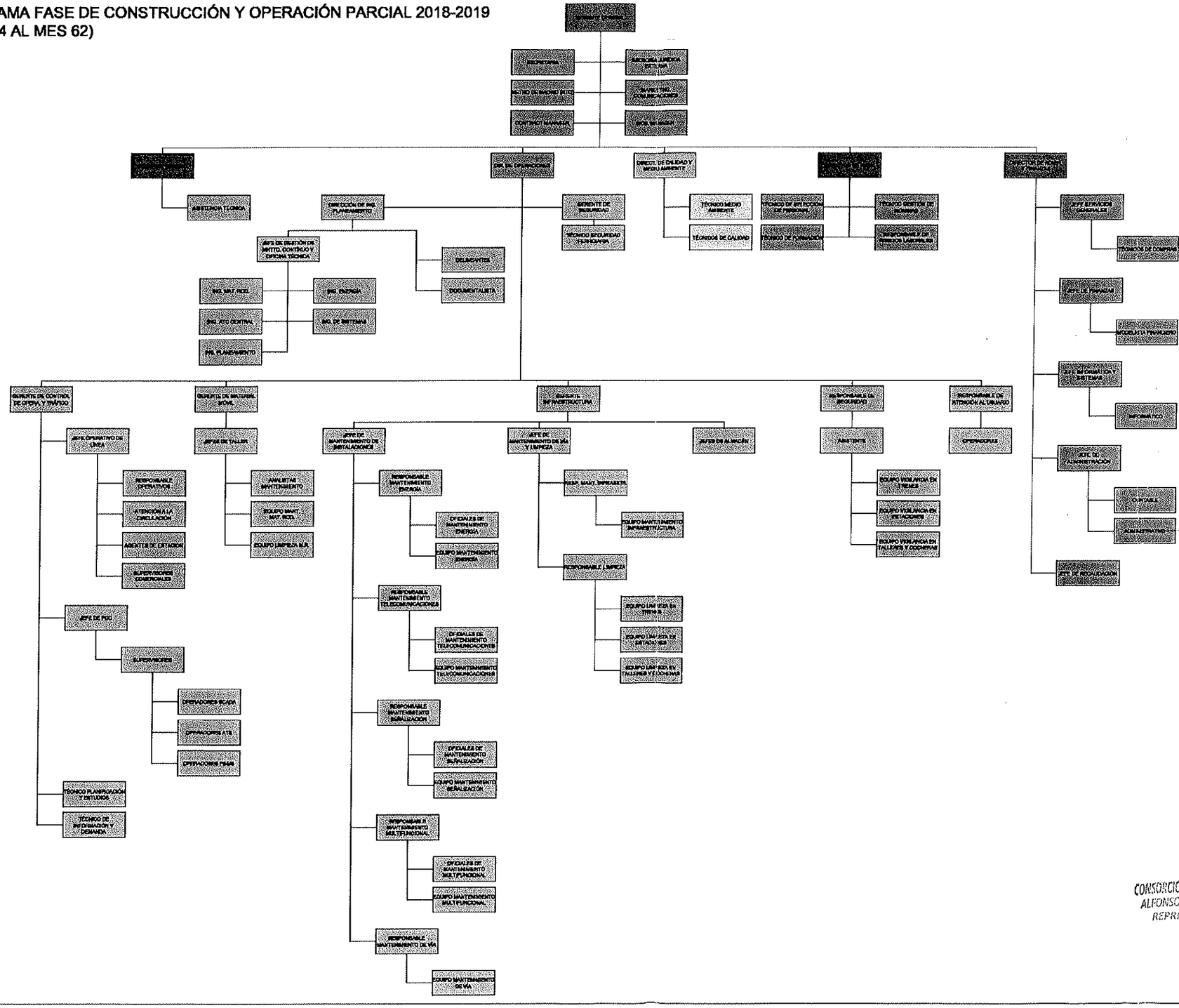
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARCIAL 2016-2017
(DEL MES 28 AL MES 43)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARCIAL 2018-2019
(DEL MES 44 AL MES 62)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4. *LOGÍSTICA Y REPUESTOS DE LA INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTOS DEL SISTEMA Y DEL MATERIAL RODANTE.*

011865

La Logística juega un rol importante para lograr la disponibilidad deseada y el objetivo de confiabilidad al respecto de la disponibilidad de las piezas requeridas. El objetivo de la logística es asegurar la disponibilidad de repuestos y de las herramientas especiales para el mantenimiento y la reparación de los componentes cuando se necesite y al menor costo.

La estrategia para la administración de los repuestos se basará en LRU. LRU se aplica a los componentes modulares que se diseñaron para reemplazarse rápidamente en el depósito para minimizar el tiempo de detención de los trenes. La metodología LRU mejorará la eficiencia de las operaciones de mantenimiento ya que se la puede surtir y remplazar por un sistema de inventario en el lugar mientras los LRU fallidos (fuera de servicio) se someten a mantenimiento.

Se proponen los siguientes servicios bajo el alcance de logística,

- Previsión de la cantidad de material requerido;
- Provisión del material requerido;
- Asistencia técnica para metodologías de reparación y
- Reemplazo de los componentes en caso de colisión y vandalismo, como opción a discutirse y acordarse con el cliente, incluso la compensación por el trabajo.

El alcance general de la administración de logística puede identificarse de la siguiente manera,

- Administración y control de los repuestos;
- Identificación de los repuestos y de las herramientas especiales;
- Previsión de solicitud de repuestos;
- Adquisición;
- Análisis de inventario;
- Formulación de políticas de control selectivas para varias categorías;
- Desarrollo de sistemas de control para el inventario;
- Políticas de abastecimiento para los repuestos;
- Políticas de abastecimiento para los repuestos de recambio y/o sub-montajes;
- Políticas de reemplazo para los repuestos;
- Inspección de repuestos;
- Codificación de repuestos;
- Reacondicionamiento de repuestos;
- Establecimiento de un banco de repuestos;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Para surtir con los repuestos se definirán los diferentes lugares apropiados para minimizar el tiempo de reparación. Para cada sub-sistema se proporcionará una lista de repuestos y consumibles con al menos:

- Código externo

011866

- Código interno
- Código de artículo
- ID geográfica
- Nombre y descripción breve de la funcionalidad
- Condición (nuevo o reparado)
- Productor
- Vendedor
- Costo de compra
- Tiempo de reparación
- Tiempo de espera

Para administrar la obsolescencia técnica y logística, ASTS definirá planes de mitigación que indiquen la oportunidad de realizar el cambio de los repuestos. Serán parte del plan de administración que contendrá al menos:

- Resultados de monitoreo de mercado con identificación de soluciones y/o alternativas para los elementos que estén discontinuados o haya una interrupción en su suministro
- Estimación de la disponibilidad de los componentes para los próximos 5 años.
- Lista de componentes afectados por una probable discontinuidad y acciones preventivas asociadas

Los repuestos considerados en los almacenes y estancias de los depósitos y talleres de Santa Anita y Boca Negra dentro del Proyecto de Metro de Lima, Línea 2 y ramal Avd. Faucett, Avd. Gambetta de Línea 4, para cada uno de las líneas se considerarán los siguientes equipamientos y sistemas.

Ascensores
Ascensores
Escaleras
Escaleras
Ventilación.
Ventiladores
Contra incendios
Equipos de presión
Rociadores
Extintores
Hídrico sanitario
Equipos de Bombeo
Vía
Carriles
Sujeciones
Aparatos de vía
Traviesas
Toperas prueba
Toperas

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011867

Balasto (talleres y cocheras)
Estaciones
Paneles verticales paredes
Luminarias
Mobiliario y equipamiento
Suelos
Cableado BT
Transformadores Trifásicos
UPS ONLINE TRIFÁSICO-TRIFÁSICO
Túnel
Cableado BT
Luminarias
Talleres y cocheras
Superficie Edificios Administrativos
Instalaciones Ventilación / Climatización
Instalaciones Ventilación / Climatización
Equipamiento de Taller
Vehículo moledor (rectificador de rieles)
Bateadora hidráulica
Andamio Con plano móvil para operadores de chapa
Equipos completo para cabina de arenado
Cabina de pintura de bogíes
Cabina de polvo y pintura trozos medianos
Cabina de polvo y pintura motores
Sistema de Pintura

Estos equipamientos deben estar disponibles, y correctamente conservados en un lugar adecuado a las necesidades de uso que se requieran.

Se deberá de disponer de almacenes de repuestos y talleres de reparaciones, para la recuperación y sustitución de los mismo y. etc.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.1 LISTADOS DE REPUESTOS

011868

4.1.1 MATERIAL RODANTE

Se adjunta a continuación el listado de los repuestos estratégicos y críticos del material rodante propuesto:

Equipo/Sistema	Componente	Cantidad	Tipología
Bogie			
	Bogie Motor	8	C + E
	Bogie Remolque	4	C + E
Caja			
	Intercirculación	2	C+E
	Asientos (set 1 tren)	1	E
	Pasamanos (set 1 tren)	1	E
	Revestimiento interior (set 1 tren)	1	E
	Piso (set completo)	1	E
	Accesorios (dispositivos de cierre, cinturones de seguridad PMR, etc.) (set 1 tren)	2	E
	Testero	2	E
	Quitapiedras	2	E
	Set carenado	2	E
	Acoplador automático	2	C + E
	Cristal frontal	8	E
	Ventanas laterales	24	E
	Placas pupitre de conducción	2	E
Puertas			
	Puertas exteriores laterales, incluso unidades de control	24	C
	Puertas de emergencia frontales	4	E
Equipo Eléctrico			
	Pantógrafo	6	E
	Convertidor de tracción	8	C + E
	Motor de tracción	8	C + E
	Convertidor de Servicios Auxiliares y Cargadores	8	C +E
	Baterías	4	E
	Cuadro interruptor de baja tensión	4	E
	Cuadro interruptor de media tensión	4	E
	Interruptor extra rápido	4	E
	Combinador puesta a tierra	2	E
	Descargador	2	E
Equipo Pneumático			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Equipo/Sistema	Componente	Cantidad	Tipología
	Grupo de producción y tratamiento de aire	4	C+E
Climatización			
	Grupo climatización	12	C+E
Frenado			
	Control de freno	4	E
	Grifo de freno	2	E
Sistemas de confort y seguridad			
	TOD di diagnostica	2	E
	Iluminación externa (set 1 tren)	2	E
	Iluminación interna (set 1 tren)	2	E
	Extintores	12	E
	Sistema de detección de fuego	2	E
Tableros de borde			
	Registrador de eventos	4	E
	CCU	4	E
	TCU	4	E
	LCU	4	E
	ACU	4	E
	REP	4	E

4.1.1.1 Repuestos críticos

Los repuestos críticos se han considerado como tal cuando ocurre una de las siguientes condiciones, que no debe considerarse necesariamente en orden de importancia:

- Cuando se considera que el suministro y/o la reparación de un componente necesita mucho tiempo (mayor de 2 meses) y este tiempo puede reducirse significativamente si el componente se produce u adquiere en conjunción con las piezas necesarias durante la preparación del material rodante (línea de la producción todavía activa)
- Cuando el costo de compra de este componente es alto (> de 100.000 €) y este valor puede reducirse significativamente si el componente se produce u adquiere en conjunción con las piezas necesarias durante la preparación del material rodante (línea de la producción todavía activa)
- Cuando el componente es suministrado por un proveedor monopolista que puede imponer condiciones onerosas en términos de tiempos y costos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Sin duda, el componente con mayor tasa de criticidad es el bogie.

En nuestra propuesta, hemos proporcionado el suministro de 2 bogie completos. Gracias a nuestra experiencia y teniendo en cuenta la incidencia de los siguientes parámetros:

- Cantidad de los componentes del material rodante
- Cantidad de material rodante
- La frecuencia de la revisión
- Tiempos de revisión

Creemos que es posible asumir máximo 2 trenes en revisión y, al mismo tiempo, a través de una adecuada planificación y utilización de material rodante en operación comercial, aprovechando del calendario de las entregas y, posiblemente, con un margen de ± 10% en el kilometraje de vencimiento programada. Con este supuesto, también puede reducirse drásticamente el tiempo global para detener el material rodante (repuestos estratégicos) y completar la revisión de toda la flota en menos de 1,5 años.

4.1.1.2 Repuestos estratégicos

Los repuestos estratégicos se han considerado como tal cuando ocurre una de las siguientes condiciones, que no debe considerarse necesariamente en orden de importancia:

- cuando contribuyen a reducir al mínimo el tiempo de inactividad/detención en caso de falla causada por accidentes o vandalismo, en el caso de que estos componentes deben ser revisados sin trabajo se especializa en el taller (sólo el tiempo de desmontaje, montaje y pruebas);

- cuando se consideran componentes con alto porcentaje de avería , por lo que sus presencia en el almacén se considera estratégico para garantizar la disponibilidad de la flota;

La lista de repuestos estratégicos propuesta es el resultado de la experiencia de AnsaldoBreda, que también tiene en cuenta no exponer al cliente a una inversión inicial excesiva.

Asimismo, señalamos que, por el caso de repuestos necesario en caso de vandalismo, como no tenemos estudios territoriales sobre las condiciones o datos ambientales y sociales, siendo estas informaciones especificas, nuestra evaluación puede ser incorrecta.

Sin embargo, las evaluaciones se realizaron en función de una cantidad mínima suministrada y sin embargo, en consideración de la temporización relativa de suministro.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.1.2 EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA

Se adjunta a continuación el listado los repuestos previstos para el equipamiento del sistema:

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
CBTC - IXL	166A.0100016	ART server Compact PCI bus (left system slot)	1	1	Each
CBTC - IXL	166A.0100017	ART server Compact PCI bus (right system slot)	1	1	Each
CBTC - IXL	3.220.000.590	cPCI Power Supply 3U 250W	3	2	Each
CBTC - IXL	3.220.000.637	ATI video board	2	1	Each
CBTC - IXL	3.220.000.638	Rear I/O DVI board	2	1	Each
CBTC - IXL	32.200.100.163	8hp,Rear I/O Module,cPCI-3615	2	2	Each
CBTC - IXL	32.200.100.166	17" LCD Console Drawer	2	2	Each
CBTC - IXL	32.200.100.301	Rear I/O for CPU cPCI - 3970	2	2	Each
CBTC - IXL	90.010.100.049	RS40 Full Gigabit-Ethernet-Switch 9 ports	2	3	Each
CBTC - IXL	90.010.100.054	SFP GETH MM(0-550 m) SM(0-20km) WIDE T	1	1	Each
CBTC - IXL	90.010.100.055	MAR1040 L3 Switch 19" 16 X Combo Ports	6	2	Each
CBTC - IXL	A00B.0100009	FAN 48Vdc CONTROL SYSTEM RAL 7032	1	1	Each
CBTC - IXL	A00B.0100013	Rack Fans Unit 48 Vcc	2	2	Each
CBTC - IXL	A00D.000090	SDA10 Board (circuit-breaker 10 A)	2	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100001	CPPP board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100002	BWSP bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100007	DUET board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100008	CPCC board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100009	CPIC board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100011	FOS1 board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100012	Module ISCA	3	2	Each
CBTC - IXL	B21D.0100014	CPWN board	2	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100020	CPWB board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100027	CPU Dual Core with SSD for WSP ART/TEL	2	2	Each
CBTC - IXL	B21D.0100035	CPWD board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100043	CPU I7 board	2	2	Each
CBTC - IXL	B22B.0100011	Module VIPC	11	5	Each
CBTC - IXL	B22B.0100061	Module CCNT	2	1	Each
CBTC - IXL	B22B.0100086	Filtering panel 2x45A	1	1	Each
CBTC - IXL	B22B.0100120	Diagnostic Field Device Controller	4	2	Each
CBTC - IXL	B22B.0100126	Module FTCA (English serigraphy)	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100012	BSFO Bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100019	BOU4 bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100044	BADD bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100045	SLRP Board	3	2	Each
CBTC - IXL	B2BD.000003	BCP2 bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B2ED.A76002	SDA3 Board (circuit-breaker 5 A)	3	2	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
CBTC - IXL	B2GD.000122	Module SBFE	4	2	Each
CBTC - IXL	B92B.0100005	Module CECB	17	8	Each
CBTC - IXL	B92B.A29002	Module ATFL (with discharger, not bidirectional)	3	2	Each
CBTC - IXL	B92B.A29003	Module MABF (from 3.75 to 4.75 kHz)	3	2	Each
CBTC - IXL	B92B.A29004	Module MABF (from 5.25 to 7.25 kHz)	3	1	Each
CBTC - IXL	B92B.A29005	Module MABF (from 9.50 to 16.50 kHz)	6	1	Each
CBTC - IXL	B92D.000004	BAAT bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B92D.000007	MIAT board (5A)	1	1	Each
CBTC - IXL	B92D.000032	MIAT board (10A)	1	1	Each
CBTC - IXL	FM9050202158	Module TCA9	4	2	Each
CBTC - IXL	FM9088210502	SDA3 Board (circuit-breaker 50 A)	2	1	Each
CBTC - IXL	-	PC desktop for D&M interface (all inclusive)	2	2	Each
CBTC - IXL	-	Point machine	6	3	Each
CBTC - IXL	-	STES - Station Emergency Stop	2	1	Each
CBTC - IXL	-	ESS - Emergency Stop System	1	1	Each
CBTC - ATS	R720	Dell PowerEdge R720 Server Two Processor	2	2	Each
CBTC - ATS	V212D08A12CM	EMC VNXE3150,2XSP DPE, 8GB, 12x3.5,6X2TB NLSAS	3	3	Each
CBTC - ATS	R9839000	ECU-100i 7	2	2	Each
CBTC - ATS	T5600	Precision T5600 WorkStation	7	6	Each
CBTC - ATS	5130cdn	Dell Color Laser Printer	3	3	Each
CBTC - ATS	PT-7828-F-48	MOXA Layer 3 Modular Managed Ethernet Switch	1	1	Each
CBTC - ATS	SFP-1GLXLC-T	SFP Interface Module	1	1	Each
CBTC - ATS	PM-7200-8TX	Interface Module with 8 10/100 Ports	1	1	Each
CBTC - ATS	-	Dell KVM 2162 16 Port Switch with 1U KMM (Touchpad, Eng Kybd and Widescreen 18.5" Display)	1	1	Each
CBTC - ATS	-	Dell PDU for Racks	3	3	Each
CBTC - Carborne Controller	6532619	Board CBOP	7	3	Each
CBTC - Carborne Controller	6533769	MVB communication module	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6534003	Board MTOR CBTC	62	16	Each
CBTC - Carborne Controller	6534864	Power Supply Board ACSDVP	16	5	Each
CBTC - Carborne	6535476	Wired Rack SCCFA	3	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Controller					
CBTC - Carborne Controller	6535479	Wired Rack SCCFB	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6535551	Board CCTE	9	3	Each
CBTC - Carborne Controller	6535552	Board TACH	26	8	Each
CBTC - Carborne Controller	6535555	Board PMC	3	1	Each
CBTC - Carborne Controller	6535558	Board NRB	4	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6535710	Accelerometer Sensorex numeric SX41852	13	5	Each
CBTC - Carborne Controller	6535717	Accelerometer Jewell analogic LCA 165-0,5g	13	5	Each
CBTC - Carborne Controller	6536268	Board CSRE	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6536270	Board CVRE	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6536832	BTM Antenna	7	3	Each
CBTC - Carborne Controller	141A.0100049	Speed sensors Deuta	1	1	Each
CBTC - Carborne Controller	3209.0100038 rev 01,2	110/24 DC/DC BTM Voltage converter	11	4	Each
CBTC - Carborne Controller	6529608-00	BTM module	21	7	Each
CBTC - Carborne Controller	6532776	Fan rack 1U 19" RACK 110V/24V	28	8	Each
CBTC - Carborne Controller	B60A.0100087	Accelerometers housing plate	13	5	Each
CBTC - Carborne	TA5A.0100001	SSRB module	2	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO SAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Controller					
CBTC - Carborne Controller	109B.0100175	TOD f	8	3	Each
CBTC - FrontAM	-	Application Server English	3	3	Each
FrontAM	-	D-Link DKVM 8E SWITCH kvm ps/2 _ PORTS	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	Power connect 2716 16 port	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	Workstation (PC+Screen+MS SQL Client Licence)	2	2	Each
CBTC - FrontAM	-	Monitor	2	2	Each
CBTC - FrontAM	-	Laser printer	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	Dual port Server Adaptater	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	PSAUME : (PC PORTABLE)	2	2	Each
CBTC - Zone Controller	6533589	Rack PCSG	2	1	Each
CBTC - Zone Controller	6532204	Board CCS2	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	6534133	Board CME+	2	1	Each
CBTC - Zone Controller	6533590	Board CCS-V	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	6526501-00	Board CALS	1	1	Each
CBTC - Zone Controller	6527497-00	Coding cap BCH-ST	1	1	Each
CBTC - Zone Controller	6525173-00	Board CIER	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	6535267	KVM + Accessories (power suply +cords)	1	1	Each
CBTC - Zone Controller	6532838	PC 2U rackable PIV board PICMG	6	3	Each
CBTC - Zone Controller	6524755-00	Rack Ventilation PVF Export	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	B73A.000027	Tags (ASTS's Tag)	24	7	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail for main line in tunnel	5	2	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail for station	5	2	Each

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Catenary System	TBD	Conductor Rail system (incl. profile+joints+contact grease+earthing clamps+expansion arrangements +transition arrangements+crossings+fixed point	60	24	Lm
Catenary System	TBD	Contact wire in the CR profile	1000	350	Lm
Catenary System	TBD	Air gap arrangements (2 bent up profiles+feeder clamps+jumpers)	5	2	Each
Catenary System	TBD	Feeding point arrangements (cast resin insulators+CR feeder clamps+copper plate+Cu cable and cable lugs for the connection to the CR–(no power cable between TPS and copper plate are included)	5	2	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail Section Insulator	5	1	Each
Catenary System	TBD	Midpoint anchor	5	2	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail for main line and Depot area under mast or portals	3	1	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail in tunnel	0	1	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail system (incl profile + joints + contact grease + earthing clamps+expansion arrangements +transition arrangements+crossings+fixed point+	36	12	Lm
Catenary System	TBD	Flying support or equivalent special support to enlarge the span between masts/portals, OR FOR DOUBLE SUPPORT IN CROSSING.	3	1	Each
Catenary System	TBD	Contact wire in the CR profile	450	150	Lm
Catenary System	TBD	Feeding point arrangements(cast resin insulators+CR feeder clamps+copper plate+Cu cable and cable lugs for the connection to the CR –o power cable between TPS and copper plate are included)	4	4	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail Section Insulator	4	1	Each
Catenary System	TBD	Midpoint anchor	3	1	Each
Catenary System	TBD	-Alu/Steel bimetallic earth cable.	100	100	Lm
Catenary	TBD	- Mast-track earthing connection	4	10	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
System					
Catenary System	TBD	Motorized inched supports for conductor rail	2	1	Each
Catenary System	TBD	Slave inched supports for conductor rail	2	1	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail profile + joints + contact grease + earthing clamps + electrical connection	2	1	Each
Catenary System	TBD	Contact wire in the CR profile	100	100	Lm
Catenary System	TBD	Fix Support at depot entrance	1	1	Each
Catenary System	TBD	Sectioning switch mounted on Mast	2	1	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail Section Insulator	2	1	Each
ECP	101	Station and lift	10	10	Each
ECP	102	Station ODES console	2	2	Each
ECP	107	Central Console for ECP	2	2	Each
ECP	108	Vehicle (6 car configuration)	8	8	Each
Emerg Tel	201	Line blue light stations telephones	6	6	Each
Emerg Tel	202	Line Emerg tel	9	9	Each
Emerg Tel	203	Station media converter rack (IP mag redunded)	2	2	Each
Emerg Tel	204	Station analogue backup telephones	2	2	Each
PID	302	Double Face LED display with embedded clock	7	7	Each
PID	303	Single Face LED display with embedded clock	3	3	Each
PID	304	Single Face LED display outdoor (no embedded clock)	2	2	Each
PID	307	Vehicle Internal LED Double Face (6 car vehicle)	8	8	Each
PID	309	On-board ECS-PIS Manager (6 car vehicle)	3	3	Each
CTN	401	L2 Switch Rack Station	3	3	Each
CTN	402	L3 Switch Rack (switches, OTDF, Copper patch panels, PDUs etc.) - Stations and depot	2	2	Each
CTN	403	SER-SEAT-ESS/Shaft Rack-L3 Switch	2	2	Each
CTN	404	Line OTDF	3	3	Each
CTN	405	L2 Switch Rack Depot	2	2	Each
TEL	501	Basic Telephone - Station, SER, ESS	16	16	Each
TEL	502	Basic Telephone - Depot	10	10	Each
TEL	504	ODES Advanced Telephone	2	2	Each
PA	606	Speakers (stations)	93	93	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
PA	607	Station Announcement Point in platform (SAP) equipped with PA mic + telephone	2	2	Each
PA	608	Station Rack	2	2	Each
PA	610	Depot Speaker	20	20	Each
PA	617	On-board (6 car Vehicle) Amplifier	3	3	Each
PA	618	On-board (6 car Vehicle) Speaker	38	38	Each
CLOCK	1004	Station Slave Clock Rack	2	2	Each
CLOCK	1005	Clock	6	6	Each
CLOCK	1006	Clock (Depot)	2	2	Each
OBS	1101	Vehicle - Set control unit+keyboard	4	4	Each
CCTV	1201	Fixed CCTV camera station	12	12	Each
CCTV	1202	Platform Fixed CCTV camera	7	7	Each
CCTV	1203	Elevator Camera	3	3	Each
CCTV	1204	IVA channels	11	11	Each
CCTV	1208	PTZ CCTV camera	2	2	Each
CCTV	1214	CCTV Camera (6 car)	10	10	Each
CCTV	1215	NVR (6 car)	3	3	Each
Radio & DCS	702	SCN. Redundant Central Node	1	1	Each
Radio & DCS	719	Hand terminal HTT-500 Basic. 3 W. 380-430 MHz	12	12	Each
Radio & DCS	720	Mobile termial MDT-400 380-400 MHz 10W	2	2	Each
Radio & DCS	722	Vehicle Radio for 6 or 7 car train (included antennas and accessories)	4	4	Each
Radio & DCS	723	Train networking system CabTLC	4	4	Each
Radio & DCS	725	Train networking system MidCar (6 car vehicle)	9	9	Each
Radio & DCS	727	TEBATREN RF station combiners (TETRA-TEBATREN-TELEPHONY)	2	2	Each
Radio & DCS	728	TEBATREN RF tunnel combiners (TETRA-TEBATREN-TELEPHONY)	2	2	Each
Radio & DCS	732	Supply, installation and start-up of station/tunnel Base Station	2	2	Each
Radio & DCS	733	Supply, installation and start-up of outdoor Base Station	1	1	Each
Radio & DCS	736	Supply, installation and start-up of on-board train-to-track communications system equipment per train (CMS, antenna and RF cables)	2	2	Each
Platform Screen Doors	N/A	Motorized Screen Doors Leaf	30	30	Each
Platform Screen	N/A	Emergency Escape Door Leaf	30	30	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAB GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Doors					
Platform Screen Doors	N/A	Fixed Screens Door Leaf	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Platform End Door Leaf	6	6	Each
Platform Screen Doors	N/A	Door Control Units	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	DC Motor	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Buzzer	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Belt	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Pully	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Panic Device	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Door Bearing	60	60	Each
Platform Screen Doors	N/A	Door closer	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Open/Close Sensor	60	60	Each
Platform Screen Doors	N/A	Emergency Door Sensor	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Push Button	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Lamp	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Control Board for LCP	4	4	Each
Platform Screen	N/A	Computer for LCP	4	4	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Doors					
Platform Screen Doors	N/A	Key Switch	4	4	Each
Platform Screen Doors	N/A	Selector switch	12	12	Each
OCC	DL320	[MRY-KFM10] Server Domain Controller	1	1	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_ATS] Workstation (rack mount option)	1	1	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_CCTV] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_IWS] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_RADIO] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_SCADA] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_TCS] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	TBD	[MRY-KFM81] Audio Extender	3	3	Each
OCC	EY-M1-201-TR	[MRY-KFM30_CLIENT] DVI Extender	10	10	Each
OCC	IC400A-EU	[MRY-KFM40_CLIENT] USB Extender	9	9	Each
OCC	2910-24G al Switch (J9145A)	[MRY-KFM60] Switch L3 24 port	1	1	Each
OCC	RX1602	[MRY-KFM80] Audio Mixer 8 INPUT	4	4	Each
OCC	E2213H	[MRY-PHM10] 21.5" LCD monitor (full hd)	10	10	Each
OCC	UNIVERSE 2.0	[MRY-PJM10] Loudspeaker	1	1	Each
OCC	AP7724	[MRY-QAM10] Automatic Transfer Switch + 2 EMI/EMC Filter	1	1	Each
OCC	TBD	[MRY-QAM20] Magnetothermic Switches Panel	2	2	Each
OCC	DT528A	[MRY-SFM10] Keyboard	2	2	Each
OCC	GM324AA#ABA	[MRY-SFM20] Mouse	2	2	Each
OCC	KV9208A	[MRY-KVMR08] Hardware KVM	1	1	Each
Peripheral SCADA	1756-A7	PLC Boards & Terminals	11	4	Each
Peripheral SCADA	1756-PAR2	PLC Boards & Terminals	24	8	Each
Peripheral SCADA	1756-EN2T	PLC Boards & Terminals	26	9	Each
Peripheral SCADA	1756-EN2TR	PLC Boards & Terminals	52	17	Each
Peripheral SCADA	1756-L73	PLC Boards & Terminals	24	8	Each
Peripheral SCADA	1756-N2	PLC Boards & Terminals	21	7	Each
Peripheral	1756-RM2	PLC Boards & Terminals	26	9	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
SCADA					
Peripheral SCADA	1756-RMC1	PLC Boards & Terminals	13	5	Each
Peripheral SCADA	1756-A10	Unsafe I/O devices	10	4	Each
Peripheral SCADA	1756-PAR2	Unsafe I/O devices	22	7	Each
Peripheral SCADA	1756-EN2TR	Unsafe I/O devices	25	8	Each
Peripheral SCADA	1756-IB32	Unsafe I/O devices	87	29	Each
Peripheral SCADA	1756-OB32	Unsafe I/O devices	27	9	Each
Peripheral SCADA	1756-IF8	Unsafe I/O devices	13	4	Each
Peripheral SCADA	1756-OF8	Unsafe I/O devices	13	4	Each
Peripheral SCADA	MVI56-MNET	Unsafe I/O devices	13	5	Each
Peripheral SCADA	1756-N2	Unsafe I/O devices	32	10	Each
Peripheral SCADA	1756-TBCH	Unsafe I/O devices	46	15	Each
Peripheral SCADA	1756-TBNH	Unsafe I/O devices	5	2	Each
Peripheral SCADA	1606-XLE240EE	Safe I/O devices	28	9	Each
Peripheral SCADA	1715-A2A	Safe I/O devices	11	4	Each
Peripheral SCADA	1715-A3IO	Safe I/O devices	68	22	Each
Peripheral SCADA	1715-AENTR	Safe I/O devices	28	9	Each
Peripheral SCADA	1715-IB16D	Safe I/O devices	169	54	Each
Peripheral SCADA	1715-TADIB16D	Safe I/O devices	62	20	Each
Peripheral SCADA	1715-OB8DE	Safe I/O devices	102	34	Each
Peripheral SCADA	1715-TADOB8DE	Safe I/O devices	38	13	Each
Peripheral SCADA	1715-N2S	Safe I/O devices	99	32	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay base	27	8	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay base AMRA 50IP20	12	3	Each
MV	TBD	Fuse support BT ABB E932/32	3	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Switchboard					
MV Switchboard	TBD	Fuse support BT ABB E931/32	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay base AMRA 78BIP20	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Disconnector clamp	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relays 24-240 VDC	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp WEIDM.WTL 6/3/35STB.101860	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp WEID.ZDU 2.5/4An.160857	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	LV disconnector S203M-C3	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	SC2-H6R Tool	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp ZVR 2.5/2190697	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Pushbutton D-22MM CP1-10L-10	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	White Led	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Thermostat	6	1	Each
MV Switchboard	TBD	Lighting pushbutton	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	Yellow Lighting poushbutton	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Pushbutton MP1-11G KW1008	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Multifunction Device	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary 110 Vdc Relays	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	Protection relay. 64-300-275	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Protection relay 110 VDC	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	BIPOKS auxiliary relay	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay OKBA8	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Multicontact relays	3	1	Each
MV	TBD	Multicontact relays	3	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pag

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Switchboard					
MV Switchboard	TBD	Auxiliary POCS relay	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary POCS relays 24 DC	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Lamp support	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	Contact	9	2	Each
MV Switchboard	TBD	Disconnector for circuit breakers	9	2	Each
MV Switchboard	TBD	Green Led	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	BA check assembly	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Voltage indicator	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Minifluo Lamp support	1	1	Each
UPS	TBD	Fuse 2A 500V 6,3x32	3	1	Each
UPS	TBD	Fuse 125A 660V	47	14	Each
UPS	TBD	Fuse 150A 500V	14	4	Each
UPS	TBD	Fuse 200A 500V	9	2	Each
UPS	TBD	Fuse 700A 660V	3	1	Each
UPS	TBD	Fuse 160A 500V NH1 gL/gG	28	8	Each
UPS	TBD	Fuse 200A 500V NH1 gL/gG	9	2	Each
UPS	TBD	IGBT 400A 1200V	3	1	Each
UPS	TBD	SCR 500A 1600V	19	5	Each
UPS	TBD	Diode 600A 1200V	14	4	Each
UPS	TBD	SCR 130A 1600V	4	1	Each
UPS	TBD	SCR 55A 1600V	14	4	Each
UPS	TBD	Fan 230V 200W	14	4	Each
UPS	TBD	Capacitor 1µF 1200Vac	9	2	Each
UPS	TBD	Capacitor 100µF 250Vac	15	4	Each
UPS	TBD	Capacitor 30µF 470Vac	4	1	Each
UPS	TBD	Capacitor 4700µF 350Vdc Elettrolitico	4	1	Each
UPS	TBD	Board Bridge Firing 550V 12P	19	5	Each
UPS	TBD	Board Static Firing	4	1	Each
UPS	TBD	Board IGBT Interfaccia	4	1	Each
UPS	TBD	Board SCR Com.St. Firing	19	5	Each
UPS	TBD	Interface Board	4	1	Each
UPS	TBD	Board for Network transformers 480V	4	1	Each
UPS	TBD	Network Transformers Board	4	1	Each
UPS	TBD	Backfeed Protection Board	4	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
UPS	TBD	Micro Display Board	4	1	Each
UPS	TBD	Rectifier Control Board	4	1	Each
UPS	TBD	I2C Board	4	1	Each
UPS	TBD	SMPS Board	4	1	Each
UPS	TBD	IGBT Board	4	1	Each
UPS	TBD	INV Board	14	4	Each
UPS	TBD	RIS Board	9	2	Each
UPS	TBD	BUI Board	4	1	Each
UPS	TBD	LCD Display Board	4	1	Each
UPS	TBD	Connection Board	4	1	Each
UPS	TBD	Interface Board	4	1	Each
UPS	TBD	CUX Board	4	1	Each
UPS	TBD	FAN Control Board	4	1	Each
UPS	TBD	FAN Sensors Board	4	1	Each
UPS	TBD	Alarm Control Board	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Micro & Fuse	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Smart 96 piu energy analyzer	6	1	Each
Battery Charger	TBD	Red Led	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Yellow Led	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Green Led	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Relay	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Interface Relay	15	4	Each
Battery Charger	TBD	DIA-LP31 Relay	7	2	Each
Battery Charger	TBD	Main suspensions assy	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Opening coil	1	1	Each
Battery Charger	TBD	OKBA Relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Relay TMS2R 110DC	3	1	Each
Battery Charger	TBD	TMS2E Relay	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Closing Mptor	4	1	Each
Battery Charger	TBD	BIPOKS 110DC relay	1	1	Each
Battery	TBD	POKS 110DC Relay	4	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pag

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Charger					
Battery Charger	TBD	TRIPOKS 110DC Relay	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Fuses	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Inverse current relay	31	9	Each
Battery Charger	TBD	Current Transducer	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Receiver	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Receiver	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Voltage Transducer	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Transducer	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Traù	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Earthing relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Clamp Fuse	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic Protection	31	9	Each
Battery Charger	TBD	Resistance	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Black pushbutton	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Lighting green pushbutton	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Red Lighting pushbutton	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Yellow Lighting pushbutton	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Key selector	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Modular contact	4	1	Each
Battery Charger	TBD	15W Lamp	31	9	Each
Battery Charger	TBD	8W Lamp	7	2	Each
Battery Charger	TBD	Mobile arc contact	7	2	Each
Battery Charger	TBD	Fixed Arc contact	22	6	Each
Battery	TBD	Main mobile contact	22	6	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Charger					
Battery Charger	TBD	Main fixed contact	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Ass. cont. aus. reed switch	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Main suspensions assy	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Suspensions	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic assy	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic case	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic Protection	9	2	Each
Battery Charger	TBD	Closing Motor	9	2	Each
Battery Charger	TBD	Opening coil	3	0	Each
Battery Charger	TBD	Resistance	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Complete disconnector	3	1	Each
Battery Charger	TBD	DIA-IGTV relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	DIA-LP31 Line tester	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Line tester circuitry	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Earthing relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Transducer	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Receiver	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Voltage Transducer	3	1	Each
Battery Charger	TBD	DC Disconnector Motor	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Various	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Positive stack (incl. Diodes)	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Negative stack (incl. Diodes)	1	1	Each
Battery	TBD	Diode	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Charger					
Battery Charger	TBD	Fuse 20A 2.000V	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Capacitor 3 µF - 1500 V	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Capacitor 0,47 µF - 1500 V	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Resistor 5,6 Ohm - 240W	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Resistor 39 Ohm - 50W	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Resistor 47 KOhm - 50W	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Thermostat 40°C - 120°C	3	1	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Lifting gear box SK9032.1 AZ D-W,	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Screw Unit complete with Carrying-/Safety nut	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Axial Bearing 29414 MB	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Motor SK 132 M/4 Bre 100; P = 7,5 kW	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Protection boots Hoists "Up"	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	High flexible shaft elements 4 GX	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Gas spring Type MK9010-900N	8	8	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Gear cam limit switch GTES 51/2C 280DZMK-699P	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Limit switches XCKP2118P16	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Limit switches XCKT2110P16	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Limit switches XCKP2121P16	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Inductive transmitter	12	12	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Screw Unit complete with Carrying-/Safety nut	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Carrying Nut unit	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Axial Bearing 29413 MB	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Protection boot Body stands "Up"	4	4	Each
Depot -	TBD	Gas spring for Body Stands - Type MK9005-	4	4	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Lifting Jacks		600N			
Depot - Lifting Jacks	TBD	Power Contactor 3RT 1025-1AP04	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Indicator lights for remote control pendants	10	10	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Remote Contro pendant with buttons	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	LED 24VDC - "yellow/green" for Control Panel	10	10	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Siemens Touch Panel TP177A	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	PLC Output board - 32 DO - Siemens	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	PLC Input board - 32 DI - Siemens	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Circuit breaker "Hoists" 3 RV 1026 - Siemens	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Circuit breaker "Body Stands" 3 RV 1021 - Siemens	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Drive roller	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Axial roller	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Measuring wheel Z-axis	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Measuring wheel X-axis	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Sleeve	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	1	1	Each
Depot - Wheel	TBD	Scraper	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Lathe					
Depot - Wheel Lathe	TBD	Spindle bearing	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Toothed belt Poly Chain Carbon	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Toothed belt	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Clamping unit	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Pressure gauge converter	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Servo valve	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Medium-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Medium-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Medium-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Switching valve	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Switching valve	1	1	Each
Depot - Wheel	TBD	Switching valve	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Lathe					
Depot - Wheel Lathe	TBD	Seat valve intermediate plate	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Regulated power supply	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Pulse encoder	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Proximity switch	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Proximity switch	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Safety switch	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Proximity switch	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Safety switching device	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Digital output amplif. module	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Circuit breaker	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Motor overload trip	1	1	Each
Depot - Wheel	TBD	Motor overload trip	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Subsystem	*Part Number*	*Description*	*Quantity Line 2*	*Quantity Line 4*	*Unit*
Lathe					
Depot - Wheel Lathe	TBD	Contactor	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Coupling Relay	3	3	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Auxiliary Contactor	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Suppressor diode	2	2	Each

4.1.3 OBRA CIVIL

Se adjunta a continuación el listado de los repuestos previstos para la obra civil:

LINEA 2 Y LINEA 4	
	Repuestos a Solicitar a la CJV
Ascensores	
Ascensores	Equivalente a 3 unidades en componentes sueltos
Escaleras	
Escaleras	Equivalente a 7 unidades en componentes sueltos
Ventilación.	
Ventiladores	Equivalente a 2 unidades en componentes sueltos
Contra incendios	
Equipos de presión	Equivalente a 2 unidades en componentes sueltos
Rociadores	400 Unidades
Extintores	79 Unidades
Hídrico sanitario	
Equipos de Bombeo	Una bomba y un arrancador
Vía	
Carriles	1440 M
Sujeciones	3602 Ud
Aparatos de vía	Equivalente a 5 Unid en componentes sueltos
Traviesas	810 Ud
Toperas	2 Ud
Balasto (talleres y cocheras)	1069 m3
Estaciones	
Paneles verticales paredes	2000 m2
Luminarias	6660 Unidades
Suelos	2600 m2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAZABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pag

LINEA 2 Y LINEA 4	
	Repuestos a Solicitar a la CJV
Transformadores Trifásicos	2 Transformadores trifásico-trifásico
UPS ONLINE TRIFÁSICO-TRIFÁSICO	2 UPS online trifásico-trifásico
Túnel	
Luminarias	740 Unidades

Nota. Se suministraran 1/3 de la medición para cada una de las fases

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

N. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

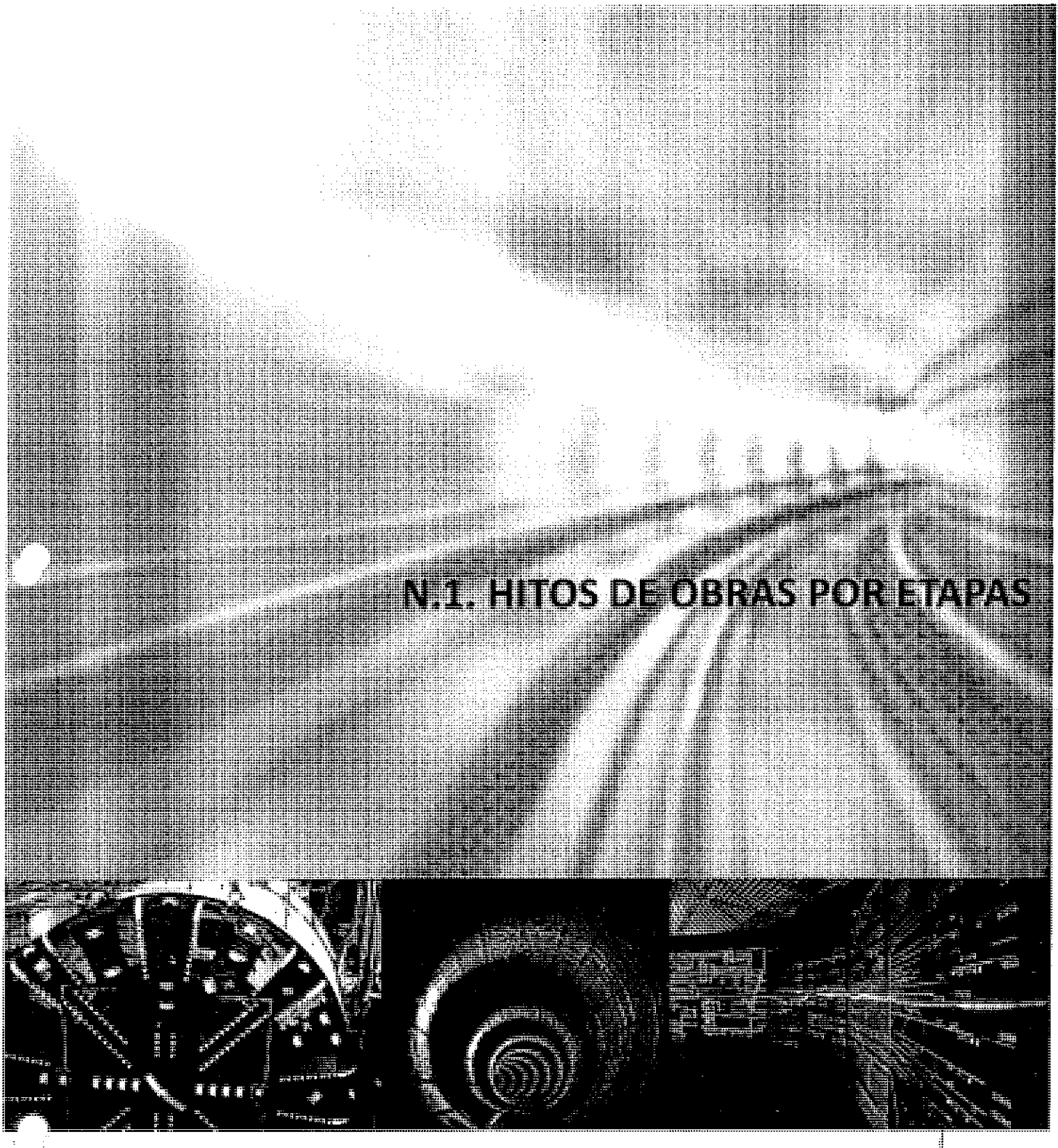


ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



N.1. HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

Índice

011894

N) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS 2
N.1) Hitos de Obras por Etapas 2
N.1.a) Introducción 2
N.1.b) Exigencias del Contrato 2
N.1.c) Hitos de Movilización 2
N.1.d) Etapa 1A 4
N.1.e) Etapa 1B 5
N.1.f) Etapa 2 7
N.1.g) Conclusión 10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

N) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS

0011395

N.1) Hitos de Obras por Etapas

N.1.a) *Introducción*

Las obras se desarrollarán en varias etapas, de forma que se vayan poniendo en servicio diferentes sectores de las líneas:

- La **Etapa 1** prevé la puesta en servicio de un primer sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi.

  Para optimizar el diseño y aprovechar las instalaciones para la posterior operación de la línea en su conjunto, se ha determinado que el tramo que se priorice debe de ser contiguo al Patio Taller de Santa Anita, y concretamente se ha definido como prioritario el tramo ubicado en el sector Oeste desde el mismo Patio.

  La construcción de este tramo prioritario se denomina consecuentemente como "**Etapa 1A**", mientras que el resto de la Etapa 1 se denomina "**Etapa 1B**".

- La **Etapa 2** prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Parque Murillo y Puerto del Callao, y del Ramal Av. Faucett-Gambeta, perteneciente a la Línea 4.

Se ha considerado que la Firma del Contrato se realizará el 1 de mayo de 2014, estableciéndose dicho mes como Mes 1 de las obras. El inicio efectivo de los trabajos de la Etapa 1A se prevé en junio de 2014.

N.1.b) *Exigencias del Contrato*

El Contrato de Concesión exige un plazo de finalización para cada una de las Etapas. Estos plazos son los siguientes:

- **Plazo ETAPA 1A: 810 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ETAPA 1B: 1320 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ETAPA 2: 1860 días, contados a partir de la fecha de cierre**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.1.c) *Hitos de Movilización*

Los siguientes hitos describen las duraciones establecidas para la movilización e implantación de las obras; también están incluidos los hitos de adquisición de maquinaria, aprovisionamientos y diseño:

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
H01 - MOV01; MOV02; MOV03; MOV04; MOV08; MOV09; MOV10; MOV15; MOV17; MOV18; MOV19; MOV20	INICIO	FIN
H01_1 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN	02-jun-14	29-nov-14
H01_2 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN	02-ene-15	30-abr-15

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
H02 - ADQUISICION TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS	**INICIO**	**FIN**
H02_1 - ADQUISICION TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS.	01-jul-14	29-Aug-14
H02_2 - ADQUISICION TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS.	01-oct-14	31-jul-15
H03 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	**INICIO**	**FIN**
H03_1 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	02-feb-15	28-feb-15
H03_2 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	01-abr-15	30-abr-15
H03_3 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	01-sep-15	30-sep-15
H03_4 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	02-ene-16	30-ene-16
H03_5 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	02-ene-17	31-ene-17
H03_6 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	01-jul-17	31-jul-17
H03_7 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	02-ene-18	31-ene-18
H03_8 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO	02-jul-18	31-jul-18
H04 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS. MOV12; MOV13; MOV14; MOV16; MOV17bis	**INICIO**	**FIN**
H04_1 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-sep-14	31-oct-14
H04_2 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-15	31-ene-15
H04_3 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-mar-15	31-mar-15
H04_4 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-jul-15	31-jul-15
H04_5 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-16	30-ene-16
H04_6 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-abr-16	30-abr-16
H04_7 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-oct-16	31-oct-16
H04_8 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-17	31-ene-17
H04_9 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-jul-17	31-jul-17
H04_10 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-18	31-ene-18

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
H04_11 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-19	31-ene-19
H05 - DISEÑO	**INICIO**	**FIN**
H05 - DISEÑO	02-jun-14	30-jul-16

N.1.d) *Etapa 1A*

Las obras principales que se desarrollarán en esta etapa son las siguientes:

- Pozos de ventilación: pozos cenitales PV20, PV21, PV22 y PV23
- Túnel de P.K. 19+472 (final estación Evitamiento) hasta 23+455 (inicio estación Mercado Santa Anita). Se han considerado incluidos en esta fase unos tramos al inicio y al final, para poder conexionar posteriormente con la etapa 1B sin parar el servicio. Por tanto el tramo que se ha considerado es el comprendido entre el P.K. 19+000 y el P.K. 23+900.
- Estaciones: Evitamiento, Ovalo Santa Anita, Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita
- Talleres y conexión con los mismos: Santa Anita
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 1A		
H06 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1A+INSTALACIONES TUNEL 1A	**INICIO**	**FIN**
H06 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1A+INSTALACIONES TUNEL 1A	02-jun-14	31-may-16
H07 - L2. E1A ESTACIONES Nº 20-21-22-23-24	**INICIO**	**FIN**
H07 - L2. E1A ESTACIONES	01-ago-14	09-jul-15
H08 - L2. E1A ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC Y POZOS 20-21-22-23	**INICIO**	**FIN**
H08_1 - L2. E1A ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC Y POZOS	01-jul-14	29-sep-14
H08_2 - L2. E1A ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC Y POZOS	11-mar-15	31-dic-15
H09 - L2. E1A. TUNEL DE LÍNEA 19+000 - 23+900 Y RAMAL ACCESO TALLER	**INICIO**	**FIN**

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

HITOS ETAPA 1A		
H09 - L2. E1A. TUNEL DE LÍNEA 19+000 - 23+900 Y RAMAL ACCESO TALLER	26-ago-14	20-jun-15
H10 - L2. E1A. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1A. LÍNEA Y TALLERES+ACCESOS TALLER	**INICIO**	**FIN**
H10_1 - L2. E1A. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1A	7-mar-15	16-may-15
H10_2 - L2. E1A. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1A	22-jun-15	08-sep-15
H11 - L2. E1A. PATIO-TALLER SANTA ANITA. OBRA CIVIL (EXCEPTO SUPERESTRUCTURA Y ACCESOS)	**INICIO**	**FIN**
H11 - L2. E1A. PATIO-TALLER SANTA ANITA	16-jun-14	02-may-15

N.1.e) *Etapa 1B*

La Etapa 1B prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi (a excepción del ya puesto en servicio en la Etapa 1A).

Las obras principales a desarrollar son las siguientes:

- Pozos: PV11, PV12, PV13, PV14, PV15, PV16, PV17, PV18, PV19, PE1 (P19 bis), PV24, PV25, PV26.
- Túnel ejecutado mediante TBM desde el P.K. 10+964,284 hasta el P.K. 17+421,152 (inicio estación Nicolás Arriola)
- Túnel en mina desde el P.K. 17+575,382 (Final estación Nicolás Arriola) hasta el P.K 19+000,00 y desde el P.K. 23+900,00 hasta el P.K. 27+045,934 (Final de la Obra).
- Tercera vía entre los PP.KK. 10+492,676 y 10+964,284. Aunque este tramo estrictamente pertenece a la Etapa 2, es necesaria su realización parcial, ya que se utiliza para la extracción de la tuneladora.
- Estaciones: Plaza Bolognesi, Estación Central, Plaza Manco Capac, Cangallo, 28 de Julio, Nicolás Ayllón, Circunvalación, Nicolás Arriola, Vista Alegre, Prolongación Javier Prado y Municipalidad de Ate
- Talleres: finalización Santa Anita
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 1B		
H12 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1B	**INICIO**	**FIN**
H12 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1B	02-jun-14	30-dic-17

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

011200

HITOS ETAPA 1B

H13 - L2. E1B ESTACIONES Nº 12-13-14-15	INICIO	FIN
H13 - L2. E1B ESTACIONES	18-feb-15	20-jul-16
H14 - L2. E1B ESTACIONES Nº 16-17-18-19	**INICIO**	**FIN**
H14 - L2. E1B ESTACIONES	01-sep-14	16-ene-16
H15 - L2. E1B ESTACIONES Nº 25-26-27	**INICIO**	**FIN**
H15 - L2. E1B ESTACIONES	24-mar-15	27-ago-16
H16 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC. Nº 12-13-14-15 Y POZOS(SIN INSTALACIONES9 11-12-13-14-15)	**INICIO**	**FIN**
H16 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC. Y POZOS	22-mar-16	31-may-17
H17 - L2. E1B ESTACION 16 BIS Y ARQUIT-ELECTROMEC. Nº 16-16bis-17-18 Y POZOS 16-17-18	**INICIO**	**FIN**
H17 - L2. E1B ESTACION 16 BIS Y ARQUIT-ELECTROMEC. Y POZOS	28-ago-15	31-may-17
H18 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC. Nº 19-25-26-27 Y POZOS 19- Y POZOS	**INICIO**	**FIN**
H18_1 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC., POZOS Y POZOS (SIN INSTALACIONES)	01-jul-14	14-sep-15
H18_2 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC., POZOS Y POZOS (SIN INSTALACIONES)	01-mar-16	31-may-17
H19 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 10+492 - 17+421, SIN INSTALACIONES	**INICIO**	**FIN**
H19 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 10+492 - 17+421, SIN INSTALACIONES	01-jun-15	14-ene-17
H20 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 17+575 - 19+000, SIN INSTALACIONES	**INICIO**	**FIN**
H20 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 17+575 - PV19bis, SIN INSTALACIONES	23-mar-15	07-may-16
H21 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 23+900 -FINAL, SIN INSTALACIONES	**INICIO**	**FIN**
H21 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 23+900 -FINAL, SIN INSTALACIONES	22-sep-14	28-ene-15
H21 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 23+900 -FINAL, SIN INSTALACIONES	12-jun-15	27-jul-16
H22 - L2. E1B. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1B + INSTALACIONES: TUNEL 1B Y POZOS	**INICIO**	**FIN**
H22 - L2. E1B. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1B + INSTALACIONES: TUNEL 1B Y POZOS	07-dic-15	06-jun-17

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

011000

HITOS ETAPA 1B		
H22 - L2. E1B. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1B + INSTALACIONES: TUNEL 1B Y POZOS	03-ago-15	17-sep-15

N.1.f) *Etapa 2*

La Etapa 2 prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Parque Murillo y Puerto del Callao, y del Ramal Av. Faucett-Gambeta, perteneciente a la Línea 4.

Línea 2

Las obras principales son las siguientes:

- Pozos: PV1, PV1 bis, PV2, PV3, PV4, PV5, PV6, PV7, PV8, PV9 y PV10.
- Tercera vía Cut & Cover: desde el P.K. 5+461,797 hasta el P.K. 5+933,400
- Tercera vía Cut & Cover: desde el P.K. 10+492,676 hasta el P.K. 10+964,284
- Túnel mediante TBM: desde el inicio hasta el P.K. 10+342,054 (inicio estación Parque de Murillo), exceptuando los tramos de tercera vía.
- Estaciones: Puerto del Callao, Buenos Aires, Juan Pablo II, Insurgentes, Carmen de la Legua-L2, Oscar Benavides, San Marcos, Elio, La Alborada, Tingo María y Parque Murillo
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 2		
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	**INICIO**	**FIN**
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	01-jul-14	28-jun-19
H24 - L2. E2 ESTACIONES Nº 1-2-3, POZOS L2: 4	**INICIO**	**FIN**
H24 - L2. E2 ESTACIONES Nº 1-2-3, POZOS L2: 4	07-ene-15	19-jul-16
H25 - L2. E2 ESTACIONES Nº 4-5-6-7	**INICIO**	**FIN**
H25_1 - L2. E2 ESTACIONES Nº 4-5-6-7	01-oct-14	28-ago-15
H25_2 - L2. E2 ESTACIONES Nº 4-5-6-7	17-nov-15	01-oct-16
H26 - L2. E2 ESTACIONES Nº 8-9-10-11, POZOS L2: 1bis-1-2-3	**INICIO**	**FIN**

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 2		
H26 - L2. E2 ESTACIONES Nº 8-9-10-11, POZOS L2: 1bis-1-2-3	25-may-15	09-oct-17
H27 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC. Nº 1-2-3-4-5, POZOS L2: 5-6-7	**INICIO**	**FIN**
H27_1 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC., POZOS L2	25-sep-14	21-feb-15
H27_2 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC., POZOS L2	02-ene-16	30-jun-17
H28 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC. Nº 6-7-8-9-10-11	**INICIO**	**FIN**
H28 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC.	01-jul-17	30-jun-18
H29 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO - 5+462(SIN INSTALACIONES)	**INICIO**	**FIN**
H29 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO - 5+462(SIN INSTALACIONES)	01-jun-15	13-dic-16
H30 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	**INICIO**	**FIN**
H30_1 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	01-oct-14	02-abr-16
H30_2 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	13-dic-16	16-feb-17
H30_3 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	27-ene-18	28-feb-18
H31 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA 6+087 - 10+492 (SIN INSTALACIONES)	**INICIO**	**FIN**
H31 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA 6+087 - 10+492 (SIN INSTALACIONES)	14-dic-16	26-ene-18
H32 - L2. E2. SUPERESTRUCTURA L2 ETAPA 2, INSTALACIONES TUNELES L2 E2; POZOS L2: 8-9-10	**INICIO**	**FIN**
H32_1 - L2. E2. SUPERESTRUCTURA L2 ETAPA 2, INSTALACIONES TUNELES L2 E2; POZOS L2: 8-9-10	13-dic-16	02-ago-17
H32_2 - L2. E2. SUPERESTRUCTURA L2 ETAPA 2, INSTALACIONES TUNELES L2 E2; POZOS L2: 8-9-10	25-sep-17	03-Aug-18

Línea 4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Las obras principales son las siguientes:

- Pozos: PV1, PV2, PV3, PV4, PV5,PV6, PV7
- Túnel mediante TBM: desde el P.K. 0+125,355 hasta el P.K. 7+621,000 (final de la obra – L4)
- Estaciones: Gambeta, Canta Callao, Bocanegra, Aeropuerto, El Olivar, Quilca, Morales Duárez y Carmen de la Legua-L4
- Talleres y conexión con los mismos: Bocanegra

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

011902

- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 4		
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	**INICIO**	**FIN**
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	01-jul-14	28-jun-19
H33 - L4. E2 ESTACIONES Nº 1-2-3-4	**INICIO**	**FIN**
H33 - L4. E2 ESTACIONES Nº 1-2-3-4	06-feb-16	19-jul-17
H34 - L4. E2 ESTACIONES Nº 5-6 Y POZOS L4: 1-2-3-4	**INICIO**	**FIN**
H34_1 - L4. E2 ESTACIONES Nº 5-6 Y POZOS L4: 1-2-3-4	06-feb-16	18-ago-16
H34_2 - L4. E2 ESTACIONES Nº 5-6 Y POZOS L4: 1-2-3-4	24-sep-16	03-ene-18
H35 - L4. E2 ESTACIONES Nº 7-8 Y POZOS L4: 5-6-7-7bis	**INICIO**	**FIN**
H35 - L4. E2 ESTACIONES Nº 7-8 Y POZOS L4: 5-6-7-7bis	08-jun-17	16-jun-18
H36 - L4. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC. Nº 1-2-3-4-5-6-7	**INICIO**	**FIN**
H36 - L4. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMEC.	01-jun-17	31-dic-18
H37 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO -3+640	**INICIO**	**FIN**
H37 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO -3+640	14-nov-16	28-oct-17
H38 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA 3+640 - FINAL	**INICIO**	**FIN**
H38 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA 3+640 - FINAL	28-oct-17	18-ago-18
H39 - L4. E2. SUPEREST. L4 ETAPA 2. LÍNEA Y TALLERES, INST. TUNEL, ARQUIT-ELECTROMECANIC Nº 8	**INICIO**	**FIN**
H39_1 - L4. E2. SUPERESTRUCTURA L4 ETAPA 2	19-abr-17	05-jul-17
H39_2 - L4. E2. SUPERESTRUCTURA L4 ETAPA 2	24-Apr-18	31-dic-18
H40 - L4. E2. PATIO-TALLER BOCANEGRA, OBRA CIVIL (EXCEPTO SUPERESTRUCTURA)	**INICIO**	**FIN**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

011903

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 4		
H40 - L4. E2. PATIO-TALLER BOCANEGRA. OBRA CIVIL	22-feb-16	25-sep-18

N.1.g) *Conclusión*

Se ha realizado, por parte del consorcio, un estudio exhaustivo de las obras, analizando cada una de las fases, las metodologías de construcción y aunando la amplia experiencia del mismo con las estrategias más adecuadas para el cumplimiento de las bases requeridas por el cliente; de ello se ha obtenido el cronograma de trabajos que garantiza el cumplimiento de los niveles de servicios exigidos por el cliente para cada fase de los trabajos.

Los hitos marcados en el cronograma elaborado se han fijado, por tanto, priorizando la seguridad en el cumplimiento de estos niveles y la puesta en servicio de las fases del metro, y considerando, a su vez, la óptima distribución de los recursos.

El plazo total ofertado, de acuerdo con los hitos detallados en cada uno de los apartados anteriores es, para cada una de las Etapas, el siguiente:

- **Plazo ofertado ETAPA 1A: 810 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ofertado ETAPA 1B: 1320 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ofertado ETAPA 2: 1860 días, contados a partir de la fecha de cierre**

En el caso de la Etapa 1A, aunque el plazo de finalización es de 810 días, podría abrirse esta línea en modo degradado a finales del mes de mayo de 2016, ya que en esta fecha los trenes podrán entrar en funcionamiento en GoA2, mientras se siguen realizando pruebas. Tras los 810 días comentados, comenzarán las pruebas en GoA4, cumpliendo así con lo indicado en el Contrato de Concesión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

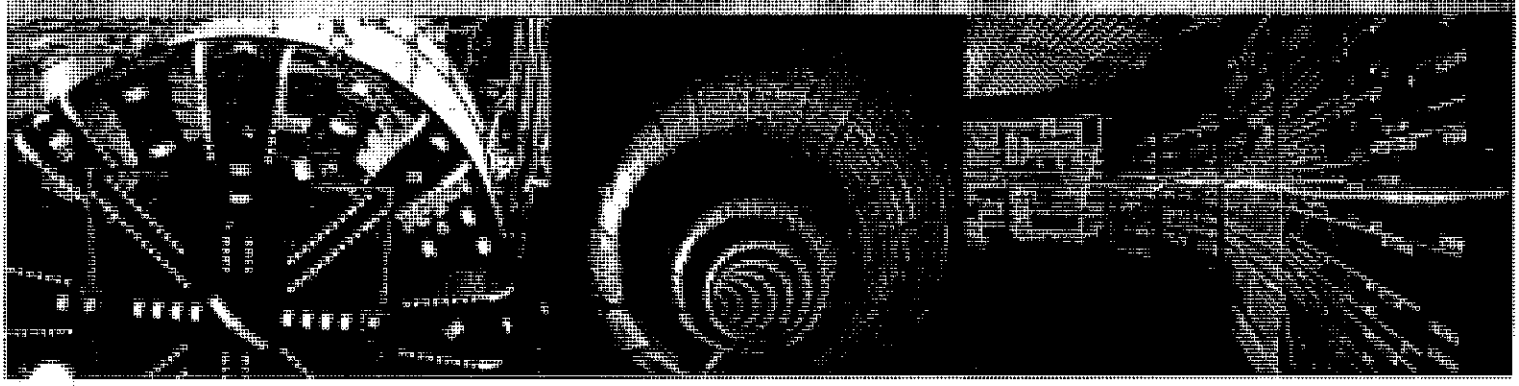
N.2.

[12303]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011904

N.2. HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Índice

011905

N.2.1 Organización del Proyecto por Etapa, y por Hitos de Provisión de Material Rodante comprendidos en ellas 2

N.2.2 Planteamiento de los Hitos de Provisión de Material Rodante y los plazos previstos para el Proyecto y su estructuración financiera 6

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

N.2.1 Organización del Proyecto por Etapa, y por Hitos de Provisión de Material Rodante comprendidos en ellas

011906

A la Fecha de Cierre se emitirá un orden único para los trenes de la Primera y Segunda Etapa según un plano de provisión de material rodante que tiene en cuenta una continuidad de producción y de conformidad con los plazos del árticulo. 6.24 del Contrato de Concesión:

a) Para la Primera Etapa A, un total de 5 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 24 desde la Fecha de Cierre;

b) Para la Primera Etapa B , un total de 15 trenes (por tanto la Primera Etapa tendrá un total de 20 trenes) , disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 40 desde la Fecha de Cierre;

c) Para la Segunda Etapa, un total de 22 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 58 desde la Fecha de Cierre (por tanto la Primera y Segunda Etapas tendrán un total de 42 trenes);

El cronograma de provisión de material rodante se desarrolla de acuerdo a las interfaces con las obras civiles y tecnológicas, es decir disponibilidad del depósito probado y equipado y de un tramo de la línea, suficiente para ejecutar las pruebas dinámicas y las pruebas de cualificación y pruebas de serie, al llegar en Lima del primer tren.

La construcción del material rodante se desarrollará en Italia, en al menos dos sitios de producción de AnsaldoBreda:

- El sitio de Nápoles (Italia), donde se llevará a cabo la producción y las pruebas de los bogies y de la tracción eléctrica ;
- El sitio en Reggio Calabria (Italia), donde se llevará a cabo la producción, ensamblaje y pruebas de las cajas y pruebas de trenes completos.

Para los trenes siguientes de la Primera Etapa B y de la Segunda Etapa se llevarán a cabo las pruebas de serie, según el cronograma y plan de pruebas aprobado, considerando las pruebas de cualificación completadas durante la primera etapa A.

Hitos de Provisión de Material Rodante

Para el consecución de los hitos de Provisión del Material Rodante solicitados en el pliego de condiciones resulta esencial que se respeten los hitos de interfaz hacia los Civil Works, Railways Infrastructure, Signalling System y On Board Equipment detallados en la siguiente tabla.

N°	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1.	DFTRTS	Congelación de diseño de las interfaces tecnológicas del sistema y de instalación de vías	Versión final de las interfaces con instalación de vías (como gálibo), radio mínimo de la curva, pendiente, componentes para instalación de vías (rieles, apartaderos, topes de parachoques, etc.) y Sistema

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

N°	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
			tecnológico (tendido aéreo) Estos requisitos deben definirse y acordarse para poder definir el proyecto del material rodante.
2.	DFSOBE	Congelación de diseño del Sistema de señalización y del Equipo de Bordo	Versión final de las especificaciones técnicas del Sistema de Señalización y de todo el Equipo de Bordo (telecomunicaciones, radio, PIS...). Esto incluye: 1. Interfaces mecánicas y eléctricas (cantidad y tipos) 2. Peso 3. Lista de repuestos 4. Requisitos para las Instalaciones Mecánica y Eléctrica 5. Requisitos EMI Estos requisitos deben proporcionarse a AnsaldoBreda para poder definir el proyecto del material rodante.
3.	MATAVA-xx	Disponibilidad del Sistema de Señalización en todos los equipos de Bordo para la instalación	Disponibilidad del Sistema de Señalización y de todos los equipos de Bordo, en la fábrica de AB, para la instalación a bordo de cada tren (o del tren xx)
4.	FVOBEI-xx	Disponibilidad de personal calificado de ASTS para llevar a cabo la instalación	Disponibilidad de personal calificado de ASTS para llevar a cabo la instalación de los "Primeros trenes" (dos trenes) de los componentes y equipos del sistema de señalización y de los equipos de bordo por cada tren (o del tren xx)
5.	WORKSHOPAV	Disponibilidad de depósito-taller y área de servicio	Disponibilidad de depósito / taller y área de servicio para las actividades de puesta en servicio de AnsaldoBreda (estáticas). Los requisitos mínimos de depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
6.	PARKAV1B	Disponibilidad de zona estacionamiento Etapa 1B	Disponibilidad de zona estacionamiento para los trenes de la Etapa 1 B
7.	PARKAV2	Disponibilidad de zona estacionamiento Etapa 2	Disponibilidad de zona estacionamiento para los trenes de la Etapa 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

N°	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
8.	LINEAV-FT-E1A	Línea – disponibilidad primer tramo – E1A	Línea – acceso al primer tramo (unos 2 km) – disponibilidad para la activitades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas). Los requisitos mínimos del depósito y de la área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
9.	LINEAV-CL-E1A	Línea – disponibilidad total de la línea – E1A	Línea – acceso a la línea completa – disponibilidad para la activitades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 1A Los requisitos mínimos del depósito y de la área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas
10.	LINEAV-CL-E1B	Línea – disponibilidad total de la línea – E1B	Line – acceso a la línea completa – disponibilidad para la activitades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 1B Los requisitos mínimos del depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
11.	LINEAV-CL-E2	Línea – disponibilidad total de la línea – E2	Line – acceso a la línea completa – disponibilidad para la activitades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 2. Los requisitos mínimos del depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.

Contenido de Hitos de Provisión del Material Rodante por Etapas

Etapa 1A

Para la etapa 1A se proveerán 5 trenes de conformidad con lo descrito en la propuesta técnica (sección D.1.10).

Los trenes se entregarán:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa (las otras se repetirán más adelante).
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el SOW del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente "certificador" (para la parte de pruebas permitidas por la línea).

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

Etapa 1B

Para la Etapa 1B se proveerán 15 trenes adicionalmente a los 5 ya entregados en la Etapa 1A, con lo que se obtiene un total 20uds, de conformidad con lo descrito en la Propuesta Técnica (sección D.1.10) y en el Contrato de Concesión.

Los trenes se entregarán:

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa (las otras se repetirán más adelante).
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el Alcance de trabajo del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente "certificador" (para la parte de pruebas permitidas por la línea).

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

Etapa Segunda

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

Para la Etapa 1B se proveerán 22 trenes adicionalmente a los 20 ya entregados en la Etapa 1B, con lo que se obtiene un total 42 uds, de conformidad con lo descrito en la Propuesta Técnica (sección D.1.10) y en el Contrato de Concesión.

011910

Los trenes se entregarán:

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa.
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el Alcance de trabajo del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente "certificador" para la parte de pruebas permitidas por la línea.

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

N.2.2 Planteamiento de los Hitos de Provisión de Material Rodante y los plazos previstos para el Proyecto y su estructuración financiera

El planteamiento de los Hitos de Provisión de Material Rodante es compatible con los plazos previstos para el Proyecto y su estructuración financiera. Esto se puede comprobar en el cronograma de material rodante, incluido en la sección D.1.10 de esta Propuesta Técnica

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES
	Apéndice 1: Planos
	A.3. TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO
	Apendice 1: Planos
TOMO 3	A.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO
	Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
	Apéndice 2: Registros de calicatas
	Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ
	Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
	Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
	Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5. TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1. Diseño del Trazado
	Apéndice 1:Planos
TOMO 6	A.5.2 Tipo de Superestructura de vía
	Apéndice 1:Planos
	A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas
	Apéndice 1: Planos
	A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía
	Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5. Estudio de ruido y vibraciones
	Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6. TUNEL
	A.6.1. Memoria descriptiva general de túneles
	Apéndice 1: Planos
	A.6.2. Selección del diámetro del túnel
	Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos
	Apéndice 2. Planos de secciones tipo
	Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3. Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal
	Apéndice1.Planos
	A.6.4. Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
	Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
	Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
	Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
	Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
	A.6.5. Selección de TBM
TOMO 8	A.6.6. Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1. Pozos de ataque para TBM
	Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
	Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
	Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
	Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2. Logística TBM
	Apéndice 1: Planos
	A.6.7. Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.
	Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
	Apendice 2: Cálculos de subsidencias de la L4
	Apéndice 3. Planos
	A.6.8. Sistema de Monitoreo y Auscultación.
	Apendice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9. Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
	Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
	Apendice 2. CálculosTerceras Vías
	Apendice 3. Cálculos rameles Santa Anita
	Apéndice 4. Planos
	A.6.10. Excavación en caverna
	Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
	Apéndice 2.Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011912

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
	Apéndice 4. Planos
	A.7. ESTACIONES DE PASAJEROS
	A.7.1. Memoria Descriptiva General por estación
	Apéndice 1: Planos definición funcional
TOMO 10	**A.7.2. Arquitectura por tipología de estación.**
	Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
	A.7.3. Excavación y tratamiento de consolidación por tipología
	Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
TOMO 11	**A.7.4. Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.**
	Apendice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
	Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
	Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
	A.7.5. Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
	Apéndice 1.Cálculos de evacuación
	Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
	Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
TOMO 12	**A.7.6. Instalaciones ferroviarias en estación**
	A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5 Sistema de señalización
	A.7.6.6 Dimensionamiento de tornlquetes
	A.7.7. Simulaciónes del flujo de pasajeros
	Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
	Apéndica 2.Informes de simulación
	A.7.8 Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación
	A.7.8.1. Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2. Hidrología y drenaje
TOMO 13	Apéndica 1: Planos
	A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA
	A.8. Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana
	Apendice 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1. Estaciones Línea 2
	Apéndica 1: Planos de inserción urbana. L-2
	A.8.2. Estaciones Línea 4
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
	A.8.3. Soluciones de ingeniería
	A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
	A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
	A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)
TOMO 14	Apéndice 1: Planos
	A.9. PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA
	A.9.1. Memoria descriptiva general
	A.9.2. Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller
	Apéndice 1: Equipos
	Apéndice 2: Planos generales
	A.9.3 Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia
	A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salides de emergencia
TOMO 15	Apéndice 1: Planos dafinición geométrica
	A.9.4 Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia
	A.9.4.1. Estructuras de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2. Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia
	Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5 Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentee
	A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller
	A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos
	Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
	Apendice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freatico
	Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatice
	A.9.6. Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres
	A.9.6.1. Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 16	Apéndice 1: Planos
	A.9.6.2. **Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.**
	A.9.6.3. **Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.**
	A.9.7. **Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia**
	A.10. **DESVÍOS**
	Apéndice 1: Planos macrodesvíos
	B DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1 **Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento**
	Equipos
	B.1.a.1 **Selección de procedencia y tecnología**
	B.1.a.2 **Seguridad, oportunidad y optimización**
	B.1.a.3 **Gestiones y ruta crítica**
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Requerimiantos de montaje y desmontaje
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
	Materiales
	B.1.b.1 **Selección de procedencia y tecnología**
	B.1.b.2 **Seguridad, oportunidad y optimización**
	B.1.b.3 **Gestiones y ruta crítica**
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Acopios
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
TOMO 17	C DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1 **INSTALACIONES FERROVIARIAS**
	C.1.1. **Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía**
	Apéndice 1: Planos
	C.1.2. **Instalaciones ferroviarias**
	Diseño
	C.1.2.1 **Señalización y control**
	C.1.2.2 **Puertas de andén**
	C.1.2.3 **Mando y control centralizado**
	C.1.2.3.1 SCADA-DWH
	C.1.2.3.2 IWS
	C.1.2.3.3 Service Availability
	C.1.2.4 **Control de pasajeros**
	C.1.2.5 **Sistema de Alimentación**
	C.1.2.6 **Sistema de tracción eléctrica**
	C.1.2.7 **Sistemas de telecomunicaciones**
	C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4 Subsisteme de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8 Subsisteme de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9 Subsistema Data Communicetion System (DCS)
	C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11 Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo
	C.1.2.8 **Puesto Central de comando y control**
	C.1.2.9 **PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA**
	Suministro e instalación
	C.1.2.10 **Suministro e istalación**
TOMO 18	C.2 **INSTALACIONES NO FERROVIARIAS**
	C.2.1. **Diseño de las instalaciones no ferroviarias**
	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos
	Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011914

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
TOMO 22	C.2.2.	Suministro e instalacion
TOMO 23	D	DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1	DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
	D.1.1.	Configuración del tren
	D.1.2.	Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
	D.1.3.	Gálibo
	D.1.4.	Capacidad de transporte del tren
	D.1.5.	Caracteristicas de los trenes
	D.1.6.	Prestaciones de los trenes
	D.1.7.	Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
	D.1.8.	Salidas de emergencia del tren
	D.1.9.	Composición estructural de las cajas
	D.1.10.	Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
	D.1.11.	Design Book
TOMO 24	E	METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.1.a	Memoria descriptiva
	E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles
		Metodología constructiva de las obras civiles
		Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
		Metodología constructiva con tuneladora
		Estrategia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
	E.1.a.2	Relación de repuestos astratégicos y críticos
	E.1.b	Procadimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
	E.1.c	Listado de equipos y herramientas especiales
	E.1.d	Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2	RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3	LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F	ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.	Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H	PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1	PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2	TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3	CAPACIDAO DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4	FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5	PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6	FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7	PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8	PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9	DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10	PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11	PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1	ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2	INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3	TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4	EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5	TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6	AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7	PERSONAL REQUERIDO
	I.8	LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011915

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	I.9 OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1. Plan General de Calidad.
	Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2. Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3. Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4. Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5. Plan de Calidad del Material Rodante
	J.1.6. Plan de Calidad en Explotación
	J.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1. Gestión Ambiental
	K.1.1.1 Gestión Ambiental Diseño y Construcción
	Apendica 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
	Apendica 2: Matrices ambientales
	Apendice 3: Fichas ambientales
	Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
	Apendice 5: Plan de gestión de residuos
	Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
	Apendice 7: Informe de evaluación arqueológica
	Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos
	Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica
	Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
	Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
	Apendice 8: Planos de gestión ambiental
	Apendice 9: Planos arqueología
TOMO 28	K.1.1.2 Gestión Ambiental Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
	K.1.2. Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1 Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
	Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2 Plan de Seguridad y Salud en Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.
	M.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011916

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS
	N.2.	HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
	O	**INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A**
	O.1.	**ESTUDIOS BÁSICOS**
	O.1.1.	**Topografía de detalle**
TOMO 30		Apéndice 1: Planos
	O.1.2	**Estudio geotécnico**
		Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
		Apendice 2: Registro de calicata
		Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apendice 5: Planos
	O.1.3.	**Análisis de riesgo sísmico**
		Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
		Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excendencia para aceleración espectral T=0 s.
		Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme
TOMO 31		Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	**Estudio de desvíos de tráfico**
		Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	**Estudio de interferencias**
		Apéndice 1: Planos
	O.2.	**GEOMETRIA (Trazado)**
	O.2.1.	**Trazado de las vías**
		Apéndice 1: Planos
	O.3	**TÚNELES**
	O.3.1.	**Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos**
	O.3.2.	**Diseño de las secciones tipo de túnel**
		Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
		Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
		Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
		Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea
		Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles.
		Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias.
		Apéndice 7. Planos
TOMO 32	O.3.3	**Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres)**
		Apéndice 1:Cálculos de ramales Santa Anita
		Apéndice 2:Planos
	O.3.4.	**Pozos de ataque (ventilación)**
		Apéndice 1: Planos
	O.4	**ESTACIONES**
	O.4.1.	**Memoria descriptiva de las estaciones**
		Apéndice 1. Planos
	O.4.2.	**Arquitectura de estaciones**
	O.4.3.	**Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.**
		Apéndice 1. Cálculos de evacuación
		Apéndice 2: Planos
		Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
TOMO 33	O.4.4.	**Estructuras**
		Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
		Apéndice 3. Planos
	O.5.	**PATIO TALLER SANTA ANITA**
	O.5.1.	**Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional**
		Apéndice 1: Planos
	O.5.2	**Excavaciones y muros de contención. Estructuras**
TOMO 35		Apéndice 1:Planos
	O.5.3.	**Arquitectura del Patio Taller Santa Anita**
		Apéndice 1:Planos
	O.5.4	**Plan de movimiento de tierras**
	O.6	**CRONOGRAMA**
	O.6.1.	**Cronograma detallado Primera Etapa A**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
-NUEVO METRO DE LIMA

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011917

O. INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011918

O.1. ESTUDIOS BÁSICOS



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

INTRODUCCIÓN

011918.1

En el punto O.1 se describen los Estudios Básicos realizados por el Consorcio y recibidos de PROINVERSION así como la evaluación e interpretación de los mismos que han servido de base para el planteamiento constructivo y la definición y diseño que se describe en los apartados correspondientes del punto O de la Propuesta Técnica.

La metodología constructiva en función de los resultados y evaluación de los datos de los estudios básicos se presenta en el punto *"E. Metodología constructiva para el desarrollo del proyecto"* de la Propuesta Técnica particularizada para los procesos constructivos que se establecen en el desarrollo del punto O, y con los condicionantes detallados dentro del punto *"O.6 Cronograma Detallado de la Etapa 1A"*.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011

011919

O.1.1	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.1 ESTUDIOS BÁSICOS. TOPOGRAFÍA DE DETALLE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011920

ÍNDICE. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

1 INTRODUCCIÓN 3
2 CONTROL TOPOGRÁFICO 3
3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 4
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 5

APÉNDICE 1 PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1 INTRODUCCIÓN

011921

La información topográfica utilizada en el desarrollo del proyecto es la realizada en el estudio de Preinversión a nivel de Perfil del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima:

- Estudios básicos de ingeniería para la línea este – oeste del sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao, Informe Final del tramo I (Julio 2011) y tramo II (Agosto 2011), realizado por la empresa consultora Asesores Técnicos Asociados, ATA.
- Estudio de topografía y geodesia para la línea este – oeste del sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao, en los ejes viales: Junín – Grau – 9 de diciembre – German Amezaga – Oscar R. Benavides – Elmer Faucett, realizado en Junio de 2012 por la empresa consultora CPS de Ingeniería.
- **Estudios Complementarios de la Etapa 1ª realizada por GEODATA** y proporcionados por Proinversion en Diciembre del 2013.

El presente documento constituye el análisis e implantación de los datos obtenidos en el **Estudio Topográfico Complementario de la Etapa 1A realizada por GEODATA** y proporcionados por Proinversion en Diciembre del 2013, para el estudio de Preinversión a nivel de Perfil del proyecto de "Línea 2 y ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

Este estudio corresponde a una de franja de carretera existente, desde el distrito del Callao hasta el distrito de Ate, cruzando los siguientes distritos: Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, Breña, La Victoria, Santa Anita y Ate.

2 CONTROL TOPOGRÁFICO

Para realizar la base Cartográfica del estudio topográfico complementario de la Etapa 1A realizado por Geodata, se tuvo como marco de referencia:

Sistema de referencia:	World Geodetic System 1984 (WGS 84)
Sistema de Proyección:	Universal Transversa de Mercator (UTM)
Zona de trabajo:	18 SUR

La Georeferenciación, el Control Horizontal y el Control Vertical fueron determinados mediante el enlace desde marcas físicas oficiales (punto de la Red SIRGAS, BMs) establecidas por el Instituto Geográfico Nacional – IGN a la Base SIGT "Punto principal de apoyo".

Como punto principal de apoyo y enlace horizontal se utilizó la estación permanente del IGN, ubicado en la Av. Aramburu 1190 Surquillo, Lima 34 Instituto Geográfico Nacional.

La característica de marca o antena **LI 01**, está instalada sobre un monumento de concreto de 1.34 m de alto, 0.30 cm x 0.51 cm de ancho de color rojo teja. El monumento está colocado en el techo del museo del Instituto Geográfico Nacional, se caracteriza por ser una estación de rastreo permanente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011922

Los valores de las coordenadas y elevaciones, proporcionados por el IGN, en el datum WGS-84, se muestran en el cuadro siguiente:

DATUM HORIZONTAL	COORDENDAS GEOGRAFICAS		ALTURA ELIPSOIDAL
	LATITUD	LONGITUD	
WGS84	12°06'54.10.86386"S	77°01'0.98772"W	157.610
COORDENDAS UTM			ELEVACION GEOIDAL (EGM-96)
ZONA	NORTE	ESTE	
18 SUR	8,661,244.451	280,479.737	

La Metodología empleada para el establecimiento del punto de Control Horizontal – Vertical, fue mediante procedimientos Satelitales, georeferenciando el área de proyecto a través del enlace a la Red Geodésica y Satelital Nacional establecida por el Instituto Geográfico Nacional – IGN (estación permanente LI 01), mediante observaciones satelitales con la Estación Base SIGT. Estas observaciones fueron simultáneas y por un lapso de tiempo no menor a cinco horas, para el caso del punto principal.

Para el control se utilizó el método Estático Diferencial, el cual consiste en la observación satelital estacionaria (estática) por espacio de tiempo programado y de acuerdo con el calendario de satélites disponibles.

Los registros de posicionamiento se transfieren a la computadora para el cálculo de coordenadas geodésicas UTM Datum WGS – 84.

El post proceso de la información captada se realizado empleando el software o Pinnacle que contiene los parámetros para cada zona.

3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para la obtención de la cartografía digital, GEODATA utilizó la Tecnología LIDAR Scanner 3D – Sistema de Cartografía Móvil IP-S2, en una ancho de 30 m a cada lado del eje, para obtener planos a la escala 1/1,000 con curvas de nivel cada 1 m. y para el caso de los óvalos e intersecciones principales un ancho de 300 m en cada lado para obtener planos a la escala de 1/500 con curvas de nivel cada 0.50m. Esta tecnología permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado, obteniendo una nube de puntos del terreno tomados por tres escáner láser, de manera que se consigue la representación de la superficie terrestre en 3D.

El procedimiento para el levantamiento topográfico lo realizó en cinco etapas:

- Establecimiento del Control terrestre
- Actividades de Levantamiento
- Proceso de la Información de Campo
- Análisis
- Exportación de la información.

El control terrestre para el levantamiento de la información de campo estuvo conformado por el punto de control principal LI 01, con el apoyo de puntos de control secundario establecidos y seleccionados para realizar el ajuste del tramo mapeado.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.1 Topografía de detalle

El levantamiento lo realizó mediante el equipo de medición (Lidar Scanner IP-S2) montado sobre una plataforma especialmente acondicionada sobre una camioneta todo terreno, con sensores de velocidad (encoders) instalados en cada rueda posterior que sincronizan los intervalos de lecturas y toma de fotografías 360°.

Para el escaneo, la longitud total se subdividió en tramos de ida y vuelta para lograr cubrir mejor la zona del proyecto. Cada Tramo de escaneo es controlado por una estación fija o "Master" que se instala sobre una base de coordenadas conocidas. Los puntos de control secundario sirven para mejorar la precisión en el proceso.

TRAMO O ARCHIVO	DESCRIPCION	LONGITUD (Km)	OBSERV.
I	Municipalidad Ate - Carretera central	9	Ida
II	Carretera central - Nicolás Ayllon - 28 de Julio – Paseo Colon – Arica – Venezuela – Germán Amezaga	11.3	Ida
III	Germán Amezaga – Benavides – Guardia Chalaca	6.8	Ida
IV	Guardia Chalaca – Benavides - Faucett	12.5	Ida
V	Faucett – Benavides - Germán Amezaga	9.5	Retorno
VI	Germán Amezaga - Venezuela – Arica – Paseo Colon – 28 de Julio – Nicolás Ayllon - Carretera central	11.3	Retorno
VII	Carretera central - Municipalidad Ate	9	Retorno

Una vez realizado el escaneo, la información es post procesada para obtener la nube de puntos levantados, y es analizada integrando las imágenes en 3D dicha nube para la separación por capas.

En esta etapa del proceso se realizan las actividades de Edición Cartográfica, identificándose los mismos detalles que en un levantamiento convencional, pero en gabinete, ya que todas las identidades registradas se encuentran georeferenciadas, y permiten determinar sus valores de coordenadas y realizar mediciones de cualquier elemento escaneado

Obtenida las capas o layers, la información es exportada en archivos LAS para su aplicación en la obtención de las curvas de nivel respectivas.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizada la información topográfica realizada en el estudio de Preinversión a nivel de Perfil del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima, por las empresas consultoras: Asesores Técnicos Asociados (ATA), CPS de Ingeniería, y por el Estudio Complementario de la Etapa 1ª realizada por GEODATA; se ha procedido a utilizar en el desarrollo de la Primera Etapa A del proyecto la información topográfica de la empresa ATA y del Estudio Complementario de la Etapa 1ª realizada por GEODATA, al ser estas las que afectan a dicha zona.

De acuerdo con la documentación nombrada anteriormente es posible extraer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

0.1.1 Topografía de detalle

- Para la elaboración de la altimetría del proyecto, se ha utilizado como base un Modelo Digital del terreno elaborado a partir de la triangulación de los puntos del levantamiento topográfico realizado para el estudio de Preinversión a nivel de Perfil del proyecto.

- La planimetría empleada es la recogida en el Estudio de Preinversión a nivel de factibilidad del proyecto, obtenida en base a todos los detalles de la zona urbana a nivel de manzana y particularidades de la superficie del terreno (vías existentes, canales, muros, postes, edificaciones, etc.) suministrados en los antecedentes, estudiando adicionalmente la ubicación de las estaciones y pozos en superficie.

- En el proyecto se ha realizado una previsión de los muros de contención y cierre en base a la información disponible.

- Se deberá realizar un levantamiento topográfico complementario de la zona Patio Taller Santa Anita, a fin de poder chequear la información disponible y la triangulación de la parcela.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12328]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

011025

O.1.1	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.1 ESTUDIOS BÁSICOS. TOPOGRAFÍA DE DETALLE

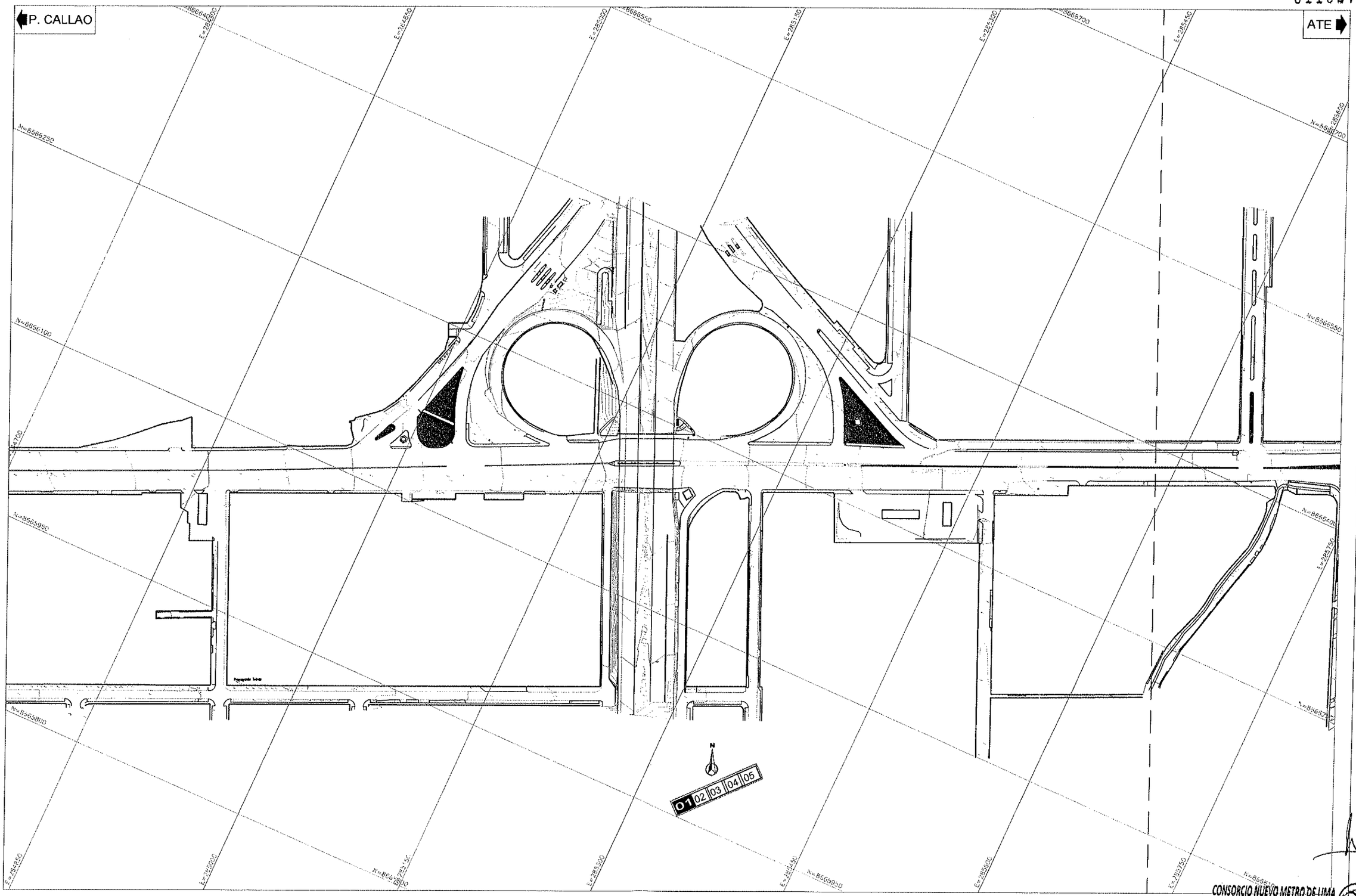
APÉNDICE 1.PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-GEN-E1A-TOP	PLANTAS TOPOGRÁFICAS	1/1.500	5
PLOC-GEN-GEN-E1A-TOP-EST	ESTACIONES. PLANTAS TOPOGRÁFICAS	1/1.500	5
PLOC-GEN-GEN-E1A-TOP-PV	POZOS. PLANTAS TOPOGRÁFICAS	1/1.500	4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1500
FECHA: FEBRERO 2014
0 10 20 30 40 50 m
1 CM EN EL PLANO ES IGUAL A 1 m EN LA REALIDAD

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
DESDE PR. 19+000 HASTA PR. 20+000

PLANO Nº: PLOC-GEN-E1A-TOP-P-001
HOJA: 01 de 05
REVISIÓN: 0

0102-PLOC-GEN-E1A-TOP-P001-P004.dwg

o:\p03-2529108 trabajo\200 dg documentación gráfica\80 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0102-ploc-gen-e1a-top-p001-p004.dwg - 06/02/2014 - 15:17

P. CALLAO

ATE

N

E=265600 E=265700 E=265800 E=265900 E=266000 E=266100 E=266200 E=266300 E=266400 E=266500

N=8668700 N=8668650 N=8668600 N=8668550 N=8668500 N=8668450 N=8668400 N=8668350 N=8668300 N=8668250 N=8668200 N=8668150 N=8668100

N

01 02 03 04 05

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1500
FECHA: FEBRERO 2014

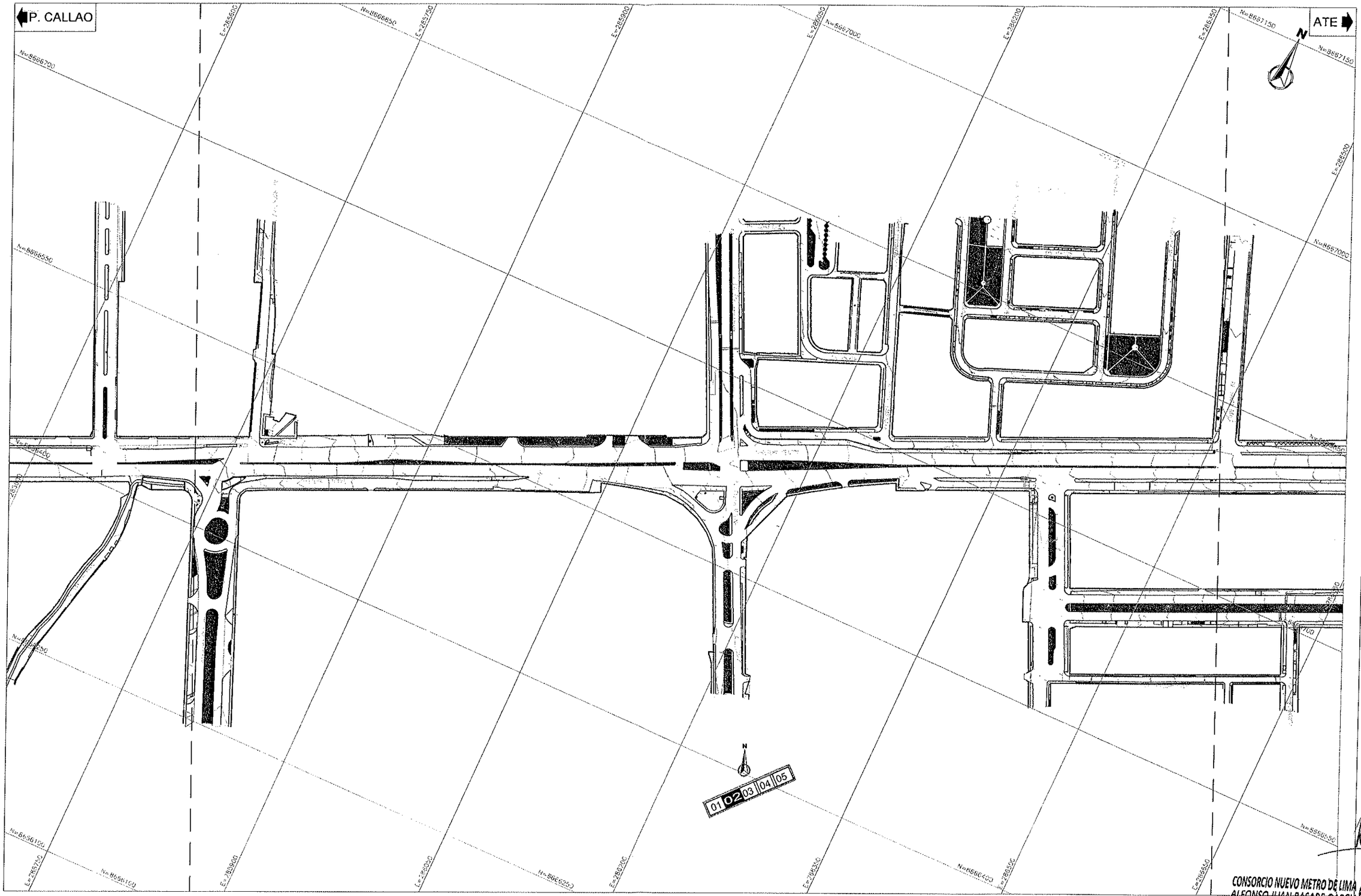
SI ESTA BARRA NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ A ESCALA

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
DESDE PR. 20+000 HASTA PR. 21+000

PLANO N: PLOC-GEN-E1A-TOP-P-002
HOJA: 02 de 05
REVISIÓN: 0

0102-PLOC-GEN-E1A-TOP-P001-P004.dwg

o:\p02-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0102-ploc-gen-e1a-top-p001-p004.dwg - 06/02/2014 - 15:17



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1500
FECHA: FEBRERO 2014
SI ESTA MAL NO MIDE LO EL PLANO NO ESTA A ESCALA

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
DESDE PR. 21+000 HASTA PR. 22+000

PLANO N°: PLCC-GEN-E1A-TOP-P-003
HOJA: 03 de 05
REVISIÓN: 0

0102-PLOC-GEN-E1A-TOP-P001-P004.dwg

o:\p63-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráficas\80 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0102-ploc-gen-e1a-top-p001-p004.dwg - 08/02/2014 - 15:17

[12333]
011930

P. CALLAO

ATE

N

E=287400 N=8667600 E=287550 N=8667750 E=287700 N=8667750 E=287850 N=8667900 E=288000 N=8667900 E=288150 E=288300

N=8667450 N=8667900

N=8667300 N=8667750

E=287400

N=8667150 N=8667450

E=287700 E=287850 E=288000 E=288300 E=288450

N=8667000 N=8667150

E=287550 E=288000 E=288150 E=288300 E=288450

N

01 02 03 04 05

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

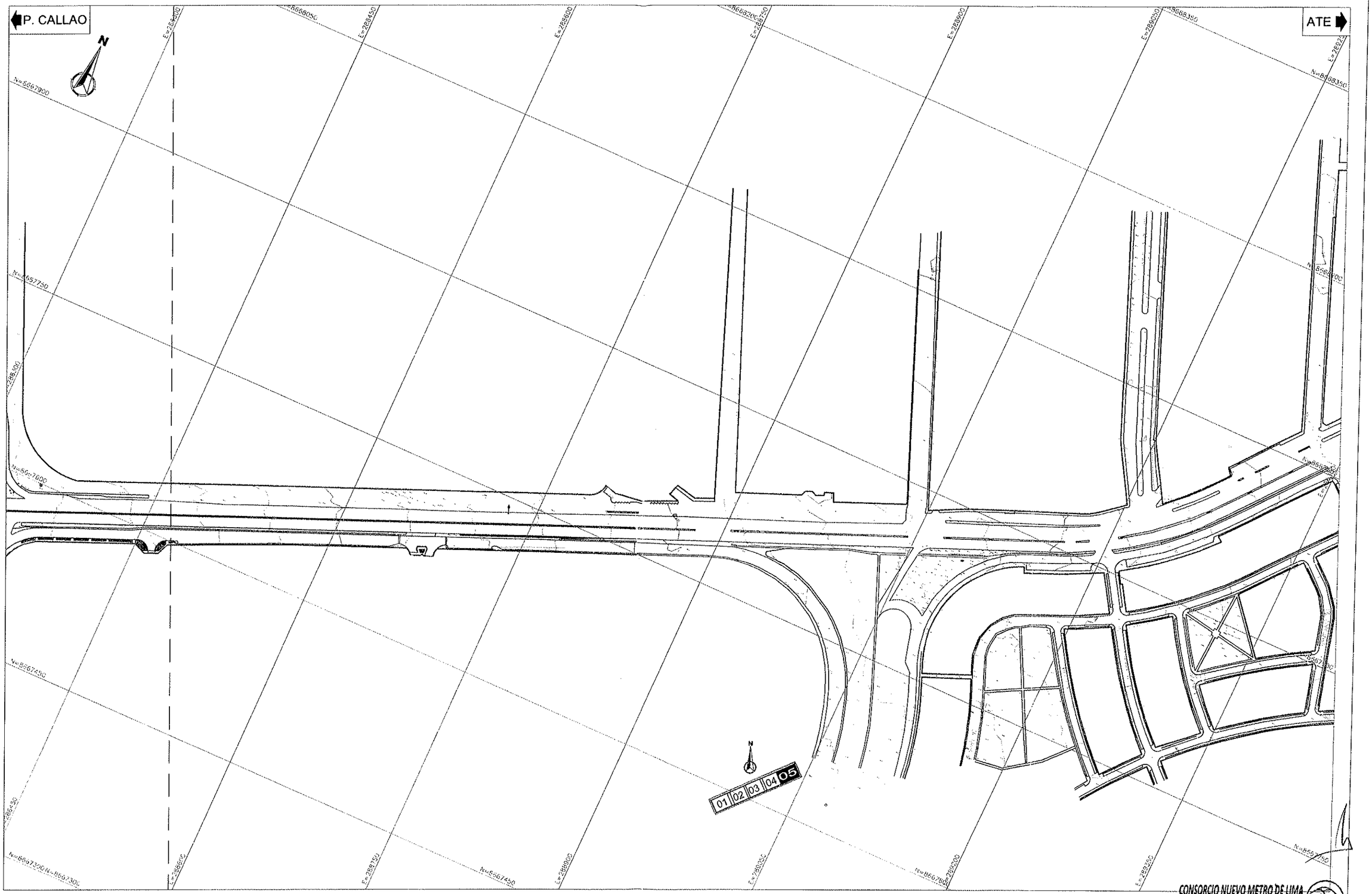
ESCALA (A1): 1:1500
FECHA: FEBRERO 2014
SI ESTA BARRA NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ A ESCALA

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
DESDE PR. 22+000 HASTA PR. 23+000

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-P-004
HOJA: 04 de 05
REVISIÓN: 0

0102-PLOC-GEN-E1A-TOP-P001-P004.dwg

o:\pro-2629\06 trabajo\200 dg documentación gráfica\80 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0102-ploc-gen-e1a-top-p001-p004.dwg - 06/02/2014 - 15:17


P. CALLAO
ATE
N
E=284900
E=285000
E=285100
E=285200
E=285300
E=285400
E=285500
E=285600
E=285700
E=285800
E=285900
E=286000
E=286100
E=286200
E=286300
E=286400
E=286500
E=286600
E=286700
E=286800
E=286900
E=287000
E=287100
E=287200
E=287300
E=287400
E=287500
N=8667900
N=8667750
N=8667600
N=8667450
N=8667300
N=8667150
N=8667000
N=8666850
N=8666700
N=8666550
N=8666400
N=8666250
N=8666100
N=8665950
N=8665800
N=8665650
N=8665500
N=8665350
N=8665200
N=8665050
N=8664900
N=8664750
N=8664600
N=8664450
N=8664300
N=8664150
N=8664000
N=8663850
N=8663700
N=8663550
N=8663400
N=8663250
N=8663100
N=8662950
N=8662800
N=8662650
N=8662500
N=8662350
N=8662200
N=8662050

[12335]

E=284900 E=284950 E=285000 E=285050 E=285100 E=285150 E=285200 E=285250

N=8666250 N=8666200 N=8666150 N=8666100 N=8666050

N

AV. CARRETERA CENTRAL

VIA DE EVITAMIENTO

20 21 22 23 24

20

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500

FECHA: FEBRERO 2014

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
ESTACIÓN 20. EVITAMIENTO

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P-001

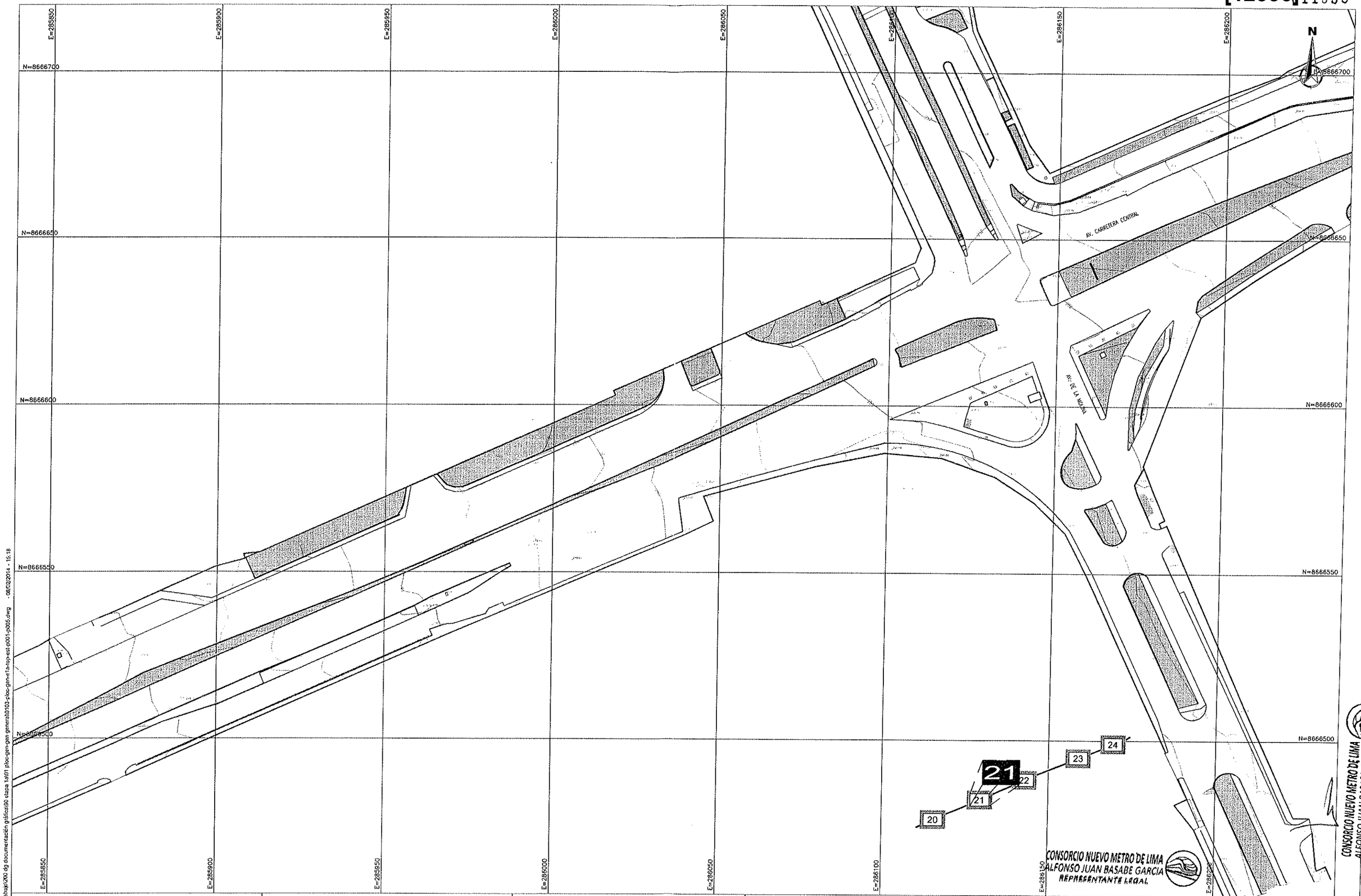
HOJA: 01 de 05

REVISIÓN: 0

0103-PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P001-P005.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\0103-2625\06 trabajo\000 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0103-ploc-gen-e1a-top-est-p001-p005.dwg - 06/02/2014 - 15:18



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

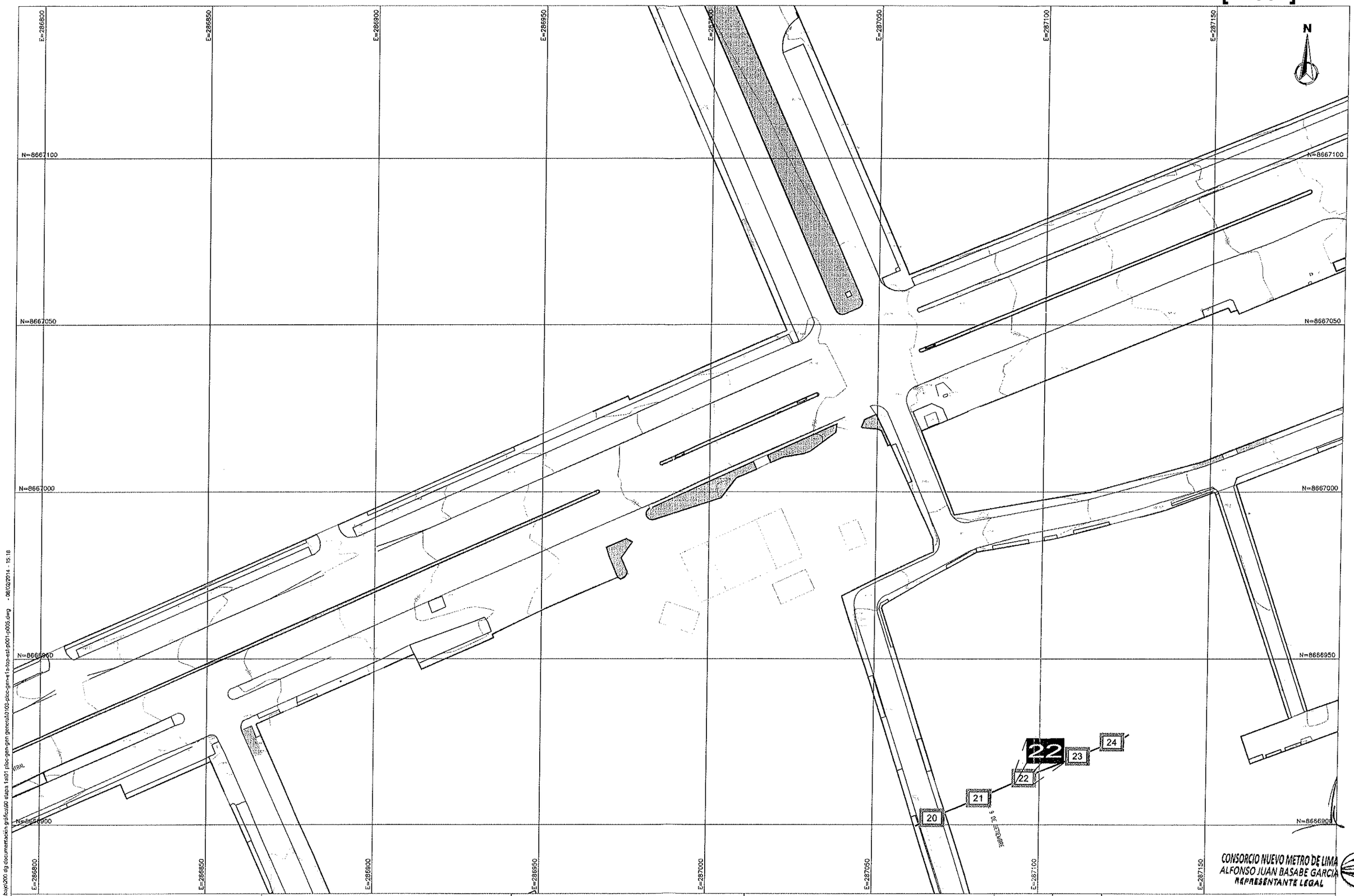
PLANTAS TOPOGRÁFICAS
ESTACIÓN 21. ÓVALO SANTA ANITA

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P-002
HOJA: 02 de 05
REVISIÓN: 0

0103-PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P001-P005.dwg

c:\103-2525\06 trabajo\000 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0103-ploc-gen-e1a-top-est-p001-p005.dwg - 06/02/2014 - 15:18

[12337] 11934



o:\tr03-252908 trabajos\200 dig documentacion gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0103-ploc-gen-e1a-top-est-p001-p005.dwg - 06/02/2014 - 15:18

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

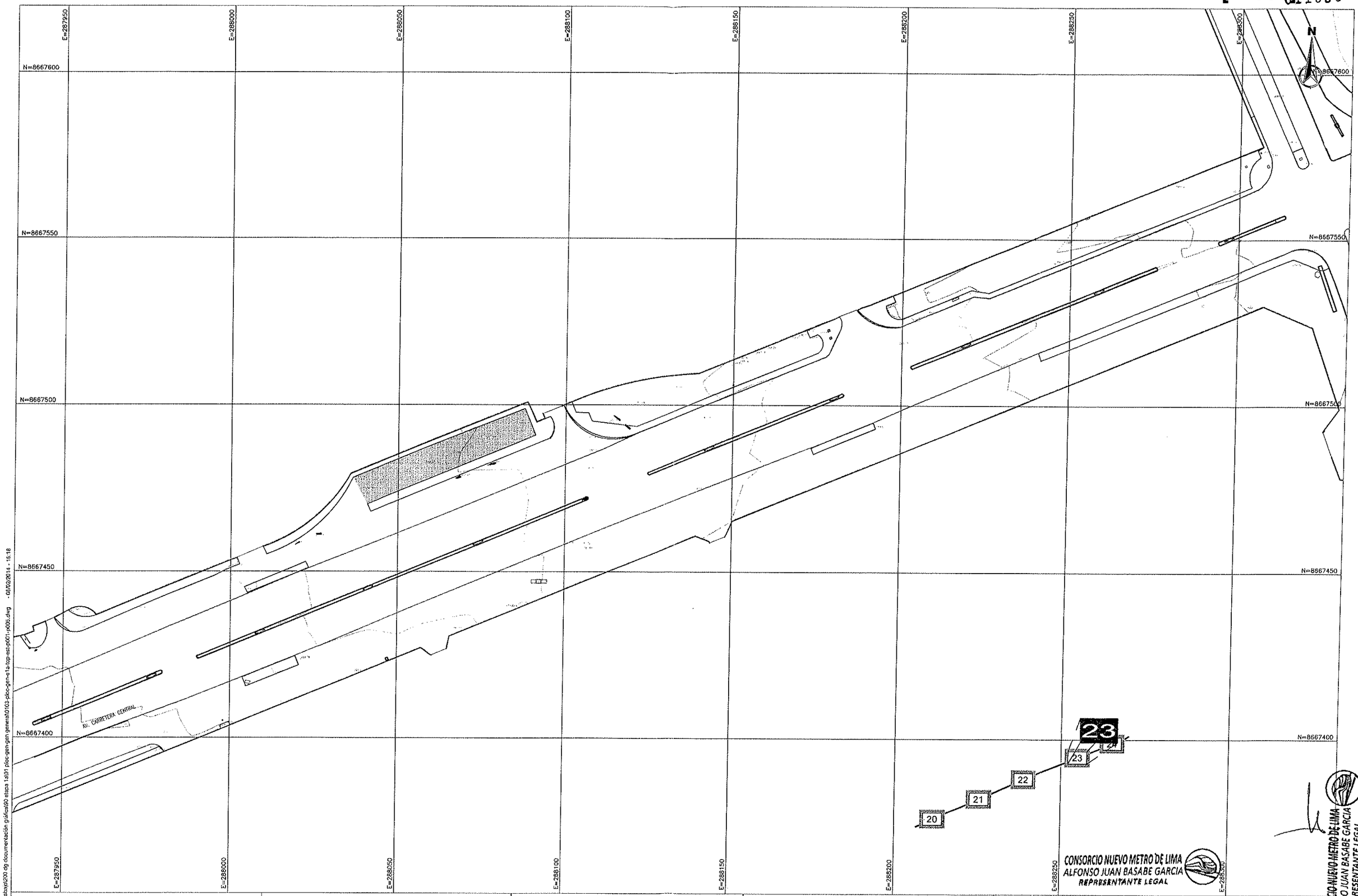
ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
ESTACIÓN 22. COLECTORA INDUSTRIAL

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P-003
HOJA: 03 de 05
REVISIÓN: 0

0103-PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P001-P005.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
ESTACIÓN 23. LA CULTURA

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P-004
HOJA: 04 de 05
REVISIÓN: 0

0103-PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P001-P005.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0103-ploc-gen-e1a-top-est-p001-p005.dwg - 05/02/2014 - 16:18

E=288700 E=288750 E=288800 E=288850 E=288900 E=288950 E=289000 E=289050

N=8667900 N=8667850 N=8667800 N=8667750 N=8667700

N

20 21 22 23 24 24

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | aiT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
ESTACIÓN 24, MERCADO SANTA ANITA

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P-005 | HOJA: 05 de 05 | REVISIÓN: 0

0103-PLOC-GEN-E1A-TOP-EST-P001-P005.dwg

D:\900-252908 transp\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0103-ploc-gen-e1a-top-est-p001-p005.dwg - 06/02/2014 - 15:18

[12340] 011937

E=285450 E=285500 E=285550 E=285600 E=285650 E=285700 E=285750 E=285800

N=8666550 N=8666500 N=8666450 N=8666400 N=8666350 N=8666300

N

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. 1067 CASTILLO

20 21 22 23

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\pi03-2529\06 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-e1a-top-pv p001-p004.dwg - 08/02/2014 - 15:18

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

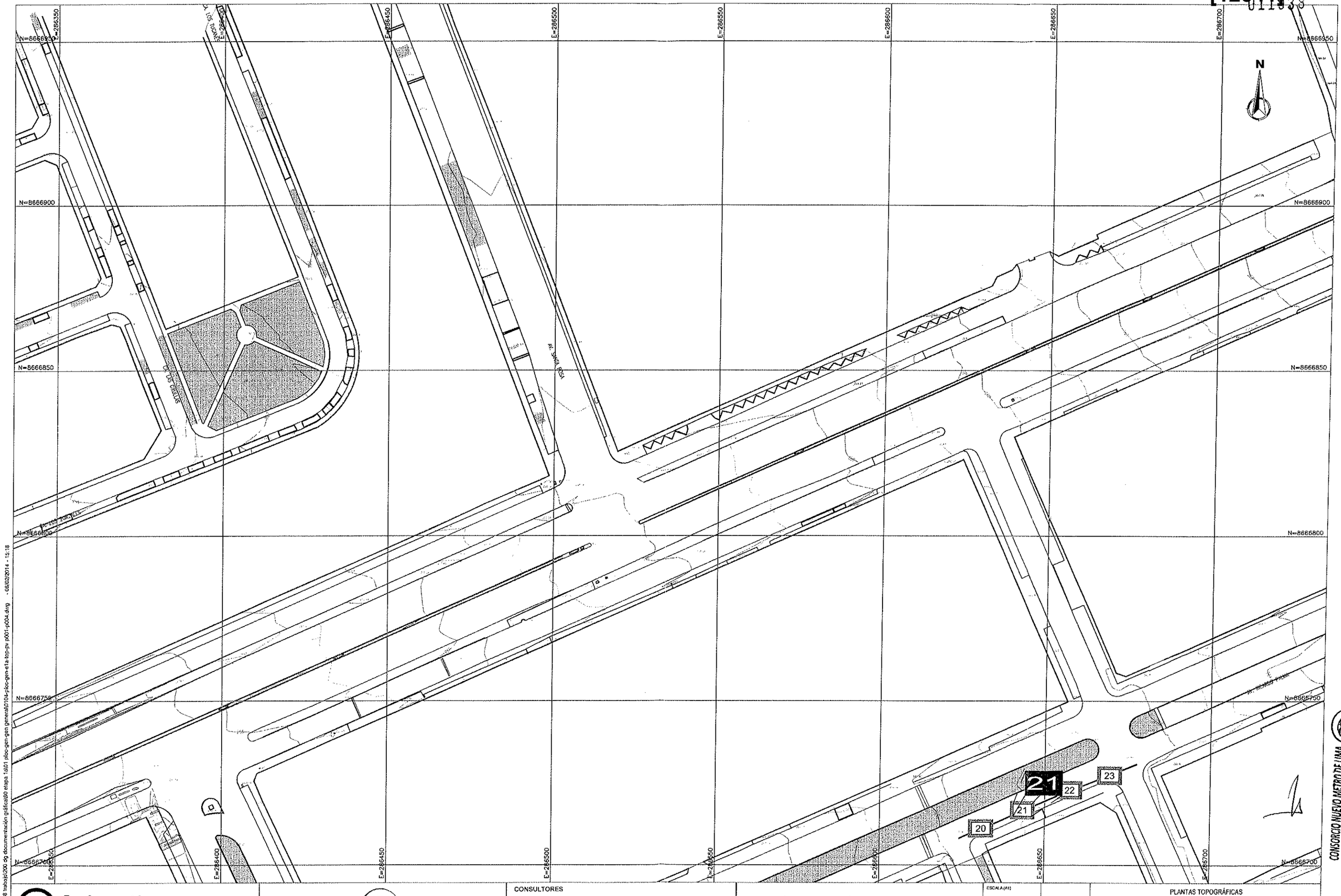
ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014
SI ESTA BARRA NO MIDE 1 cm EL PLANO NO ESTA A ESCALA

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
PV-20

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-PV-P-001
HOJA: 01 de 04
REVISIÓN: 0

0104-PLOC-GEN-E1A-TOP-PV P001-P004.dwg

[12341]



c:\pd3-2526\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0104-ploc-gen-e1a-top-pv p001-p004.dwg - 06/02/2014 - 15:18

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
PV-21

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-PV-P-002
HOJA: 02 de 04
REVISIÓN: 0

0104-PLOC-GEN-E1A-TOP-PV P001-P004.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

E=287350 E=287400 E=287450 E=287500 E=287550 E=287600 E=287650 E=287700

N=8667350 N=8667300 N=8667250 N=8667200 N=8667150

AV. GAMBETTA

N

22 23 22 21 20

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO TUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
PV-22

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-PV-P-003
HOJA: 03 de 04
REVISIÓN: 0

0104-PLOC-GEN-E1A-TOP-PV P001-P004.dwg

o:\pi03-2029908 trabajo\200 dig documentacion gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0104-ploc-gen-e1a-top-pv p001-p004.dwg - 08/02/2014 - 15:18

[12343] 011940

E=288200 E=288250 E=288300 E=288350 E=288400 E=288450 E=288500 E=288550

N=8667700 N=8667650 N=8667600 N=8667550 N=8667500 N=8667450

N

AV. ASTURIAS

20 21 22 23 23

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

SI ESTA BARRA NO MIDE 2 cm EL PLANO NO ESTÁ A ESCALA

PLANTAS TOPOGRÁFICAS
PV-23

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-TOP-PV-P-004
HOJA: 04 de 04
REVISIÓN: 0

0104-PLOC-GEN-E1A-TOP-PV P001-P004.dwg

o:\pq3-2629108 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0104-ploc-gen-e1a-top-pv p001-p004.dwg - 06/12/2014 - 15:18

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



011941

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
N° DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA

ÍNDICE

011942

1 Introducción y objeto 4
2 Trabajos realizados 5
2.1 Trabajos disponibles correspondientes a campañas precedentes 5
2.2 Campaña geotécnica complementaria realizada. 6
2.2.1 Fundamento teórico y metodología seguida 6
2.2.2 Ensayos de laboratorio 11
2.3 Campaña realizada por Proinversión para la Primera Etapa A. 14
3 Geología 23
3.1 Encuadre geológico regional 23
3.2 Geología de la zona de estudio 25
3.3 Litoestratigrafía 25
3.4 Tectónica y sismicidad 28
3.4.1 Zonificación Tectónica 30
3.4.2 Sismicidad y peligro sísmico 33
3.5 Geomorfología 35
3.5.1 Conos deyectivos 35
3.5.2 Valles y quebradas 35
3.5.3 Estribaciones de la Cordillera Occidental 35
4 Hidrogeología 36
4.1 Encuadre hidrogeológico 36
4.2 Datos de la campaña geotécnica complementaria 38
4.2.1 Niveles freáticos 38
4.2.2 Permeabilidad 38
4.2.3 Quimismo del agua freática 42
5 Geotecnia 44
5.1 Metodología del tratamiento geoestadísitico 44
5.2 Metodología de análisis geotécnico 46
5.3 Caracterización de las unidades geotécnicas 48
5.3.1 Rellenos antrópicos; R 48
5.3.2 Arcillas y limos de baja a media plasticidad; CL/CM 48
5.3.3 Arenas limosas; SM 58
5.3.4 Gravas pobremente gradadas, GP-S 66
5.3.5 Sustrato rocoso diorítico; D 103
5.4 Parámetros geotécnicos de cálculo 105
5.5 Geotecnia del patio de maniobras de santa anita 105
5.5.1 Reconocimientos geotécnicos disponibles 105
5.5.2 Condiciones de cimentación 106
6 Descripción general del trazado. Aspectos relevantes. 110
7 Conclusiones y recomendaciones 111

APÉNDICES

APÉNDICE 1 REGISTROS DE SONDEOS MECÁNICOS.
APÉNDICE 2 REGISTROS DE CALICATAS.
APÉNDICE 3 REGISTROS DE LA INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA.
APÉNDICE 4 ENSAYOS DE LABORATORIO.
APÉNDICE 5 PLANOS
- APÉNDICE 5.1 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. PERFIL. PLOC-GEO-E1A-LO.
- APÉNDICE 5.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES. PLOC-GEO-E1A-PL.
- APÉNDICE 5.3 PERFILES GEOTÉCNICOS DE ESTACIONES. PLOC-GEO-E1A-EST.

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento constituye el análisis de la campaña geotécnica complementaria de la Primera Etapa A de la "Línea 2 y ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", así como la definición de la geología y la caracterización geotécnica para el desarrollo del proyecto de licitación de las obras previstas.

El objetivo principal de este documento es definir la distribución geológica de los materiales del sustrato y caracterizar desde el punto de vista geotécnico estos materiales presentes a lo largo del trazado. Para ello se ha llevado a cabo una campaña geotécnica complementaria a los reconocimientos realizados en estudios anteriores. Dicha campaña de campo ha permitido la realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras extraídas en las prospecciones mecánicas ejecutadas.

Los datos aportados por la investigación, registros de campo y ensayos de laboratorio, han sido interpretados minuciosamente al objeto de definir la naturaleza y caracterizar geotécnicamente todos los materiales reconocidos en el trazado en estudio. A partir de los registros de campo, y tras haberlos analizado y editado, se ha procedido a la elaboración de los perfiles geológico-geotécnicos longitudinales de la Etapa 1A de la línea 2 en estudio. Los estudios geofísicos, además de permitir diferenciar los distintos materiales representados en el perfil geológico-geotécnico longitudinal elaborado, han sido utilizados para la determinación de los módulos de deformación estáticos, a partir de los dinámicos deducidos de las velocidades de corte (Vs), y para la caracterización del tipo de terreno (según AASTHO) a partir del cual se han realizado los análisis de amplificación sísmica para la determinación de la aceleración sísmica de cálculo mediante el método probabilista.

Considerando la información aportada por los registros de campo y ensayos de permeabilidad efectuados en los sondeos mecánicos, además del seguimiento de los niveles freáticos detectados en las investigaciones de campo, se ha realizado un análisis de las características geotécnicas e hidrogeológicas de los materiales del sustrato afectado por las obras del Metro de Lima y Callao.

En los Apéndices del presente documento se incluyen la documentación utilizada para la elaboración del mismo, así como la representación mediante perfiles geológico-geotécnicos longitudinales de los registros de las investigaciones efectuadas en la campaña geotécnica complementaria ejecutada por este Consorcio y la campaña adicional lleva a cabo por Proinversión en la Primera Etapa A.

011945

2 TRABAJOS REALIZADOS

A continuación se enumeran los estudios precedentes utilizados para la elaboración del presente informe, así como los trabajos llevados a cabo en la campaña geotécnica complementaria de la línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

2.1 TRABAJOS DISPONIBLES CORRESPONDIENTES A CAMPAÑAS PRECEDENTES

Los estudios y trabajos preliminares disponibles de la línea 2 y ramal L4 del Metro de Lima han sido los siguientes:

- Estudios Básicos de Ingeniería para la Línea Este – Oeste del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao. Informe Final N° 3 – Tramo I. Estudios de Geología, Mecánica de Suelos y Geotecnia. Volumen III - Tomo 1. Estudio de Suelos, Canteras y Botadero. Redactado por ATA.
- Estudios Básicos de Ingeniería para la Línea Este – Oeste del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao. Informe Final N° 3 – Tramo I. Estudios de Geología, Mecánica de Suelos y Geotecnia. Volumen III – Tomo 2. Estudio Geológico, Geotécnico del Área del Proyecto. Redactado por ATA.
- Estudios Básicos de Ingeniería para la Línea Este – Oeste del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao. Informe Final N° 4 – Tramo II. Estudios de Geología, Mecánica de Suelos y Geotecnia. Volumen III - Tomo 1. Estudio de Suelos, Canteras y Botadero. Redactado por ATA.
- Estudios Básicos de Ingeniería para la Línea Este – Oeste del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao. Informe Final N° 4 – Tramo II. Estudios de Geología, Mecánica de Suelos y Geotecnia. Volumen III - Tomo 2. Estudio Geológico, Geotécnico del Área del Proyecto. Redactado por ATA.
- Estudios Básicos de Ingeniería para la Línea Este-Oeste del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, en los ejes viales: Junin – Grau – 9 de Diciembre – German Amezaga – Óscar R. Benavides – Elmer Faucett. Informe nº 2. Informe Final de los Estudios Básicos de Ingeniería del Tramo 2 (Av. Nicolás Ayllón – Plaza Bolognesi. Av. Venezuela – Guarcia Chalaca) y Tramo 3 (Av. Óscar R Benavides – Av. Néstor Gambetta). Volumen II – Parte 5: Estudios de Suelos, Geología y Geotecnia. Julio 2012. Redactado por Vera & Moreno, S.A.
- Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil de la Línea 2 y Tramo de la Línea 4 del Metro de Lima. ANEXO 04 – INFORME GEOLOGICO Y GEOTECNICO. INFORME N°02. Redactado en octubre de 2012 por el Consorcio Geodata-Esan-Serconsult para Proinversión.
- Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal AV. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima. ANEXO 01 – INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO. 1.02.- Estudios de Suelos, Geológicoa, Geotécnicos, Hidrogeológicos y Geodinámica. INFORME N°04. Redactado en julio de 2.013 por el Consorcio Geodata-Esan-Serconsult para Proinversión.

En los apéndices de los estudios citados se incluyen los registros de sondeos mecánicos, calicatas manuales y las prospecciones geofísicas realizadas, así como los resultados de los ensayos de laboratorio llevados a cabo.

2.2 CAMPAÑA GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA REALIZADA.

En la **Tabla 1** mostrada a continuación se incluye la totalidad de los reconocimientos realizados por parte del Consorcio, así como las principales características de los mismos. En los apéndices del presente documento se incluyen los registros de los sondeos mecánicos, ensayos de permeabilidad, calicatas manuales, sísmica y ensayos de laboratorio realizados.

En la campaña complementaria de reconocimientos para las líneas 2 y 4 se han realizado un total de 16 sondeos mecánicos que suman 576,69 ml de perforación, 7 calicatas manuales de entre 5 y 10 m de profundidad (además de las 16 calicatas realizadas previamente a los sondeos mecánicos para detección de servicios) y 16 perfiles de sísmica, que incluyen líneas sísmicas de refracción con longitud de entre 70 y 140 m y perfiles de sísmica pasiva MASW.

Las prospecciones incluidas en el trazado de la Primera Etapa A de la línea 2 son: sondeo mecánico S-9/L2 (31,1 m), calicata manual C-5/L2 (10 m) y los perfiles sísmicos y MASW PS-8 y PS-8'.

En los cuadros de las prospecciones incluidos a continuación se indica, además de la situación de los mismos, la profundidad alcanzada y el objeto de cada investigación.

2.2.1 *Fundamento teórico y metodología seguida*

La investigación de campo efectuada incluye sondeos mecánicos, calicatas manuales y una campaña geofísica que comprende, por un lado, perfiles sísmicos de refracción, y por otro, ensayos MASW a lo largo del trazado previsto.

Se describe a continuación la metodología empleada en cada caso.

2.2.1.1 *Sondeos mecánicos a rotación*

Los sondeos mecánicos a rotación son perforaciones de pequeño diámetro, generalmente entre 65 y 140 mm que permiten reconocer la naturaleza y la localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración estándar con cuchara bipartida y extracción de muestras alteradas e inalteradas.

Las perforaciones se realizan con una sonda de avance hidráulico montada sobre camión, patines o con motricidad autónoma (según las necesidades y características del estudio) dotada de castillete o torre de sondeo y bomba de lodos.

El testigo reconocido se aloja en un tubo testigo hueco, en cuyo extremo inferior va enroscada una corona de widia o diamante que va realizando la perforación. Al extremo superior del tubo va enroscado el varillaje, generalmente de 42 o 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba. Durante la ejecución del sondeo, y si el terreno sufre desprendimientos, se procede a la entubación del sondeo con la tubería de revestimiento, polímeros o bien se utilizan lodos bentoníticos que mantienen las paredes sin desmoronamiento

Los testigos obtenidos en los sondeos se colocan en cajas adecuadas, quedando éstas debidamente almacenadas para cualquier comprobación posterior. Al término de la perforación se colocó tubería piezométrica ranurada de PVC con tapa de protección en todos los sondeos, al objeto de realizar medidas del nivel freático existente durante todo el periodo que duró la campaña geotécnica.

En la **Tabla 2**, mostrada a continuación, se incluyen los sondeos mecánicos realizados en la campaña geotécnica complementaria.

Los registros de los sondeos mecánicos perforados se incluyen en el **Apéndice 1** del presente documento.

PROSPECCIÓN	LÍNEA	P.K.	COORDENADAS UTM Huso 18L			PROF. (m)	ESTACIÓN / DIRECCIÓN	OBJETO
			X	Y	Z			
C-5		19+368	285.025,00	8.666.155,00	233,0	10,0	Estación Evitamiento	Caracterización gravas
S-9		21+436	286.914,36	8.666.994,71	266,2	31,1	Estación Colectora Industrial	Estación sin reconocer
PS-8' INICIO		21+600	287.066,00	8.667.060,00	-			
PS-8' FIN	2	21+670	287.130,00	8.667.087,00	-	20-30	Estación Colectora Industrial	Velocidad sísmica y módulos dinámicos
MASW-8'		21+632	287.097,00	8.667.072,00	-			
PS-8 INICIO		22+830	288.218,00	8.667.499,00	-			
PS-8 FIN		22+900	288.279,00	8.667.530,00	-	20-30	Estación La Cultura	Velocidad sísmica y módulos dinámicos
MASW-8		22+866	288.248,00	8.667.514,00	-			

Tabla 1: Principales características de los reconocimientos realizados en la campaña geotécnica complementaria en la Primera Etapa A.

SONDEO	LÍNEA	P.K.	DIST. EJE	PROF. (m)	NIVEL FREÁTICO		ESTACIÓN / DIRECCIÓN
					PROF. (m)	FECHA	
S-9	2	21+436	12m I	31,1	No detectado	28-09-13	Estación Colectora Industrial

Tabla 2: Sondeo mecánico realizado en la campaña geotécnica complementaria en la Primera Etapa A.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

011947
[12351]

2.2.1.2 *Ensayos de penetración estándar*

Los ensayos de penetración estándar (SPT) se realizan por hinca a percusión de un toma-muestras de pared partida, de 51 mm de diámetro exterior, obteniéndose una muestra alterada del terreno. Este ensayo permite obtener una idea de la consistencia o compacidad del terreno a la cota a la que se ejecuta el ensayo, contando el número de golpes necesarios para hacer penetrar la cuchara del SPT en 3 tramos de 15 cm. Se obtiene el índice NSPT sumando los golpes obtenidos en los dos tramos de 15 cm. centrales. Estos ensayos se dan por terminados cuando el toma-muestras se ha introducido totalmente o cuando en cualquiera de los tramos de 15 cm. se ha requerido más de 50 golpes, lo que se denomina rechazo (R).

En la **Tabla 3** se muestra la clasificación de la compacidad o consistencia de los materiales en función del golpeo obtenido en el ensayo SPT.

Clasificación de Sanglerat (1967) y Hunt (1984)			
Nº golpes/30cm	Cohesivos	Nº golpes/30cm	Granulares
0-2	Muy blanda	0-4	Muy suelta
3-5	Blanda	4-10	Suelta
6-15	Media	10-30	Media
16-25	Firme	30-50	Compacta
>25	Dura	>50	Muy compacta

Tabla 3: Clasificación de la compacidad/consistencia en función del N_{SPT}.

La **Tabla 4** incluye la recopilación de todos los ensayos realizados en los sondeos mecánicos perforados, 128 ensayos en total. Cabe señalar, que dada la consistencia de los materiales reconocidos y la imposibilidad de obtención de muestra en el ensayo, en la mayoría de los casos se han realizado ensayos con Cono de Peck; cuya única diferencia es que la puntaza es ciega o maciza. Esta metodología es la más indicada para realizar ensayos de penetración en terrenos con abundancia de gravas y bolos resistentes de gran tamaño.

SONDEO	TIPO	PROF. INICIO (m)	PROF. FINAL (m)	N_{SPT}/N_{30}
S-9 L2	SPT c	3,00	3,45	39
	SPT c	6,00	6,45	62
	SPT c	9,20	9,65	85
	SPT c	13,00	13,45	84
	SPT c	16,20	16,65	89
	SPT c	18,00	18,45	73
	SPT c	21,40	21,70	100
	SPT c	28,00	28,35	100

Tabla 4: Relación de ensayos N_{SPT} realizados en los sondeos mecánicos.

En la **Figura 1** se muestra la distribución y resultados de los ensayos de penetración realizados según la profundidad de los mimos.

agujero en el área donde se quiere determinar la densidad y después de excavado el agujero, el cono con el recipiente unido a él se invierte y se coloca sobre la excavación. Se permite que la arena fluya del envase al agujero y al cono. Una vez que el agujero del cono está lleno, se determina el peso del recipiente, del cono y de la arena restante en el envase a partir de las cuales es posible determinan tanto la densidad seca como la humedad natural del material.

En nuestro caso se ha prestado especial atención a la estabilidad de las paredes y las incidencias que se producen en los niveles excavados. Igualmente se ha registrado la excavabilidad de las distintas formaciones atravesadas. Se ha realizado una descripción exhaustiva de la granulometría de gruesos observada en los materiales de acopio y la estadística de tamaños encontrada. Además también resulta importante la determinación de existencia de agua en las calicatas, correlacionando esta información con los datos piezométricos disponibles. Una vez finalizada la calicata, ésta se vuelve a rellenar con los materiales extraídos y se compacta el terreno.

En la **Tabla 5**, mostrada a continuación, se incluye la calicata manual excavada en la campaña geotécnica complementaria de la Primera Etapa A.

CALICATA	LÍNEA	P.K.	DIST. EJE	PROF. (m)	PROF. NF (m)	ESTACIÓN / DIRECCIÓN
C-5	2	19+368	10m I	10,0	No detectado	Estación Evitamiento

Tabla 5: Calicatas manuales realizadas en la campaña geotécnica complementaria en la Primera Etapa A.

El registro de la calicata manual realizada se incluye en el **Apéndice 2** del presente documento.

2.2.1.4 *Investigación geofísica*

La prospección geofísica investiga el interior del terreno a partir de las variaciones detectadas en parámetros físicos significativos y de su correlación con las características geológicas. Son técnicas no destructivas y de investigación extensiva o con gran cobertura, complementarias de los ensayos in situ y técnicas de investigación directa como sondeos y calicatas, con la finalidad de contribuir a una mejor interpretación y estudio de los materiales presentes.

Complementariamente para el estudio de las propiedades mecánicas del sustrato de Lima se ha previsto la ejecución de líneas sísmicas que nos permiten conocer en el caso de los perfiles sísmicos de refracción, los distintos horizontes de velocidad de propagación sísmica existentes que, a su vez, darán a conocer los métodos de excavación más adecuados y, en el caso de la sísmica pasiva, los parámetros geotécnicos dinámicos para el dimensionamiento de las excavaciones y/o estructuras frente a cualquier evento sísmico.

Como alternativa a los ensayos presiométricos o dilatométricos se ha considerara la ejecución de líneas sísmicas pasivas o MASW, por las cuales se obtienen módulos de deformación dinámicos de los materiales. Estos módulos dinámicos se correlacionan posteriormente con módulos estáticos. Adicionalmente, los valores de velocidad de las ondas de corte facilitarían la caracterización de cara a los cálculos estructurales frente al sismo que se desarrollen.

Se han realizado un total de 2 perfiles de sísmica de refracción y MASW a lo largo de las líneas 2 y 4, de las cuales 2 de ellas se sitúan en la Etapa 1A, con el objeto de calibrar y corroborar los ensayos realizados para estudios preliminares.

Para el tramo que nos ocupa, se ha recurrido a las siguientes técnicas:

- Sísmica de refracción. La sísmica de refracción, es un método indirecto, que estudia la propagación en el terreno de ondas sísmicas producidas artificialmente, estableciendo

su relación con la configuración geológica del subsuelo. Para la obra de estudio, la sísmica que está prevista emplear tiene por objetivo la determinación de los espesores de los rellenos y niveles cuaternarios, así como la velocidad de propagación de las ondas en los mismos.

- Ensayo MASW. El Ensayo MASW o Análisis de Ondas Superficiales en Arreglo Multicanal es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman. Este método consiste en la interpretación de las ondas superficiales (Ondas Rayleigh) de un registro en arreglo multicanal, generadas por una fuente de energía impulsiva en puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte (Vs) para el punto central de dicha línea. Cabe comentar que aunque se realizaron estos ensayos no pudo obtenerse unos resultados satisfactorios dados que existían ruidos y perturbaciones constantes.

Estos métodos geofísicos se encuentran situados tanto en planta como en el perfil geológico-geotécnico. Los resultados de las investigaciones geofísicas se incluyen en el **Apéndice 3** del presente documento.

En la **Tabla 6** se incluyen la totalidad de líneas sísmicas de refracción y MASW realizados en la campaña geotécnica complementaria de la Primera Etapa A.

PERFIL SÍSMICO	LÍNEA	P.K.	COORDENADAS UTM Huso 18L		ESTACIÓN / DIRECCIÓN
			X	Y	
PS-8'	2	21+600	287.066,00	8.667.060,00	Estación Colectora Industrial
		21+670	287.130,00	8.667.087,00	
MASW-8'		21+632	287.097,00	8.667.072,00	
PS-8		22+830	288.218,00	8.667.499,00	Estación La Cultura
		22+900	288.279,00	8.667.530,00	
MASW-8		22+866	288.248,00	8.667.514,00	

Tabla 6: Perfiles de sísmica de refracción y MASW realizadas en la campaña geotécnica complementaria.

2.2.2 *Ensayos de laboratorio*

En las prospecciones ejecutadas de manera específica para el presente proyecto se realizó la correspondiente toma de muestras, consistente en:

- Muestras inalteradas: en tomamuestras de pared delgada tipo Shelby en suelos, y testigos parafinados en sustrato rocoso.
- Muestras alteradas: sacos en calicatas y SPT en sondeos.

Con las muestras y testigos extraídos en sondeos y calicatas se han solicitado una serie de ensayos de laboratorio para conocer las características geotécnicas de los materiales in situ y compactados.

A continuación se detallan los ensayos de laboratorio realizados:

- En calicatas:
  - Granulometría por tamizado (ASTM D422-63) y de gruesos.
  - Límites de Atterberg :Límite líquido, plástico e índice de plasticidad (ASTM D4318-95)
  - Humedad natural (ASTM D2216-98)
  - Clasificación de suelos por los métodos SUCS (ASTM D2487) y AASHTO

- Densidad Natural (ASTM D-7263-09)
- Químicos: Materia orgánica y Sulfatos
- Compactación: Proctor Modificado (ASTM D1557-91) y CBR (ASTM D1883-07e2).

- En sondeos

Identificación

- Granulometría por tamizado (ASTM D422-63).
- Límites de Atterberg: Límite líquido, plástico e índice de plasticidad. (ASTM D4318-95)
- Clasificación de suelos por los métodos SUCS (ASTM D2487) y AASHTO

Ensayos de estado:

- Humedad natural (ASTM D2216-98)
- Peso unitario (ASTM D7263-09)
- Densidad Natural (ASTM D-7263-09)

Ensayos químicos:

- Ensayos de agresividad química en aguas y suelos
- Contenido en materia orgánica (ASTM D2974-87)
- Contenido en sulfatos (ASTM D516)

Ensayos de resistencia de suelo

- Compresión simple (ASTM D2166-06)
- Corte directo consolidado y sin drenaje (ASTM D3080-07); consolidado y drenado (ASTM D3080/3080M-11)

Ensayos de deformabilidad y volumétricos

- Ensayo de consolidación unidimensional en edómetro (ASTM D2435M-11/ASTM D 2435-90)
- Ensayo de compresión simple en suelos (ASTM D 2166-06)

Y en niveles rocosos

- Ensayo compresión simple en roca (ASTM D 2938-95)
- Compresión simple en roca con bandas extensométricas (ASTM D 7012-10)
- Ensayo de tracción en roca (ASTM C 496-11)

Ensayos para la evaluación de áridos:

- Absorción de agua (ASTM C127/C128-12)
- Abrasión Los Ángeles (ASTM C-131-06 AASHTO T-96)
- Ensayo Schimazek (prEN 22952 y UNE 22950-2:1990), incluye lámina delgada y ensayo de tracción
- Estudio petrográfico mediante lámina delgada (conteo de Q y sílice)
- Abrasividad Cerchar (ASTM D7625-10)
- Estabilidad de los áridos frente a disoluciones de sulfato magnésico ó sódico (ASTM C-88)
- Determinación DRI (Drilling Rate Index) Índice de perforabilidad (NTNU 13A-98)
- Reactividad árido-álcali (ASTM C-295 y ASTM C-289)
- Equivalente de arena de los finos obtenidos del machaqueo de las gravas (ASTM D-2419-02 y AASHTO T-176)

- Análisis granulométrico por tamizado del machaqueo de las gravas (ASTM D 422-63)
- Contenido en sulfatos
- Contenido en sulfuros

En la **Tabla 7** se muestra la totalidad de los ensayos de laboratorio realizados para la línea 2 y ramal de la L4.

	ENSAYOS	UNIDADES	
		SONDEOS	CALICATAS
IDENTIFICACIÓN	Granulometría por tamizado	15	59
	Granulometría gruesos	-	5
	Límites de Atterberg	19	44
ESTADO	Humedad natural	22	45
	Densidad natural	3	54
RESISTENCIA	RCS suelos	3	-
	Corte directo CD	1	1
	Corte directo CU	1	-
	RCS rocas	2	-
	PLT	2	-
	RCS con bandas	1	-
	Tracción indirecta	2+7	-
COMPRESIBILIDAD E HINCHAMIENTO	Consolidación unidimensional	3	1
COMPACTACIÓN	Próctor Modificado	-	6
	CBR	-	6
QUÍMICOS	Materia orgánica	12	19
	Sulfatos	12	17
	Análisis del agua freática	7	2
ÁRIDOS	Absorción de agua	1	1
	Abrasión Los Ángeles	1	1
	Ensayo Schimazek	4	3
	Estudio petrográfico	4	3
	Contenido en cuarzo y sílice	4	3
	Abrasividad Cerchar	4	3
	Estabilidad áridos a sulfato magnésico ó sódico	1	2
	Determinación DRI	4	3
	Reactividad árido-álcali	3	2
	Equivalente de arena de los finos	2	2
	Análisis granulométrico gruesos	2	1
	Contenido en sulfatos	3	3
	Contenido en sulfuros	3	2

Tabla 7: Ensayos de laboratorio realizados en la campaña geotécnica complementaria L2/L4.

2.3 CAMPAÑA REALIZADA POR PROINVERSIÓN PARA LA PRIMERA ETAPA A.

Proinversión ha llevado a cabo una campaña geotécnica adicional en la Primera Etapa A, definida entre los pp.kk. 19+260 – 23+609,59 de la línea 2 del Metro de Lima y Callao. Esta campaña ha consistido en la realización de los siguientes reconocimientos geotécnicos:

- 21 calicatas manuales profundas, de entre 27 y 31 m de profundidad final; con 129 muestras ensayadas en laboratorio (129 granulometrías globales y clasificaciones SUCS, y 19 ensayos específicos de materiales), 129 ensayos de densidad en campo y 126 ensayos de permeabilidad (método Porchet).
- 5 calicatas manuales especiales de entre 13 y 22,4 m de profundidad, con 10 ensayos de granulometría global y clasificación SUCS, 10 ensayos de placa de carga horizontal y 10 ensayos de densidad de campo.
- 9 perforaciones diamantinas de entre 35 y 50 m de profundidad, con la realización de 40 ensayos dilatométricos, 47 ensayos de permeabilidad, 3 ensayo SPT y 3 muestras Shelby.
- 9 ensayos geofísicos Down-Hole en sendas perforaciones diamantinas.
- 25 perfiles de sísmica de refracción y MASW.
- 5 ensayos de resistividad eléctrica (tomografías eléctricas) en estaciones.

Los registros de estos ensayos y reconocimientos se incluyen en los planos de situación y perfiles geológico-geotécnicos elaborados para la Primera Etapa A de la línea 2, los cuales se muestran en los **Apéndices 5.1** y **5.2** del presente documento.

En la **Tabla 8**, incluida a continuación, se muestran las calicatas manuales profundas realizadas por Proinversión en la Etapa 1A.

En la **Tabla 9**, incluida a continuación, se muestran las calicatas especiales realizadas por Proinversión en la Etapa 1A.

La **Tabla 10**, incluida a continuación, se muestran la relación de las perforaciones diamantinas realizadas por Proinversión en la Etapa 1A.

En la **Tabla 11**, mostrada a continuación, se incluyen la totalidad de los ensayos dilatométricos realizados por Proinversión en la Etapa 1A.

La **Tabla 12** incluyen la totalidad de los ensayos de permeabilidad realizados por Proinversión en la Etapa 1A.

En las **Tablas 13, 14** y **15** se muestran los reconocimientos geofísicos realizados (líneas sísmicas de refracción, perfiles de sísmica pasiva MASW y ensayos de resistividad eléctrica).

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

ID	TRAMO	P.K.	DIST. EJE	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	COORDENADAS Z	PROF. (m)	OBJETO INVESTIGACIÓN
CP-1		18+910	20m I	284.626,0	8.665.978,0	226,56	27,0	Pozo Túnel PV19
CP-2		19+132	20m I	284.803,0	8.666.064,0	229,37	27,0	Túnel
CP-3		19+398	16m I	285.048,0	8.666.175,0	233,72	30,0	Estación Evitamiento
CP-4		19+675	15m I	285.301,0	8.666.293,0	238,04	28,0	Túnel
CP-5		20+070	36m D	285.694,0	8.666.396,0	244,25	28,0	Pozo Túnel PV20
CP-6		20+320	14m D	285.918,0	8.666.519,0	248,55	28,0	Túnel
CP-7		20+330	18m D	285.936,0	8.666.520,0	248,91	30,0	Túnel
CP-8		2+485	20m D	286.051,0	8.666.566,0	250,34	30,0	Estación Óvalo de Santa Anita
CP-9		20+594	32m D	286.162,8	8.666.613,8	252,38	28,0	Túnel
CP-10	ETAPA 1A	21+113	32m D	286.639,1	8.666.821,5	260,20	28,0	Pozo Túnel PV21
CP-11		21+440	25m D	286.931,0	8.666.971,0	266,38	28,0	Estación Colectora Industrial
CP-12		21+560	35m I	287.035,0	8.667.072,0	268,32	30,0	Estación Colectora Industrial
CP-13		21+812	20m D	287.266,0	8.667.113,0	271,99	28,0	Túnel
CP-14		22+150	12m I	287.581,0	8.667.276,0	278,65	28,0	Pozo Túnel PV22
CP-15		22+575	16m I	287.965,0	8.667.426,0	285,27	29,0	Túnel
CP-16		22+710	16m I	288.090,0	8.667.486,0	287,15	27,6	Estación Cultura
CP-17		22+760	10m I	288.138,0	8.667.504,0	287,25	31,0	Estación Cultura
CP-18		23+000	24m I	288.362,0	8.667.603,0	291,00	28,0	Túnel
CP-19		23+138	20m I	288.486,0	8.667.651,0	293,08	28,0	Pozo Túnel PV23
CP-20		23+356	24m I	288.687,0	8.667.737,0	297,00	28,0	Túnel
CP-21		23+636	22m D	288.963,0	8.667.801,0	301,81	30,0	Estación Mercado de Sta. Anita

Tabla 8: Calicatas profundas realizadas en la Etapa 1A.

CALICATA	PROGRESIVA	COORDENADAS ESTE	COORDENADAS NORTE	UBICACIÓN REFERENCIAL	PROF. (m)	PROF. (m) PLACA DE CARGA
CC - 1	19+426	285.088	8.666.187	Av. Nicolas Ayllón a 90 m de la Av. Evitamiento con dirección a Lima.	15,0	9.00 m 15.00 m
CC - 2	20+380	285.962	8.666.541	Av. Nicolas Ayllon a 200 m de la Av. De la Molina con dirección a Lima.	14,0	7.20 m 13.00 m
CC - 3	21+600	287.075	8.667.034	Av. Nicolas Ayllon a 20 m en la Ca. 9 de Setiembre con dirección a Chosica.	15,0	7.50 m 13.50 m
CC - 4	22+800	288.173	8.667.515	Av. Nicolas Ayllon a 180 m de la Av. La Cultura con dirección a Lima.	22,4	13.00 m 22.00 m
CC - 5	23+450	288.772	8.667.773	Av. Nicolas Ayllon a 270 m de la Av. Separado Industrial con dirección a Lima.	13,0	7.40 m 13.00 m

Tabla 9: Calicatas especiales realizadas en la Etapa 1A.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

PERFORACIÓN	TRAMO	P.K.	DIST. EJE	COORDENADAS			PROF. (m)	PROF. NF (m)	ESTACIÓN / DIRECCIÓN
				X	Y	Z			
P-02		19+412	18m I	8.666.194,0	285.071,0	245,0	46,5	-	Estación Evitamiento
P-03		20+465	20m D	8.666.564,0	286.040,0	268,0	40,0	-	Estación Ovalo Santa Anita
P-04		26+770	12m D	8.669.918,0	291.226,0	366,0	35,0	13,2	Estación Municipalidad de Ate
P-06		21+550	28m I	8.667.054,0	287.027,0	282,0	41,0	-	Estación Colectora Industrial
P-07	ETAPA 1A	22+662	18m I	8.667.477,0	288.059,0	302,0	40,2	-	Estación La Cultura
P-08		22+772	14m I	8.667.506,0	288.151,0	300,0	40,0	-	Estación La Cultura
P-09		23+465	EJE	8.667.777,0	288.803,0	309,0	50,0	-	Estación Mercado Santa Anita
P-10		23+620	20m D	8.667.796,0	288.955,0	308,0	50,0	-	Estación Mercado Santa Anita
P-17		19+570	15m I	8.666.236,0	285.219,0	369,0	40,0	-	Túnel
P-18		16+184	88m D	8.665.615,0	281.987,0	248,0	46,5	-	Túnel Pozo PV17 (Av. México)

Tabla 10: Perforaciones diamantinas realizadas en la Etapa 1A.

SONDEO	PROF. (m)	ESTACIÓN	LITOTIPO	TIPO DE MATERIAL
P-2	6	EVITAMIENTO	GP	Grava y arena
P-2	11	EVITAMIENTO	GP	Grava con bolones
P-2	17	EVITAMIENTO	GP	Grava con arena
P-2	23	EVITAMIENTO	GP	Grava con arena
P-2	27	EVITAMIENTO	GP	Grava con arena
P-2	31	EVITAMIENTO	GP	Bolones con arena
P-2	39	EVITAMIENTO	CL-ML	Arcilla
P-2	42	EVITAMIENTO	CL-ML	Arcilla
P-3	5	ÓVALO STA. ANITA	GP	Grava y arena
P-3	10	ÓVALO STA. ANITA	GP	Grava con arena
P-3	15	ÓVALO STA. ANITA	GP	Bolones y arena
P-3	20	ÓVALO STA. ANITA	GP	Bolones y arena
P-3	26	ÓVALO STA. ANITA	GP	Bolones y arena
P-3	29	ÓVALO STA. ANITA	GP	Bolones y arena
P-3	34	ÓVALO STA. ANITA	GP	Grava y arena
P-3	39	ÓVALO STA. ANITA	GP	Grava y arena
P-6	7	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Bolones con arena
P-6	11	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Bolones con arena
P-6	17	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Grava con arena
P-6	21	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Grava y arena
P-6	27	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Grava y arena
P-6	30	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Grava
P-6	35	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Grava con arena

SONDEO	PROF. (m)	ESTACIÓN	LITOTIPO	TIPO DE MATERIAL
P-6	37	COLECTORA INDUSTRIAL	GP	Bolones con arena
P-7	5	LA CULTURA	GP	Grava con arena
P-7	11	LA CULTURA	GP	Grava con arena
P-7	15	LA CULTURA	GP	Grava y arena
P-7	20	LA CULTURA	GP	Grava con arena
P-7	24	LA CULTURA	GP	Grava con arena
P-7	31	LA CULTURA	GP	Grava y arena
P-7	36	LA CULTURA	GP	Arena con grava
P-7	39	LA CULTURA	GP	Arena con grava
P-9	4	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Grava
P-9	9	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Grava con arena
P-9	15	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Grava con arena
P-9	22	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Grava con arena
P-9	25	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Grava con arena
P-9	30	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Bolones con arena
P-9	37	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Grava y arena
P-9	42	MERCADO DE STA. ANITA	GP	Bolones con arena

Tabla 11: Ensayos dilatométricos realizados y disponibles en la Etapa 1A.

SONDEO	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO
P-4	26+770	2,5-3,0	GP
P-4	26+770	4,5-5,0	GP
P-4	26+770	6,7-8,0	GP
P-4	26+770	9,2-10,0	GP
P-4	26+770	11,4-12,0	GP
P-4	26+770	15,0-15,5	GP
P-4	26+770	18,0-18,5	GP
P-4	26+770	19,0-20,0	SM
P-4	26+770	21,3-22,0	GP
P-4	26+770	23,3-24,0	GP
P-4	26+770	25,5-26,7	GP
P-6	21+550	3,7-4,5	GP
P-6	21+550	7,2-8,0	SM
P-6	21+550	12,2-12,8	GP
P-6	21+550	16,5-17,0	GP
P-6	21+550	19,2-20,0	SM
P-6	21+550	25,5-26,0	GP
P-8	22+772	1,85-2,5	GP
P-8	22+772	5,45-6,0	GP
P-8	22+772	7,0-8,0	GP
P-8	22+772	9,0-10,0	GP
P-8	22+772	11,0-12,0	GP
P-8	22+772	14,2-15,0	GP
P-8	22+772	16,9-18,0	GP
P-8	22+772	19,5-20,4	GP

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

SONDEO	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO
P-8	22+772	23,0-24,0	GP
P-8	22+772	27,5-28,5	CL
P-10	23+620	1,5-2,0	SM
P-10	23+620	2,2-3,0	SM
P-10	23+620	4,0-5,0	SM
P-10	23+620	7,35-8,0	GP
P-10	23+620	9,0-10,0	GP
P-10	23+620	11,0-12,0	GP
P-10	23+620	14,0-15,0	GP
P-10	23+620	17,0-18,0	GP
P-10	23+620	20,0-21,0	GP
P-10	23+620	23,5-24,5	SM
P-18	16+184	3,0-3,5	GP
P-18	16+184	4,5-5,5	GP
P-18	16+184	7,15-8,0	GP
P-18	16+184	12,15-13,0	GP
P-18	16+184	17,2-18,0	GP
P-18	16+184	21,2-22,0	GP
P-18	16+184	26,4-27,2	Qc
CP-1	18+933	5	SM
CP-1	18+933	9	GP
CP-1	18+933	14	GP
CP-1	18+933	18	GP
CP-1	18+933	24	GP
CP-1	18+933	27	GP
CP-2	19+127	4,3	CL-ML
CP-2	19+127	9	GP
CP-2	19+127	14	GP
CP-2	19+127	19	GP
CP-2	19+127	24	GP-GM
CP-2	19+127	27	GP
CP-3	19+397	4,0	GP
CP-3	19+397	9,0	GP
CP-3	19+397	14,0	GP
CP-3	19+397	18,0	GW
CP-3	19+397	24,0	GP
CP-3	19+397	30,0	GP-GM
CP-4	19+675	4,0	GP
CP-4	19+675	9,0	GP
CP-4	19+675	14,0	GP
CP-4	19+675	19,0	GP
CP-4	19+675	24,0	GP
CP-4	19+675	28,0	GP
CP-5	20+077	4,3	GW
CP-5	20+077	9,0	GP
CP-5	20+077	14,0	ML
CP-5	20+077	19,0	GP
CP-5	20+077	24,0	GP
CP-5	20+077	28,0	GP
CP-6	20+381	4,0	GP
CP-6	20+381	9,0	GW
CP-6	20+381	14,0	GP
CP-6	20+381	19,0	GP
CP-6	20+381	24,0	GP
CP-6	20+381	28,0	GP

SONDEO	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO
CP-7	20+406	4,0	GP
CP-7	20+406	9,0	GP
CP-7	20+406	14,0	GP
CP-7	20+406	19,0	GP
CP-7	20+406	24,0	GP
CP-7	20+406	30,0	GP-GM
CP-8	20+470	4,0	GP
CP-8	20+470	9,0	GP
CP-8	20+470	14,5	GP
CP-8	20+470	19,0	GP
CP-8	20+470	24,0	GP-GM
CP-8	20+470	30,0	GP
CP-9	20+593	4,0	GP
CP-9	20+593	9,0	GW
CP-9	20+593	14,0	GP-GM
CP-9	20+593	19,0	GW
CP-9	20+593	24,0	GP
CP-9	20+593	30,0	GP
CP-10	21+113	4,0	GP
CP-10	21+113	9,0	GP
CP-10	21+113	14,2	GP
CP-10	21+113	19,2	GP
CP-10	21+113	24,5	GP
CP-10	21+113	28,0	GW
CP-11	21+440	4,0	GP-GM
CP-11	21+440	9,0	GP-GM
CP-11	21+440	13,0	GP
CP-11	21+440	19,0	GM
CP-11	21+440	24,0	GP-GM
CP-11	21+440	28,0	GP-GM
CP-12	21+570	4,0	GP-GM
CP-12	21+570	9,0	GW-GM
CP-12	21+570	13,0	GP-GM
CP-12	21+570	19,0	GP-GM
CP-12	21+570	24,0	GP-GM
CP-12	21+570	30,0	GP-GM
CP-13	21+775	4,0	GP-GM
CP-13	21+775	9,0	GW-GM
CP-13	21+775	14,0	GW-GM
CP-13	21+775	19,0	GW-GM
CP-13	21+775	25,0	GP-GM
CP-13	21+775	28,0	GM
CP-14	22+158	4,5	GP
CP-14	22+158	9,5	GP
CP-14	22+158	14,0	GP
CP-14	22+158	19,0	GP
CP-14	22+158	24,2	GP
CP-14	22+158	28,0	GP
CP-15	22+570	4,7	GP
CP-15	22+570	9,0	GP
CP-15	22+570	14,0	GP
CP-15	22+570	19,0	GP
CP-15	22+570	24,0	ML
CP-15	22+570	28,0	SM
CP-15	22+570	29,0	GM

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

SONDEO	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO
CP-16	22+708	4,0	GP
CP-16	22+708	9,0	GP
CP-16	22+708	14,0	GP
CP-16	22+708	19,0	GP
CP-16	22+708	24,0	GP
CP-16	22+708	27,6	SC
CP-17	22+760	4,1	GP
CP-17	22+760	8,5	GP
CP-17	22+760	14,0	GP
CP-17	22+760	19,0	GW
CP-17	22+760	24,0	SM
CP-17	22+760	28,0	CL
CP-17	22+760	31,0	CL
CP-18	23+000	4,0	GW-GM
CP-18	23+000	7,5	GM
CP-18	23+000	12,5	GP-GM
CP-18	23+000	18,0	GP-GM
CP-18	23+000	23,0	SM
CP-18	23+000	27,0	GM
CP-19	23+138	4,0	GP-GM
CP-19	23+138	10,0	GP-GM
CP-19	23+138	18,0	GP-GM
CP-19	23+138	28,0	GM
CP-20	23+356	4,5	GM
CP-20	23+356	10,0	GM
CP-20	23+356	14,5	GP-GM
CP-20	23+356	18,0	GP-GM
CP-20	23+356	23,0	GM
CP-20	23+356	28,0	GM
CP-21	23+636	2,5	GP-GM
CP-21	23+636	7,5	GP-GM
CP-21	23+636	12,0	GW-GM
CP-21	23+636	18,0	GW-GM
CP-21	23+636	22,5	GP-GM
CP-21	23+636	30,0	GP

Tabla 12: Ensayos de permeabilidad realizados en la Etapa 1A.

LÍNEA SÍSMICA REFRACCIÓN	UBICACIÓN	LONGITUD (m)	COORDENADAS			
			INICIO		FIN	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
LS-01		75	288921	8667807	288991	8667835
LS-02	MERCADO SANTA ANITA	75	288850	8667778	288919	8667806
LS-03		75	288778	8667748	288847	8667777
LS-04		75	288176	8667502	288245	8667530
LS-05	E. LA CULTURA	75	288097	8667491	288167	8667519
LS-06		75	288035	8667444	288104	8667472
LS-07		75	287031	8667031	287100	8667061
LS-08	COLECTORA INDUSTRIAL	75	286961	8667000	287029	8667030
LS-09		75	286890	8666968	286958	8666999
LS-10	E. OVALO SANTA ANITA	75	286061	8666597	286129	8666628
LS-11		75	285992	8666567	286061	8666598

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

LS-12		75	285923	8666536	285991	8666566
LS-13		50	285107	8666207	285153	8666229
LS-14	E. EVITAMIENTO	75	285037	8666151	285104	8666183
LS-15		75	284968	8666118	285036	8666150
LS-16	PV23	100	288452	8667633	288545	8667671
LS-17	PV22	100	287523	8667223	287616	8667260
LS-18	PV21	100	286424	8666776	286515	8666818
LS-19	PV20	75	285637	8666410	285706	8666439
LS-20	Pe1	75	284527	8665900	284589	8665943
LS-21	PK 18+711	75	284416	8665824	284477	8665867
LS-22	Cerca CP1	75	284640	8665970	284707	8666004
LS-23	Cerca CP2	75	284744	8666023	284813	8666051
LS-24	Cerca CP4	50	285267	8666267	285314	8666286
LS-25	Cerca E. MERCADO STA ANITA	75	289028	8667868	289097	8667896
LS-26	Patio Taller	100	288442	8667641	288535	8667678
LS-27	Patio Taller	100	288705	8667802	288668	8667895
LS-28	Patio Taller	100	288424	8667903	288515	8667944

Tabla 13: Líneas sísmicas de refracción realizadas en la Etapa 1A.

PERFIL SÍSMICO MASW	UBICACIÓN	LONGITUD (m)	COORDENADAS INICIO		FIN	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PS-01		75	288921	8667807	288991	8667835
PS-02	MERCADO SANTA ANITA	75	288850	8667778	288919	8667806
PS-03		75	288778	8667748	288847	8667777
PS-04		75	288176	8667502	288245	8667530
PS-05	E. LA CULTURA	75	288097	8667491	288167	8667519
PS-06		75	288035	8667444	288104	8667472
PS-07		75	287031	8667031	287100	8667061
PS-08	COLECTORA INDUSTRIAL	75	286961	8667000	287029	8667030
PS-09		75	286890	8666968	286958	8666999
PS-10		75	286061	8666597	286129	8666628
PS-11	E. OVALO SANTA ANITA	75	285992	8666567	286061	8666598
PS-12		75	285923	8666536	285991	8666566
PS-13		50	285107	8666207	285153	8666229
PS-14	E. EVITAMIENTO	75	285037	8666151	285104	8666183
PS-15		75	284968	8666118	285036	8666150
PS-16	PV23	100	288452	8667633	288545	8667671
PS-17	PV22	100	287523	8667223	287616	8667260
PS-18	PV21	100	286424	8666776	286515	8666818
PS-19	PV20	75	285637	8666410	285706	8666439
PS-20	Pe1	75	284527	8665900	284589	8665943
PS-21	Cerca CP34	75	284416	8665824	284477	8665867
PS-22	Cerca CP1	75	284640	8665970	284707	8666004
PS-23	Cerca CP2	75	284744	8666023	284813	8666051

PS-24	Cerca CP4	50	285267	8666267	285314	8666286
PS-25	Cerca E. MERCADO SANTA ANITA	75	289028	8667868	289097	8667896
PS-26	Patio Taller	100	288442	8667641	288535	8667678
PS-27	Patio Taller	100	288705	8667802	288668	8667895
PS-28	Patio Taller	100	288424	8667903	288515	8667944

Tabla 14: Perfiles sísmicos MASW realizados en la Etapa 1A.

TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA	UBICACIÓN	COORDENADAS			
		INICIO		FIN	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
RE1	E. Mercado Santa Anita	288667	8667728	288858	8667800
RE2	E. La Cultura	288033	8667454	288179	8667517
RE3	E. Colectora Industrial	286886	8666964	287021	8667024
RE4	E. Ovalo Santa Anita	285952	8666548	286092	8666610
RE5	E. Evitamiento	285022	8666105	285153	8666170

Tabla 15: Ensayos de resistividad eléctrica realizados en la Etapa 1A.

3 GEOLOGÍA

La geología de Lima se encuentra descrita ampliamente en la bibliografía existente, incluyendo en este documento una reseña de la misma y centrándose en la estratigrafía de detalle del área afectada por el trazado de la Primera Etapa A de las líneas 2 y el ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

A grandes rasgos, los trazados en estudio afectarán mayoritariamente a los materiales granulares gruesos que constituyen el Aglomerado de Lima. Estos depósitos cuaternarios aluviales del cono defectivo del río Rimac se encuentran formados por cantos rodados (gravas subredondeadas de naturaleza ígnea y volcánica), arenas y, en menor medida, arcillas y limos, dispuestos de forma desordenada. Superpuestos a estos materiales se encuentran los depósitos de terraza más modernos del río Rimac, los cuales aparecen con las mismas granulometría pero con un mayor orden interno. Sobre estos materiales groseros se encuentran niveles métricos de arcillas y limos, sin gravas, con relativa plasticidad y poco consistentes. Superficialmente se pueden encontrar rellenos de origen antrópico contaminado de espesor variable entre 1 y 5 m.

Bajo los materiales del Cuaternario se encuentran formaciones correspondientes a la cuenca sedimentaria de Lima, con edades del Jurásico al Cretácico Superior. Estos materiales se encuentran constituidos por facies volcánico-sedimentaria de la formación Arahuay, el Grupo Puente de Piedra de origen volcánico, la formación volcánica Yangas y los sedimentos de la formación Pamplona y Atacongo. Posteriormente se emplazaron los materiales magmáticos del grupo Casma, la intrusión del Batolito de la Costa y diques andesíticos asociados a los dos últimos episodios. Así pues, *entre los pp.kk. 15+400 y 19+125 del trazado de la línea 2, se ha reconocido el basamento rocoso, habiendo detectado rocas ígneas de tipo plutónicas (dioritas y tonalitas) que pudieran corresponder al Batolito de la Costa*, anteriormente citado.

Un aspecto destacable es la existencia de niveles freáticos en los trazados previstos, habiendo podido considerar la existencia de un nivel o napa freática en el inicio de la línea 2 (pp.kk. 0+000 – 5+200) y en la totalidad de la línea 4 (pp.kk. 0+000 – 7+643). El nivel freático se encuentra relacionado con la conexión hidráulica de la línea de costa y la pérdida del río Rimac, habiéndose representada la napa freática en los perfiles geológico-geotécnicos elaborados.

3.1 ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

La zona objeto de estudio se encuentra entre la unidad morfoestructural de la llanura preandina y la Cordillera Occidental. La llanura preandina constituye una faja angosta y desértica formada por una cobertera de terrazas marinas, depósitos aluviales y acumulaciones eólicas que cubren rocas volcano-sedimentarias de edad cretácica, intrusivos del batolito de la Costa y secuencias marinas y continentales del Paleógeno-Neógeno. En cambio la cordillera Occidental forma la cordillera más elevada del sistema Andino con una línea de cumbres paralela a la costa. Litológicamente está constituida principalmente por sedimentos mesozoicos sobre un basamento paleozoico, la prolongación del batolito de la Costa, el batolito de la Cordillera Blanca y por secuencias volcano-sedimentarias y volcánicas del Cenozoico, tal y como se puede observar en la **Figura 2**, mostrada a continuación.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

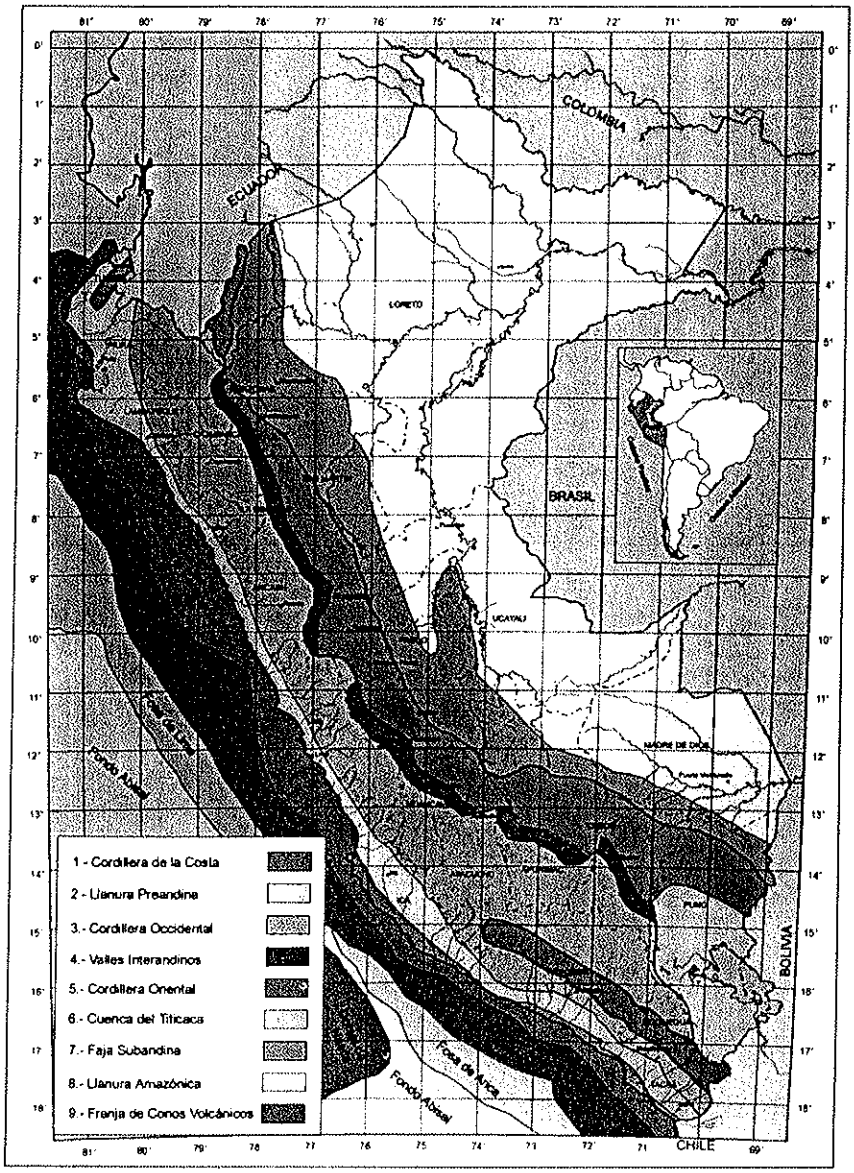


Figura 2: Mapa de unidades morfoestructurales del Perú. Memoria Explicativa del mapa geológico del Perú 1.000.000. INGEMMET, 1999.

Concretamente la región se ubica dentro de la Costa Central del territorio Peruano, cuyo relieve guarda relación con el desarrollo de las planicies costeras y conos aluviales que conforman superficies amplias interrumpidas por cerros bajos que gradualmente pasan a relieves accidentados en las estribaciones andinas.

La secuencia estratigráfica de la zona está formada, en la base, por rocas volcano-sedimentarias del Grupo Puente Piedra cuyos focos de emisión estuvieron en la cuenca del Pacífico en tiempos del Jurásico Terminal y la base del Cretácico Inferior. Continúa la secuencia con las unidades siliciclásticas de ambiente continental (Grupo Morro Solar) y secuencias marinas de las formaciones Pamplona y Atocongo (Valanginiano Terminal-Aptiano) y se encuentran cubiertas de rocas volcánicas marinas con ciclos sedimentarios depositados en el intervalo Albiano – Cenomaniano (Grupo Casma). En la **Figura 3** se muestra la distribución estratigráfica de la zona de estudio.

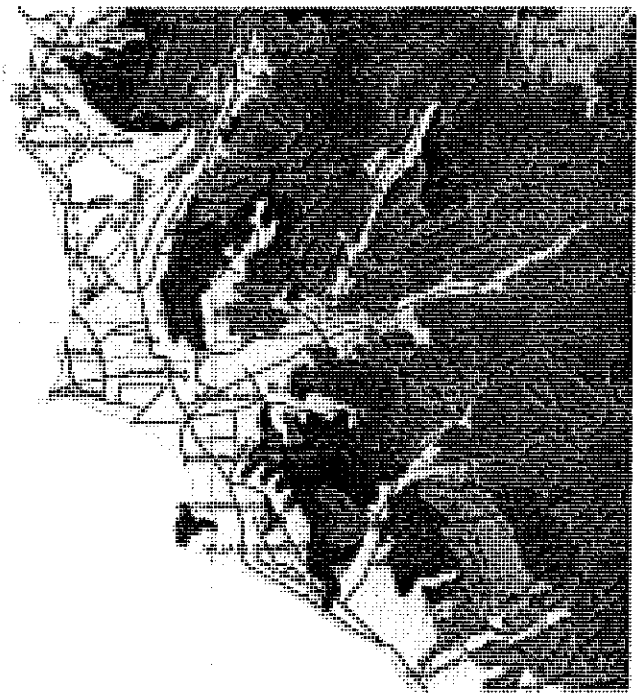


Figura 3: Mapa geológico del Perú 500,000. INGEMMET, 1999.

Complementariamente las rocas ígneas tomaron relevancia debido al plutonismo de la región. Éstos constituyen la mayoría de los afloramientos rocosos de la zona, que corresponden a intrusiones múltiples y complejas formadas predominantemente de tonalitas y granodioritas pertenecientes al Batolito de la Costa (segmento Lima) y con una evolución geoquímica de dos tipos de ritmo: básico-ácido, uno superpuesto al otro que se caracterizan por su carácter calcoalcalino.

Producto de esta intrusión magmática, las estructuras que involucran a la cobertura volcano-sedimentaria se encuentran truncadas y desplazadas, interpretándose una deformación de nivel estructural medio durante el Cretácico Inferior.

3.2 GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

En este apartado se realiza un análisis de las características geológicas de los distintos tipos de materiales que componen las formaciones geológicas existentes a lo largo del trazado y que tienen representación en cartográfica. De ellos se ofrece una descripción de los aspectos litoestratigráficos, tectónicos, geomorfológicos e hidrogeológicos más relevantes.

3.3 LITOESTRATIGRAFÍA

La zona de estudio, como se ha comentado anteriormente, se encuentra ubicada en la cuenca de Lima, la cual comienza con la actividad volcánica del grupo Casma mediante derrames lávicos y piroclásticos en ambiente marino en el periodo Cretácico. Posteriormente se produce el levantamiento de la región durante la primera fase compresiva de la tectónica andina. Simultáneamente al levantamiento del batolito de la Costa siguen produciéndose pulsaciones magmáticas que dan lugar a un complejo de rocas plutónicas (superunidades Patap y Santa Rosa).

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

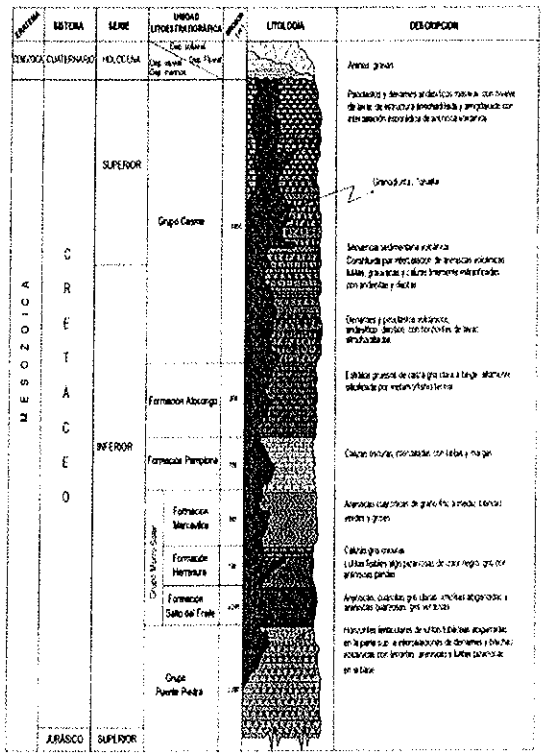


Figura 4: Columna estratigráfica de la región Chancay- Lima – Mala. Memoria explicativa del mapa geológico del Perú 1,000,000. INGEMMET, 1999.

A continuación, durante el Terciario, se producen varios episodios compresivos en un área ya emergida para posteriormente iniciarse un intenso proceso erosivo que continúa hasta la actualidad. Durante este periodo erosivo se produce la denudación de las cordilleras de la región y se configura la actual red de drenaje. Con ella se forma los valles profundos de las cuencas alta y media del río Rimac y Chillón y se interdigitan en forma de abanicos aluviales bajo la ciudad de Lima formando una gran secuencia aluvial denominada "conglomerado de Lima" que constituye la formación principal por donde discurrirá el trazado previsto.

Por tanto, desde el punto de vista litoestratigráfico, se pueden diferenciar dos grandes grupos de materiales dentro de la zona estudiada:

- Rocas intrusivas
  - Jurásico. Corresponde al basamento de la región y lo constituyen gabrodoritas de la superunidad Patap. Se localiza al Norte de Huachipa, por lo que no afectará los trazados proyectados y no será objeto de un estudio detallado.
  - Cretácico. Lo constituyen las unidades plutónicas de la superunidad Santa Rosa formadas mayoritariamente por tonalitas y dioritas Este grupo de materiales afectan al trazado previsto de la línea 2 (pp.kk. 15+400 y 19+125).
- Depósitos sedimentarios
  - Cuaternario. Pleistoceno-Holoceno. Bajo esta denominación se trataran a los depósitos aluviales en general que son los materiales sobre los cuales se emplaza principalmente el Proyecto. Se pueden diferenciar dentro de este grupo depósitos aluviales finos y groseros. Son los materiales con mayor presencia en el tramo estudiado.

A continuación se procede a describir de forma más detallada las formaciones sedimentarias cuaternarias afectadas por el trazado previsto, comenzando por las de mayor edad.

Estos sedimentos aparecen a lo largo de todo el trazado, correspondiendo en su mayor parte a sedimentos fluviales asociados al río Rimac. Otros depósitos cuaternarios que serán afectados corresponden a una importante acumulación de rellenos antrópicos, debidos fundamentalmente a la intensa actividad humana sobre los márgenes del río Rimac cuyo objetivo principal además de favorecer líneas de comunicación es la protección frente a las crecidas del río. A continuación se describen las distintas unidades afectadas:

- Depósitos aluviales pleistocenos (GP-S)

Corresponden a los depósitos antiguos del río Rimac prevenientes de la denudación de la Cordillera Occidental y Batolito Costerano. Estos forman el cono deyectivo del Rimac, el cual alcanza, según estudios geofísicos los 400 m de potencia en zonas centrales.

Son sedimentos depositados por la acción de un río del tipo trenzado (braided-river channels), aunque actualmente se encuentra muy encauzado, todavía pueden verse retazos de esta actividad al Norte del trazado, donde los canales se entrelazaban, colmatan y migran lateralmente. De estos canales se depositan principalmente gravas de textura clasto – soportada mostrando una imbricación clara, en ciertos sectores. Hacia los bordes de los distintos canales se depositan los sedimentos más finos, en un ambiente de llanura de inundación donde se generan grietas de desecación y arenas gruesas de laminación plana oblicua.

La mayor parte del trazado muestra materiales poco consolidados de naturaleza conglomerática, constituidos por gravas y gravillas, de forma subredondeada a redondeada de naturaleza intrusiva y volcánica, en matriz limo–arenosa, no plástica, con intercalaciones de horizontes lenticulares de material areno–limoso correspondientes, como se ha indicado antes, a depósitos de canales. No obstante, en algunos sectores, sobre todo en la zona central del trazado se han detectado niveles de granulometría más fina correspondientes a antiguas llanuras de inundación del Rimac.

- Depósitos aluviales recientes

Son los sedimentos aluvionares que ocupan el curso actual del río Rimac, que no se afectan en el trazado de la línea 2 y ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

El curso del río Rimac se caracteriza por presentar corrientes del tipo braided (trenzadas, entrecruzadas o entrelazadas). Éstas se definen como ríos con canales-láminas de aguas múltiples con baja sinuosidad y con una alta capacidad de carga-sedimentación, formando grandes llanuras aluviales y rellenos de cuencas. Son fenómenos debidos al solape-coalescencia de barras o médanos aluvionares (llamadas de barras o de canal), tanto marginales como interiores a la corriente y longitudinales o tranasversales. Su funcionamiento comprende erosión en un flanco y sedimentación en el opuesto de cada lazo o trenza En cualquier caso, presenta una alta competencia, con carga de granulometría gruesa o muy gruesa (grava y bloques), llegando a arrastrar grandes bloques. Éstos presentan una alta esfericidad y redondeamiento y usualmente carecen de matriz o son granosoportados.

- Rellenos antrópicos

Se consideran como tales todos los depósitos originados por la acción del hombre sobre el medio. Por un lado, materiales naturales mezclados con escombros, vertidos y basura, y por otro los rellenos asociados a las vías de comunicación. Debido a sus diferentes condiciones de compactación, se han diferenciado en la cartografía geológica (con tramas y simbología diferentes).

  - Rellenos vertidos (RV): Estos rellenos son producto de la actividad humana, ligados a rellenos no compactados, correspondientes a vertidos, derrames de

tierras, diques de contención de avenidas, etc. Son depósitos de marcada heterogeneidad, donde encontramos arenas, limos y arcillas con cantos y bolos, además de fragmentos de ladrillos, hormigón, etc. Se encuentran repartidos a lo largo de toda la zona de estudio de forma dispersa.

- Rellenos compactados (RC): Estos rellenos son producto de la actividad humana y están ligados a infraestructuras lineales (carreteras y ferrocarril). Generalmente se corresponden con arenas-limosas con bolos de naturaleza variada. Suelen estar coronados por material granular. Rellenos compactados se encuentran a lo largo de toda la zona de estudio, ligados a infraestructuras lineales menores.

3.4 TECTÓNICA Y SISMICIDAD

El Perú se encuentra en el borde occidental del continente sudamericano y en cuyo territorio se emplaza longitudinalmente los Andes Centrales. Esta cadena montañosa se ubica sobre límites de placas convergentes la cual se caracteriza principalmente por la presencia de una zona de subducción. Por tanto, la deformación continental en el Perú se asocia, en general, a la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa Sudamericana o continental. Esta deformación se traduce en fallas con diferentes geometrías y cinemáticas, que a su vez son consecuencias de diversos regímenes tectónicos (extensión, compresión, trastensión o transpresión).

Más concretamente, la zona de estudio se enclava en el dominio geotectónico de Casma según se desprende del mapa de dominios geotectónicos del Perú (**Figura 5**) el cual está caracterizado por su propia evolución sedimentaria, tectónica y magmática. Éste se sitúa en la costa y su límite oriental es el borde oeste de la Cordillera Occidental del Perú. Afloran unidades volcánicas, plutónicas y sedimentarias que son parte del sistema volcánico de arco-islas a arco continental, que es activo desde el Jurásico terminal como parte de la cuenca occidental y rellenada con secuencias volcano-sedimentarias de edad cretácica. Las rocas plutónicas corresponden al Batolito de la Costa. La actividad magmática más importante data de entre 120 y 110 M.a. donde se depositan más de 1,000 m de materiales volcánicos (Grupo Casma). Por las características mantélicas de los magmas y el volumen de emplazamiento de las unidades se estima que este dominio está constituido por una de las mayores adiciones de magma hacia la corteza. Los límites corresponden a los sistemas de fallas Conchao-Cocachacra e Ica que jugaron como normales en el Cretácico.

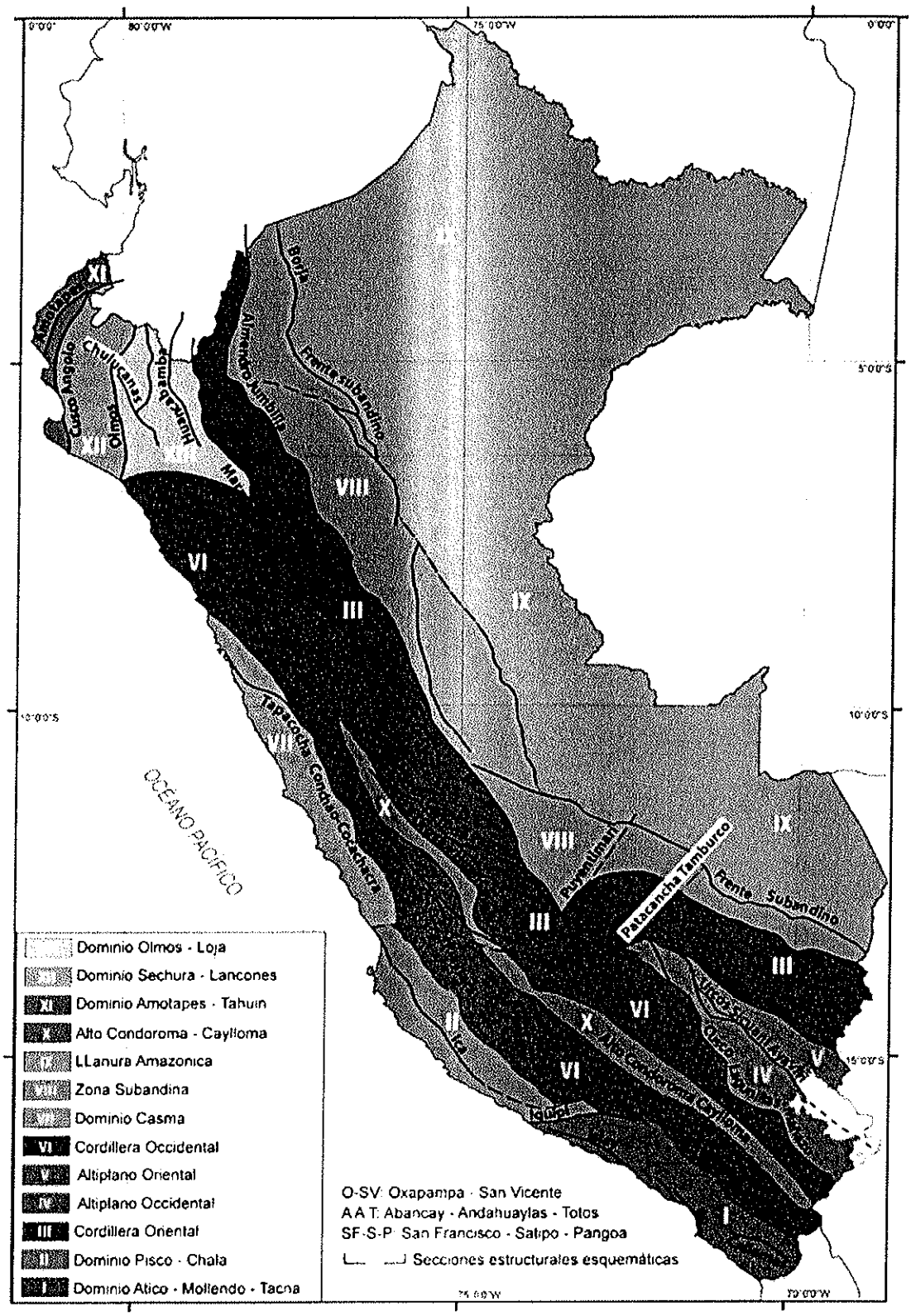
Esta tectónica se dio en fases sucesivas que devienen desde el Cretácico y continúan en el terciario inferior y Superior hasta posiblemente el Cuaternario. A continuación se detallan las distintas fases acontecidas:

Fase Cretácica

Corresponde con la primera manifestación tectónica desarrollada con posterioridad a la deposición de la pila sedimentaria marina, habiendo tenido durante el Cretácico inferior movimientos precursores oscilatorios en la cuenca, antes de llegar al levantamiento general de la región. Se trata de una fase compresiva con sus ejes de acortamientos dirección NE-SO.

Esta fase ocurre después del depósito del Grupo Casma y antes del Batolito de la Costa puesto que los cuerpos dioríticos de la Unidad Patap cortan en contactos francos las estructuras desarrolladas durante esta fase.

Durante esta fase se desarrollan pliegues plurikilométricos de amplio radio, asimétricos, isopacos y de dirección NNO-SSE. Igualmente se han desarrollado sistemas de fracturas transversales de rumbos conjugados, es decir NNE-SSO y ONO-ESE, respectivamente.


Dominio Olmos - Loja
Dominio Sechura - Lancones
Dominio Amotapes - Tahuin
Alto Condoroma - Cayllloma
LLanura Amazonica
Zona Subandina
Dominio Casma
Cordillera Occidental
Altiplano Oriental
Altiplano Occidental
Cordillera Oriental
Dominio Pisco - Chala
Dominio Atico - Mollendo - Tacna
O-SV: Oxapampa - San Vicente
A A T: Abancay - Andahuaylas - Totos
SF-S-P: San Francisco - Satipo - Pangoa
Secciones estructurales esquemáticas
OCÉANO PACÍFICO
Huancabamba
Olmos
Chulucanas
Paimas
Mar
Borja
Almirante Montilla
Pastaza
Frente subandino
Tapacocha
Cordillera Central
Paucartambo
Patacancha
Tamburco
Frente Subandino
Urubamba
Quebrada Honda
Cusco
Lagunillas
Cabanillas
Cordillera Occidental
Chilca
Cañete
Pisco
Ica
Nazca
Moquegua
Tacna
Arica
Tarata
Huaytire
Ticaco
Ayaviri
Sicuani
Abancay
Andahuaylas
Totos
Ayacucho
Huancayo
Huancavelica
Oxapampa
San Vicente
Satipo
Pangoa
Tarma
La Oroya
Cerro de Pasco
Huánuco
Tingo María
Huallaga
Pucallpa
Aguaytia
Contamana
Iquitos
Requena
Yurimaguas
Tarapoto
Moyobamba
Rioja
Chachapoyas
Bagua
Jaén
Huancabamba
Olmos
Sullana
Piura
Talara
Tumbes
Zarumilla
Puerto Maldonado
Iñapari
Iberia
Iñapari
Madre de Dios
Inambari
Tambopata
Manu
Paucartambo
Urubamba

En este periodo se ha ido formando la estructura más importante de la zona, el anticlinal de Lima. Asimismo contemporáneo a este plegamiento se observa un fallamiento longitudinal, ligeramente oblicuo a la dirección de los pliegues, haciéndolo más notable en la falla de Pueblo Viejo, ubicada en el flanco Nororiental del anticlinal.

Fase del Terciario Inferior

Se caracteriza por un fracturamiento transversal a la estructuración andina y que obedece a un sistema compuesto por dos familias de fracturas cuyo rumbo es: E-O a NE-SO de movimiento sinistral y NNE-SSW de movimiento dextral. Igualmente ha reactivado antiguas discontinuidades y ha generado abundantes fallas conjugadas.

También se han producido durante esta fase, un sistema de diques de dirección NE.SO a E-O controlados por fracturas de extensión en echelón y que pueden verse en las rocas del Batolito de la Costa. No obstante, no se formaron pliegues durante esta fase, sin embargo el rumbo de cizallamiento presenta la misma dirección que la fase anterior.

Fase del Terciario Superior

Esta fase da lugar a la generación de un fallamiento longitudinal de gran extensión de dirección N10°E a N100° dado el carácter compresivo de la misma. Igualmente incluye microfracturas de tensión, microfallas inversas y microfallas de rumbo conjugado, asociados a las mismas y con una dirección de N70°E a E-O. También diques andesíticos de dirección N150°E a N-S afectando a las rocas mesozoicas y al batolito de la Costa. Igualmente se han generado reajustes en las estructuras anteriores.

El análisis microtectónico manifiesta una compresión N10°O a N-S y una extensión de N80°E a E-O.

Fase cuaternaria

No existen pruebas claras sobre los movimientos durante el Cuaternario, no obstante, durante el Pleistoceno debieron ocurrir levantamientos análogos con la orogenia andina. Se observan terrazas fluviales levantadas hasta 30-40 m.

Igualmente es probable el hundimiento subsidente al Noreste de Lima debido al peso de los materiales que acarrea el río Rimac.

3.4.1 Zonificación Tectónica

La deformación cuaternaria de la corteza tiene su origen en la subducción de la placa de Nazca debajo de la Sudamericana, teniendo como máxima expresión superficial a la cadena Andina. Los Andes Peruanos se ubican en la zona central de la Cordillera de los Andes, que se extiende desde el Golfo de Guayaquil (4°S) hasta el Golfo de Penas en Chile (46.5° S).

Según Macharé et al (2003), en los Andes Peruanos se distingue la existencia de dos zonas en función a la geometría de la subducción, llamadas Zona Norte y Zona Central. Durante el Mesozoico temprano, el Sector Norte (4°S a 14°S), fue dominado por un tectonismo extensional y la subducción de tipo plano y poco profundo, produjo la deformación continental con la formación de los Andes y su engrosamiento dio origen, por ejemplo, a la Cordillera Blanca donde se presenta un número significativo de fallas normales activas, así como también a una importante actividad sísmica superficial sobre la Cordillera Oriental y a la zona Subandina, lugares dominados por fallas inversas derivadas de estructuras en plegamiento. Un comportamiento atípico de esta zona es la falta de actividad volcánica. En la zona central (14°S a 27°S), el proceso de subducción se presenta de manera continua hasta profundidades de 300 km con un ángulo de 30° facilitando la formación del arco volcánico activo. En esta zona, el

cambio brusco en el ángulo de subducción es debido a la presencia de la Dorsal de Nazca que también subduce bajo la placa Sudamericana.

Los principales procesos orogénicos que se desarrollan en el continente debido a la colisión de la placa de Nazca con la placa continental Sudamericana se encuentran los siguientes (Bernal y Tavera, 2002):

La Fosa Marina

La Fosa Marina peruano-chilena se encuentra paralela a línea de costa a distancias medias de 90 a 200 km indicando el límite de contacto entre la placa oceánica y la placa continental. Esta fosa alcanza profundidades de hasta 8,000 m y se encuentra formada por sedimentos que han sido depositados sobre rocas pre-existentes.

La Cordillera Andina

La Cordillera Andina se ha formado como producto del proceso de compresión entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana en diferentes procesos orogénicos. Esta cordillera está conformada en general por rocas ígneas plutónicas que afloraron a la superficie terrestre por procesos tectónicos. La Cordillera Andina se distribuye en el Perú de Norte a Sur, alcanzando un ancho de 50 km aproximadamente en las regiones norte y centro, y hasta de 300 km en la región sur. Así mismo, se orienta en promedio en dirección NW-SE, aunque a la altura de la latitud 5°S se orienta en dirección NE-SO debido a la deflexión de Huancabamba y a la altura de la latitud de 13°S en dirección E-W a lo largo de la deflexión de Abancay.

Los Sistemas de Fallas

Los diferentes sistemas de fallas que se distribuyen en la zona continental se han formado como un efecto secundario de la colisión de la placa oceánica con la placa continental. Este proceso generó la presencia de plegamientos y fracturas en la corteza terrestre. Los sistemas de fallas mayormente se localizan en el altiplano y en la región Subandina de Norte a Sur, así como también en los pies de las cordilleras o nevados y entre los límites de la Cordillera Occidental y la zona costera.

La Dorsal de Nazca

Esta cadena montañosa o cordillera se encuentra en el océano Pacífico entre las latitudes 15°S y 19°S, y tiene su origen en el proceso de distensión de la corteza oceánica hace 5 a 10 millones de años. Esta dorsal tiene una influencia decisiva en la constitución tectónica de la parte occidental del continente, donde se nota un marcado cambio en la continuidad de varios rasgos tectónicos. En la parte oceánica, la Dorsal de Nazca divide la Fosa Oceánica en la Fosa de Lima y la Fosa de Arica.

Sistemas de Fallas en la Región Central del Perú

Las fallas son producidas por la ruptura de una parte de la corteza, lo que ocasiona una discontinuidad en la estructura geológica. Existen tres tipos de fallas en función de su geometría: fallas normales, que indican alargamiento de la corteza; fallas inversas, que indican acortamiento de la corteza; y fallas transcurrentes, que indican desplazamiento predominantemente horizontal. Debido a la estrecha relación entre la actividad sísmica y la tectónica, se describen a continuación los sistemas de fallas que tienen influencia sobre la zona del proyecto.

De acuerdo al trabajo desarrollado por Macharé et al (2003), en la región de estudio se ha identificado la presencia de los siguientes sistemas de fallas:

Sistema de Fallas de la Cordillera Blanca (PE-06)

Es el mayor sistema de fallas activas de la zona Norte del Perú, se extiende desde la localidad de Corongo hasta Chiquian, al norte y sur de Huaraz, a lo largo del Callejón de Huaylas. Esta falla es de tipo normal, tiene una longitud de cerca de 210 km y exhibe evidencias geomorfológicas continuas de desplazamientos verticales repetidos en el Pleistoceno y Holoceno, a razón de1 mm/año. Según su geometría y características estructurales se han identificado cuatro secciones: La Sección A, de 42.9 km de longitud, localizada en el extremo norte del Sistema, la Sección B de 76.8 km, la Sección C de 54.4 km y la Sección D localizada en el extremo Sur del sistema, de 32.4 km de longitud. El movimiento más reciente de estas fallas se estima que ha ocurrido en el Holoceno o en la época post-glacial.

Falla de Cayesh (PE-07)

Esta falla se ubica al Este de la localidad de Cayesh, en la Cordillera Oriental de la región centro del Perú, en la parte Noreste del cuadrángulo de Tarma. Esta falla tiene un trazo casi continuo al Norte y Sur de Cayesh, con una longitud total de 60 km y sentido normal. Entre la Laguna Tingo y la Laguna Capacocha el trazo de la falla es discontinuo y existen varias escarpas de fallas perpendiculares al trazo principal de la falla. Cerca al extremo Sur de la falla, al Sur de la Laguna Capacocha, la falla presenta una geometria de "cola de caballo". Su movimiento más reciente corresponde al Holoceno o época post-glacial.

Falla San Lorenzo

Según Sebrier et al (1982), a pocos kilómetros y frente a la ciudad de Lima, existe una falla conocida como San Lorenzo, con posible origen durante el Cuaternario. La existencia de esta falla ha sido deducida de la diferencia de comportamientos verticales existente entre el continente y la isla San Lorenzo; es decir, la costa central del Perú ha estado sometida a un régimen de hundimiento durante todo el Cuaternario; mientras que el bloque Oeste se levantaba. De la comparación de las alturas a que se hallan los niveles holocenos, tal falla habría actuado como máximo en el Pleistoceno Superior y por lo tanto, no tiene las características de una falla activa pese a ser reciente. El perfil batimétrico entre el Callao y San Lorenzo muestra la presencia de una depresión denominada El Boquerón, que posiblemente indica la traza de la mencionada falla, cuya longitud se podría estimar en 30 km.

En cuanto a la neotectónica de la región, entendiendo por tal la que describe el estudio de procesos y estructuras que se han propagado o reactivado dentro del campo de esfuerzos deformación que aún están en actividad, cabe destacar en primer lugar la zona de subducción de Nazca que se encuentra en alta mar, a unos 150 km al oeste de la zona de estudio y que se extiende de norte a sur a lo largo de toda la costa occidental de América del Sur. Su tasa de movimiento es elevada, mayor a 0,6 mm/año y es la responsable de la mayoría de los grandes sismos ocurridos en las costas occidentales de Sudamérica. Algunos de ellos son el de 1906 (Ecuador), 1960 (Chile) y 2001-2007 (Perú), con magnitudes de M8, M9.5, M8.2 y M7.9 respectivamente.

Así mismo es de destacar por su proximidad los lineamientos de la zona de Casta y Huanza y la falla de Montejato ubicada al sureste del distrito de San Vicente de Cañete región Lima. Se trata de una falla normal que afecta depósitos de la formación Cañete del Cuaternario superior y depósitos de la formación Pisco (Plioceno). Las estrías son normales y posteriores a unas inversas con tendencias este-oeste. El salto vertical en algunos casos llega a los 7 m, la edad de reactivación de estas fallas corresponde al Cuaternario inferior a medio.

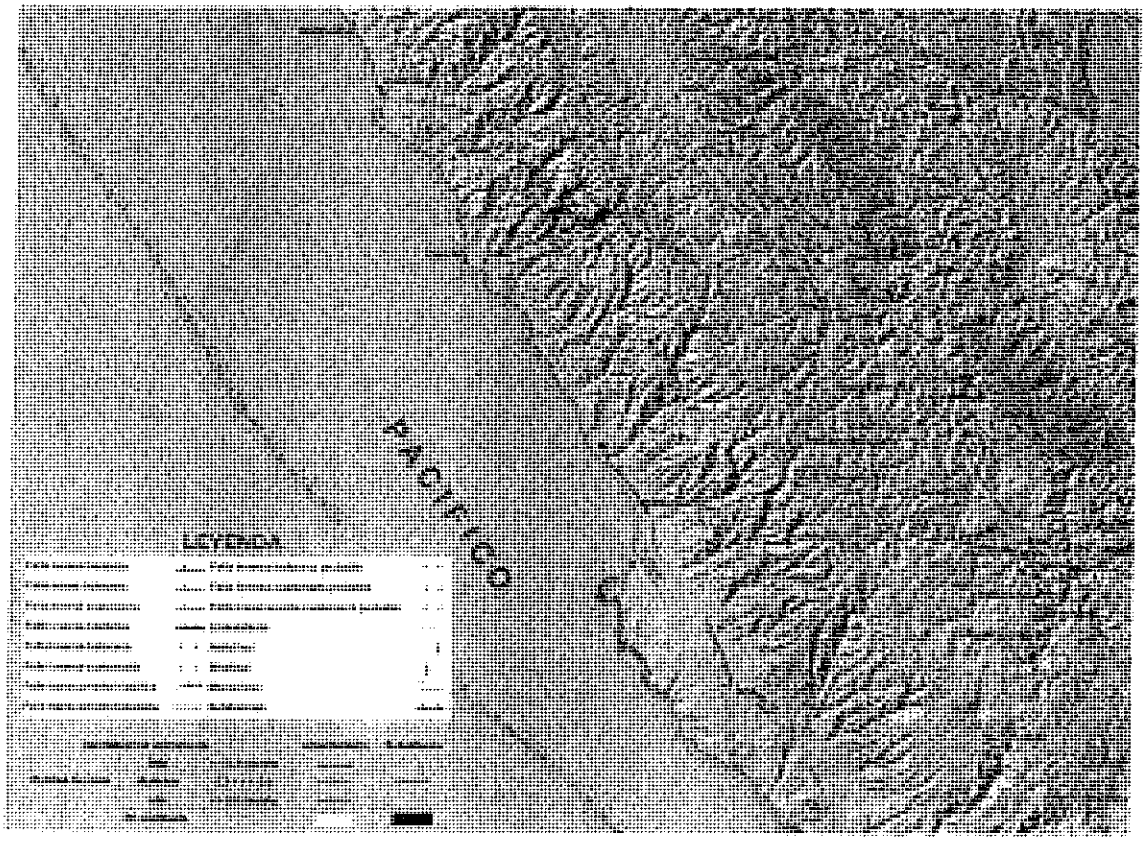


Figura 6: Recorte del mapa Neotectónico del Perú. INGEMMET (2008).

3.4.2 *Sismicidad y peligro sísmico*

El Análisis de Riesgo Sísmico realizado, e incluido en el ***apartado O.1.3*** de los Estudios Básicos, tiene por objeto determinar los parámetros sísmicos en la zona de implantación de la Primera Etapa A de la línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, con objeto de determinar los parámetros sismotectónicos a aplicar en la zona de actuación, y especialmente en las obras a proyectar. Este estudio se basa en la determinación de la peligrosidad sísmica, la cual se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo establecido.

Dado que los parámetros inherentes al movimiento son el desplazamiento, la velocidad y la aceleración, la peligrosidad es a menudo estimada en función de los valores máximos de estos parámetros, denominados habitualmente PGD, PGV y PGA. En este estudio se ha optado por determinar la peligrosidad sísmica en función de la aceleración máxima PGA.

Se ha evaluado la peligrosidad sísmica mediante métodos deterministas y probabilísticos.

Estudio determinista

Es un método que se basa en que la sismicidad es aleatoria en cada zona y el máximo sismo podría ocurrir en cualquier lugar de la misma. Presenta la ventaja de una aplicación sencilla. Los inconvenientes son el desconocimiento de la probabilidad asociada a ese máximo movimiento, así como la caracterización de las fuentes sísmicas únicamente por el mayor terremoto, sin intervenir su ley de recurrencia.

A partir de este estudio se ha estimado una aceleración pico máxima de 0,40g.

Estudio probabilista

Los métodos probabilistas consideran los efectos de todos los terremotos que pueden afectar a un emplazamiento dado y tienen en cuenta las leyes de recurrencia de los mismos. Dan como resultado estimaciones de la probabilidad de excedencia para cada valor de la intensidad del movimiento esperado en el emplazamiento durante un periodo de tiempo dado, quedando así representada la peligrosidad por curvas de probabilidad.

En cambio, en el análisis probabilístico se ha determinado los parámetros de sismicidad para cada una de las fuentes sismotectónicas mediante el método de ajuste de mínimos cuadrados y el patrón de atenuación de las ondas sísmicas ha sido modelado utilizando la ley de atenuación de Young (1997), para las zonas de subducción, y la ley de atenuación de Abrahamson & Silva (1997), para las zonas corticales.

A partir de este análisis se han determinado, una aceleraciones promedios máximas de 0,32, 0,42, 0,51 y 0,64g para los periodos de retorno de 200, 475, 1.000 y 2.500 años respectivamente.

Y si tenemos en cuenta los cinco distintos emplazamientos seleccionados por su representatividad (por distribución y características geofísico-geotécnicas) de los trazados de la línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao, y las condiciones locales se estiman las siguientes aceleraciones máximas:

Zonas de estudio		Perfil de suelo	Factor Fa	Aceleración horizontal máxima (g) para periodos de retorno			
				200	475	1.000	2.500
Pto 1 Inicio L2	P.K. 1+800 L2	C	1,00	0,33	0,430	0,526	0,659
Pto 2 Inicio L4	P.K. 1+150 L4	C	1,00	0,326	0,423	0,517	0,655
Pto 3 Centro histórico	P.K. 11+700 L2	C	1,00	0,321	0,417	0,509	0,643
Pto. 4 Etapa 1A	***P.K. 19+500 L2***	***C***	***1,00***	***0,314***	***0,409***	***0,499***	***0,634***
Pto 5 Final L2	P.K. 25+500 L2.	C	1,00	0,309	0,402	0,489	0,619

Tabla 16: Aceleraciones máximas para los distintos emplazamientos y los periodos de retorno considerados.

Cabe señalar que el punto de análisis 4, situado en el Cruce Vía de Evitamiento con Av. Carretera Central, cercano a la estación de Evitamiento de la línea 2, se encuentra en la Primera Etapa A definido en el cronograma de las obras previstas.

Por último, en el caso de considerar métodos pseudo-estáticos para el diseño de los taludes, se sugiere un factor equivalente igual a 0,50 según las recomendaciones de del Cuerpo de Ingenieros del ejército de los Estados Unidos (U.S. Army corps of Engineers, Hynes y Franklin, 1984), por lo que los coeficientes sísmicos horizontales para un periodo de retorno de 475 años en los distintos emplazamientos serían de 0,22g para el Punto 1, 0,21g para los puntos 2 y 3, 0,20g para los punto 4 y 5

3.5 GEOMORFOLOGÍA.

Los rasgos morfológicos más relevantes de la zona son el resultado del proceso tectónico y plutónico, sobreimpuesto por los procesos de geodinámica externa, que han modelado el rasgo morfoestructural de la región.

Entre las zonas que han controlado el modelado de la región cabe destacar el anticlinal de Lima y los bloques fallados como productos del dislocamiento regional. Así como los procesos erosivos y de vertiente asociados al río Rimac. Se han clasificado en unidades y se describen a continuación:

- Conos deyectivos
- Valles y quebradas
- Estribaciones de la Cordillera Occidental

3.5.1 Conos deyectivos

Se localiza sobre prácticamente el subsuelo de todo el trazado y constituye una amplia zona cubierta por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación del río Rimac. Constituye un cono aluvial cuya potencia se desconoce con certeza aunque algunos estudios atribuyen una potencia en la zona central cercana a los 400 m sobre el que se asienta la ciudad de Lima.

Esta llanura aluvial continua al sur con el cono aluvial del río Lurín interdigitándose sus depósitos por debajo de depósitos eólicos y al norte, se mezcla con la del río Chillón.

3.5.2 Valles y quebradas

Corresponde al valle del río Rimac y las quebradas afluentes, las cuales permanecen secas durante todo prácticamente todo el año, salvo en épocas de fuertes precipitaciones. Debido a ello presentan un piso cubierto por depósitos coluviales y materiales con poco transporte provenientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental.

3.5.3 Estribaciones de la Cordillera Occidental

Esta unidad geomorfológica corresponde a las crestas y laderas de la cordillera de topografía abrupta formada por plutones y stocks que han sido disectados por el río Rimac y afluentes formando valles profundos con flancos de fuerte inclinación en donde las crestas más elevadas alcanzan los 3600 m las cuales reflejan la fuerte erosión de los ríos durante el Pleistoceno hasta la actualidad.

4 HIDROGEOLOGÍA

A continuación se realiza una descripción general del acuífero de Lima, para posteriormente indicar los niveles freáticos detectados durante la ejecución de la campaña geotécnica complementaria.

4.1 ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El reservorio acuífero de la Gran Lima está constituido por depósitos aluviales del Cuaternario reciente de los valles Rímac y Chillón. Estos depósitos están compuestos por cantos rodados, gravas, arenas y arcillas, intercalados en estratos y/o mezclados entre sí. El acuífero tiene un ancho variable, cuyos sectores más estrechos corresponden a las partes altas de los valles, aguas arriba de Vitarte en el Rímac y de Punchauca en el Chillón. En estos lugares los depósitos aluviales tienen anchos aproximados de 1.5 Km.

El sector más amplio se encuentra en la parte baja donde se unen los depósitos aluviales del río Rímac con los del Chillón, alcanzando a 27 Km de ancho en el litoral donde el flujo subterráneo descarga hacia el mar. En total, el reservorio acuífero de la Gran Lima tiene una extensión aproximada de 390 km².

Su espesor saturado en la mayor parte del área varía entre 100 y 300 m, alcanzando mayores espesores (400 a 500 m) en la costa del distrito de La Perla. Sin embargo, todo este espesor saturado no es aprovechable debido a que una parte del acuífero presenta escasa o nula permeabilidad.

Como ya se ha explicado, el cono deyectivo del río Rimac y Chillón forma un gran acuífero sobre la ciudad de Lima con una extensión de 2.600 km2 bajo el cual se dispone un basamento rocoso impermeable de naturaleza volcánica e intrusiva. Presenta un espesor estimado de 300-400 m en el centro de la cuenca, tal y como se indica en la **Figura 7**.

El río Rimac nace en los nevados de Ticlio a 5.000 msnm. La cuenca total del tiene una extensión aproximada de 3.312 km², de la cual 2.237,2 km² es cuenca húmeda, donde caen precipitaciones significativas. A partir de Chosica hacia la desembocadura del río en el Océano Pacífico, se puede considerar como cuenca seca, donde sólo esporádicamente ocurren precipitaciones. La cuenca seca que es donde se encuentra la zona de estudio propia tiene una extensión de 467,2 km² y una longitud del curso de agua de 56,9 km. No obstante, La descarga máxima en 24 horas, ocurrida en el río Rímac y registrada en la estación de Chosica asciende a 385 m^3/seg (año 1.941) y sólo repetida en otra oportunidad con 380 m^3/seg (año 1.955).

La litología de estos depósitos comprende conglomerados, arenas con diferente granulometrías y en menor proporción limos y arcillas. Todos estos niveles se intercalan formando paquetes groseros y se interdigitan lentejones de limos, arenas y arcillas.

Dado la alta porosidad de las unidades afectadas, la permeabilidad primaria será importante con rangos habituales comprendidos entre los 10^{-4} a 10^{-3} m/s. El coeficiente de almacenamiento es bajo del orden del 0,2% en esta zona. En la **Figura 8**, mostrada a continuación, puede observarse el mapa hidrogeológico de la zona de estudio y las unidades implicadas.

Las aguas que componen el acuífero son bicarbonato-sulfatadas cálcicas en el fondo del valle del río Rimac y cloruro-sulfatadas sódicas cálcicas en las quebradas. Superficialmente las aguas son alcalinas con un pH comprendido entre 7,4 y 8,4, dura de 100 a 260 mg/l y con contenidos en aluminio, trazas de hierro, arsénico y plomo.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

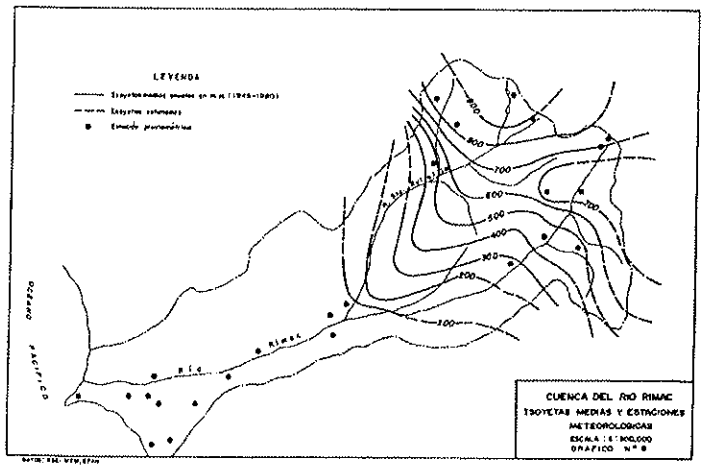
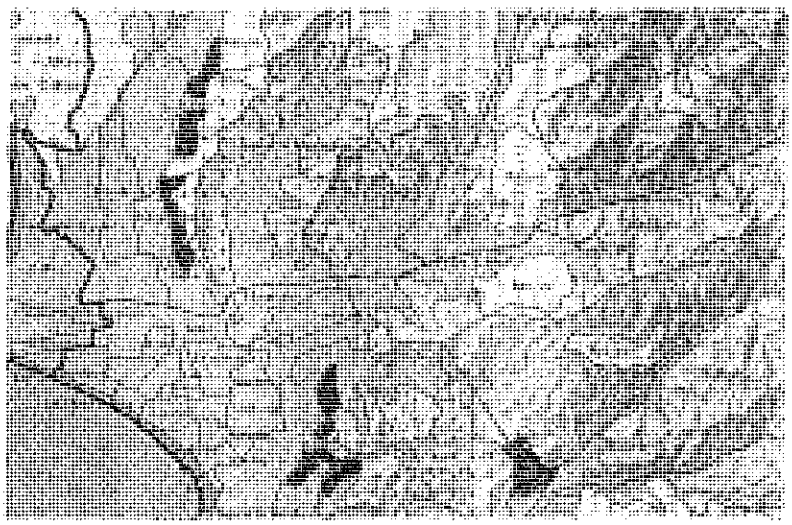


Figura 7: Mapa de isoyetas medias de la cuenca del río Rimac. INGEMMET (1988).



Conglomerados, lutitas y lodolitas
Acuíferos locales o discontinuos productivos, o acuíferos extensos moderadamente productivos.
Calizas
Caliza areniscosa
Acuíferos generalmente extensos con productividad elevada (Permeabilidad elevada)
Areniscas, lutitas yesíferas y conglomerados
Andesitas y dacitas
Lutitas, intercalaciones con calizas y margas
Areniscas y conglomerados.
Conglomerados, lutitas y areniscas
Lutitas y areniscas conglomerádicas
Tobas, areniscas, conglomerados y limolitas
Andesitas y tobas, areniscas, limolitas y arcillitas
Acuíferos locales, en zonas fracturadas o meteorizadas en formaciones consolidadas, sin excluir
Lutitas, tobas y andesitas
Areniscas, lutitas, lodolitas y calizas
Limoarcilitas, areniscas y yesos
Lutitas
Lutitas, margas y calizas
Tobas piroclásticas
Pizarras
Rocas volcánicas,andesitas y dacitas
Formaciones generalmente sin acuíferos. (Permeabilidad muy baja)
Lutitas y margas
Rocas intrusivas ácidas a intermedias
Rocas intrusivas básicas
Gneisses

Figura 8: Captura del Mapa hidrogeológico digital INGEMMET. Extraído de GEOCATMIN (www.ingemmet.gob.pe).

4.2 DATOS DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA

4.2.1 Niveles freáticos

No han sido reconocidos niveles de agua en las prospecciones de investigación geotécnica realizados en la Primera Etapa A.

4.2.2 Permeabilidad

De los estudios precedentes se han recopilado los ensayos de permeabilidad Lefranc incluidos en la **Tabla 17**, mostrada a continuación.

PROSPECCIÓN	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO	k (cm/s)
C-4	0+605	1,0-1,4	ML	3,50E-04
P-3	4+423	19,0-19,5	GP	1,10E-03
P-8	11+415	16,5-17,0	GP	1,80E-03
P-9	12+226	12,0-12,5	GP	5,00E-04
P-10	12+900	14,5-15,0	GP	8,00E-04

Tabla 17: Relación de ensayos de permeabilidad Lefranc recopilados de estudios anteriores.

De los reconocimientos realizados por Proinversión en la Etapa 1A se han recopilado los ensayos de permeabilidad incluidos en la **Tabla 18**, y mostrados a continuación.

PROSPECCIÓN	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO	k (cm/s)
P-4	26+770	2,5-3,0	GP	4,87E-04
P-4	26+770	4,5-5,0	GP	4,14E-02
P-4	26+770	6,7-8,0	GP	2,36E-04
P-4	26+770	9,2-10,0	GP	3,50E-03
P-4	26+770	11,4-12,0	GP	4,87E-04
P-4	26+770	15,0-15,5	GP	4,72E-02
P-4	26+770	18,0-18,5	GP	4,94E-04
P-4	26+770	19,0-20,0	SM	3,04E-03
P-4	26+770	21,3-22,0	GP	5,33E-02
P-4	26+770	23,3-24,0	GP	1,53E-01
P-4	26+770	25,5-26,7	GP	1,88E-01
P-6	21+550	3,7-4,5	GP	1,31E-04
P-6	21+550	7,2-8,0	SM	1,31E-04
P-6	21+550	12,2-12,8	GP	3,13E-01
P-6	21+550	16,5-17,0	GP	4,48E-02
P-6	21+550	19,2-20,0	SM	1,97E-02
P-6	21+550	25,5-26,0	GP	1,99E-03
P-8	22+772	1,85-2,5	GP	2,83E-04
P-8	22+772	5,45-6,0	GP	4,55E-04
P-8	22+772	7,0-8,0	GP	1,42E-04
P-8	22+772	9,0-10,0	GP	1,46E-02
P-8	22+772	11,0-12,0	GP	1,72E-01
P-8	22+772	14,2-15,0	GP	2,52E-01
P-8	22+772	16,9-18,0	GP	2,32E-02
P-8	22+772	19,5-20,4	GP	5,53E-02
P-8	22+772	23,0-24,0	GP	2,52E-02

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

PROSPECCIÓN	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO	k (cm/s)
P-8	22+772	27,5-28,5	CL	6,50E-05
P-10	23+620	1,5-2,0	SM	4,06E-02
P-10	23+620	2,2-3,0	SM	1,03E-02
P-10	23+620	4,0-5,0	SM	1,51E-04
P-10	23+620	7,35-8,0	GP	1,38E-04
P-10	23+620	9,0-10,0	GP	1,40E-02
P-10	23+620	11,0-12,0	GP	2,78E-02
P-10	23+620	14,0-15,0	GP	3,71E-01
P-10	23+620	17,0-18,0	GP	9,13E-02
P-10	23+620	20,0-21,0	GP	2,27E-01
P-10	23+620	23,5-24,5	SM	5,36E-02
P-18	16+184	3,0-3,5	GP	2,89E-04
P-18	16+184	4,5-5,5	GP	1,92E-04
P-18	16+184	7,15-8,0	GP	4,83E-02
P-18	16+184	12,15-13,0	GP	3,74E-05
P-18	16+184	17,2-18,0	GP	1,12E-03
P-18	16+184	21,2-22,0	GP	2,46E-02
P-18	16+184	26,4-27,2	Qc	7,60E-04
CP-1	18+933	5	SM	6,98E-04
CP-1	18+933	9	GP	1,60E-03
CP-1	18+933	14	GP	4,37E-03
CP-1	18+933	18	GP	8,80E-03
CP-1	18+933	24	GP	8,29E-03
CP-1	18+933	27	GP	8,27E-03
CP-2	19+127	4,3	CL-ML	2,16E-04
CP-2	19+127	9	GP	9,01E-03
CP-2	19+127	14	GP	1,28E-02
CP-2	19+127	19	GP	5,11E-03
CP-2	19+127	24	GP-GM	1,46E-02
CP-2	19+127	27	GP	1,78E-02
CP-3	19+397	4,0	GP	5,65E-03
CP-3	19+397	9,0	GP	6,05E-03
CP-3	19+397	14,0	GP	1,96E-03
CP-3	19+397	18,0	GW	4,23E-03
CP-3	19+397	24,0	GP	2,49E-03
CP-3	19+397	30,0	GP-GM	1,71E-03
CP-4	19+675	4,0	GP	1,53E-02
CP-4	19+675	9,0	GP	7,91E-03
CP-4	19+675	14,0	GP	4,88E-03
CP-4	19+675	19,0	GP	3,63E-03
CP-4	19+675	24,0	GP	6,07E-03
CP-4	19+675	28,0	GP	2,92E-03
CP-5	20+077	4,3	GW	2,43E-02
CP-5	20+077	9,0	GP	1,89E-02
CP-5	20+077	14,0	ML	2,21E-03
CP-5	20+077	19,0	GP	5,47E-03
CP-5	20+077	24,0	GP	1,26E-03
CP-5	20+077	28,0	GP	1,98E-03
CP-6	20+381	4,0	GP	1,71E-02
CP-6	20+381	9,0	GW	1,85E-02
CP-6	20+381	14,0	GP	1,05E-02
CP-6	20+381	19,0	GP	1,10E-03

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

PROSPECCIÓN	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO	k (cm/s)
CP-6	20+381	24,0	GP	6,76E-03
CP-6	20+381	28,0	GP	3,38E-03
CP-7	20+406	4,0	GP	1,82E-02
CP-7	20+406	9,0	GP	2,81E-03
CP-7	20+406	14,0	GP	2,88E-03
CP-7	20+406	19,0	GP	2,98E-03
CP-7	20+406	24,0	GP	7,97E-03
CP-7	20+406	30,0	GP-GM	1,67E-03
CP-8	20+470	4,0	GP	1,12E-02
CP-8	20+470	9,0	GP	1,07E-02
CP-8	20+470	14,5	GP	1,25E-02
CP-8	20+470	19,0	GP	5,20E-03
CP-8	20+470	24,0	GP-GM	2,33E-03
CP-8	20+470	30,0	GP	2,15E-03
CP-9	20+593	4,0	GP	3,98E-02
CP-9	20+593	9,0	GW	1,36E-02
CP-9	20+593	14,0	GP-GM	1,98E-02
CP-9	20+593	19,0	GW	1,21E-03
CP-9	20+593	24,0	GP	4,56E-03
CP-9	20+593	30,0	GP	2,78E-03
CP-10	21+113	4,0	GP	3,48E-03
CP-10	21+113	9,0	GP	4,24E-03
CP-10	21+113	14,2	GP	3,77E-03
CP-10	21+113	19,2	GP	3,13E-02
CP-10	21+113	24,5	GP	1,04E-03
CP-10	21+113	28,0	GW	1,83E-02
CP-11	21+440	4,0	GP-GM	9,45E-03
CP-11	21+440	9,0	GP-GM	1,13E-02
CP-11	21+440	13,0	GP	1,14E-02
CP-11	21+440	19,0	GM	1,97E-02
CP-11	21+440	24,0	GP-GM	1,41E-02
CP-11	21+440	28,0	GP-GM	7,46E-03
CP-12	21+570	4,0	GP-GM	8,70E-03
CP-12	21+570	9,0	GW-GM	7,48E-03
CP-12	21+570	13,0	GP-GM	8,46E-03
CP-12	21+570	19,0	GP-GM	7,70E-03
CP-12	21+570	24,0	GP-GM	1,20E-03
CP-12	21+570	30,0	GP-GM	8,45E-03
CP-13	21+775	4,0	GP-GM	8,33E-03
CP-13	21+775	9,0	GW-GM	6,98E-03
CP-13	21+775	14,0	GW-GM	9,82E-03
CP-13	21+775	19,0	GW-GM	1,14E-02
CP-13	21+775	25,0	GP-GM	1,74E-03
CP-13	21+775	28,0	GM	8,63E-03
CP-14	22+158	4,5	GP	2,34E-02
CP-14	22+158	9,5	GP	9,96E-03
CP-14	22+158	14,0	GP	1,27E-02
CP-14	22+158	19,0	GP	1,50E-02
CP-14	22+158	24,2	GP	9,87E-03
CP-14	22+158	28,0	GP	9,87E-03
CP-15	22+570	4,7	GP	3,54E-03
CP-15	22+570	9,0	GP	9,71E-03

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

PROSPECCIÓN	P.K.	PROF. (m)	LITOTIPO	k (cm/s)
CP-15	22+570	14,0	GP	1,86E-02
CP-15	22+570	19,0	GP	5,36E-03
CP-15	22+570	24,0	ML	1,35E-03
CP-15	22+570	28,0	SM	4,32E-03
CP-15	22+570	29,0	GM	3,51E-03
CP-16	22+708	4,0	GP	6,20E-03
CP-16	22+708	9,0	GP	1,32E-02
CP-16	22+708	14,0	GP	3,49E-03
CP-16	22+708	19,0	GP	7,73E-03
CP-16	22+708	24,0	GP	7,21E-03
CP-16	22+708	27,6	SC	1,04E-03
CP-17	22+760	4,1	GP	2,29E-03
CP-17	22+760	8,5	GP	4,58E-02
CP-17	22+760	14,0	GP	3,02E-03
CP-17	22+760	19,0	GW	6,97E-03
CP-17	22+760	24,0	SM	1,17E-03
CP-17	22+760	28,0	CL	1,84E-04
CP-17	22+760	31,0	CL	2,22E-04
CP-18	23+000	4,0	GW-GM	6,50E-03
CP-18	23+000	7,5	GM	5,21E-03
CP-18	23+000	12,5	GP-GM	7,71E-03
CP-18	23+000	18,0	GP-GM	1,99E-03
CP-18	23+000	23,0	SM	1,66E-04
CP-18	23+000	27,0	GM	5,42E-03
CP-19	23+138	4,0	GP-GM	7,61E-03
CP-19	23+138	10,0	GP-GM	7,32E-03
CP-19	23+138	18,0	GP-GM	4,92E-02
CP-19	23+138	28,0	GM	3,17E-03
CP-20	23+356	4,5	GM	6,05E-03
CP-20	23+356	10,0	GM	6,02E-03
CP-20	23+356	14,5	GP-GM	1,83E-03
CP-20	23+356	18,0	GP-GM	1,49E-03
CP-20	23+356	23,0	GM	3,71E-03
CP-20	23+356	28,0	GM	2,95E-03
CP-21	23+636	2,5	GP-GM	2,88E-02
CP-21	23+636	7,5	GP-GM	2,96E-03
CP-21	23+636	12,0	GW-GM	6,35E-03
CP-21	23+636	18,0	GW-GM	4,34E-03
CP-21	23+636	22,5	GP-GM	3,54E-03
CP-21	23+636	30,0	GP	1,14E-03

Tabla 18: Relación de ensayos de permeabilidad recopilados de la campaña de Proinversión en la Etapa 1A.

4.2.3 *Quimismo del agua freática*

Dado que no se prevé la afluencia de aguas freáticas en las excavaciones previstas en la Primera Etapa A, únicamente se disponen de los ensayos efectuados sobre muestras obtenidas en otros puntos de la línea 2 y ramal Av. Faucett-Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

En la **Tabla 19** se muestran los ensayos químicos realizados sobre muestras de agua freática obtenidas en las perforaciones diamantinas efectuadas durante la campaña de reconocimientos complementaria.

Prospección	Prof. (m)	S.S.T. (mg/L)	Cl^- (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	Sólidos en suspensión (mg/L)	pH
C-1/L2	4,90	4981	2453,0	2220,0	1762	-
S-12/L2	15,00	2679	303,53	595,71	-	7,27
C-2/L2	8,55	881	190,0	592,0	966	-
S-2/L2	9,00	1307	435,0	725,0	588	-
S-2/L4	8,90	1450	300,24	256,89	-	-
S-1/L4	3,50	4330	313,89	881,71	-	-
S-1/L2	3,50	779	165,0	373,0	1020	-
S-3/L4	20,43	483	73,0	320,0	38	-
S-4/L4	23,97	566	76,0	329,0	603	-

Insignificante | Moderada | Severa | Muy severa

Tabla 19: Resultados de los ensayos químicos realizados sobre muestras de agua freática.

La Norma Técnica de Edificación E.060 "Concreto Armado", del Decreto Supremo 010-2009-Vivienda del 08 de mayo del 2009, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, determina los requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos según la Tabla 4.4, los cuales se incluyen en la **Tabla 20**.

Según los valores indicados en esta normativa de edificación, los concretos tendrán una exposición moderada por presencia de sulfatos en las aguas freáticas de la línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta del Metro de Callao y Lima, por lo que se deberán emplear los siguientes tipos de cemento: II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS).

En la norma citada se establece también la relación agua-material cementante y la protección del refuerzo contra la corrosión (Tabla 4.5 de la norma. Por tanto se deberá considerar que el concreto armado será expuesto a concentraciones bajas de iones cloruros solubles en agua.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO_4) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO_4) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	$f'c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

* Cuando se utilicen las Tablas 4.2 y 4.4 simultáneamente, se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor f'c mínimo.

** Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada.

*** Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experiencia, que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V.

Tabla 20: Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos (NTE E.60 Concreto Armado).

5 GEOTECNIA

En la zona de estudio se han reconocido y diferenciado seis unidades geotécnicas, tal y como se indican a continuación:

- Rellenos antrópicos (R). Mezcla de suelos poco compactos y contaminados.
- CL/ML. Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad y limos inorgánicos de baja plasticidad.
- SM. Arenas limosas.
- GP-S. Gravas pobremente gradad con arena, arcilla y limo.
- D. Roca del sustrato (Dioritas, tonalitas y rocas filonianas).

La distribución de estas unidades se incluye en los planos correspondientes elaborados, que corresponden a los perfiles longitudinales geológico-geotécnicos elaborados.

A continuación se desarrolla la metodología aplicada en la caracterización geotécnica de los materiales afectados, así como la obtención de parámetros deformacionales y la descripción de las unidades geotécnicas diferenciadas en los trazados en estudio.

5.1 METODOLOGÍA DEL TRATAMIENTO GEOESTADÍSITICO

La metodología geoestadística aplicada a la totalidad de los resultados obtenidos, tanto de los ensayos de laboratorio como de ensayos "in situ", de cada litotipo considerado en el presente estudio se basa en la comparación de variables estadísticas del conjunto de los datos, evaluando la dispersión de este conjunto de datos.

Para el estudio de los datos disponibles se ha realizado un proceso estadístico, en el que han obtenido y analizado los valores numéricos de las medidas de centralización (media, mediana, etc.) y los de las medidas de dispersión (varianza, desviación típica, coeficiente de variación, etc.).

La medida de centralización más importante de una población de datos es la "media aritmética". Dado un conjunto de datos, la media aritmética se calcula mediante la expresión $x = \Sigma (x1+x2+x3+ \cdots + xn) / n$. La media tiene la propiedad estadística de equilibrar las desviaciones positivas y negativas de los datos respecto a su valor, actuando, por tanto como "centro de gravedad" para el conjunto de resultados. Su valor resume muy bien la magnitud de la propiedad estudiada en los ensayos de laboratorio.

Por otro lado, la "mediana" es un valor tal que, ordenados los datos en función de la magnitud de su valor, el 50 % es menor que ella y el 50 % mayor. Por tanto, al ordenar los datos, la mediana es valor central.

La medida de dispersión más habitual de una población es la "desviación típica". Este valor refleja el promedio de las desviaciones de los valores respecto a la media aritmética. Se obtiene a partir de la expresión $S = [\Sigma(xi - X)2 / n]^{1/2}$. El valor de su cuadrado S^2, se denomina "varianza".

El "coeficiente de variación" es el cociente entre la desviación típica y la media. Este parámetro es una medida de la magnitud promedio del error como porcentaje de la media aritmética. En las poblaciones de datos homogéneas es típicamente menor de la unidad. Si este coeficiente es mayor de 1,5, hay que investigar las causas de la heterogeneidad de los datos (litotipos diferentes agrupadas en una misma población, aplicación de normas diferentes, ensayos mal realizados, etc.)

Desde un punto de vista puramente descriptivo de la población de ensayos, la media y la mediana tienen propiedades estadísticas muy distintas:

- La media utiliza todos los datos y es, por tanto el valor que mejor describe el comportamiento general de la población, siempre que dicha población de datos tenga

una distribución homogénea. Tiene el inconveniente de que es muy sensible a valores anómalos, y un error de datos o un valor anormal puede modificarla totalmente.

- La mediana utiliza menos información que la media, ya que sólo tiene en cuenta el orden de los datos y no su magnitud, pero, en contrapartida, no se ve alterada si algún valor o pequeño grupo de valores son anómalos.

En consecuencia, se considera importante calcular la media y la mediana, y efectuar con ella el siguiente análisis: si la media y la mediana presentan valores similares, significará que la población de datos es muy homogénea, asignándose a tal población como valor representativo el valor de la media; si la media y la mediana difieren, presentando valores numéricos muy diferentes, significará que la población de resultados de laboratorio es asimétrica, debido a dos causas:

- La población de datos corresponde a un litotipo homogéneo, pero parte de los ensayos son anómalos, bien por corresponder algunas de las muestras ensayadas a otros litotipos, o bien por haberse realizado parte de los ensayos de laboratorio en condiciones distintas a los demás (aplicación de diferente norma de ensayo, diferente esbeltez, fallo en la realización del ensayo, etc.).
- En este caso, se procederá a analizar uno a uno los resultados de los ensayos, para tratar de eliminar de la población los correspondientes a otros litotipos o los que se han realizado en condiciones diferentes a la mayoría. El proceso de eliminación tenderá a aproximar el valor de la media a la mediana.

Puede ser también que la población sea bimodal, es decir, que se hayan mezclado valores correspondientes a dos litotipos diferentes, en cuyo caso se procederá a separar ambas poblaciones de datos, estableciéndose dos litotipos en lugar de uno sólo, y obteniéndose la media y mediana de cada uno de ellos.

Una vez homogeneizada la población de resultados, en base a la comparación de la media y la mediana, y asignado un valor medio aritmético a la población de datos de ensayos de laboratorio, se analizará la magnitud de la dispersión obtenida.

En primer lugar se valora la desviación típica, que como se ha indicado refleja el promedio de la desviación de los resultados de los ensayos respecto de la media aritmética. Si el valor de la desviación típica es bajo (S~ 0), como ha sido el caso en la mayoría de los casos, significará que la media aritmética constituye un buen resumen de la propiedad del litotipo, y que no se espera que los valores de dicha propiedad se alejen mucho de la media. Valores altos significarán que, en ocasiones el litotipo estudiado podrá presentar valores muy distintos de lo reflejado por la media aritmética para la propiedad ensayada en laboratorio.

En segundo lugar se procede a estimar la magnitud promedio del error cometido en la asignación de valores medios, como porcentaje de la propia media. Este error viene expresado por el Coeficiente de Variación. Cuanto menor sea la magnitud de dicho coeficiente (CV≅0), menor error tendrá la asignación de la media como valor representativo de la población de resultados, tal y como se ha comprobado.

Lo ideal sería que para una población de datos de ensayos de laboratorio, la media y la mediana coincidiesen, y la desviación típica y el coeficiente de variación presentasen valores bajos. De no haberse dado esta situación ideal, los valores de la desviación típica y el coeficiente de variación proporcionarían información sobre las variaciones en el valor de la propiedad medida que son esperables.

Para cada uno de los grupos geotécnicos (litotipos) considerados, se ha realizado este sencillo análisis estadístico. En el caso de haber observado que los parámetros estadísticos, media y mediana no hayan sido casi coincidentes, y la desviación típica y el coeficiente de variación presentaran valores elevados, se habría realizado un segundo análisis de los datos para

estudiar aquellos que distorsionan los valores de estos parámetros estadísticos, eliminándolos de la población si es pertinente.

5.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Se recogen a continuación los criterios generales que se han seguido para la caracterización de los terrenos afectados por la actuación.

Todo el trabajo de investigación, tanto de campo como de laboratorio, ha venido condicionado por la dificultad en la toma de muestra, ensayos tanto in situ como en laboratorio, de la principal y fundamental formación afectada, la grava o Aglomerado de Lima.

Esto ha llevado a la necesidad de recurrir a bibliografía local y al análisis de experiencias previas en estos materiales.

Un aspecto de especial relevancia es la determinación de las características deformacionales de los materiales.

Tanto de la reciente campaña como de las precedentes, la única vía posible para la obtención de módulos de deformación, al menos para las formaciones granulares, ha sido la sísmica pasiva con registro de velocidades de ondas de corte Vs.

Como es conocido, el módulo de rigidez o corte dinámico en condiciones de pequeñas deformaciones como las que generan durante la exploración geofísica, puede obtenerse como:

$G_{max} = \rho \cdot v_s^2$; siendo

ρ: Densidad del material en kg/m^3

v_s: Velocidad de las ondas de cizalla en m/s

G_{max}: Módulo de rigidez o de cortante dinámico máximo

El módulo de rigidez se relaciona, como es sabido, con el módulo de deformación (E) mediante la expresión:

$G = E/2 \cdot (1+\nu)$; siendo

ν: el coeficiente de poisson.

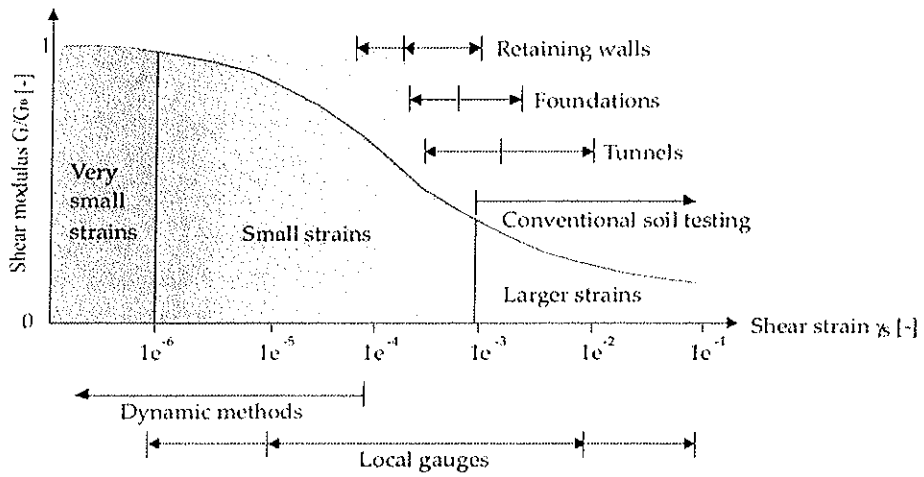


Figura 9: Relación rigidez-distorsión típica en función de los métodos de investigación y tipos de estructura.

A efectos de análisis que no tengan un carácter dinámico, el módulo de deformación que se requiere sería el denominado módulo de deformación estático, el cual ha sido en este proyecto estimado mediante la correlación propuesta por Alpan y que se muestra seguidamente:

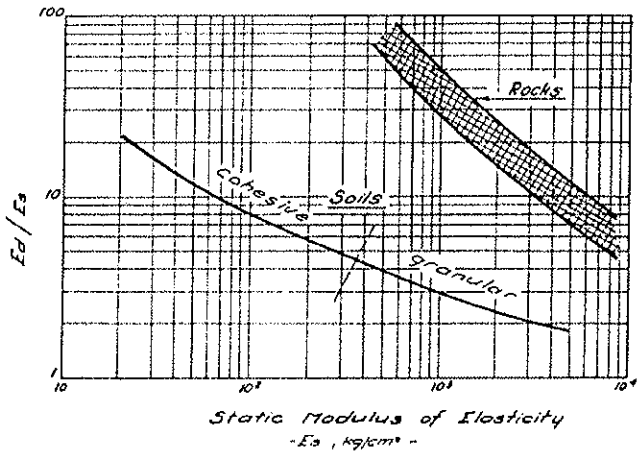


Figura 10: Relación entre el módulo dinámico Ed (Emax) y el módulo de deformación estático. Alpan (1970).

Los resultados de velocidades de ondas vs pueden ser empleados, igualmente, para tener una primera aproximación de tipo cualitativo al tipo de material investigado mediante tablas y correlaciones como la recogida en las recomendaciones del NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program):

Soil Profile Type	Description
A	Hard rock with measured shear wave velocity, $\bar{v}_s$ > 5000 ft/sec (1500 m/sec)
B	Rock with 2500 ft/sec < $\bar{v}_s$ ≤ 5000 ft/sec (760 m/sec < $\bar{v}_s$ ≤ 1500 m/sec)
C	Very dense soil and soft rock with 1200 ft/sec < $\bar{v}_s$ ≤ 2500 ft/sec (360 m/sec < $\bar{v}_s$ ≤ 760 m/sec) or with either $\bar{N}$ > 50 or $\bar{s}_u$ ≥ 2000 psf (100 kPa)
D	Stiff soil with 600 ft/sec < $\bar{v}_s$ ≤ 1200 ft/sec (180 m/sec < $\bar{v}_s$ ≤ 360 m/sec) or with either 15 ≤ $\bar{N}$ ≤ 50 or 1000 psf ≤ $\bar{s}_u$ ≤ 2000 psf (50 kPa ≤ $\bar{s}_u$ ≤ 100 kPa)
E	A soil profile with $\bar{v}_s$ < 600 ft/sec (180 m/sec) or any profile with more than 10 ft (3 m) of soft clay defined as soil with PI > 20, w ≥ 40%, and s_u < 500 psf (25 kPa)
F	Soil requiring site-specific evaluations: 1. Soils vulnerable to potential failure or collapse under seismic loading such as liquefiable soils, quick and highly sensitive clays, collapsible weakly cemented soils. 2. Peats and/or highly organic clays (H > 10 ft (3 m) of peat and/or highly organic clay where H = thickness of soil) 3. Very high plasticity clays (H > 25 ft (8 m) with PI > 75) 4. Very thick soft/medium stiff clays (H > 120 ft (36 m)) Exception: When the soil properties are not shown in sufficient detail to determine the Soil Profile Type, Type D shall be used. Soil Profile Types E or F need not be assumed unless the regulatory agency determines that Types E or F may be present at the site or in the event that Types E or F are established by the geotechnical data.

Tabla 21: Tipos de terreno según el NEHRP a efectos de caracterización de los efectos dinámicos locales.

Finalmente, a efectos de cálculo de subsidencias, el módulo a considerar será un módulo en descarga o decompresión E_{sub}, que se ha estimado en $E_{sub} = 2 \cdot E$.

De cara al cálculo de pantallas, se ha estimado el módulo de balasto (k_h) mediante la expresión de Menard (1964):

$1/k_h = 1/E_M \cdot [a \cdot \alpha/2 + 0{,}133 \cdot (9a)^{\alpha}]$; siendo

E_M: módulo presiométrico

α: coeficiente que puede tomarse como 0,50 para suelos cohesivos y 0,35 para granulares.

a: 2h/3, siendo h la longitud enterrada en el lado pasivo.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

A continuación se expone la caracterización geotécnica efectuada para las unidades geotécnicas diferenciadas habiendo utilizado la totalidad de los ensayos de laboratorio y ensayos in situ disponibles para la línea 2 y ramal Av.Faucett-Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao.

5.3.1 *Rellenos antrópicos; R*

Se trata de los rellenos de las actuales vías de comunicación y conducciones subterráneas. Su origen y características son diversas pero en general se componen de limos y arenas marrones provenientes de la unidad GP-S.

En la **Tabla 22**, mostrada a continuación se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre una muestra de esta unidad. Dada la escasa relevancia que presentan estas unidades y los riesgos de heterogeneidad y colapsabilidad y contenido en materia orgánica, deberán ser retirados y llevados a botadero.

En la **Figura 11** se muestra la distribución de los ensayos de penetración SPT realizados en la unidad R.

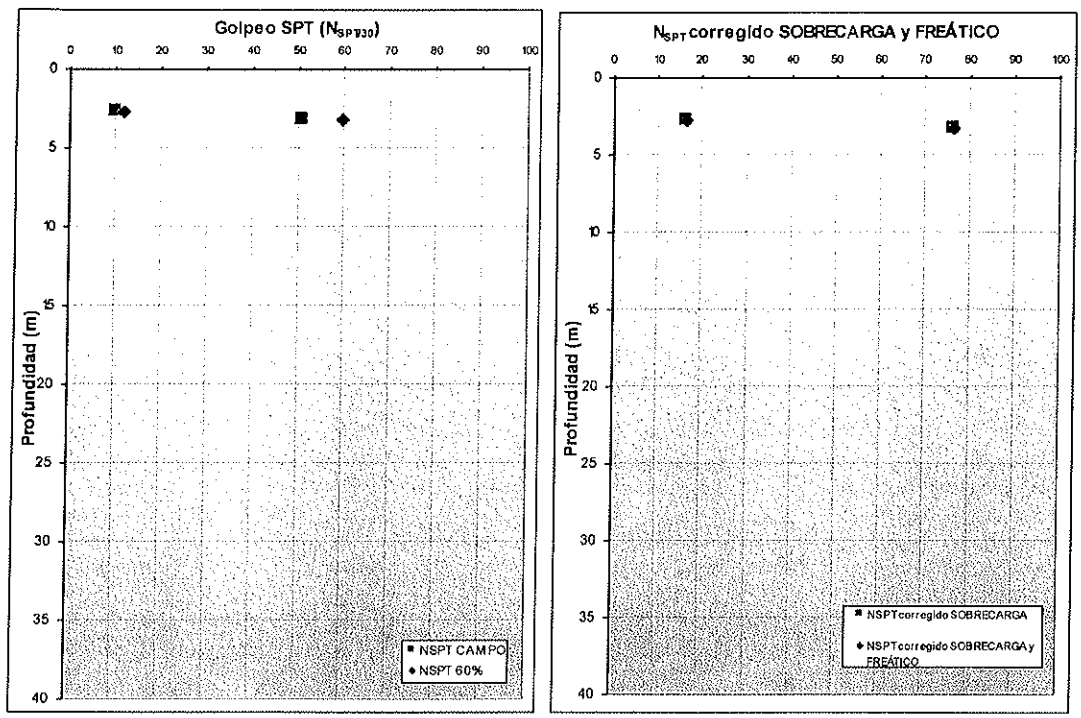


Figura 11: Representación de los ensayos N_{SPT} realizados en la unidad R (corregidos según la sobrecarga y el nivel freático).

5.3.2 *Arcillas y limos de baja a media plasticidad; CL/CM*

Los niveles de arcillas inorgánicas y limos orgánicos presentan espesores de entre 0 y 8 m a lo largo de los trazados en estudio y se denominan comúnmente "tierra de chacra" o terrenos de cultivo, pues no presentan cantos en su composición. Estos materiales resultan blandos y potencialmente compresibles y/o colapsables.

En la **Tabla 23**, mostrada a continuación se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras de esta unidad. La **Tabla 24** muestra a continuación los resultados de los ensayos mecánicos realizados sobre muestras de la unidad CL/ML.

MUESTRA							IDENTIFICACIÓN										
							GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO								L. ATTERBERG		
Prospección	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	Nº100	Nº200	LL	LP	IP
							254	9,525	4,75	2	0,85	0,425	0,25	0,149	0,075			
C-2/L2	Antrópico (gravas, arenas y arcillas)	MA	2+487	18m D	1,40	1,40	100,0 %	100,0 %	98,7 %	97,8 %	96,9 %	96,2 %	95,8 %	93,8 %	90,8%	40,0	21,0	19,0

MUESTRA							ESTADO	ESTADO QUIMICOS		CLASIFICACIÓN	
Prospección	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	Humedad Natura	% SO_4	% M.O.	U.S.C.S.	AASHTO
C-2/L2	Antrópico (gravas, arenas y arcillas)	MA	2+487	18m D	1,40	1,40	22,60%	0,0837%	2,40%	CL	A-6 (18)

Tabla 22: Resultados de los ensayos de laboratorio realizados en la unidad geotécnica R.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN											
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO									L. ATTERBERG		
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10" 254	1,5" 38,1	1" 25,4	3/8" 9,525	Nº 4 4,75	Nº 20 0,85	Nº 60 0,25	Nº 140 0,106	Nº 200 0,075	LL	LP	IP
C-1/L2	CL/ML	Arena limosa con limos orgánicos	MA	1+785	14m D	1,70	1,70	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,4%	94,9%	89,1 %	77,0 %	73,4 %	36,0	27,0	9,0
C-1/L2	CL/ML	Arena limosa con limos orgánicos	MA	1+785	14m D	3,30	3,30	100,0 %	100,0 %	96,4%	75,0%	72,1%	69,6%	68,1 %	66,2 %	65,5 %	0,0	0,0	0,0
C-1/L2	CL/ML	Limo arcilloso oscuro	MA	1+785	14m D	3,40	3,40	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,1%	98,8%	98,3 %	95,5 %	94,2 %	38,0	32,0	6,0
C-1/L2	CL/ML	Limo arcilloso oscuro	MA	1+785	14m D	3,60	3,60	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,0%	96,9 %	92,4 %	90,5 %	48,0	43,0	5,0
C-1/L2	CL/ML	Limo arcilloso oscuro	MA	1+785	14m D	3,60	3,90	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	95,7%	82,9 %	70,6 %	69,3 %	46,0	29,0	17,0
S-2/L2	CL/ML	Antrópico: arcilla limosa	SPT	1+933	18m D	2,50	2,50												0,0
S-2/L2	CL/ML	Arcilla limosa	SPT	1+933	18m D	29,65	29,65	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	98,2%	97,6 %	96,8 %	96,0 %	40,0	22,0	18,0
S-2/L2	CL/ML	Arcilla limosa	SPT	1+933	18m D	30,15	30,15	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,8 %	99,6 %	99,3 %	54,0	26,0	28,0
C-2/L2	CL/ML	Arcilla limosa	MA	2+487	18m D	1,70	1,70	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,7%	99,4%	97,5 %	69,0 %	53,8 %	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	CL/ML	Arena fina limosa	MA	2+487	18m D	2,50	2,50	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,2%	96,3%	94,6 %	90,0 %	87,0 %	26,0	16,0	10,0
C-2/L2	CL/ML	Arena fina limosa	MA	2+487	18m D	2,90	2,90	100,0 %	100,0 %	100,0 %	97,7%	93,7%	90,3%	89,8 %	87,8 %	86,1 %	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	CL/ML	Arcilla poco plástica	MA	2+487	18m D	3,60	3,60	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	96,4%	93,3%	92,8 %	92,3 %	92,1 %	32,0	20,0	12,0
C-2/L2	CL/ML	Arena fina limosa	MA	2+487	18m D	4,30	4,30	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	97,3%	92,6%	84,2 %	66,6 %	57,5 %	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	CL/ML	Arena fina limosa	MA	2+487	18m D	5,00	5,00	100,0 %	100,0 %	100,0 %	97,8%	96,9%	93,9%	91,4 %	84,4 %	80,2 %	24,0	22,0	2,0
C-2/L2	CL/ML	Arcilla húmeda	MA	2+487	18m D	5,60	5,60	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,3%	98,0 %	96,2 %	95,4 %	42,0	27,0	15,0
C-2/L2	CL/ML	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	6,60	6,60	100,0 %	100,0 %	93,7%	84,5%	77,9%	70,8%	64,9 %	56,0 %	52,8 %	23,0	20,5	2,5
C-2/L2	CL/ML	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	7,00	7,00	100,0 %	100,0 %	91,1%	76,9%	73,3%	69,5%	68,6 %	67,1 %	66,1 %	23,0	18,0	5,0
C-2/L2	CL/ML	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	7,50	7,50	100,0 %	100,0 %	98,8%	84,9%	80,5%	77,5%	75,2 %	73,1 %	72,1 %	26,0	18,0	8,0
C-2/L2	CL/ML	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	8,70	10,20	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,6%	97,8%	96,7 %	93,2 %	92,3 %	47,0	24,0	23,0
C-4/L2	CL/ML	Arcilla limosa	MA	5+148	22m D	1,70	2,00	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,8%	99,0 %	97,5 %	96,5 %	34,0	22,5	11,5
C-4/L2	CL/ML	Arena fina limosa	MA	5+148	22m D	2,30	3,00	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	98,9%	98,0%	97,3 %	83,2 %	73,9 %	0,0	0,0	0,0
S-8/L2	CL/ML	Limos con arcillas limosas	SPT	18+930	20m I	3,00	3,45	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	95,6 %	80,5 %	78,1 %	25,0	18,0	7,0
S-8/L2	CL/ML	Limos arcillosos	SH	18+930	20m I	3,45	4,05	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	98,8%	95,1 %	81,0 %	75,8 %	25,0	16,0	9,0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN											
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO									L. ATTERBERG		
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10" 254	1,5" 38,1	1" 25,4	3/8" 9,525	Nº 4 4,75	Nº 20 0,85	Nº 60 0,25	Nº 140 0,106	Nº 200 0,075	LL	LP	IP
CP-5	CL/ML	Limos arenosos	MA	20+070	36m D	14,00	14,00	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,2%	92,0 %	65,4 %	59,3 %	0,0	0,0	0,0
CP-15	CL/ML	Limos arenosos	MA	22+575	16m I	24,00	24,00	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,8%	98,8 %	97,2 %	96,7 %	42,0	27,0	15,0
CS-11/L2	CL/ML	Limo arenoso	MA	26+388	24m I	1,50	1,65												
S-1/L4	CL/ML	Arcillas limosas	SPT	0+310	18m I	11,60	12,00										47,3	29,6	17,7
S-1/L4	CL/ML	Arcillas limosas	SPT	0+310	18m I	13,20	13,60										50,2	32,5	17,7
S-1/L4	CL/ML	Arcilla limosa	SPT	0+310	18m I	13,60	14,05	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	98,5 %	98,0 %	97,8 %	105,0	60,0	45,0
S-1/L4	CL/ML	Limos con arcillas	SPT	0+310	18m I	14,90	15,35										52,2	35,9	16,3
S-2/L4	CL/ML	Arcilla rojiza	SPT	2+544	10m I	21,00	21,45	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	99,2%	95,5 %	88,0 %	83,4 %	84,0	51,0	33,0
S-2/L4	CL/ML	Arcilla limosa	SPT	2+544	10m I	22,20	22,65	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	92,2%	87,0 %	77,1 %	58,5 %	38,0	29,0	9,0
C-2/L4	CL/ML	Arena fina	MA	6+600	25m I	4,10	5,50	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	98,8%	92,3 %	71,4 %	57,2 %	0,0	0,0	0,0

MUESTRA				ESTADO			QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
				ESTADO					PROCTOR MODIFICADO			CBR				
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	Densidad seca	Densidad aparente	Humedad Natural	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax seca g/cm³	P.M. Dmax g/cm³	P.M. Hopt%	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
C-1/L2	CL/ML	1,70	1,70			28,80%			1,2360	1,4301	15,7%	3,2	2,5	0,33%	ML	A-4 (6)
C-1/L2	CL/ML	3,30	3,30			46,80%	1,2668%	17,10%							ML	A-4 (0)
C-1/L2	CL/ML	3,40	3,40			44,40%									ML	A-5 (0)
C-1/L2	CL/ML	3,60	3,60			5,10%									ML	A-5 (10)
C-1/L2	CL/ML	3,60	3,90			45,70%	0,8926%	7,10%							ML	
S-2/L2	CL/ML	2,50	2,50			38,20%									-	
S-2/L2	CL/ML	29,65	29,65			39,40%	0,0541%	2,00%							CL	
S-2/L2	CL/ML	30,15	30,15			33,30%		2,30%							CH	
C-2/L2	CL/ML	1,70	1,70			4,90%	0,0309%	1,40%							ML	A-4 (0)
C-2/L2	CL/ML	2,50	2,50			12,50%	0,0607%	2,00%							CL	A-4 (7)
C-2/L2	CL/ML	2,90	2,90			8,70%									ML	A-4 (0)
C-2/L2	CL/ML	3,60	3,60			15,50%									CL	A-6 (11)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MUESTRA					ESTADO		QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
					ESTADO				PROCTOR MODIFICADO				CBR			
Prospección	Grupo	Prof. de	Prof. a	Densidad	Densidad	Humedad	% SO_4	% M.O.	P.M.	P.M.	P.M.	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
C-2/L2	CL/ML	4,30	4,30			7,90%									ML	A-6 (4)
C-2/L2	CL/ML	5,00	5,00			9,70%	0,0436%	1,50%							ML	A-4 (0)
C-2/L2	CL/ML	5,60	5,60			19,30%									ML	A-7-6 (17)
C-2/L2	CL/ML	6,60	6,60			18,60%									ML	A-4 (0)
C-2/L2	CL/ML	7,00	7,00			17,20%	0,0916%	1,70%							CL-ML	A-4 (0)
C-2/L2	CL/ML	7,50	7,50			17,70%									CL	A-4 (4)
C-2/L2	CL/ML	8,70	10,20			35,60%	0,0521%	1,90%							CL	A-7-6 (20)
C-4/L2	CL/ML	1,70	2,00			20,10%	0,1968%	5,40%							CL	A-6 (12)
C-4/L2	CL/ML	2,30	3,00			9,10%									ML	A-4 (0)
S-8/L2	CL/ML	3,00	3,45			10,10%		2,50%							CL-ML	
S-8/L2	CL/ML	3,45	4,05	1,902	2,370	24,60%	0,1529%								CL	
CP-5	CL/ML	14,00	14,00			20,50%									ML	A-4 (5)
CP-15	CL/ML	24,00	24,00			32,60%									ML	A-7-6 (18)
CS-11/L2	CL/ML	1,50	1,65	1,130	1,252	10,76%									-	
S-1/L4	CL/ML	11,60	12,00			44,60%	0,0251%	7,03%							-	
S-1/L4	CL/ML	13,20	13,60			36,90%	0,0007%	4,82%							-	
S-1/L4	CL/ML	13,60	14,05			61,40%	0,0478%								MH	
S-1/L4	CL/ML	14,90	15,35			43,70%									-	
S-2/L4	CL/ML	21,00	21,45			41,52%	0,0068%	4,74%							MH	
S-2/L4	CL/ML	22,20	22,65			36,62%	0,0039%	5,15%							ML	
C-2/L4	CL/ML	4,10	5,50			17,30%	0,0025%	2,26%	1,6680	1,8448	10,6%	16,0	17,5	0,22%	ML	

Tabla 23: Resultados de los ensayos de laboratorio realizados en la unidad geotécnica CL/ML.

MUESTRA				CORTE DIRECTO				COMPRESIÓN UNIAXIAL	CONSOLIDACIÓN EN EDÓMETRO		
				INALTERADA		REMOLDEADA					
				CD		CD					
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	C (kp/cm²)	ϕ	C (kp/cm²)	ϕ	q_u (kg/cm²)	Pp (kp/cm²)	E_0	C_c
C-1/L2	CL/ML	3,60	3,90	0,18	24,60°			1,07	0,9	1,409	0,518
S-8/L2	CL/ML	3,45	4,05			0,07	29,70°				

Tabla 24: Resultados de ensayos mecánicos realizados en la unidad geotécnica CL/ML.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

En la **Tabla 25** se incluye el análisis estadístico realizado son los ensayos de laboratorio disponibles de la unidad CL/ML.

En las **Figuras 12** y **13** se muestra el huso granulométrico, la carta de plasticidad y las principales características y clasificaciones de estos materiales, realizados a partir de la información disponible. Según la caracterización de los materiales correspondientes a la unidad CL/ML, estos se clasifican mayoritariamente como ML o A-4, apareciendo en menor medida los términos más plásticos y arcillosos (CL, MH y CH en USCS; y A-5, A-6 y A-7-6 en AASSTHO).

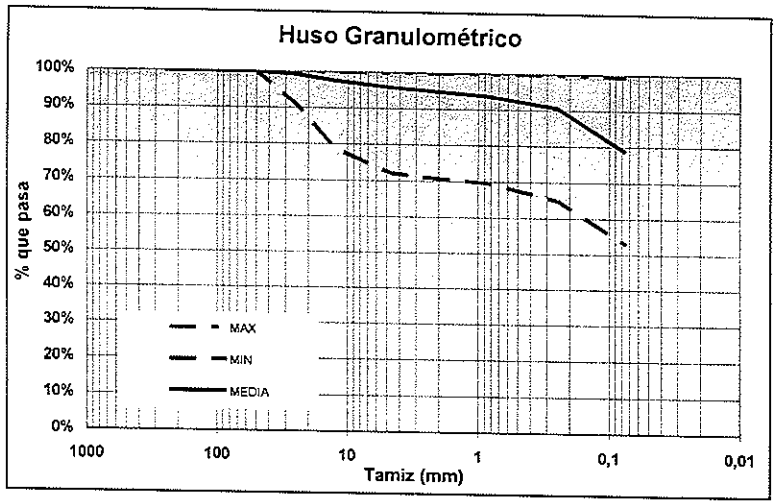
En la **Figura 14** se muestra la distribución de los ensayos de penetración SPT realizados en la unidad CL/ML, en la que no se observa una tendencia clara hacia el rechazo con la profundidad.

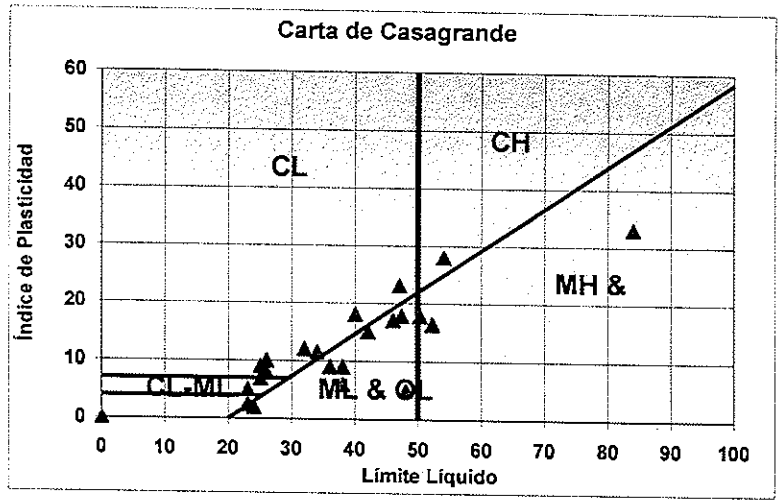
UNIDAD	IDENTIFICACIÓN																ESTADO				
	GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO												L. ATTERBERG							P. QUÍMICOS	
CL/ML	10" 254 mm	8" 203,2 mm	6" 152,4 mm	3" 76,2 mm	2" 50,8 mm	1" 25,4 mm	1/2" 12,5 mm	Nº4 4,75 mm	Nº10 2 mm	Nº20 0,85 mm	Nº60 0,25 mm	Nº200 0,075 mm	LL	LP	IP	P. Esp. Part.	Densidad seca (g/cm³)	Densidad aparente (g/cm³)	Humedad Natural (%)	% SO_4	% M.O.
Nº ENSAYOS	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	31	31	32	0	2	3	33	16	16
MÁXIMO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	105,0	60,0	45,0	-	1,902	2,370	61,4%	0,013	17,10%
MÍNIMO	100%	100%	100%	100%	100%	91%	79%	72%	71%	70%	65%	53%	0,0	0,0	0,0	-	1,130	0,000	4,9%	0,000	1,40%
MEDIA	100%	100%	100%	100%	100%	99%	98%	96%	95%	94%	91%	79%	32,5	21,5	10,7	-	1,516	1,207	26,0%	0,002	4,31%
DESV.	0%	0%	0%	0%	0%	2%	6%	9%	9%	10%	10%	15%	24,5	15,2	10,7	-	0,546	1,186	15,1%	0,004	3,94%

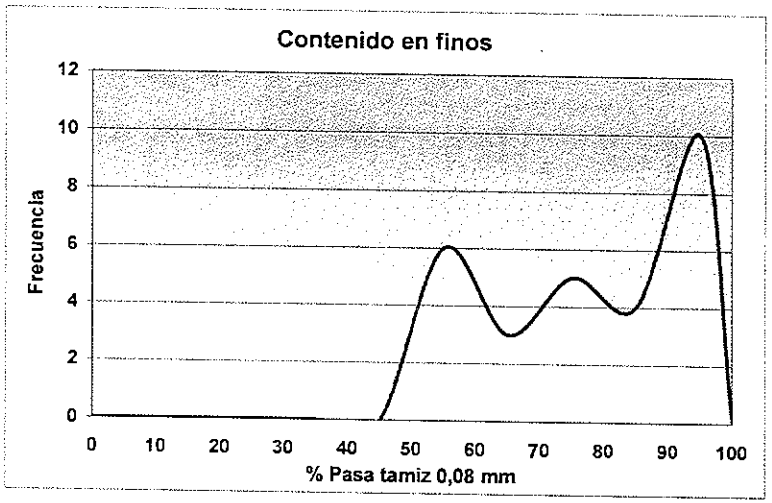
UNIDAD	COMPACTABILIDAD						
	PROCTOR MODIFICADO						COMPRESIÓN UNIAXIAL
CL/ML	P.M. Dmax g/cm³	P.M. Hopt %	CBR_{95}	CBR_{100}	%ABS	%HINCH	q_u (kg/cm²)
Nº ENSAYOS	2	2	2	2	1	2	1
MÁXIMO	1,668	15,7%	16	17,5	0,00%	0,33%	1,07
MÍNIMO	1,236	10,6%	3,2	2,5	0,00%	0,22%	1,07
MEDIA	1,452	13,2%	9,6	10,0	0,00%	0,28%	1,07
DESV.	0,31	3,6%	9,1	10,6	-	0,08%	-

Tabla 25: Análisis estadístico de la unidad geotécnica CL/ML.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







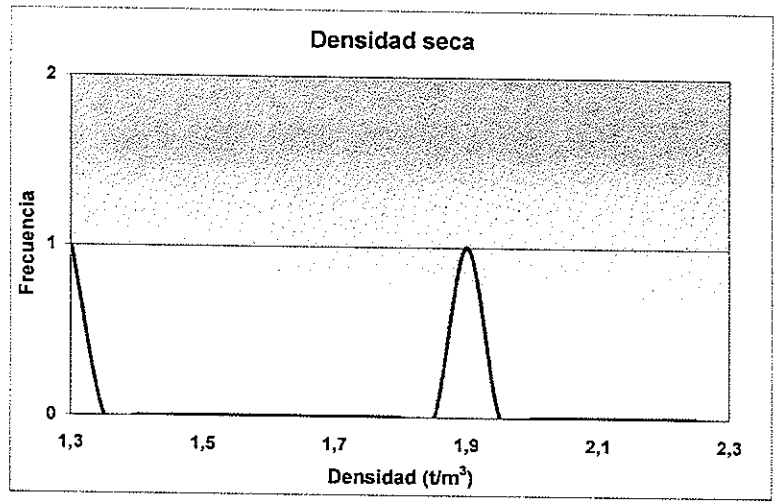


Figura 12: Principales características de la unidad CL/CM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12398]
011995

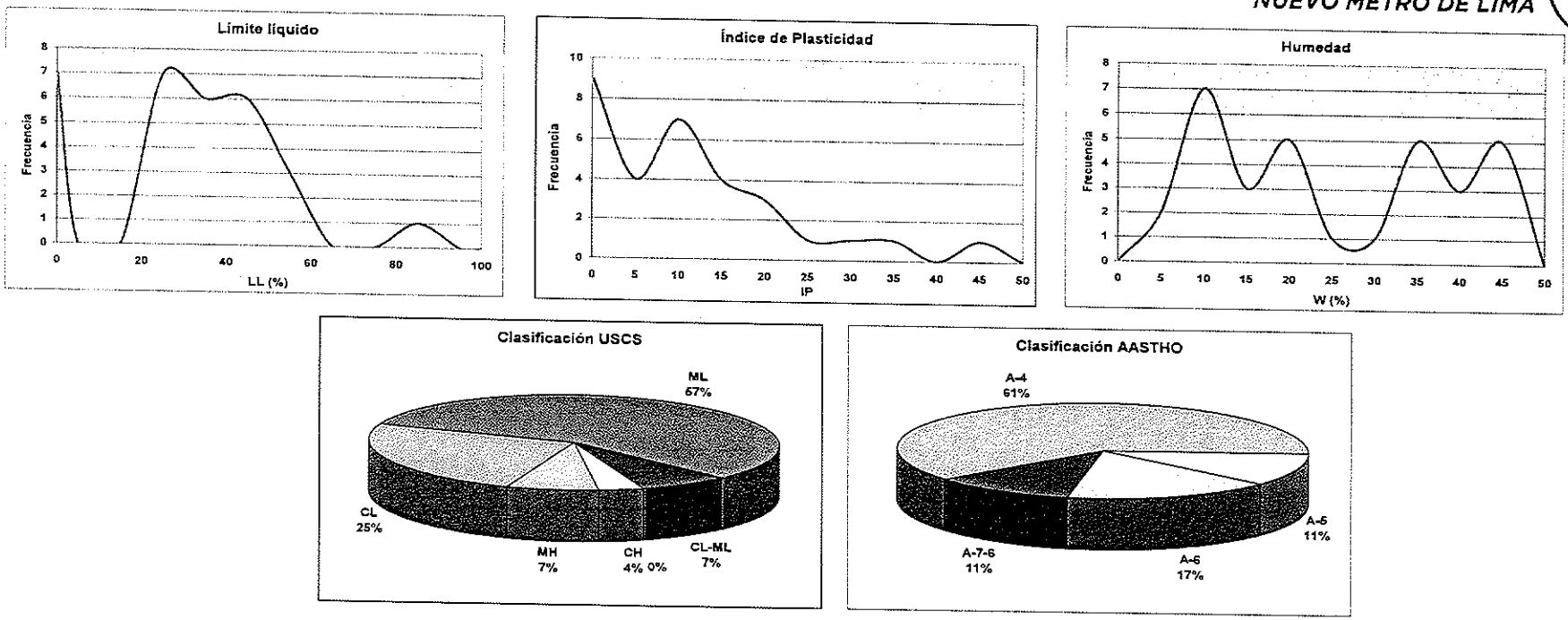


Figura 13: Principales características de la unidad CL/CM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

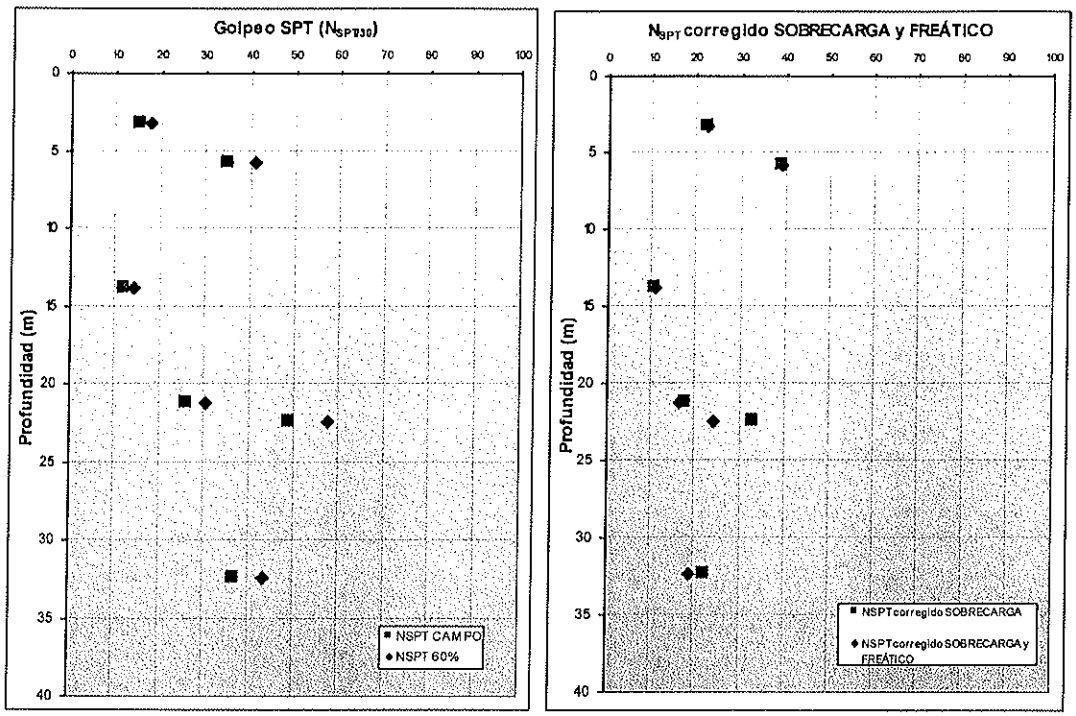


Figura 14: Representación de los ensayos N_{SPT} realizados en la unidad CL/ML (corregidos según la sobrecarga y el nivel freático).

En la **Tabla 26** se incluyen los dos ensayos de permeabilidad realizados en la unidad CL/ML. Según los resultados obtenidos en los ensayos de permeabilidad, la unidad CL/ML tendría una permeabilidad baja, como la correspondiente a una arena arcillosa o limo arcilloso.

Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
S-2/L2	1+933	5,0-5,5	CH	5,00E-05	0,003	3,76E-05	3,76E-07
P-8	22+772	27,5-28,5	CL	-	-	6,50E-05	6,50E-07
CP-2	19+127	4,3	CL-ML	-	-	2,16E-04	2,16E-06
CP-5	20+077	14	ML	-	-	2,21E-03	2,21E-05
CP-15	22+570	24	ML	-	-	1,35E-03	1,35E-05
CP-17	22+760	28	CL	-	-	1,84E-04	1,84E-06
CP-17	22+760	31	CL	-	-	2,22E-04	2,22E-06
C-4	0+605	1,0-1,4	ML	-	-	3,50E-04	3,50E-06
					MAX	2,21E-03	2,21E-05
					MIN	3,76E-05	3,76E-07
					MEDIA	5,93E-04	5,93E-06

Tabla 26: Resultados de ensayos de permeabilidad realizados en la unidad geotécnica CL/ML (azul = campaña complementaria, rojo= Proinversión Etapa 1A, negro = estudios anteriores).

La **Tabla 27** muestra los ensayos dilatométricos disponibles de la campaña realizada por Proinversión en la Primera Etapa A.

Sondeo	Cota	Unidad	Tipo de material	Ensayo Presiométrico				Módulo elástico		
				P_L kp/cm²	E_P kp/cm²	E_P/P_L	P_L^* kp/cm²	α	ν	E kp/cm²
P-2	39	CL-ML	Arcilla	40	700,0	17,5	36,1	0,67	0,3	780,0
P-2	42	CL-ML	Arcilla	29,1	370,0	12,71	24,9	0,67	0,3	412,29
				Max	700,0				Max	780,0
				Min	370,0				Min	412,0
				Media	535,0				Media	596,1

Tabla 27: Resultados de ensayos de dilatométricos realizados en la unidad geotécnica CL/ML.

5.3.3 Arenas limosas; SM

Las arenas limosas se presentan como niveles superficiales e intercalados en las gravas de Lima (GP-S), correspondiendo a lentejones y/o cuerpos deposicionales antiguos de la llanura de inundación del Rimac.

Presentan una textura gruesa a media, prácticamente sin finos y con cantos subredondeados ocasionales. Aparecen arenas con gravas sin finos (SW) bien gradadas y mal gradadas (SP).

En la **Tabla 28**, mostrada a continuación, se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras de esta unidad. La **Tabla 29** muestra a continuación los resultados de los ensayos mecánicos realizados sobre muestras de la unidad SM.

En la **Tabla 30** se incluye el análisis estadístico realizado son los ensayos de laboratorio disponibles de la unidad SM.

En las **Figuras 15** y **16** se muestra el huso granulométrico, la carta de plasticidad y las principales características y clasificaciones de estos materiales, realizados a partir de la información disponible. Según la caracterización de los materiales correspondientes a la unidad SM, estos se clasifican mayoritariamente como SM o A-2-4/A-4, apareciendo en menor medida los términos SP y SC (USCS), y A-3 y A-1-b (AASTHO).

En la **Figura 17** se muestra la distribución de los ensayos de penetración SPT realizados en la unidad SM, en la que se observa una clara tendencia al rechazo con la profundidad.

En la **Tabla 31** se incluyen los dos ensayos de permeabilidad realizados en la unidad SM.

Según los resultados obtenidos en los ensayos de permeabilidad la unidad SM tendría una permeabilidad media, como la correspondiente a una arena limosa.

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN										
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO								L. ATTERBERG (UNE 103103-4)		
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10"	2"	1"	Nº4	Nº 20	Nº 60	Nº 140	Nº 200	LL	LP	IP
								254	50,8	25,4	4,75	0,85	0,25	0,106	0,075			
C-1/L2	SM	Arena fina limosa	MA	1+785	14m D	4,10	4,10	100,0%	100,0%	100,0%	99,1%	95,8%	74,6%	39,3%	34,4%	0,0	0,0	0,0
C-1/L2	SM	Arena fina limosa húmeda y fétida	MA	1+785	14m D	4,40	4,40	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	94,8%	84,6%	34,7%	24,9%	0,0	0,0	0,0
S-2/L2	SM	Arcilla marrón	SH	1+933	18m D	3,75	4,25	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,1%	63,2%	43,5%	41,9%	34,0	22,0	12,0
S-2/L2	SM	Arenas finas con limos	SPT	1+933	18m D	26,85	26,85	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	98,2%	86,0%	53,9%	42,0%	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	SM	Arena fina limosa	MA	2+487	18m D	2,00	2,00	100,0%	100,0%	100,0%	99,7%	99,2%	86,7%	41,1%	30,8%	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	SM	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	6,00	6,00	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,4%	71,6%	30,3%	23,3%	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	SM	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	6,15	6,15	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,3%	64,7%	10,8%	6,9%	0,0	0,0	0,0
C-2/L2	SM	Arenas finas a medias	MA	2+487	18m D	7,80	7,80	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,9%	96,9%	54,3%	38,2%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	1,90	1,90	100,0%	100,0%	99,1%	90,6%	88,2%	81,6%	53,1%	47,2%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	4,60	4,60	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,1%	86,4%	28,4%	16,5%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	6,40	6,40	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,9%	93,9%	61,8%	47,3%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	8,15	8,15	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,3%	46,1%	17,0%	11,6%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	8,50	8,50	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	95,3%	18,7%	3,6%	2,5%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	8,70	8,70	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	92,3%	16,4%	3,6%	2,6%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	9,40	9,40	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,4%	40,9%	9,3%	5,0%	0,0	0,0	0,0
C-3/L2	SM	Arena fina limosa	MA	4+414	16m D	9,80	9,90	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,6%	84,7%	52,1%	42,5%	0,0	0,0	0,0
C-1/L4	SM	GP con arenas medias	MA	4+784	6m I	9,00	9,50	100,0%	86,0%	72,5%	53,7%	34,0%	15,6%	8,4%	7,3%	0,0	0,0	0,0
S-7/L2	SM	Arenas finas cn limos	SPT	18+446	20m I	20,70	20,70	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,8%	57,1%	15,5%	13,2%	0,0	0,0	0,0
S-7/L2	SM	Arenas medias algo limosas	SPT	18+446	20m I	22,85	22,96	100,0%	100,0%	100,0%	79,0%	55,8%	27,8%	18,1%	15,7%	0,0	0,0	0,0
S-8/L2	SM	Limos arenosos	SH	18+930	20m I	5,75	6,75	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,1%	67,0%	33,8%	30,4%	0,0	0,0	0,0
CP-18	SM	Arena limosa	MA	23+000	24m I	26,50	26,50	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,6%	99,7%	78,4%	48,2%	0,0	0,0	0,0
S-1/L4	SM	Arenas finas limosas	MA	0+310	18m I	1,50	1,70									20,0	16,4	3,6
S-1/L4	SM	Arenas limosas	SPT	0+310	18m I	12,00	12,45											0,0
S-2/L4	SM	Limo arenoso	TP	2+544	10m I	21,80	22,05	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,6%	84,4%	52,8%	43,3%	30,0	27,0	3,0
S-2/L4	SM	Arenas con gravas	SPT	2+544	10m I	24,70	25,15	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	96,7%	73,8%	34,6%	24,4%	0,0	0,0	0,0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[124021] 0119

MUESTRA					ESTADO			QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
					ESTADO					PROCTOR MODIFICADO			CBR				
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	P. Esp. Part.	Densidad seca	Densidad aparente	Humedad Natural	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax seca g/cm^3	P.M. Dmax g/cm^3	P.M. Hopt%	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
C-1/L2	SM	4,10	4,10		1,535	1,887	22,90%	0,8120%	3,50%	1,7700	1,9895	12,4%	8,4	5,2	0,00%	SM	A-2-4 (0)
C-1/L2	SM	4,40	4,40		1,500	1,911	27,40%	0,5686%	3,20%							SM	A-2-4 (0)
S-2/L2	SM	3,75	4,25		1,465	1,680	14,70%	1,7544%	7,60%							SC	
S-2/L2	SM	26,85	26,85				22,30%		2,70%							SM	
C-2/L2	SM	2,00	2,00		1,825	2,462	4,90%									SM	A-2-4 (0)
C-2/L2	SM	6,00	6,00		1,770	1,890	6,80%									SM	A-2-4 (0)
C-2/L2	SM	6,15	6,15		1,825	1,885	3,30%									SM-SP	A-3 (0)
C-2/L2	SM	7,80	7,80		1,700	2,094	23,20%									SM	A-4 (0)
C-3/L2	SM	1,90	1,90		1,840	1,984	7,80%									SM	A-4 (0)
C-3/L2	SM	4,60	4,60		1,760	1,852	5,20%	0,0140%	2,00%							SM	A-2-4 (0)
C-3/L2	SM	6,40	6,40		1,680	1,870	11,30%									SM	A-4 (0)
C-3/L2	SM	8,15	8,15		1,875	1,969	5,00%									SM-SP	A-2-4 (0)
C-3/L2	SM	8,50	8,50		1,780	1,821	2,30%									SP	A-1-b (0)
C-3/L2	SM	8,70	8,70		1,785	1,831	2,60%	0,0105%	0,60%							SP	A-1-b (0)
C-3/L2	SM	9,40	9,40		1,830	1,896	3,60%									SM-SP	A-3 (0)
C-3/L2	SM	9,80	9,90		1,775	2,098	18,20%									SM	A-4 (0)
C-1/L4	SM	9,00	9,50					0,0007%	2,18%							SM-SP	
S-7/L2	SM	20,70	20,70				28,00%		0,80%							SM	
S-7/L2	SM	22,85	22,96				12,70%									SM	
S-8/L2	SM	5,75	6,75	2,65	1,440	1,669	15,90%	0,0840%	2,50%							SM	
CP-18	SM	26,50	26,50		1,667	1,880	12,80%									SM	A-4 (3)
S-1/L4	SM	1,50	1,70				12,60%	0,0183%	1,69%							-	
S-1/L4	SM	12,00	12,45				25,00%									-	
S-2/L4	SM	21,80	22,05				27,65%	0,0027%								SM	
S-2/L4	SM	24,70	25,15				14,65%	0,0038%								SM	

Tabla 28: Resultados de los ensayos de laboratorio realizados en la unidad geotécnica SM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[124031]

MUESTRA				CORTE DIRECTO INALTERADA CD		COMPRESIÓN UNIAXIAL	CONSOLIDACIÓN EN EDÓMETRO		
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	C (kp/cm^2)	ϕ	q_u (kg/cm^2)	Pp (kp/cm^2)	e_o	C_c
S-2/L2	SM	3,75	4,25	0,19	32,4	3,26	0,82	0,776	0,210
S-8/L2	SM	5,75	6,75						0,190
S-2/L4	SM	21,80	22,05			3,64	1,90		0,027

Tabla 29: Resultados de ensayos mecánicos realizados en la unidad geotécnica SM.

IDENTIFICACIÓN															
UNIDAD	GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO												L. ATTERBERG		
	10"	8"	6"	3"	2"	1"	1/2"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº60	Nº200			
SM	254 mm	203,2 mm	152,4 mm	76,2 mm	50,8 mm	25,4 mm	12,5 mm	4,75 mm	2 mm	0,85 mm	0,25 mm	0,075 mm	LL	LP	IP
Nº ENSAYOS	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	24	24	25
MÁXIMO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	48%	34,0	27,0	12,0
MÍNIMO	100%	100%	100%	100%	86%	72%	64%	54%	43%	34%	16%	3%	0,0	0,0	0,0
MEDIA	100%	100%	100%	100%	99%	99%	97%	97%	95%	93%	66%	26%	3,5	2,7	0,7
DESV.	0%	0%	0%	0%	3%	6%	8%	10%	13%	16%	26%	16%	9,7	7,5	2,5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIDAD	ESTADO						COMPACTABILIDAD							
					P. QUÍMICOS		PROCTOR MODIFICADO							COMPRESIÓN UNIAXIAL
SM	P. Esp. Part.	Densidad seca (g/cm³)	Densidad aparente (g/cm³)	Humedad Natural (%)	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax g/cm³	P.M. Hopt %	CBR_{95}	CBR_{100}	%ABS	%HINCH		q_u (kg/cm²)
Nº ENSAYOS	1	17	17	24	10	10	1	1	1	1	1	1		2
MÁXIMO	2,650	1,875	2,462	28,0%	0,018	7,60%	1,77	12,4%	8,4	5,2	0,00%	0,00%		3,64
MÍNIMO	2,650	1,440	1,669	2,3%	0,000	0,60%	1,77	12,4%	8,4	5,2	0,00%	0,00%		3,26
MEDIA	2,650	1,709	1,922	13,8%	0,003	2,68%	1,77	12,4%	8,4	5,2	0,00%	0,00%		3,45
DESV.	-	0,141	0,179	8,8%	0,006	1,96%	-	-	-	-	-	-		0,27

Tabla 30: Análisis estadístico de la unidad geotécnica SM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

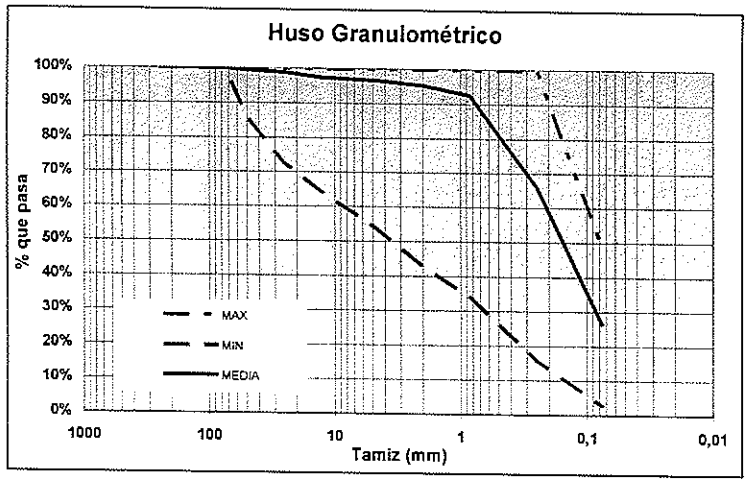
[12405]
012902

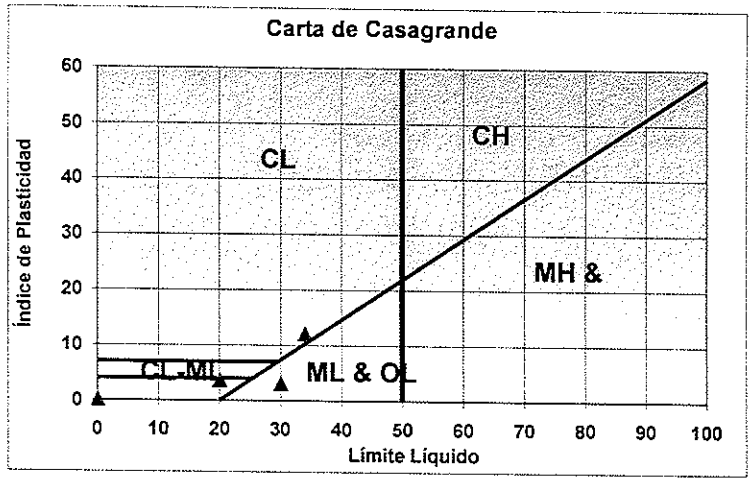
Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
S-2/L2	1+933	30,0-30,45	SP	0,05	3,24	7,03E-04	7,03E-06
S-1/L4	0+310	30,80-31,0	SP-SW	1,55	93,15	2,01E-02	2,01E-04
P-4	26+770	19,0-20,0	SM	-	-	3,04E-03	3,04E-05
P-6	21+550	7,2-8,0	SM	-	-	1,31E-04	1,31E-06
P-6	21+550	19,2-20,0	SM	-	-	1,97E-02	1,97E-04
P-10	23+620	1,5-2,0	SM	-	-	4,06E-02	4,06E-04
P-10	23+620	2,2-3,0	SM	-	-	1,03E-02	1,03E-04
P-10	23+620	4,0-5,0	SM	-	-	1,51E-04	1,51E-06
P-10	23+620	23,5-24,5	SM	-	-	5,36E-02	5,36E-04
CP-1	18+933	5,0	SM	-	-	6,98E-04	6,98E-06
CP-15	22+570	28,0	SM	-	-	4,32E-03	4,32E-05
CP-16	22+708	27,6	SC	-	-	1,04E-03	1,04E-05
CP-17	22+760	24,0	SM	-	-	1,17E-03	1,17E-05
CP-18	23+000	23,0	SM	-	-	1,66E-04	1,66E-06
					MAX	4,06E-02	4,06E-04
					MIN	1,31E-04	1,31E-06
					MEDIA	6,56E-03	6,56E-05

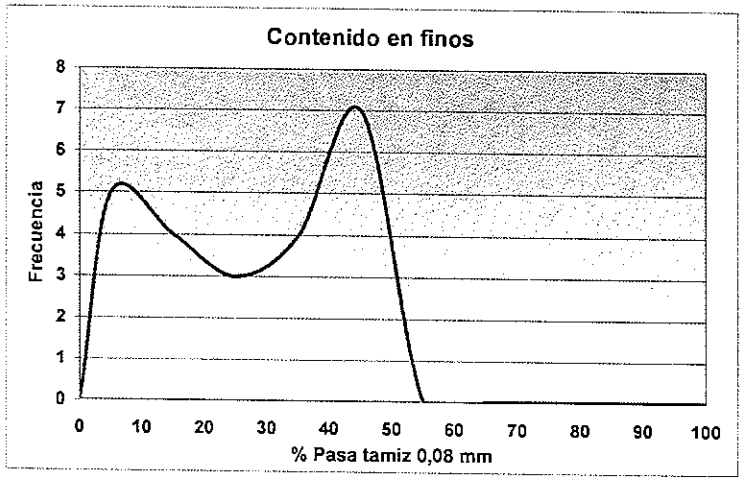
Tabla 31: Resultados de ensayos de permeabilidad realizados en la unidad geotécnica SM (azul = campaña complementaria, rojo = campaña Proinversión Etapa 1A).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12406]
012003







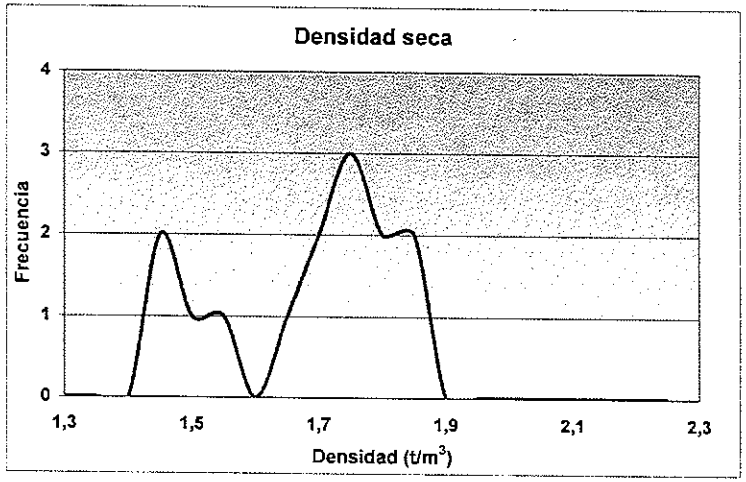


Figura 15: **Principales características de la unidad SM.**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12407]
012004

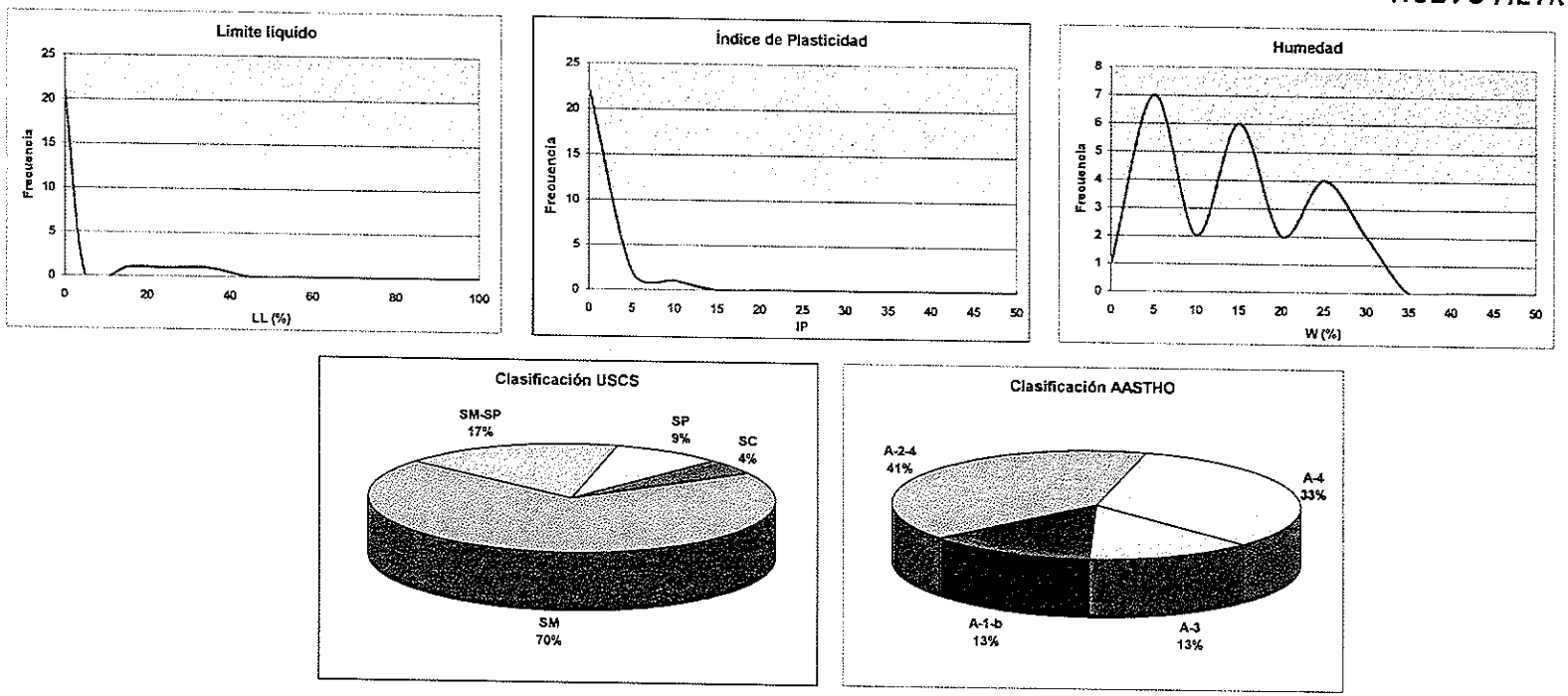


Figura 16: Principales características de la unidad SM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[124081] 5

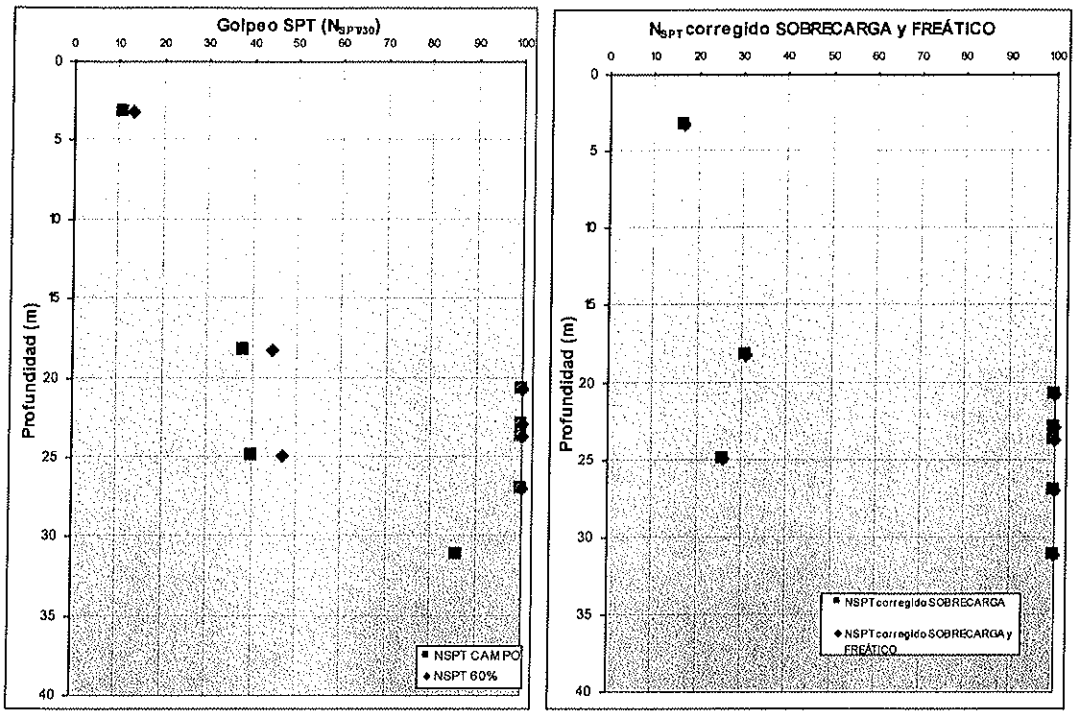


Figura 17: Representación de los ensayos N_{SPT} realizados en la unidad SM (corregidos según la sobrecarga y el nivel freático).

5.3.4 Gravas pobremente gradadas, GP-S

5.3.4.1 *Granulometría, plasticidad e identificación*

La unidad de "grava pobremente gradada" se clasifica según SUCS como GP, y según la ASHHTO como A-1-a (0). Estos materiales se encuentran generalmente poco húmedos y son densos y rígidos. Suelen presentar una estructura grano-soportada, y el contenido en finos resulta, en todos los casos, inferior al 50%, encontrándose las medias representativas por debajo del 3% en contenido en finos.

En la **Tabla 32**, mostrada a continuación, se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras de esta unidad.

En la **Tabla 33** se incluye el análisis estadístico realizado son los ensayos de laboratorio disponibles de la unidad GP-S.

En las **Figuras 18** y **19** se muestra el huso granulométrico, la carta de plasticidad y las principales características y clasificaciones de estos materiales, realizados a partir de la información disponible. Según la caracterización de los materiales correspondientes a la unidad GP-S, estos se clasifican mayoritariamente como GP y GM-GP o A-1-a, apareciendo en menor medida los términos GM (USCS), y A-4, A-2-4 y A-1-b (AASTHO).

La matriz de estos materiales está formada mayoritariamente por arenas de textura media a gruesa, con escasos finos, excepto en niveles donde éstos son arcillosos (GC). La granulometría de estos materiales es bastante irregular, aunque la distribución de tamaños máximos se encuentra entre 15-20 cm, alcanzando el 40% del total analizado y no siendo frecuentes los tamaños mayores a 35 cm.

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN												
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO											L. ATTERBERG	
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10" 254	8" 203,2	3" 76,2	2" 50,8	1" 25,4	3/4" 19,05	Nº 4 4,75	Nº 20 0,85	Nº 60 0,25	Nº 140 0,106	Nº 200 0,075	LL	LP	IP
S-1/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con escasos finos	SPT	0+256	5m D	3,00	3,45														0,0
S-1/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas gruesas	SPT	0+256	5m D	6,00	6,00	100%	100%	100%	100%	100%	100%	29,3%	8,2%	3,4%	2,1%	1,8%	0	0	0,0
C-4/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas gruesas	MA	5+148	22m D	7,40	7,60	100%	100%	100%	100%	67,6%	58,7%	34,9%	26,3%	12,4%	5,9%	5,1%	0,0	0,0	0,0
C-4/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas gruesas	MA	5+148	22m D	8,60	9,10	100%	100%	100%	100%	66,9%	58,2%	34,9%	26,1%	11,8%	4,9%	4,0%	0,0	0,0	0,0
C-4/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas gruesas	MA	5+148	22m D	9,10	10,00	100%	100%	100%	100%	69,1%	61,4%	38,2%	29,0%	13,2%	5,8%	4,6%	0,0	0,0	0,0
C-5/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas medias	MA	19+368	10m I	1,20	4,00	100%	100%	100%	91,0%	58,0%	44,0%	26,0%	19,0%	6,0%	1,0%	1,0%	0,0	0,0	0,0
C-5/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas gruesas	MA	19+368	10m I	8,00	10,00	100%	88,0%	54,0%	38,0%	21,0%	18,0%	11,0%	9,0%	3,0%	1,0%	0,0%	0,0	0,0	0,0
CP-3	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	19+398	16m I	4,00	4,00	100%	94,5%	72,0%	54,9%	36,5%	29,6%	17,4%	12,7%	4,0%	1,2%	0,9%	0,0	0,0	0,0
CP-3	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	19+398	16m I	9,00	9,00	100%	100%	72,7%	55,7%	38,3%	32,3%	20,6%	16,5%	5,6%	1,7%	1,3%	0,0	0,0	0,0
CP-3	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	19+398	16m I	13,00	13,00	100%	93,5%	65,3%	37,9%	20,9%	18,0%	14,9%	13,5%	5,1%	1,8%	1,4%	0,0	0,0	0,0
CP-3	GP-S	Grava bien gradada	MA	19+398	16m I	18,00	18,00	100%	100%	81,6%	60,5%	32,4%	24,0%	8,4%	6,5%	2,9%	1,3%	1,1%	0,0	0,0	0,0
CP-3	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	19+398	16m I	24,00	24,00	100%	100%	78,8%	52,7%	24,7%	20,1%	13,9%	11,2%	4,4%	1,1%	0,7%	0,0	0,0	0,0
CP-3	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	19+398	16m I	30,00	30,00	100%	96,8%	55,1%	51,1%	30,0%	26,9%	17,0%	13,5%	7,8%	4,3%	3,6%	0,0	0,0	0,0
CP-5	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	20+070	36m D	4,30	4,30	100%	100%	77,3%	72,8%	51,3%	44,6%	25,7%	15,8%	4,8%	1,5%	1,2%	0,0	0,0	0,0
CP-5	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	20+070	36m D	9,00	9,00	100%	96,5%	68,4%	39,8%	25,0%	21,3%	13,4%	9,9%	4,4%	1,4%	1,1%	0,0	0,0	0,0
CP-5	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	20+070	36m D	19,00	19,00	93,2%	81,9%	60,2%	45,7%	27,3%	24,2%	13,4%	10,8%	5,5%	2,1%	1,8%	0,0	0,0	0,0
CP-5	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	20+070	36m D	24,00	24,00	100%	100%	79,7%	68,4%	43,6%	36,4%	18,0%	14,5%	8,0%	3,2%	2,6%	0,0	0,0	0,0
CP-5	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	20+070	36m D	28,00	28,00	100%	100%	72,3%	53,8%	35,7%	29,9%	15,1%	12,7%	5,7%	3,1%	2,8%	0,0	0,0	0,0
CP-10	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+113	32m D	4,00	4,00	100%	100%	83,0%	66,2%	45,2%	39,1%	19,7%	12,9%	6,3%	3,5%	3,1%	0,0	0,0	0,0
CP-10	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+113	32m D	9,00	9,00	100%	100%	82,1%	68,0%	42,0%	35,5%	17,2%	11,9%	5,0%	3,1%	2,9%	0,0	0,0	0,0
CP-10	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+113	32m D	14,20	14,20	100%	100%	81,6%	57,2%	42,0%	33,4%	17,9%	13,3%	6,9%	2,8%	2,3%	0,0	0,0	0,0
CP-10	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+113	32m D	19,20	19,20	100%	94,9%	82,9%	72,3%	50,6%	42,3%	14,2%	7,5%	3,2%	1,7%	1,6%	0,0	0,0	0,0
CP-10	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+113	32m D	24,50	24,50	100%	90,9%	59,8%	49,7%	32,9%	26,7%	13,4%	10,2%	5,5%	3,0%	2,7%	0,0	0,0	0,0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12410]2007

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN												
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO											L. ATTERBERG	
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10"	8"	3"	2"	1"	3/4"	Nº 4	Nº 20	Nº 60	Nº 140	Nº 200	LL	LP	IP
								254	203,2	76,2	50,8	25,4	19,05	4,75	0,85	0,25	0,106	0,075			
CP-10	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+113	32m D	28,00	28,00	100%	94,6%	69,2%	58,0%	34,9%	31,2%	21,5%	17,3%	5,5%	2,1%	1,7%	0,0	0,0	0,0
CS-9/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas y limos	MA	21+436	12m I	3,00	3,15														
CP-11	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+440	25m D	9,00	9,00	100%	100%	73,2%									0,0	0,0	0,0
CP-11	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+440	25m D	19,00	19,00	100%	93,9%	74,0%									0,0	0,0	0,0
CP-12	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+560	35m I	4,00	4,00	100%	100%	68,5%	56,9%	35,6%	30,7%	21,2%	16,6%	9,9%	7,1%	6,8%	0,0	0,0	0,0
CP-12	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	21+560	35m I	9,00	9,00	100%	100%	56,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0	0,0	0,0
CP-12	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+560	35m I	14,00	14,00	100%	100%	82,0%	70,4%	40,9%	34,9%	20,3%	16,1%	10,4%	7,9%	7,6%	0,0	0,0	0,0
CP-12	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+560	35m I	19,00	19,00	100%	100%	68,2%	59,5%	39,2%	35,7%	21,9%	14,3%	9,0%	7,4%	7,0%	0,0	0,0	0,0
CP-12	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+560	35m I	24,00	24,00	100%	91,2%	62,0%	46,3%	31,2%	26,8%	17,3%	14,3%	9,3%	6,0%	5,6%	0,0	0,0	0,0
CP-12	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+560	35m I	30,00	30,00	100%	94,7%	50,9%	33,0%	16,8%	15,9%	12,2%	9,5%	5,5%	4,5%	4,0%	0,0	0,0	0,0
CP-13	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+812	20m D	4,00	4,00	100%	100%	73,9%	60,6%	37,2%	33,2%	20,7%	16,4%	10,1%	7,1%	6,7%	0,0	0,0	0,0
CP-13	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+813	20m D	9,00	9,00	100%	92,4%	78,4%	60,8%	46,8%	40,9%	25,4%	19,5%	10,1%	6,9%	6,7%	0,0	0,0	0,0
CP-13	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+814	20m D	14,20	14,20	100%	96,2%	69,1%	64,7%	44,1%	38,1%	24,4%	19,8%	12,2%	8,5%	8,1%	0,0	0,0	0,0
CP-13	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+815	20m D	19,00	19,00	100%	97,7%	67,4%	54,0%	38,7%	34,7%	21,2%	12,7%	6,7%	5,3%	5,0%	0,0	0,0	0,0
CP-13	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+816	20m D	25,10	25,10	100%	100%	79,2%	64,9%	38,4%	36,0%	23,1%	16,9%	10,6%	8,0%	7,7%	0,0	0,0	0,0
CP-13	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	21+817	20m D	28,00	28,00	100%	89,7%	54,6%	45,0%	32,0%	29,2%	21,7%	17,7%	11,5%	8,2%	7,8%	0,0	0,0	0,0
CP-14	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	22+150	12m I	4,50	4,50	100%	100%	72,4%	42,5%	24,9%	21,1%	12,5%	9,5%	4,6%	1,4%	1,0%	0,0	0,0	0,0
CP-14	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	22+150	12m I	9,50	9,50	100%	100%	79,4%	50,0%	26,4%	21,8%	10,7%	7,6%	2,8%	0,7%	0,5%	0,0	0,0	0,0
CP-14	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	22+150	12m I	14,00	14,00	100%	100%	78,6%	53,8%	27,0%	22,0%	12,4%	10,3%	5,9%	1,7%	1,2%	0,0	0,0	0,0
CP-14	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	22+150	12m I	19,00	19,00	100%	97,1%	72,8%	52,9%	31,9%	28,9%	17,1%	11,7%	3,6%	1,0%	0,8%	0,0	0,0	0,0
CP-14	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+150	12m I	24,20	24,20	100%	95,3%	60,1%	50,1%	24,2%	21,1%	17,3%	15,5%	9,1%	3,1%	2,3%	0,0	0,0	0,0
CP-14	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	22+150	12m I	28,00	28,00	100%	100%	65,0%	46,8%	30,1%	26,2%	14,3%	10,2%	3,4%	0,6%	0,3%	0,0	0,0	0,0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN												
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO										L. ATTERBERG		
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10" 254	8" 203,2	3" 76,2	2" 50,8	1" 25,4	3/4" 19,05	Nº 4 4,75	Nº 20 0,85	Nº 60 0,25	Nº 140 0,106	Nº 200 0,075	LL	LP	IP
CP-15	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+575	16m I	4,70	4,70	100%	100%	100%	67,7%	45,3%	40,8%	25,9%	19,9%	11,4%	8,7%	7,4%	0,0	0,0	0,0
CP-15	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+575	16m I	9,00	9,00	100%	100%	100%	86,7%	53,2%	44,6%	24,7%	19,8%	13,1%	9,7%	8,7%	0,0	0,0	0,0
CP-15	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+575	16m I	14,00	14,00	100%	100%	100%	100%	92,0%	76,9%	32,4%	25,2%	18,8%	15,2%	14,6%	0,0	0,0	0,0
CP-15	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+575	16m I	19,00	19,00	100%	100%	100%	88,9%	50,8%	44,2%	30,0%	25,3%	14,9%	11,6%	11,0%	0,0	0,0	0,0
CP-16	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+710	16m I	4,00	4,00	100%	100%	74,7%									0,0	0,0	0,0
CP-16	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+710	16m I	9,00	9,00	100%	87,5%	65,9%									0,0	0,0	0,0
CP-17	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	22+760	10m I	4,00	4,00	93,6%	90,0%	69,9%									0,0	0,0	0,0
CP-17	GP-S	Grava pobremente gradada	MA	22+760	10m I	9,00	9,00	100%	96,6%	65,5%									0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	2,10	2,10	100%	100%	100%	93,4%	76,2%	67,6%	41,1%	33,1%	23,1%	17,6%	16,7%	0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	4,00	4,00	100%	96,5%	64,5%	50,9%	36,2%	32,7%	21,8%	18,5%	11,3%	8,8%	7,7%	0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	7,50	7,50	100%	100%	66,6%	60,6%	39,4%	34,4%	19,9%	16,7%	11,5%	9,8%	9,1%	0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	12,50	12,50	100%	100%	78,8%	62,6%	40,8%	33,5%	19,9%	17,1%	11,1%	9,2%	8,4%	0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	16,00	16,00	100%	100%	100%	79,2%	58,0%	50,3%	32,7%	27,1%	15,6%	11,9%	10,3%	0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	18,00	18,00	100%	91,0%	56,0%	38,0%	21,1%	18,4%	12,8%	11,7%	7,1%	4,9%	4,0%	0,0	0,0	0,0
CP-18	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+000	24m I	28,00	28,00	100%	100%	71,5%	65,3%	46,2%	44,1%	42,0%	40,7%	32,1%	25,0%	19,0%	0,0	0,0	0,0
CP-19	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+138	20m I	4,00	4,00	100%	96,1%	71,6%	59,9%	37,0%	31,0%	18,8%	16,4%	10,2%	7,9%	6,7%	0,0	0,0	0,0
CP-19	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+138	20m I	10,00	10,00	100%	97,7%	71,8%	54,3%	30,1%	27,6%	18,2%	14,0%	9,5%	8,3%	7,7%	0,0	0,0	0,0
CP-19	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+138	20m I	18,00	18,00	100%	100%	78,7%	56,0%	32,7%	28,5%	19,2%	16,8%	12,4%	10,0%	8,7%	0,0	0,0	0,0
CP-19	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+138	20m I	28,00	28,00	100%	92,9%	69,3%	47,1%	26,1%	22,7%	15,9%	14,4%	8,8%	6,1%	4,9%	0,0	0,0	0,0
CP-20	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+356	24m I	4,50	4,50	100%	100%	67,3%	57,8%	40,4%	37,3%	24,9%	20,0%	15,1%	13,2%	11,0%	0,0	0,0	0,0
CP-20	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+356	24m I	10,00	10,00	100%	89,8%	71,0%	64,1%	47,0%	41,0%	23,9%	18,6%	12,5%	9,9%	8,7%	0,0	0,0	0,0
CP-20	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+356	24m I	14,50	14,50	100%	100%	68,3%	45,6%	27,8%	26,1%	20,2%	17,1%	11,2%	9,1%	8,1%	0,0	0,0	0,0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[124102]

MUESTRA								IDENTIFICACIÓN													
								GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO											L. ATTERBERG		
Prospección	Grupo Geotécnico	Descripción material	Tipo muestra	pk	Separación	Prof. de	Prof. a	10"	8"	3"	2"	1"	3/4"	Nº 4	Nº 20	Nº 60	Nº 140	Nº 200	LL	LP	IP
								254	203,2	76,2	50,8	25,4	19,05	4,75	0,85	0,25	0,106	0,075			
CP-20	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+356	24m I	18,00	18,00	100%	100%	74,9%	59,0%	36,8%	32,5%	21,2%	15,3%	9,7%	8,1%	7,3%	0,0	0,0	0,0
CP-20	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+356	24m I	23,00	23,00	100%	87,9%	67,8%	50,7%	34,9%	31,7%	21,5%	18,0%	12,8%	9,7%	8,1%	0,0	0,0	0,0
CP-20	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+356	24m I	28,00	28,00	100%	100%	75,5%	58,6%	35,2%	31,0%	23,3%	20,8%	13,6%	10,8%	9,1%	0,0	0,0	0,0
CP-21	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+636	22m D	2,50	2,50	100%	100%	77,2%	54,5%	35,6%	29,4%	18,8%	14,5%	8,8%	7,3%	6,4%	0,0	0,0	0,0
CP-21	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+636	22m D	7,50	7,50	100%	100%	77,2%	54,5%	35,6%	29,4%	18,8%	14,5%	8,8%	7,3%	6,4%	0,0	0,0	0,0
CP-21	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+636	22m D	12,00	12,00	94,6%	86,5%	69,3%	63,6%	40,1%	36,5%	23,8%	18,8%	11,0%	9,0%	8,1%	0,0	0,0	0,0
CP-21	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+636	22m D	18,00	18,00	92,3%	85,2%	57,6%	37,1%	25,0%	23,2%	18,7%	16,5%	11,7%	8,7%	6,8%	0,0	0,0	0,0
CP-21	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+636	22m D	22,50	22,50	100%	92,9%	63,6%	42,6%	25,6%	23,5%	17,6%	15,0%	9,1%	7,4%	6,7%	0,0	0,0	0,0
CP-21	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas limosas	MA	23+636	22m D	30,00	30,00	94,8%	83,1%	47,7%	30,4%	13,6%	11,9%	8,9%	7,5%	3,8%	3,8%	2,2%	0,0	0,0	0,0
CS-12/L2	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas gruesas-finas	MA	26+760	12m D	3,00	3,15														
C-1/L4	GP-S	Grava mal gradada arcillosa	MA	4+784	6m I	4,10	4,50	100%	100%	92,9%	78,0%	50,2%	41,5%	26,7%	23,3%	14,7%	11,0%	9,9%	20,0	17	3,0
C-1/L4	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas	MA	4+784	6m I	8,50	8,50	100%	100%	84,7%	71,6%	56,7%	51,1%	36,6%	25,4%	9,8%	4,7%	3,9%	0,0	0,0	0,0
C-2/L4	GP-S	Gravas mal gradadas con arenas medias a gruesas	MA	6+600	25m I	8,50	8,50	100%	100%	77,8%	65,5%	48,9%	51,3%	22,9%	15,6%	7,9%	2,5%	1,3%	0,0	0,0	0,0
C-2/L4	GP-S	Gravas mal gradadas con gravas finas a medias	MA	6+600	25m I	9,50	10,00	100%	100%	74,7%	62,9%	44,6%	36,3%	23,4%	18,0%	6,3%	2,2%	1,6%	0,0	0,0	0,0

MUESTRA				ESTADO				QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
				ESTADO						PROCTOR MODIFICADO			CBR				
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	P. Esp. Part.	Densidad seca	Densidad aparente	Humedad Natural	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax seca	P.M. Dmax	P.M. Hopt%	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
S-1/L2	GP-S	3,00	3,45				2,50%									-	
S-1/L2	GP-S	6,00	6,00				4,40%									GP	
C-4/L2	GP-S	7,40	7,60				3,30%									GM-GP	A-1-a (0)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12413] 012010

MUESTRA				ESTADO				QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
				ESTADO						PROCTOR MODIFICADO			CBR				
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	P. Esp. Part.	Densidad seca	Densidad aparente	Humedad Natural	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax seca	P.M. Dmax	P.M. Hopt%	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
C-4/L2	GP-S	8,60	9,10				7,90%	0,0276%	2,50%							GP	A-1-a (0)
C-4/L2	GP-S	9,10	10,00				10,50%									GP	A-1-a (0)
C-5/L2	GP-S	1,20	4,00	2,632	1,879	1,924	2,41%		3,65%	2,0900	2,2484	7,6%	55,0	81,2		GP	
C-5/L2	GP-S	8,00	10,00						3,24%							GP	
CP-3	GP-S	4,00	4,00				2,60%									GP	A-1-a (0)
CP-3	GP-S	9,00	9,00				3,00%									GP	A-1-a (0)
CP-3	GP-S	13,00	13,00				2,90%									GP	A-1-a (0)
CP-3	GP-S	18,00	18,00				4,10%									GP	A-1-a (0)
CP-3	GP-S	24,00	24,00				3,20%									GP	A-1-a (0)
CP-3	GP-S	30,00	30,00				5,80%									GP	A-1-a (0)
CP-5	GP-S	4,30	4,30				2,30%									GP	A-1-a (0)
CP-5	GP-S	9,00	9,00				2,60%									GP	A-1-a (0)
CP-5	GP-S	19,00	19,00				3,10%									GP	A-1-a (0)
CP-5	GP-S	24,00	24,00				3,40%									GP	A-1-a (0)
CP-5	GP-S	28,00	28,00				4,70%									GP	A-1-a (0)
CP-10	GP-S	4,00	4,00				4,10%									GP	A-1-a (0)
CP-10	GP-S	9,00	9,00				3,50%									GP	A-1-a (0)
CP-10	GP-S	14,20	14,20				3,40%									GP	A-1-a (0)
CP-10	GP-S	19,20	19,20				2,80%									GP	A-1-a (0)
CP-10	GP-S	24,50	24,50				4,70%									GP	A-1-a (0)
CP-10	GP-S	28,00	28,00				4,70%									GP	A-1-a (0)
CS-9/L2	GP-S	3,00	3,15	2,654	1,773	1,819	2,62%									-	
CP-12	GP-S	4,00	4,00		2,113	2,170	2,70%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-12	GP-S	9,00	9,00		2,351	2,410	2,50%									-	A-1-a (0)
CP-12	GP-S	14,00	14,00		2,343	2,430	3,70%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-12	GP-S	19,00	19,00		2,321	2,400	3,40%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-12	GP-S	24,00	24,00		2,422	2,500	3,20%									GM-GP	A-1-a (0)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12414] 012011

MUESTRA					ESTADO			QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
					ESTADO					PROCTOR MODIFICADO				CBR			
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	P. Esp. Part.	Densidad seca	Densidad aparente	Humedad Natural	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax seca	P.M. Dmax	P.M. Hopt%	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
CP-12	GP-S	30,00	30,00		2,302	2,350	2,10%									GP	A-1-a (0)
CP-13	GP-S	4,00	4,00		2,256	2,310	2,40%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-13	GP-S	9,00	9,00		2,310	2,370	2,60%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-13	GP-S	14,20	14,20		2,317	2,380	2,70%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-13	GP-S	19,00	19,00		2,306	2,380	3,20%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-13	GP-S	25,10	25,10		2,310	2,430	5,20%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-13	GP-S	28,00	28,00		2,181	2,260	3,60%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-14	GP-S	4,50	4,50				4,90%									GP	A-1-a (0)
CP-14	GP-S	9,50	9,50				4,20%									GP	A-1-a (0)
CP-14	GP-S	14,00	14,00				9,50%									GP	A-1-a (0)
CP-14	GP-S	19,00	19,00				4,70%									GP	A-1-a (0)
CP-14	GP-S	24,20	24,20				3,90%									GP	A-1-a (0)
CP-14	GP-S	28,00	28,00				4,20%									GP	A-1-a (0)
CP-15	GP-S	4,70	4,70				4,90%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-15	GP-S	9,00	9,00				5,00%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-15	GP-S	14,00	14,00				4,90%									GM	A-1-a (0)
CP-15	GP-S	19,00	19,00				4,50%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-18	GP-S	2,10	2,10				3,90%									GM	A-1-b (0)
CP-18	GP-S	4,00	4,00		2,171	2,230	2,70%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-18	GP-S	7,50	7,50		2,308	2,430	5,30%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-18	GP-S	12,50	12,50		2,319	2,430	4,80%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-18	GP-S	16,00	16,00				2,50%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-18	GP-S	18,00	18,00		2,350	2,420	3,00%									GP	A-1-a (0)
CP-18	GP-S	28,00	28,00		2,156	2,320	7,60%									GM	A-2-4 (0)
CP-19	GP-S	4,00	4,00		2,239	2,290	2,30%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-19	GP-S	10,00	10,00		2,243	2,310	3,00%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-19	GP-S	18,00	18,00		2,091	2,200	5,20%									GM-GP	A-1-a (0)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12415]
012012

MUESTRA					ESTADO			QUIMICOS		COMPACTABILIDAD						CLASIFICACIÓN	
					ESTADO					PROCTOR MODIFICADO			CBR				
Prospección	Grupo Geotécnico	Prof. de	Prof. a	P. Esp. Part.	Densidad seca	Densidad aparente	Humedad Natural	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax seca	P.M. Dmax	P.M. Hopt%	CBR95	CBR100	%HINCH	U.S.C.S.	AASHTO
CP-19	GP-S	28,00	28,00		2,128	2,220	4,30%									GP	A-1-a (0)
CP-20	GP-S	4,50	4,50		2,037	2,100	3,10%									GM-GP	A-1-b (0)
CP-20	GP-S	10,00	10,00		2,249	2,310	2,70%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-20	GP-S	14,50	14,50		2,306	2,380	3,20%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-20	GP-S	18,00	18,00		2,268	2,350	3,60%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-20	GP-S	23,00	23,00		2,139	2,210	3,30%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-20	GP-S	28,00	28,00		2,347	2,420	3,10%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-21	GP-S	2,50	2,50		2,295	2,350	2,40%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-21	GP-S	7,50	7,50		2,328	2,430	4,40%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-21	GP-S	12,00	12,00		2,347	2,420	3,10%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-21	GP-S	18,00	18,00		2,303	2,400	4,20%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-21	GP-S	22,50	22,50		2,294	2,370	3,30%									GM-GP	A-1-a (0)
CP-21	GP-S	30,00	30,00		2,324	2,410	3,70%									GP	A-1-a (0)
CS-12/L2	GP-S	3,00	3,15	2,652	1,534	1,624	5,88%									-	
C-1/L4	GP-S	4,10	4,50				5,00%			1,7700	1,9895	12,4%				GM-GP	
C-1/L4	GP-S	8,50	8,50		2,390	2,462	3,01%									GP	
C-2/L4	GP-S	8,50	8,50		2,300	2,346	2,00%									GP	
C-2/L4	GP-S	9,50	10,00				2,00%	0,0005%	1,54%	2,2200	2,3277	4,9%	60,0	95,0	0,00%	GP	

Tabla 32: Resultados de los ensayos de laboratorio realizados en la unidad geotécnica GP-S.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

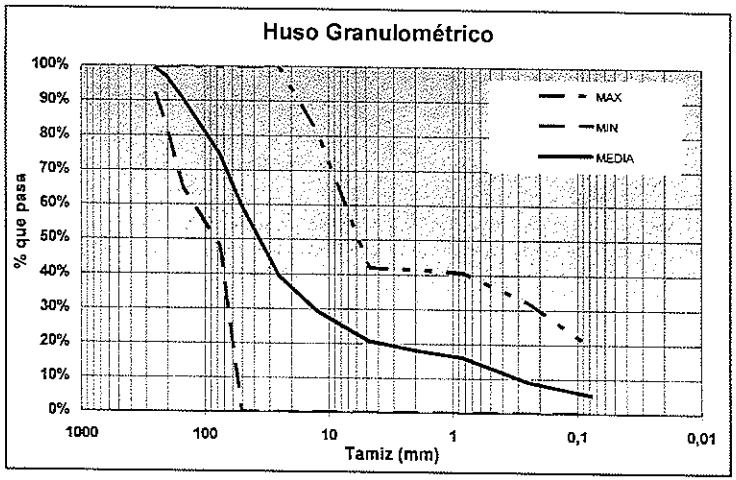
[12416]
012013

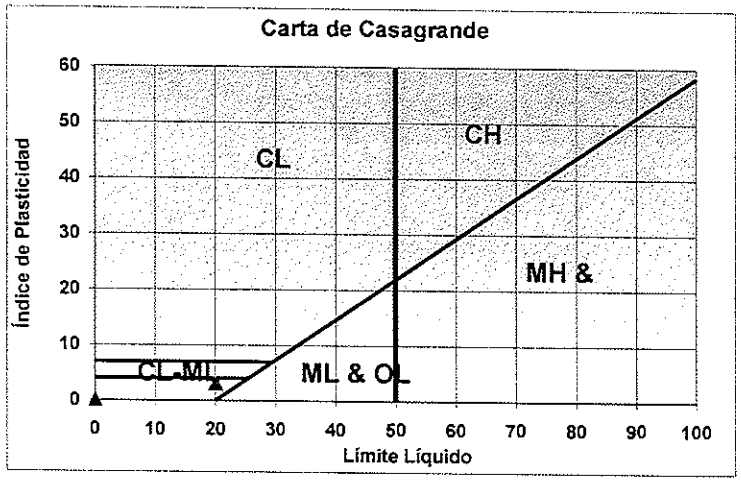
UNIDAD	IDENTIFICACIÓN														
	GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO												L. ATTERBERG		
GP-S	10" 254 mm	8" 203,2 mm	6" 152,4 mm	3" 76,2 mm	2" 50,8 mm	1" 25,4 mm	1/2" 12,5 mm	Nº4 4,75 mm	Nº10 2 mm	Nº20 0,85 mm	Nº60 0,25 mm	Nº200 0,075 mm	LL	LP	IP
Nº ENSAYOS	78	78	78	78	72	72	73	72	72	72	72	72	78	78	79
MÁXIMO	100%	100%	100%	100%	100%	100%	81%	42%	42%	41%	32%	19%	20,0	17,0	3,0
MÍNIMO	92%	82%	65%	48%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,0	0,0	0,0
MEDIA	100%	97%	91%	75%	60%	40%	29%	21%	18%	16%	9%	5%	0,3	0,2	0,0
DESV.	2%	5%	8%	13%	18%	16%	13%	8%	7%	6%	5%	4%	2,3	1,9	0,3

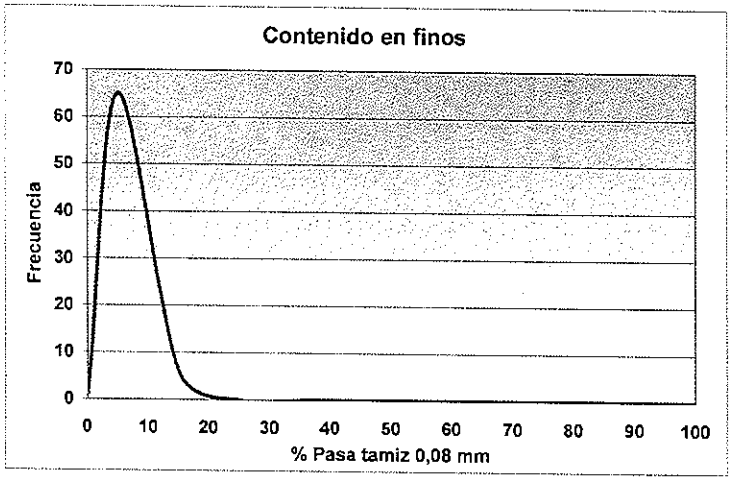
UNIDAD	ESTADO				P. QUÍMICOS		COMPACTABILIDAD PROCTOR MODIFICADO						COMPRESIÓN UNIAXIAL
GP-S	P. Esp. Part.	Densidad seca (g/cm^3)	Densidad aparente (g/cm^3)	Humedad Natural (%)	% SO_4	% M.O.	P.M. Dmax g/cm^3	P.M. Hopt %	CBR_{95}	CBR_{100}	%ABS	%HINCH	q_u (kg/cm^2)
Nº ENSAYOS	3	38	38	74	2	4	3	3	2	2	0	1	0
MÁXIMO	2,654	2,422	2,500	10,5%	0,000	3,65%	2,22	12,4%	60	95,0	-	0,00%	-
MÍNIMO	2,632	1,534	1,624	2,0%	0,000	1,54%	1,77	4,9%	55,02	81,2	-	0,00%	-
MEDIA	2,646	2,228	2,304	3,9%	0,000	2,73%	2,03	8,3%	57,51	88,1	-	0,00%	-
DESV.	0,012	0,176	0,180	1,6%	0,000	0,93%	0,23	3,8%	3,5	9,8	-	-	-

Tabla 33: Análisis estadístico de la unidad geotécnica GP-S.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







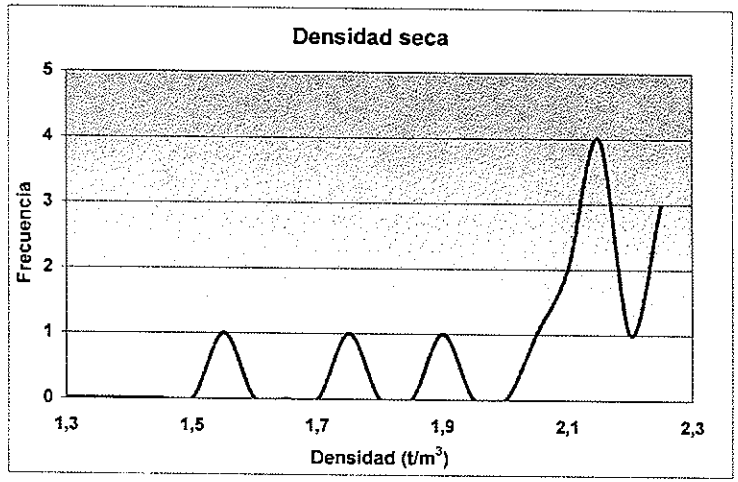


Figura 18: **Principales características de la unidad GP-S.**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

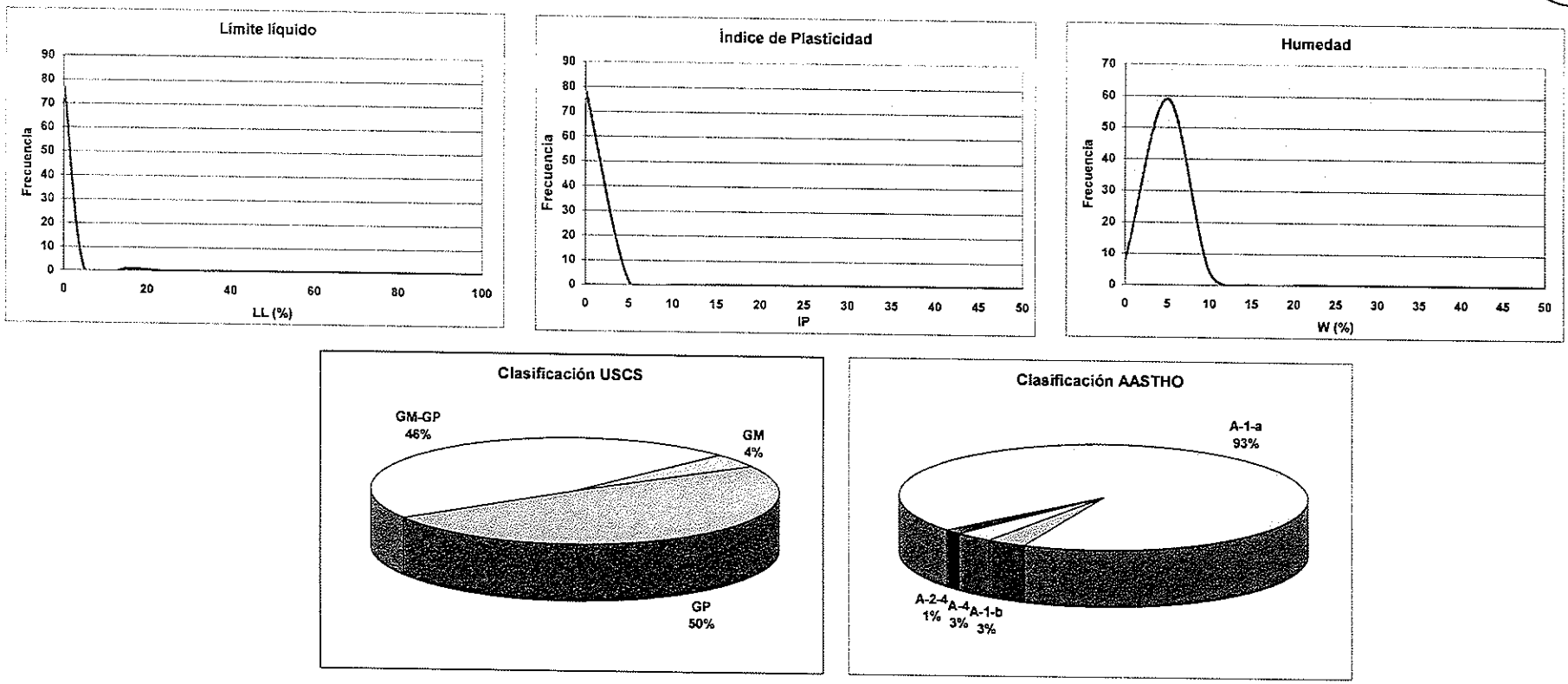


Figura 19: Principales características de la unidad GP-S.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

Cabe señalar que, excepcionalmente, se ha encontrado un bloque subanguloso de tamaño máximo de 75 cm, durante la excavación de la calicata realizada por Proinversión y denominada "CP-3 Estación Evitamiento".

Del análisis de la información suministrada en estudios anteriores, cabe señalar, que aunque el número de muestras disponibles cuyo tamaño máximo es superior a 100 mm es reducido (concretamente 5 muestras analizadas en ambas líneas, entre 58 y 90 % de material que pasa por el # 100 mm), considerando los resultados obtenidos, quizá se pueda poner en duda el criterio de la selección de las muestras analizadas.

Por todo ello, y dada la trascendencia de la distribución de tamaños máximos del Aglomerado de Lima, se ha efectuado un análisis estadístico específico de las granulometrías gruesas observadas en las calicatas y los sondeos mecánicos realizados en la campaña geotécnica complementaria.

En cuanto a la granulometría gruesa, se ha realizado una estimación de la distribución granulométrica de las partículas gruesas en las calicatas, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 34**. En las **Figuras 20** y **21** se muestra la distribución de los tamaños.

			Diámetro grano (%)						
Calicata	Profundidad (m)		0,08-0,2 cm	0,2-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	>20 cm	Tamaño máx (cm)
C-1-L4	1.2	4.1	20	40	15	10	10	5	
	4.1	4.5	10	25	25	5	5	0	
	4.5	7.4	20	20	20	15	10	15	36
	7.4	10	20	20	15	10	15	20	34
	Promedio		17.5	26.25	18.75	10	10	10	-
C-2-L4	5.5	6.8	30	20	20	30	0	0	21
	6.8	7.4	20	35	15	30	0	0	25
	7.4	10	25	3	10	12	11	10	27
	Promedio		25.0	19.3	15.0	24.0	3.7	3.3	-
C-3-L2	5.2	6.3	25	40	35	0	0	0	-
C-4 L2	5.2	5.9	40	20	10	10	20	0	21
	5.9	8.6	30	25	15	10	15	0	25
	8.6	10	30	20	15	20	15	15	30
	Promedio		33.3	21.7	13.3	13.3	16.7	5.0	-
C-5 L2	0.8	3	15	20	15	15	15	20	38
	3	5.1	15	20	30	5	5	25	40
	6.6	7.7	30	25	20	7.5	7.5	10	30
	7.7	10	30	30	10	7.5	7.5	15	30
	Promedio		22.5	23.8	18.8	8.8	8.8	17.5	-

Tabla 34: Distribución granulométrica de las partículas gruesas medida en calicatas.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

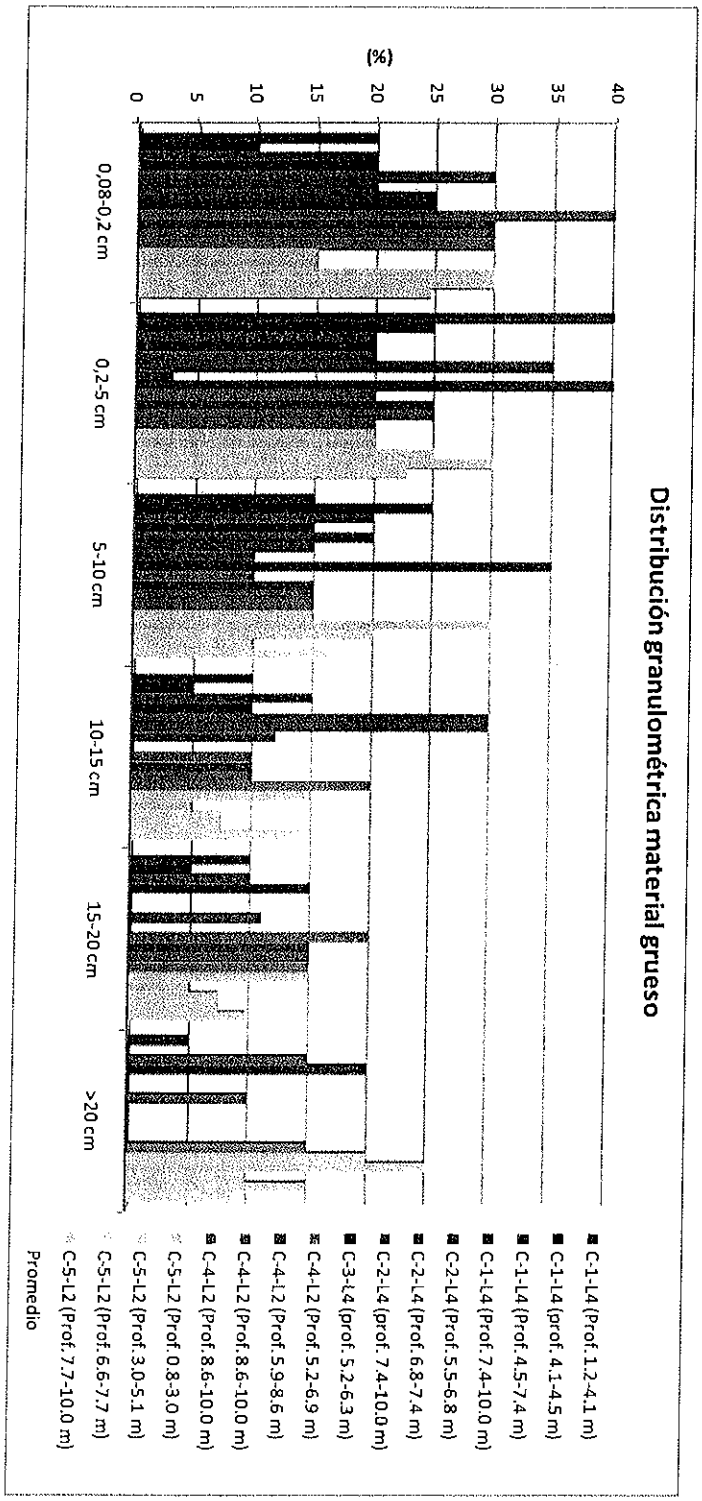


Figura 20: Gráfico de distribución granulométrica de las partículas gruesas medida en calicatas.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

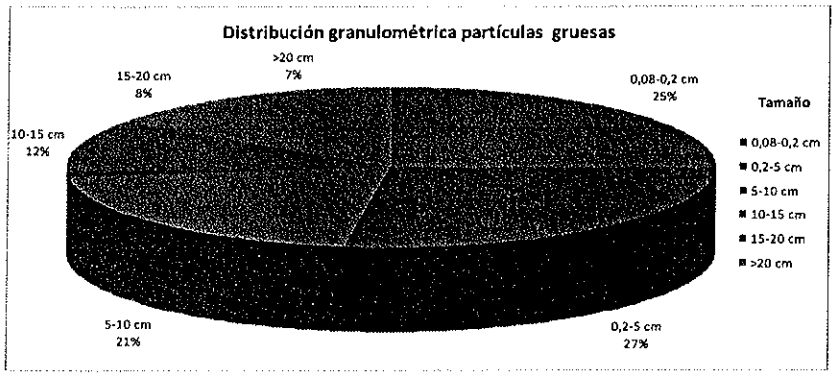


Figura 21: Distribución granulométrica promedio de las partículas gruesas medida en calicatas.

Complementariamente se ha realizado un recuento minucioso de las dimensiones de todos los bolos de las calicatas C-1/L4, C-2/L4, C-4/L2 y C-5/L2; en el cual ha sido registrado las dimensiones mayores (a y b) de todas las partículas mayores al tamaño grava extraídas de las distintas calicatas. A continuación se muestra los porcentajes medidos en los distintos niveles granulares detectados en las calicatas, e incluidos en la **Tabla 35**.

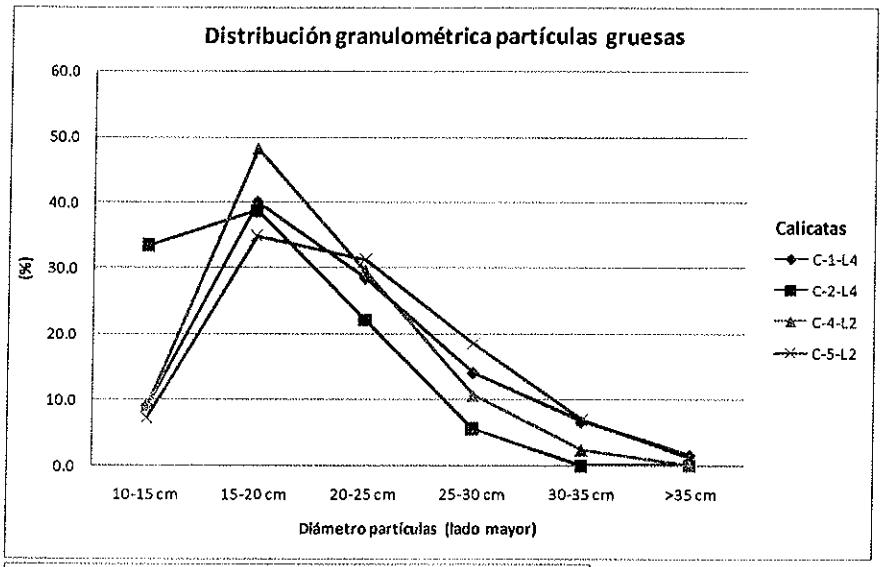
Recuento partículas gruesas

Calicata	C-1-L4							C-2-L4						
Profundidad	1,2-4,1 m		4,5-7,4 m		7,4-8,5 m		Prom "a"	5,5-6,8 m		6,8-7,4 m		7,4-10,0 m		Prom."a"
(%) Partículas diam. Entre:	a	b	a	b	a	b		a	b	a	b	a	b	
10-15 cm	17	59.1	7.9	52.6	2.4	46.3	9.1	70.4	100.0	16.7	85.7	13.5	73.0	33.5
15-20 cm	46.8	36.4	36.8	21.1	36.6	31.7	40.1	25.9	0.0	63.3	14.3	27.0	16.2	38.8
20-25 cm	25.5	4.5	18.4	26.3	41.5	22.0	28.5	3.7	0.0	16.7	0.0	45.9	10.8	22.1
25-30 cm	6.4	0.0	23.7	0.0	12.2	0.0	14.1	0.0	0.0	3.3	0.0	13.5	0.0	5.6
30-35 cm	2.1	0.0	10.5	0.0	7.3	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
>35 cm	2.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Partícula mayor tamaño (cm)	36.0	23.0	36.0	24.0	34.0	22.0	29.2	21.0	13.0	25.0	16.0	29.0	23.0	21.2
Calicata	C-4-L2							C-5-L2						
Profundidad	5,2-5,9 m		5,9-7,3 m		8,6-10,0		Prom "a"	3,0-4,2 m		6,8-7,6 m		7,6-10,0 m		Prom "a"
(%) Partículas diam. Entre:	a	b	a	b	a	b		a	b	a	b	a	b	
10-15 cm	22.2	83.3	5.3	68.4	0.0	50.0	9.2	0.0	20.7	7.4	65.4	14.3	35.7	7.2
15-20 cm	61.1	16.7	26.3	31.6	57.1	28.6	48.2	16.7	51.7	66.7	30.8	21.4	50.0	34.9
20-25 cm	16.7	0.0	57.9	0.0	14.3	7.1	29.6	40.0	17.2	11.1	3.8	42.9	7.1	31.3
25-30 cm	0.0	0.0	10.5	0.0	21.4	14.3	10.7	30.0	6.9	11.1	0.0	14.3	7.1	18.5
30-35 cm	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	2.4	10.0	3.4	3.7	0.0	7.1	0.0	6.9
>35 cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
Partícula mayor tamaño (cm)	21.0	16.0	26.0	19.0	30.0	29.0	23.5	39.0	30.0	30.0	20.0	30.0	26.0	29.2

Tabla 35: Recuento de dimensiones de bolos en calicatas.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

Como puede desprenderse de las distribuciones granulométricas y del recuento de bolos (Tablas 30 y 31), el tamaño de las partículas gruesas va decreciendo con la frecuencia de las mismas, siendo el tamaño de las partículas más habituales el tamaño de arena-grava fina, como se puede observar en las **Figura 22**; con un porcentaje del 25 y 27% respectivamente, mientras que los tamaños mayores a los 10 cm ocupan el 27%.



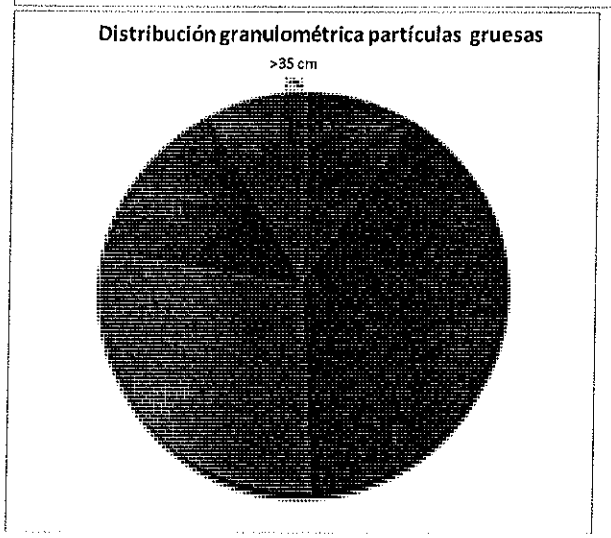


Figura 22: Porcentaje de partículas gruesas medidas en las calicatas.

De las partículas más gruesas (>10 cm) predomina el tamaño comprendido entre los diámetros 15-20 cm con un porcentaje medio del 40%, no siendo frecuentes tamaños mayores a los 35 cm.

Además del tamaño de las partículas más gruesas también se ha medido la esfericidad de las mismas mediante la relación:

$\phi = \sqrt[3]{b \cdot c}/a$; donde:

a, b y c: son los lados mayor, intermedio y menor respectivamente (se ha supuesto que el lado menor es igual al intermedio)

0.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

Cuando Φ alcanza el valor de 1 se considera una esfera perfecta mientras que el valor de 0 significa una superficie completamente plana.

Por tanto mediante esta relación se ha obtenido que las partículas groseras presentan una esfericidad elevada, con un valor promedio de 0,74; no observándose variaciones significativas entre calicatas.

Por último indicar que no se ha encontrado una relación directa entre la esfericidad y el tamaño de las partículas con la distancia al área fuente. Esto puede ser debido a que la distancia entre ambas no es significativa con las dimensiones del abanico aluvial antiguo.

Así mismo, se ha procedido de forma similar con los sondeos geotécnicos realizados a lo largo del trazado, teniendo en cuenta que, en este caso, las partículas de mayor tamaño se han estimado a partir del RQD. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

			Diámetro grano (%)						
Sondeo	Profundidad (m)		<0,2 cm	0,2-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	>20 cm	Tamaño máx (cm)
S-1-L2	5,1	8,9	30	70					
	13,2	17,1	40	50	10				
	17,1	18,0	10	15	30	35			
	18,0	20,0	55	45					
	20,0	22,1	30	50	20				
	22,1	26,2	15	30	30	20			
	26,2	28,0	20	40	40				
	28,0	30,0	20	25	40	15			
S-1-L4	3,8	8,3	30	30	40				
	8,3	10,1	15	30	50	5			
	10,1	12,6	20	40	40				
	15,1	23,2	10	30	60				
	23,2	24,1	30	70					
	24,8	25,6	70	30					
S-2-L2	7,5	8,0	20	60	20				
	10,0	12,7	50	25	25				
	12,9	14,7	40	60					
	16,0	18,3	40	50	5	5			17,25
	21,5	24,7	35	65					
	25,1	25,8			50	50			
S-2-L4	1,8	10,0	15	45	35	5			
	10,0	11,2	15	25	35	25			
	11,2	13,4	20	25	45	10			
	13,4	14,2	20	50	30				
	14,2	14,7					100		18
	14,7	18,3	20	45	35				
	18,3	21,0	30	25	35	5	5		16
	25,2	27,2	15	10	35	35			15
	27,2	29,5	25	25	30				
	29,5	31,0	20	30	50				

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Sondeo	Profundidad (m)		Diámetro grano (%) <0,2 cm	0,2-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	>20 cm	Tamaño máx (cm)
	2,0	9,4	35	45	20				10
	12,0	16,0	30	20	35	15			20
	16,0	17,2	30	70					6
S-3-L2	17,2	22,2	15	35	35	15			14
	22,2	27,4	10	20	50	20			13
	27,4	30,0	20	30	50				10
	30,0	32,0	15	25	45	15			12
	1,1	8,4	15,0	35,0	50,0				10
	8,4	12,5	10	35	45	10			14
	12,5	14,8	20	35	40	5			14
S-3-L4	14,8	19,3	15	35	40	10			14
	19,3	23,4	15	25	50	10			17
	23,4	27,0	20,0	30,0	45,0	5,0			13
	27,7	31,0	10	25	35	15	15		25
	2,0	6,2	10	20	30	40			14
	6,2	9,6	25	25	45	5			11
	9,6	13,2	20	30	45	5			11
S-4-L2	13,2	19,2	15	20	35	13	12	5	24
	19,2	24,0	15	20	50	15			12
	24,0	27,8	15	20	55	10			14
	27,8	31,0	15	30	45	10			11
	2,6	5,1	15	35	50				10
	5,1	5,8	5	5	50	40			14
	5,8	9,0	25	30	40	5			11
	9,0	13,5	10	40	45	5			11
	13,5	15,6	15	60	25				8
S-5-L2	15,6	18,3	25	65	20				7
	18,3	20,9	25	30	35	5			11
	20,9	22,5	40	15	45				7
	25,7	26,5	40	25	35				9
	26,5	30,0	45	40	15				8
	30,0	31,1	35	30	35				7
	3,9	6,3	15	35	45	5			13
	6,3	7,8	15	40	45				7
	7,8	9,0	15	20	65				10
	9,0	11,1	15	35	45	5			11
	11,1	13,2	30	40	30				7
S-6-L2	13,2	15,4	15	25	60				7
	15,4	18,0	15	25	60				10
	18,0	20,0	20	45	35				8
	20,0	22,9	15	20	65				8
	22,9	30,0	15	45	40				9
	30,0	32,0	15	30	55				8
	1,5	2,3	45	30	25				6
S-7-L2	2,3	6,4	15	20	60	5			6
	6,4	7,6	15	50	35				7
	7,6	9,0	15	15	45	10	10		18

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Sondeo	Profundidad (m)		Diámetro grano (%)						
			<0,2 cm	0,2-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	>20 cm	Tamaño máx (cm)
S-8-L2	6,5	9,3	15	20	65				10
	9,3	11,1	20	25	35	20			13
	11,1	11,9	25	45	30				7
	11,9	13,3	10	40	20	13	12		17
	13,3	15,1	15	45	35	5			12
	15,1	18,0	15	35	25	25			13
	18,0	20,0	25	40	30	5			14
	20,0	21,4	20	20	60				8
	21,4	23,2	20	20	60				8
	23,2	25,3	15	15	40	20	10		17
	25,3	26,3	15	35	50				8
	26,3	27,8	15	25	60				6
	27,8	29,2	15	20	30	30	35		17
	29,2	30,0	25	35	40				10
	30,0	31,9	25	35	40				10
	31,9	33,3	15	20	30	7	8	20	26
S-9-L2	2,5	4,7	20	35	45				7
	4,7	8,8	15	25	40	20			11
	8,8	14,7	15	35	55				10
	14,7	17,1	10	15	70	5			11
	17,1	18,3	15	35	50				9
	18,3	21,4	15	45	40				9
	21,4	28,0	15	55	30				7
	28,0	31,1	30	15	55				7
S-10-L2	2,9	4,7	15	25	60				6
	4,7	9,5	15	30	55				7
	9,5	12,1	15	60	25				8
	12,1	13,5	15	25	60				10
	13,5	14,7	15	10	75				8
	14,7	15,1				100			13
	15,1	18,2	15	20	65				10
	18,2	21,6	15	40	45				9
	21,6	25,4	15	35	30	15			12
	25,4	33,2	15	35	50				9
	33,2	37,9	15	40	30	15			14
	37,9	41,8	15	65	10	10			13
	41,8	44,1	15	50	20	7	7	1	22
S-11-L2	4,0	4,7						100	40
	4,7	7,9	40	50	10				8
	7,9	8,1				100			15
	8,1	11,8	30	50	20				8
	11,8	16,8	25	60	15				10
	16,8	19,5	30	70					6
	19,5	25,6	20	40	40				9
	25,6	26,4	20	80					5
	26,4	28,4	15	60	15	5	5		17
	28,4	31,6	10	70	20				7
	31,6	35,0	10	60	30				7
	35,0	38,4	20	60	20				10
	38,4	42,5	30	70					5

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Sondeo	Profundidad (m)		Diámetro grano (%) <0,2 cm	0,2-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	>20 cm	Tamaño máx (cm)
S-12-L2	3,0	4,5	20	40	40				8
	4,5	5,6	20	60	20				7
	5,6	8,5	20	30	40	10			11
	8,5	10,5	15	50	35				7
	10,5	11,0				100			15
	11,3	18,6	30	35	30	5			13
	18,6	21,6	10	30	60				7
	21,6	25,8	15	55	30				8
	25,8	28,0	15	40	45				9
	28,0	30,9	15	15	65	5			15
	30,9	35,0	15	35	50				9
	35,0	40,0	15	40	45				9

Tabla 36: Distribución granulométrica de las partículas gruesas medida en sondeos

La estimación granulométrica realizada en los sondeos muestra unos resultados similares a los obtenidos en las calicatas (ver Figura 23), con un predomino del tamaño arena-grava fina (57%), siendo también apreciable (37%) el porcentaje de partículas con un tamaño comprendido entre los 5 y 10 cm, tal y como se muestra en la **Figura 23**.

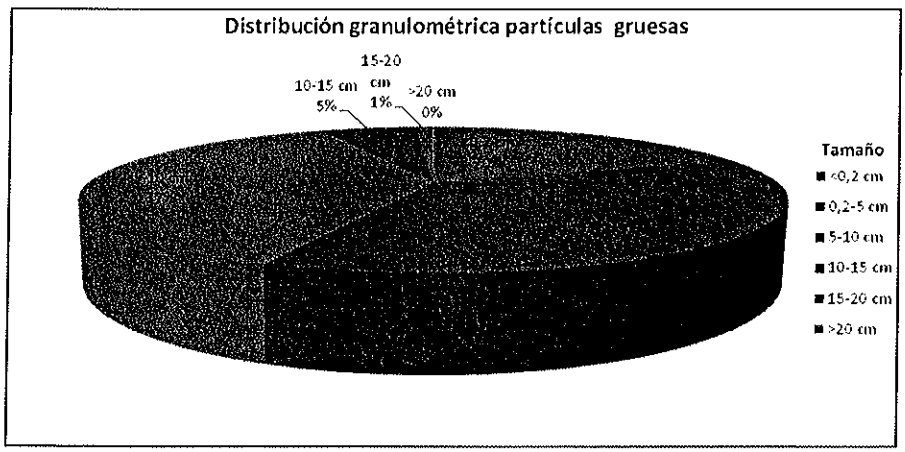


Figura 23: Porcentaje de partículas gruesas medidas en los sondeos.

No obstante, en los sondeos se han registrado un porcentaje menor de partículas de mayor tamaño, con tan solo un 6% de partículas mayores a los 10 cm respecto al 27% obtenido en calicatas. Si independizamos los bolos mayores de 10 cm, como se representa en la **Figura 24**, se puede comprobar que el diámetro mayoritario (91%) se encuentra en el rango comprendido entre los 10-15 cm, mientras que en las calicatas se encuentra en el 9%. Esta diferencia tan apreciable puede ser debida a que en los sondeos las partículas más grandes no pueden ser recuperadas debido al diámetro de la perforación y a que no se perfora su lado mayor.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

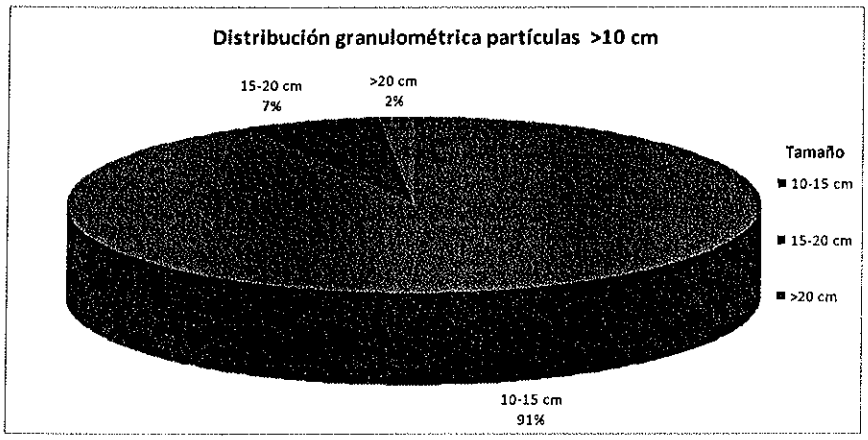


Figura 24: Porcentaje de partículas gruesas >10 cm medidas en los sondeos.

En cuanto al tamaño máximo registrado en los distintos niveles granulares, indicar que se han detectado bolos de hasta 40 cm de longitud (sondeo S-11/L2), aunque no es el tamaño predominante. Los tamaños inferiores a 20 cm son poco frecuentes como puede observarse en el gráfico de frecuencias incluido en la **Figura 25**.

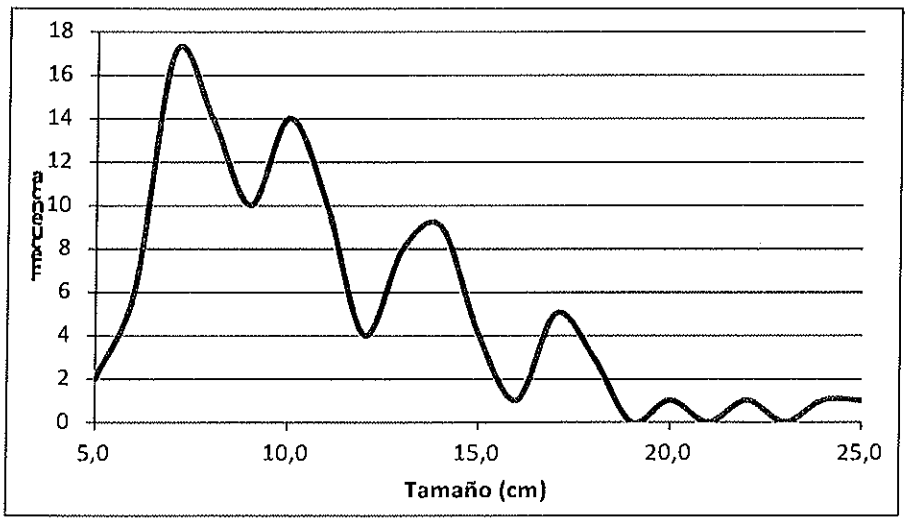


Figura 25: Distribución de frecuencias de los tamaños máximos detectados en los niveles granulares de los sondeos.

5.3.4.2 *Resistencia y deformabilidad*

Estos materiales presentan velocidades sísmicas de entre 700 m/s y 2.000 m/s, considerándose como suelos casi consolidados dada su estructura granosoportada (escasa matriz arenolimosa).

A lo largo de los trazados de la línea 2 y el ramal L4 se han delimitado dos niveles dentro de la grava de Lima según su compacidad. El criterio para esta delimitación ha sido la velocidad de propagación de las ondas p. Concretamente, se ha delimitado entre un nivel suelto (GP-Ss) y otro fime (GP-Sf) a partir de los 1.000 m/s de Vp.

- Resistencia

En la **Figura 26** se muestra la distribución de los ensayos de penetración SPT realizados en la unidad GP-S.

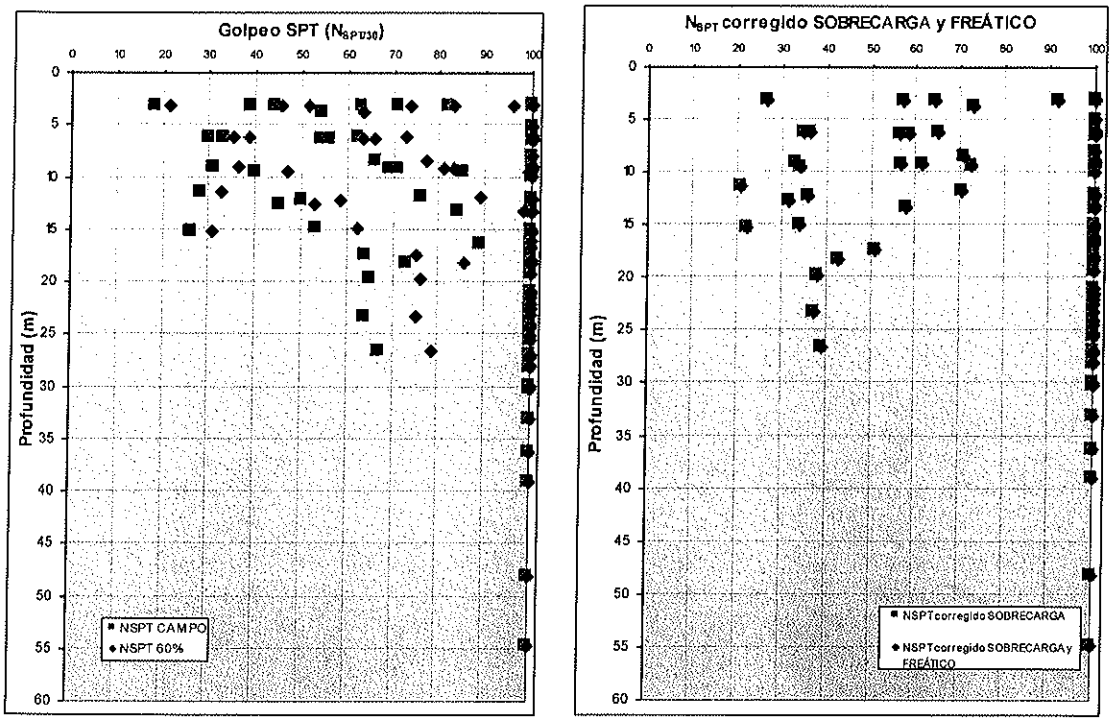


Figura 26: Representación de los ensayos N_{SPT} realizados en la unidad GP-S (corregidos según la sobrecarga y el nivel freático).

En estos gráficos no se observa una distribución acorde a lo anteriormente establecido en cuanto a niveles sueltos y firmes, aunque se observa una disminución de golpeos menores de 100 con el aumento de la profundidad.

- Propiedades de corte.

Prácticamente el único modo de obtener propiedades de corte en materiales granulares como los que nos ocupan es a partir de ensayos de corte directo 'in situ'.

Para este estudio no ha sido posible realizar ningún ensayo de este tipo que, por otro lado, habrían sido de interés a cierta profundidad por tratarse de obras eminentemente subterráneas. Por otro lado, para poder realizar algún ensayo de este tipo más somero, se habría requerido de un pozo de grandes dimensiones por el tamaño de los equipos, y de cierta profundidad para superar los suelos superficiales; aspectos que por razones de plazo no pudieron solventarse.

Por este motivo, ha tenido que recurrirse a datos bibliográficos para caracterizar geomecánicamente estos materiales. Los datos bibliográficos de que se dispone se resumen en la **Tabla 37**, mostrada a continuación.

De acuerdo con los datos disponibles se asignó una cohesión y fricción para la grava "firme" de 32 kPa y 39º; adoptando de modo conservador para el nivel suelto los valores de 15 kPa y 34º. Realmente, sería de esperar que los ensayos "in situ" disponibles, al estar realizados a profundidades reducidas de entre 3 y 5 m, aporten datos más representativos quizá del nivel "suelto" o menos firme superficial, pero dada la escasez de los datos disponibles se ha optado por el criterio anteriormente citado.

Año	Ubicación	Fricción (º)	Cohesión (kPa)
2007	Laboratorio Geotécnico del Centro Peruano-Japonés	43,5	27
2005	Intersección Av. Izaguirre y Panamericana Norte.	40	20
1996	Intersección Av. Venezuela y Av. Universitaria.	34	15
1972	Intersección Av. Emancipación y Jr. Camana.	40	40
1972	Intersección Av. Abancay y Av. Nicolás Pierola	37	60

Tabla 37: Ensayos de corte directo sobre la grava de Lima. Datos bibliográficos.

- Deformabilidad

De cara a estudiar la deformabilidad de los materiales se cuenta con la sísmica pasiva realizada en la campaña complementaria como comprobación de la existente de fases precedentes.

En la **Figura 27** se muestran los registros de velocidades de ondas de corte (Vs) según la profundidad para cada uno de los perfiles realizados. Tal y como se observa en la gráfica, los suelos reconocidos se calificarían de categoría B y C según el código NEHRP; es decir, como roca o suelo denso-roca blanda. Puede comprobarse también que a 13 m como máximo se superarían los 400 m/s que delimitarían lo que en este estudio se ha denominado como grava "suelta" y "firme".

Particularizando para la grava de Lima, las velocidades obtenidas, así como los módulos de corte deducidos se resumen en la **Tabla 38**.

	Vs (m/s)			Gmáx (MPa)		
	MAXIMO	MÍNIMO	MEDIA	MAXIMO	MÍNIMO	MEDIA
GP-S	1535	225	684	5181	101	1121
GP-Ss	601	225	448	722	101	418
GP-Sf	1535	312	725	5181	214	1244

Tabla 38: Resumen de resultados de velocidades de propagación de ondas de corte y módulos de corte dinámicos máximos deducidos.

Tal y como se puede observar, los intervalos de velocidad coinciden bastante bien con los de las campañas precedentes y que sirvieron para deducir los módulos de deformación de cálculo que vienen rigiendo en este proyecto de Licitación. Puede comprobarse que los módulos que se vienen considerando (ver apartado 5) serían una envolvente conservadora por lo que son de esperar materiales menos deformables aún.

En la **Figura 28** se muestran histogramas de Vs y Gmax para el conjunto de la grava de Lima (GP-S), y para su diferenciación entre suelta y firme.

En la **Tabla 39** se incluyen la totalidad de los ensayos dilatométricos recopilados de la campaña complementaria realizada por Proinversión en la Etapa 1A. Estos resultados incluyen los ciclos de carga y descarga realizados en los mismos ensayos.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

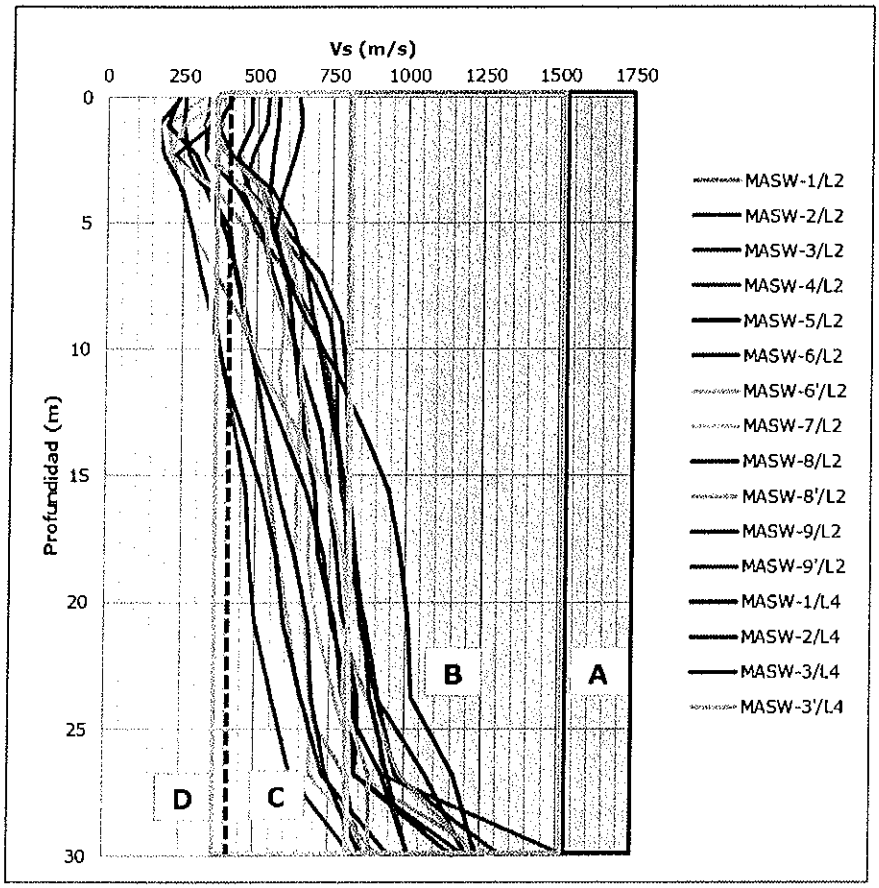


Figura 27: Registros de vs (m/s) de los perfiles MASW realidados incluyendo intervalos de tipo de terreno según el código NEHRP y límite de 400 m/s (límite de velocidad vs del nivel suelto al firme).

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

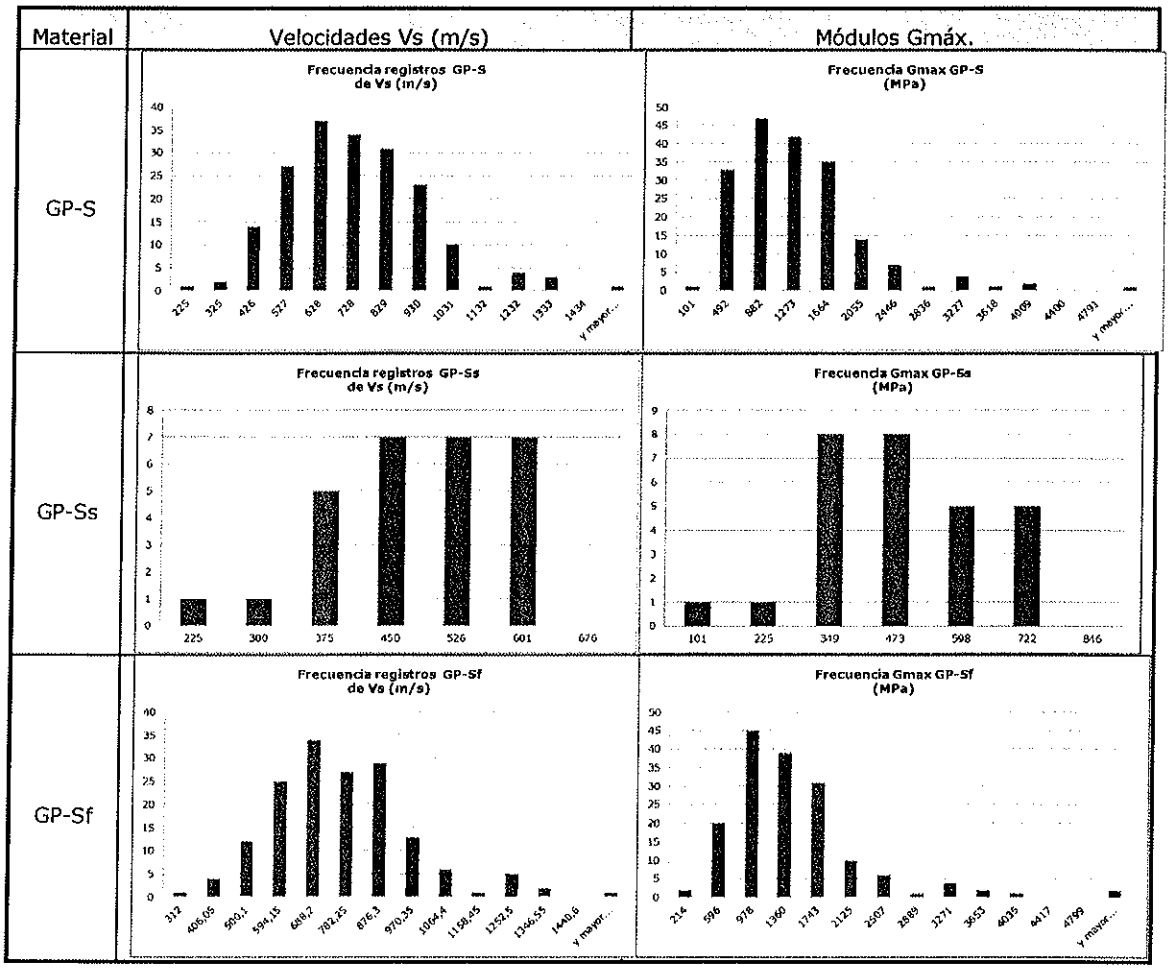


Figura 28: Histogramas de Vs y Gmax para el conjunto de la grava de Lima (GP-S), y para su diferenciación entre suelta y firme.

SONDEO	PROF. (m)	ESTACIÓN	UNIDAD	TIPO DE MATERIAL	P_F (kp/cm^2)	E_P (kp/cm^2)
P-2	6	E20	GP	Grava y arena	27,80	580
P-2	6	E20	GP	Grava y arena	38,30	3.790
P-2	6	E20	GP	Grava y arena	43,10	5.820
P-2	11	E20	GP	Grava con bolones	51,60	2.700
P-2	11	E20	GP	Grava con bolones	73,30	3.890
P-2	11	E20	GP	Grava con bolones	81,80	6.260
P-2	17	E20	GP	Grava con arena	50,90	2.700
P-2	17	E20	GP	Grava con arena	82,90	4.040
P-2	17	E20	GP	Grava con arena	113,50	5.590
P-2	23	E20	GP	Grava con arena	24,70	1.420
P-2	23	E20	GP	Grava con arena	47,90	6.540
P-2	23	E20	GP	Grava con arena	53,80	7.920
P-2	26	E20	GP	Grava con arena	34,50	1.680
P-2	26	E20	GP	Grava con arena	50,20	4.480
P-2	26	E20	GP	Grava con arena	79,60	5.250

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

SONDEO	PROF. (m)	ESTACIÓN	UNIDAD	TIPO DE MATERIAL	P_F (kp/cm^2)	E_P (kp/cm^2)
P-2	31	E20	GP	Bolones con arena	45,60	1.870
P-2	31	E20	GP	Bolones con arena	65,60	3.130
P-2	31	E20	GP	Bolones con arena	73,20	3.970
P-3	5	E21	GP	Grava y arena	20,70	290
P-3	5	E21	GP	Grava y arena	30,90	940
P-3	5	E21	GP	Grava y arena	40,10	1.150
P-3	10	E21	GP	Grava con arena	30,90	690
P-3	10	E21	GP	Grava con arena	40,10	2.200
P-3	10	E21	GP	Grava con arena	50,40	1.910
P-3	15	E21	GP	Bolones y arena	21,60	300
P-3	15	E21	GP	Bolones y arena	35,70	920
P-3	15	E21	GP	Bolones y arena	50,30	1.650
P-3	20	E21	GP	Bolones y arena	20,70	220
P-3	20	E21	GP	Bolones y arena	25,30	540
P-3	20	E21	GP	Bolones y arena	30,90	550
P-3	26	E21	GP	Bolones y arena	31,30	530
P-3	26	E21	GP	Bolones y arena	45,20	1.530
P-3	26	E21	GP	Bolones y arena	60,00	1.510
P-3	29	E21	GP	Bolones y arena	25,00	1.110
P-3	29	E21	GP	Bolones y arena	39,70	1.800
P-3	29	E21	GP	Bolones y arena	51,70	2.180
P-3	34	E21	GP	Grava y arena	19,80	360
P-3	34	E21	GP	Grava y arena	25,10	820
P-3	34	E21	GP	Grava y arena	29,10	760
P-3	39	E21	GP	Grava y arena	30,00	460
P-3	39	E21	GP	Grava y arena	38,40	1.480
P-3	39	E21	GP	Grava y arena	46,50	1.430
P-6	7	E22	GP	Bolones con arena	31,90	1.170
P-6	7	E22	GP	Bolones con arena	49,00	3.200
P-6	7	E22	GP	Bolones con arena	78,20	3.440
P-6	11	E22	GP	Bolones con arena	51,30	1.340
P-6	11	E22	GP	Bolones con arena	71,00	2.510
P-6	11	E22	GP	Bolones con arena	82,10	3.540
P-6	17	E22	GP	Grava con arena	45,60	1.860
P-6	17	E22	GP	Grava con arena	65,60	4.390
P-6	17	E22	GP	Grava con arena	74,60	5.780
P-6	21	E22	GP	Grava y arena	44,40	2.120
P-6	21	E22	GP	Grava y arena	60,30	2.440
P-6	21	E22	GP	Grava y arena	84,00	2.560
P-6	27	E22	GP	Grava y arena	34,70	1.910
P-6	27	E22	GP	Grava y arena	52,60	2.340
P-6	27	E22	GP	Grava y arena	85,00	1.640
P-6	30	E22	GP	Grava	28,60	2.140

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

SONDEO	PROF. (m)	ESTACIÓN	UNIDAD	TIPO DE MATERIAL	P_F (kp/cm^2)	E_P (kp/cm^2)
P-6	30	E22	GP	Grava	40,00	2.130
P-6	30	E22	GP	Grava	54,30	2.100
P-6	35	E22	GP	Grava con arena	42,60	1.390
P-6	35	E22	GP	Grava con arena	58,10	3.580
P-6	35	E22	GP	Grava con arena	75,20	4.210
P-6	37	E22	GP	Bolones con arena	39,10	940
P-6	37	E22	GP	Bolones con arena	54,60	2.500
P-6	37	E22	GP	Bolones con arena	61,10	2.800
P-7	5	E23	GP	Grava con arena	100,60	3.210
P-7	5	E23	GP	Grava con arena	122,70	5.350
P-7	5	E23	GP	Grava con arena	147,30	6.010
P-7	11	E23	GP	Grava con arena	42,60	900
P-7	11	E23	GP	Grava con arena	58,10	2.770
P-7	11	E23	GP	Grava con arena	75,20	3.900
P-7	15	E23	GP	Grava y arena	33,60	1.110
P-7	15	E23	GP	Grava y arena	48,50	2.160
P-7	15	E23	GP	Grava y arena	67,60	3.180
P-7	20	E23	GP	Grava con arena	32,10	960
P-7	20	E23	GP	Grava con arena	46,30	2.870
P-7	20	E23	GP	Grava con arena	58,50	4.510
P-7	24	E23	GP	Grava con arena	48,90	1.930
P-7	24	E23	GP	Grava con arena	76,80	5.130
P-7	24	E23	GP	Grava con arena	112,40	4.590
P-7	31	E23	GP	Grava y arena	50,90	1.530
P-7	31	E23	GP	Grava y arena	62,20	3.220
P-7	31	E23	GP	Grava y arena	79,10	5.630
P-7	36	E23	GP	Arena con grava	33,60	530
P-7	36	E23	GP	Arena con grava	39,00	1.300
P-7	36	E23	GP	Arena con grava	45,60	1.880
P-7	39	E23	GP	Arena con grava	42,10	1.630
P-7	39	E23	GP	Arena con grava	68,50	2.220
P-7	39	E23	GP	Arena con grava	93,80	2.220
P-9	4	E24	GP	Grava	82,10	2.340
P-9	4	E24	GP	Grava	98,80	4.180
P-9	4	E24	GP	Grava	125,50	4.340
P-9	9	E24	GP	Grava con arena	85,10	2.480
P-9	9	E24	GP	Grava con arena	101,60	6.420
P-9	9	E24	GP	Grava con arena	126,90	6.280
P-9	15	E24	GP	Grava con arena	97,90	1.900
P-9	15	E24	GP	Grava con arena	123,10	4.570
P-9	15	E24	GP	Grava con arena	143,30	5.890
P-9	22	E24	GP	Grava con arena	102,50	2.310
P-9	22	E24	GP	Grava con arena	122,70	5.980

SONDEO	PROF. (m)	ESTACIÓN	UNIDAD	TIPO DE MATERIAL	P_F (kp/cm^2)	E_P (kp/cm^2)
P-9	22	E24	GP	Grava con arena	142,20	7.670
P-9	25	E24	GP	Grava con arena	104,20	2.900
P-9	25	E24	GP	Grava con arena	129,80	6.630
P-9	25	E24	GP	Grava con arena	145,20	8.390
P-9	30	E24	GP	Bolones con arena	99,80	2.270
P-9	30	E24	GP	Bolones con arena	118,20	5.590
P-9	30	E24	GP	Bolones con arena	138,50	6.780
P-9	37	E24	GP	Grava y arena	95,60	4.080
P-9	37	E24	GP	Grava y arena	128,10	6.150
P-9	37	E24	GP	Grava y arena	150,70	7.670
P-9	42	E24	GP	Bolones con arena	103,00	2.870
P-9	42	E24	GP	Bolones con arena	123,10	5.510
P-9	42	E24	GP	Bolones con arena	144,80	5.670

Tabla 39: Ensayos dilatométricos disponibles de la campaña de Proinversión en la Etapa 1A.

En la **Figura 29** se muestra la distribución de presiones límite y módulos elásticos según la profundidad, de los ensayos dilatométricos disponibles.

La **Tabla 40** incluye el análisis de los resultados obtenidos de los ensayos dilatométricos, habiendo obtenido un módulo presiométrico medio de 459 MPa y un módulo elástico, calculado a partir del dilatométrico, de 394 MPa; con valor máximo de 935 MPa y mínimo de 61 MPa.

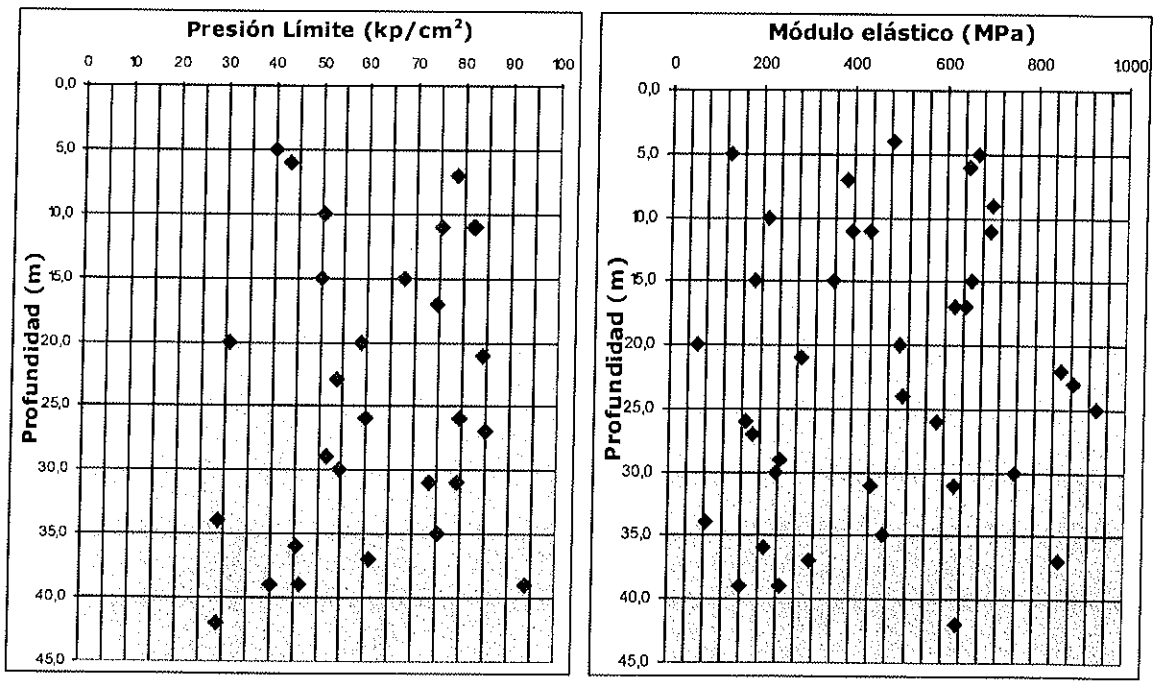


Figura 29: Distribución con la profundidad de presiones límites y módulos elásticos obtenidos en los ensayos dilatométricos disponibles.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

SONDEO	COTA	ESTACIÓN	UNIDAD	ENSAYO PRESIOMÉTRICO				MÓDULO ELÁSTICO		
				P_F (kp/cm^2)	E_P (kp/cm^2)	E_P/P_L	P_L* (kp/cm^2)	α	ν	E (kp/cm^2)
P-2	6	Evitamiento	GP-S	43,10	5.820	582	42,50	0,67	0,30	8730,00
P-2	11	Evitamiento	GP-S	81,80	6.260	626	80,70	0,67	0,30	9390,00
P-2	17	Evitamiento	GP-S	113,50	5.590	559	111,80	0,67	0,30	8385,00
P-2	23	Evitamiento	GP-S	53,80	7.920	792	51,50	0,67	0,30	11880,00
P-2	26	Evitamiento	GP-S	79,60	5.250	525	77,00	0,67	0,30	7875,00
P-2	31	Evitamiento	GP-S	73,20	3.970	397	70,10	0,67	0,30	5955,00
P-3	5	Óvalo Sta. Anita	GP-S	40,10	1.150	28,68	39,60	0,67	0,30	1281,43
P-3	10	Óvalo Sta. Anita	GP-S	50,40	1.910	37,90	49,40	0,67	0,30	2128,29
P-3	15	Óvalo Sta. Anita	GP-S	50,30	1.650	32,80	48,80	0,67	0,30	1838,57
P-3	20	Óvalo Sta. Anita	GP-S	30,90	550	17,80	28,90	0,67	0,30	612,86
P-3	26	Óvalo Sta. Anita	GP-S	60,00	1.510	25,17	57,40	0,67	0,30	1682,57
P-3	29	Óvalo Sta. Anita	GP-S	51,70	2.180	42,17	48,80	0,67	0,30	2429,14
P-3	34	Óvalo Sta. Anita	GP-S	29,10	760	26,12	25,70	0,67	0,30	846,86
P-3	39	Óvalo Sta. Anita	GP-S	46,50	1.430	30,75	42,60	0,67	0,30	1593,43
P-6	7	Colectora Industrial	GP-S	78,20	3.440	43,99	77,50	0,67	0,30	3833,14
P-6	11	Colectora Industrial	GP-S	82,10	3.540	43,12	81,00	0,67	0,30	3944,57
P-6	17	Colectora Industrial	GP-S	74,60	5.780	77,48	72,90	0,67	0,30	6440,57
P-6	21	Colectora Industrial	GP-S	84,00	2.560	30,48	81,90	0,67	0,30	2852,57
P-6	27	Colectora Industrial	GP-S	85,00	1.640	19,29	82,30	0,67	0,30	1827,43
P-6	30	Colectora Industrial	GP-S	54,30	2.100	38,67	51,30	0,67	0,30	2340,00
P-6	35	Colectora Industrial	GP-S	75,20	4.210	55,98	71,70	0,67	0,30	4691,14
P-6	37	Colectora Industrial	GP-S	61,10	2.800	45,83	57,40	0,67	0,30	3120,00
P-7	5	La Cultura	GP-S	147,30	6.010	40,80	146,80	0,67	0,30	6696,86
P-7	11	La Cultura	GP-S	75,20	3.900	51,86	74,10	0,67	0,30	4345,71
P-7	15	La Cultura	GP-S	67,60	3.180	47,04	66,10	0,67	0,30	3543,43
P-7	20	La Cultura	GP-S	58,50	4.510	77,09	56,50	0,67	0,30	5025,43
P-7	24	La Cultura	GP-S	112,40	4.590	40,84	110,00	0,67	0,30	5114,57
P-7	31	La Cultura	GP-S	79,10	5.630	71,18	76,00	0,67	0,30	6273,43
P-7	36	La Cultura	GP-S	45,60	1.880	41,23	42,00	0,67	0,30	2094,86
P-7	39	La Cultura	GP-S	93,80	2.220	23,67	89,90	0,67	0,30	2473,71
P-9	4	Mercado Sta. Anita	GP-S	125,50	4.340	34,58	125,10	0,67	0,30	6510,00
P-9	9	Mercado Sta. Anita	GP-S	126,90	6.280	49,49	126,00	0,67	0,30	9420,00
P-9	15	Mercado Sta. Anita	GP-S	143,30	5.890	41,10	141,80	0,67	0,30	8835,00
P-9	22	Mercado Sta. Anita	GP-S	142,20	7.670	53,94	140,00	0,67	0,30	11505,00
P-9	25	Mercado Sta. Anita	GP-S	145,20	8.390	57,78	142,70	0,67	0,30	12585,00
P-9	30	Mercado Sta. Anita	GP-S	138,50	6.780	48,95	135,50	0,67	0,30	10170,00
P-9	37	Mercado Sta. Anita	GP-S	150,70	7.670	50,90	147,00	0,67	0,30	11505,00
P-9	42	Mercado Sta. Anita	GP-S	144,80	5.670	39,16	140,60	0,67	0,30	8505,00
P-9	4	Mercado Sta. Anita	GP-S	125,50	4.340	34,58	125,10	0,67	0,30	6510,00
				Máximo	8.390				Máximo	9.349
				Mínimo	550				Mínimo	613
				Media	4.121,8				Media	4.592,9

Tabla 40: Análisis de los ensayos dilatométricos realizados por Proinversión en la Etapa 1A.

Según los ensayos de placa de carga realizados, e incluidos en ela **Tabla 41**, se obtiene un módulo elástico medio de 201 MPa, con un valor máximo de 333 MPa y un valor mínimo de 34 MPa.

Ensayo	Prof. (m)	Valores de K_{30} (Kg/cm^3)	Módulo de Elasticidad "E" (Kg/cm^2)	Clasificación SUCS
CC-1	9	47,41	1.333,23	GW
	15	101,59	2.856,91	GP
CC-2	7,2	38,44	1.080,99	GP
	13	113,78	3.199,74	GP
CC-3	7,5	118,52	3.333,06	GP
	13,5	71,11	1.999,84	GP
CC-4	13	106,14	2.984,83	GW
	22	11,85	341,31	ML
CC-5	7,4	18,35	516,09	GW
	13	88,89	2.499,80	GP
	Max	118,52	3.333,06	
	Min	11,85	341,31	
	Media	71,61	2.014,58	

Tabla 41: Análisis de los ensayos de placa de carga realizados por Proinversión en la Etapa 1A.

Cabe señalar que los valores de módulo elástico del Aglomerado de Lima obtenidos mediante los presiómetros son sensiblemente superiores a los adoptados para el cálculo (42 MPa para horizonte suelto –GP-Ss- y 183 MPa para el horizonte firme –GP-Sf-), resultando razonablemente conservadores dada la interpolación realizada a partir de los datos sísmicos indirectos disponibles y los ensayos de placa de carga realizados por Proinversión.

5.3.4.3 *Permeabilidad*

Para la caracterización hidrogeológica de las gravas o Aglomerado de Lima se ha contado con los resultados de 68 ensayos de permeabilidad, 8 de ellos realizados en la reciente campaña complementaria, 4 en estudios anteriores y 56 en la campaña de Proinversión para la Etapa 1A.

En la **Tabla 42** se muestran los resultados de estos ensayos y el análisis estadístico realizado.

Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
S-1/L2	0+256	6,40-6,90	GP (30% arenas)	0,17	9,93	3,69E-03	3,69E-05
S-1/L2	0+256	14,4-15,0	GP (40% arenas)	0,03	1,81	5,79E-04	5,79E-06
S-1/L2	0+256	22,0-22,89	GP (15% arenas)	0,06	3,42	8,07E-04	8,07E-06
S-2/L2	1+933	20,0-20,5	GP limpias	1,13	67,63	1,53E-02	1,53E-04
S-1/L4	0+310	23,05-23,20	GP	0,23	13,89	4,41E-03	4,41E-05
S-2/L4	2+544	14,8-15,0	GP	0,83	50,04	1,08E-02	1,08E-04
S-4/L4	7+362	19,80-20,0	GP	0,21	12,79	1,78E-03	1,78E-05
P-4	26+770	2,5-3,0	GP	-	-	4,87E-04	4,87E-06
P-4	26+770	4,5-5,0	GP	-	-	4,14E-02	4,14E-04
P-4	26+770	6,7-8,0	GP	-	-	2,36E-04	2,36E-06
P-4	26+770	9,2-10,0	GP	-	-	3,50E-03	3,50E-05
P-4	26+770	11,4-12,0	GP	-	-	4,87E-04	4,87E-06
P-4	26+770	15,0-15,5	GP	-	-	4,72E-02	4,72E-04
P-4	26+770	18,0-18,5	GP	-	-	4,94E-04	4,94E-06
P-4	26+770	21,3-22,0	GP	-	-	5,33E-02	5,33E-04
P-4	26+770	23,3-24,0	GP	-	-	1,53E-01	1,53E-03
P-4	26+770	25,5-26,7	GP	-	-	1,88E-01	1,88E-03

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
P-6	21+550	3,7-4,5	GP	-	-	1,31E-04	1,31E-06
P-6	21+550	12,2-12,8	GP	-	-	3,13E-01	3,13E-03
P-6	21+550	16,5-17,0	GP	-	-	4,48E-02	4,48E-04
P-6	21+550	25,5-26,0	GP	-	-	1,99E-03	1,99E-05
P-8	22+772	1,85-2,5	GP	-	-	2,83E-04	2,83E-06
P-8	22+772	5,45-6,0	GP	-	-	4,55E-04	4,55E-06
P-8	22+772	7,0-8,0	GP	-	-	1,42E-04	1,42E-06
P-8	22+772	9,0-10,0	GP	-	-	1,46E-02	1,46E-04
P-8	22+772	11,0-12,0	GP	-	-	1,72E-01	1,72E-03
P-8	22+772	14,2-15,0	GP	-	-	2,52E-01	2,52E-03
P-8	22+772	16,9-18,0	GP	-	-	2,32E-02	2,32E-04
P-8	22+772	19,5-20,4	GP	-	-	5,53E-02	5,53E-04
P-8	22+772	23,0-24,0	GP	-	-	2,52E-02	2,52E-04
P-10	23+620	7,35-8,0	GP	-	-	1,38E-04	1,38E-06
P-10	23+620	9,0-10,0	GP	-	-	1,40E-02	1,40E-04
P-10	23+620	11,0-12,0	GP	-	-	2,78E-02	2,78E-04
P-10	23+620	14,0-15,0	GP	-	-	3,71E-01	3,71E-03
P-10	23+620	17,0-18,0	GP	-	-	9,13E-02	9,13E-04
P-10	23+620	20,0-21,0	GP	-	-	2,27E-01	2,27E-03
P-18	16+184	3,0-3,5	GP	-	-	2,89E-04	2,89E-06
P-18	16+184	4,5-5,5	GP	-	-	1,92E-04	1,92E-06
P-18	16+184	7,15-8,0	GP	-	-	4,83E-02	4,83E-04
P-18	16+184	12,15-13,0	GP	-	-	3,74E-05	3,74E-07
P-18	16+184	17,2-18,0	GP	-	-	1,12E-03	1,12E-05
P-18	16+184	21,2-22,0	GP	-	-	2,46E-02	2,46E-04
CP-1	18+933	9,0	GP	-	-	1,60E-03	1,60E-05
CP-1	18+933	14,0	GP	-	-	4,37E-03	4,37E-05
CP-1	18+933	18,0	GP	-	-	8,80E-03	8,80E-05
CP-1	18+933	24,0	GP	-	-	8,29E-03	8,29E-05
CP-1	18+933	27,0	GP	-	-	8,27E-03	8,27E-05
CP-2	19+127	9,0	GP	-	-	9,01E-03	9,01E-05
CP-2	19+127	14,0	GP	-	-	1,28E-02	1,28E-04
CP-2	19+127	19,0	GP	-	-	5,11E-03	5,11E-05
CP-2	19+127	24,0	GP-GM	-	-	1,46E-02	1,46E-04
CP-2	19+127	27,0	GP	-	-	1,78E-02	1,78E-04
CP-3	19+397	4,0	GP	-	-	5,65E-03	5,65E-05
CP-3	19+397	9,0	GP	-	-	6,05E-03	6,05E-05
CP-3	19+397	14,0	GP	-	-	1,96E-03	1,96E-05
CP-3	19+397	18,0	GW	-	-	4,23E-03	4,23E-05
CP-3	19+397	24,0	GP	-	-	2,49E-03	2,49E-05
CP-3	19+397	30,0	GP-GM	-	-	1,71E-03	1,71E-05
CP-4	19+675	4,0	GP			1,53E-02	1,53E-04
CP-4	19+675	9,0	GP			7,91E-03	7,91E-05
CP-4	19+675	14,0	GP			4,88E-03	4,88E-05
CP-4	19+675	19,0	GP			3,63E-03	3,63E-05

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
CP-4	19+675	24,0	GP			6,07E-03	6,07E-05
CP-4	19+675	28,0	GP			2,92E-03	2,92E-05
CP-5	20+077	4,3	GW	-	-	2,43E-02	2,43E-04
CP-5	20+077	9,0	GP	-	-	1,89E-02	1,89E-04
CP-5	20+077	19,0	GP	-	-	5,47E-03	5,47E-05
CP-5	20+077	24,0	GP	-	-	1,26E-03	1,26E-05
CP-5	20+077	28,0	GP	-	-	1,98E-03	1,98E-05
CP-6	20+381	4,0	GP	-	-	1,71E-02	1,71E-04
CP-6	20+381	9,0	GW	-	-	1,85E-02	1,85E-04
CP-6	20+381	14,0	GP	-	-	1,05E-02	1,05E-04
CP-6	20+381	19,0	GP	-	-	1,10E-03	1,10E-05
CP-6	20+381	24,0	GP	-	-	6,76E-03	6,76E-05
CP-6	20+381	28,0	GP	-	-	3,38E-03	3,38E-05
CP-7	20+406	4,0	GP	-	-	1,82E-02	1,82E-04
CP-7	20+406	9,0	GP	-	-	2,81E-03	2,81E-05
CP-7	20+406	14,0	GP	-	-	2,88E-03	2,88E-05
CP-7	20+406	19,0	GP	-	-	2,98E-03	2,98E-05
CP-7	20+406	24,0	GP	-	-	7,97E-03	7,97E-05
CP-7	20+406	30,0	GP-GM	-	-	1,67E-03	1,67E-05
CP-8	20+470	4,0	GP	-	-	1,12E-02	1,12E-04
CP-8	20+470	9,0	GP	-	-	1,07E-02	1,07E-04
CP-8	20+470	14,5	GP	-	-	1,25E-02	1,25E-04
CP-8	20+470	19,0	GP	-	-	5,20E-03	5,20E-05
CP-8	20+470	24,0	GP-GM	-	-	2,33E-03	2,33E-05
CP-8	20+470	30,0	GP	-	-	2,15E-03	2,15E-05
CP-9	20+593	4,0	GP	-	-	3,98E-02	3,98E-04
CP-9	20+593	9,0	GW	-	-	1,36E-02	1,36E-04
CP-9	20+593	14,0	GP-GM	-	-	1,98E-02	1,98E-04
CP-9	20+593	19,0	GW	-	-	1,21E-03	1,21E-05
CP-9	20+593	24,0	GP	-	-	4,56E-03	4,56E-05
CP-9	20+593	30,0	GP	-	-	2,78E-03	2,78E-05
CP-10	21+113	4,0	GP	-	-	3,48E-03	3,48E-05
CP-10	21+113	9,0	GP	-	-	4,24E-03	4,24E-05
CP-10	21+113	14,2	GP	-	-	3,77E-03	3,77E-05
CP-10	21+113	19,2	GP	-	-	3,13E-02	3,13E-04
CP-10	21+113	24,5	GP	-	-	1,04E-03	1,04E-05
CP-10	21+113	28,0	GW	-	-	1,83E-02	1,83E-04
CP-11	21+440	4,0	GP-GM	-	-	9,45E-03	9,45E-05
CP-11	21+440	9,0	GP-GM	-	-	1,13E-02	1,13E-04
CP-11	21+440	13,0	GP	-	-	1,14E-02	1,14E-04
CP-11	21+440	19,0	GM	-	-	1,97E-02	1,97E-04
CP-11	21+440	24,0	GP-GM	-	-	1,41E-02	1,41E-04
CP-11	21+440	28,0	GP-GM	-	-	7,46E-03	7,46E-05
CP-12	21+570	4,0	GP-GM	-	-	8,70E-03	8,70E-05
CP-12	21+570	9,0	GW-GM	-	-	7,48E-03	7,48E-05

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
CP-12	21+570	13,0	GP-GM	-	-	8,46E-03	8,46E-05
CP-12	21+570	19,0	GP-GM	-	-	7,70E-03	7,70E-05
CP-12	21+570	24,0	GP-GM	-	-	1,20E-03	1,20E-05
CP-12	21+570	30,0	GP-GM	-	-	8,45E-03	8,45E-05
CP-13	21+775	4,0	GP-GM	-	-	8,33E-03	8,33E-05
CP-13	21+775	9,0	GW-GM	-	-	6,98E-03	6,98E-05
CP-13	21+775	14,0	GW-GM	-	-	9,82E-03	9,82E-05
CP-13	21+775	19,0	GW-GM	-	-	1,14E-02	1,14E-04
CP-13	21+775	25,0	GP-GM	-	-	1,74E-03	1,74E-05
CP-13	21+775	28,0	GM	-	-	8,63E-03	8,63E-05
CP-14	22+158	4,5	GP	-	-	2,34E-02	2,34E-04
CP-14	22+158	9,5	GP	-	-	9,96E-03	9,96E-05
CP-14	22+158	14,0	GP	-	-	1,27E-02	1,27E-04
CP-14	22+158	19,0	GP	-	-	1,50E-02	1,50E-04
CP-14	22+158	24,2	GP	-	-	9,87E-03	9,87E-05
CP-14	22+158	28,0	GP	-	-	9,87E-03	9,87E-05
CP-15	22+570	4,7	GP	-	-	3,54E-03	3,54E-05
CP-15	22+570	9,0	GP	-	-	9,71E-03	9,71E-05
CP-15	22+570	14,0	GP	-	-	1,86E-02	1,86E-04
CP-15	22+570	19,0	GP	-	-	5,36E-03	5,36E-05
CP-15	22+570	29,0	GM	-	-	3,51E-03	3,51E-05
CP-16	22+708	4,0	GP	-	-	6,20E-03	6,20E-05
CP-16	22+708	9,0	GP	-	-	1,32E-02	1,32E-04
CP-16	22+708	14,0	GP	-	-	3,49E-03	3,49E-05
CP-16	22+708	19,0	GP	-	-	7,73E-03	7,73E-05
CP-16	22+708	24,0	GP	-	-	7,21E-03	7,21E-05
CP-17	22+760	4,1	GP	-	-	2,29E-03	2,29E-05
CP-17	22+760	8,5	GP	-	-	4,58E-02	4,58E-04
CP-17	22+760	14,0	GP	-	-	3,02E-03	3,02E-05
CP-17	22+760	19,0	GW	-	-	6,97E-03	6,97E-05
CP-18	23+000	4,0	GW-GM	-	-	6,50E-03	6,50E-05
CP-18	23+000	7,5	GM	-	-	5,21E-03	5,21E-05
CP-18	23+000	12,5	GP-GM	-	-	7,71E-03	7,71E-05
CP-18	23+000	18,0	GP-GM	-	-	1,99E-03	1,99E-05
CP-18	23+000	27,0	GM	-	-	5,42E-03	5,42E-05
CP-19	23+138	4,0	GP-GM	-	-	7,61E-03	7,61E-05
CP-19	23+138	10,0	GP-GM	-	-	7,32E-03	7,32E-05
CP-19	23+138	18,0	GP-GM	-	-	4,92E-02	4,92E-04
CP-19	23+138	28,0	GM	-	-	3,17E-03	3,17E-05
CP-20	23+356	4,5	GM	-	-	6,05E-03	6,05E-05
CP-20	23+356	10,0	GM	-	-	6,02E-03	6,02E-05
CP-20	23+356	14,5	GP-GM	-	-	1,83E-03	1,83E-05
CP-20	23+356	18,0	GP-GM	-	-	1,49E-03	1,49E-05
CP-20	23+356	23,0	GM	-	-	3,71E-03	3,71E-05
CP-20	23+356	28,0	GM	-	-	2,95E-03	2,95E-05

Prospección	P.K.	Prof. (m)	Litología	Admisión (l/s)	Admisión (l/min)	k (cm/s)	k (m/s)
CP-21	23+636	2,5	GP-GM	-	-	2,88E-02	2,88E-04
CP-21	23+636	7,5	GP-GM	-	-	2,96E-03	2,96E-05
CP-21	23+636	12,0	GW-GM	-	-	6,35E-03	6,35E-05
CP-21	23+636	18,0	GW-GM	-	-	4,34E-03	4,34E-05
CP-21	23+636	22,5	GP-GM	-	-	3,54E-03	3,54E-05
CP-21	23+636	30,0	GP	-	-	1,14E-03	1,14E-05
P-3	4+423	19,0-19,5	GP	-	-	1,10E-03	1,10E-05
P-8	11+415	16,5-17,0	GP	-	-	1,80E-03	1,80E-05
P-9	12+226	12,0-12,5	GP	-	-	5,00E-04	5,00E-06
P-10	12+900	14,5-15,0	GP	-	-	8,00E-04	8,00E-06
					MAX	5,53E-02	5,53E-04
					MIN	1,31E-04	1,31E-06
					MEDIA	8,56E-03	8,56E-05

Tabla 42: Ensayos de permeabilidad realizados en la unidad GP-S (azul = resultados de la campaña complementaria, rojo = campaña de Proinversión en la Etapa 1A y negro = estudios anteriores).

Tal y como se observa en el análisis de los resultados, se ha obtenido una permeabilidad media de $8{,}56 \cdot 10^{-5}$ m/s, con valores máximo y mínimo de $5{,}53 \cdot 10^{-4}$ y $1{,}31 \cdot 10^{-6}$ m/s respectivamente, lo que puede calificarse como una permeabilidad moderada a media.

En la fase de licitación se obtuvieron los siguientes valores de permeabilidad, no habiendo considerado los ensayos realizados por Proinversión en la Etapa 1A: permeabilidad media de $3{,}85 \cdot 10^{-5}$ m/s, con valor máximo de $1{,}53 \cdot 10^{-4}$ y mínimo de $5{,}00 \cdot 10^{-6}$ m/s, lo que puede calificarse como una permeabilidad moderada.

Este resultado sería más propio de un material bien graduado a más cercano a una arena. Debería, por tanto, interpretarse que la escasa matriz que presentan estas gravas parece ser suficiente para dotarles de una permeabilidad media.

Sin embargo, los resultados de permeabilidad obtenidos indican una transmisividad moderada, la cual, al ser trasladada a la tabla de recomendaciones de agotamiento, incluida en la **Figura 30**, donde se muestra (en azul) que el agotamiento de los caudales esperables es viable y no sería necesario el ejecutar losas impermeables de fondo. En esta figura también ha sido representados los valores de permeabilidad inicialmente previstos.

5.3.4.4 *Excavabilidad, abrasividad y aprovechamiento*

Se han efectuado numerosos ensayos sobre muestras de pozos y sondeos para analizar la excavabilidad y abrasividad de los materiales que se perforarán en este proyecto, además de contar con los ensayos efectuados sobre muestras obtenidas en las prospecciones efectuadas por Proinversión en la Etapa 1A.

Adicionalmente se analiza la posible reutilización de los materiales a excavar para agredados de concreto.

En las **Tablas 43, 44 y 45** se resumen los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, que permiten constatar que la unidad de gravas de Lima (GP-S) corresponde a materiales de una alta abrasividad y excavabilidad media.

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

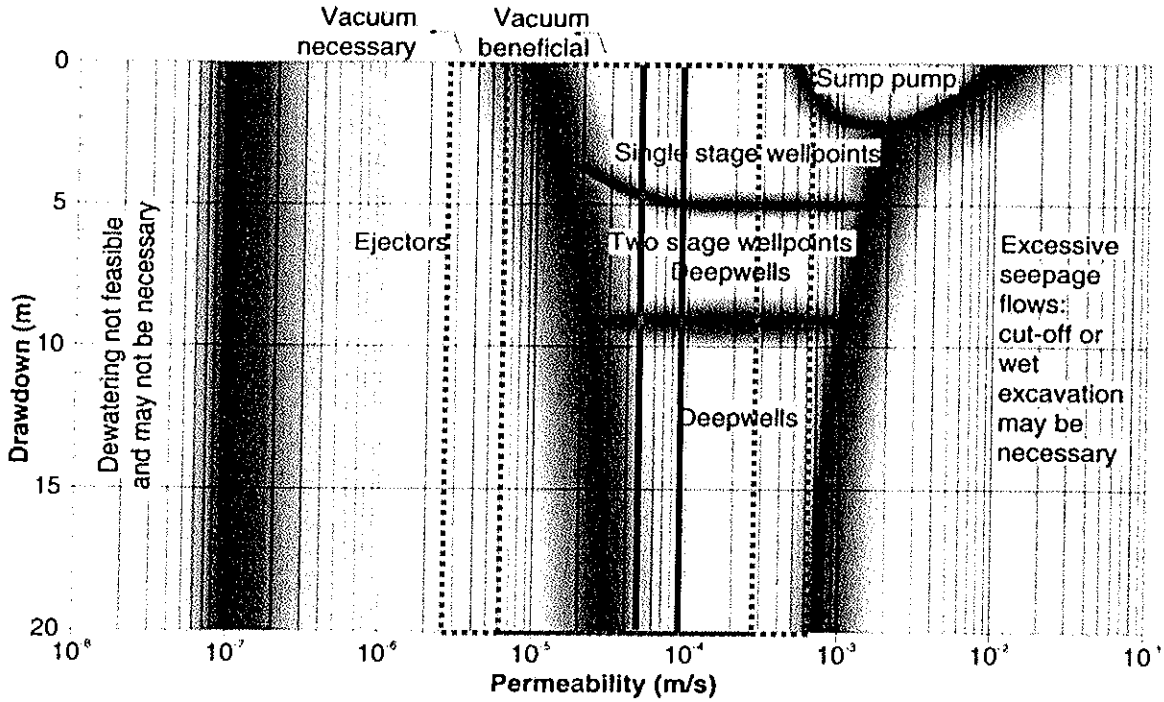


Figura 30: Recomendaciones de agotamiento en excavaciones (Moretrench). Permeabilidad media y rango; cargas de agua esperadas. En rojo lo inicialmente considerado, en azul resultado final.

Llama la atención las elevadas resistencias a tracción resultantes de los ensayos brasileños de tracción indirecta, al igual que el elevado contenido en cuarzo de los materiales.

Desde el punto de vista de la abrasividad cuantificada mediante el ensayo Cerchar y AVS, se trataría de materiales muy abrasivos, de una perforabilidad media a muy baja (DRI) y una rozabilidad muy mala, según el índice de Schimazek. Serán por tanto esperables elevados desgastes de cortadores, picas, tornillo, etc, en los tramos previstos la excavación mediante tuneladora.

Respecto al aprovechamiento de estos materiales, aunque el coeficiente de Los Ángeles resulta inferior en todos los casos a 60% y la plasticidad de los materiales finos (que son escasos) es nula, debido a la importante presencia de materia orgánica (media > 2%), al contenido variable en sulfatos (especialmente en las aguas freáticas) y a la variabilidad de tamaños analizados, se recomienda su uso previo lavado y posterior machacado y cribado de los mismos. En el caso de la excavación mediante tuneladora, los materiales extraídos deberán ser retirados y tratados en acopios apropiados para su secado y posterior retirada a botaderos de inertes.

Prospección	Prof. (m)	P.K.	DIST. EJE	Tipo Muestra	Litología	Abrasividad Cerchar		AVS Prueba de abrasividad (mg)		Índice de abrasividad ABR (g/t)		Índice DRI Perforabilidad	Índice CLI
S-2 L2	18,3-21,5	1+933	18m D	Testigo	GP sin finos	2,30	Muy abrasiva	-	-	-	-	58 Medio-Alto	-
C-4 L2	8,6-9,6	5+148	22m D	MA	GP con arenas gruesas	1,00	Media abrasiva	-	-	-	-	55 Medio-Alto	-
S-4 L2	15,0-25,0	7+362	28m D	Testigo	GP con arenas medias a finas	3,80	Muy abrasiva	-	-	-	-	44 Bajo-Medio	-
C-5 L2	8,0-10,0	19+368	10m I	MA	GP con arenas gruesas	2,80	Muy abrasiva	-	-	-	-	43 Bajo-Medio	-
S-12 L2	25,0-35,0	26+760	12m D	Testigo	GP con arenas finas a gruesas	3,50	Muy abrasiva	-	-	-	-	49 Medio	-
S-1 L4	12,0-22,0	0+310	18m I	Testigo	GP con arenas finas	4,60	Extremadamente abrasiva	-	-	-	-	44 Bajo-Medio	-
C-1 L4	9,0-9,9	4+784	6m I	MA	GP con arenas medias	3,00	Muy abrasiva	-	-	-	-	41 Bajo-Medio	-
C-2 L4	9,5-10,0	6+600	25m I	MA	GP con gravas finas a medias	-	-	-	-	-	-	- -	-
CP-3	12,0	19+398	16m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	-	-	-	- -	-
CP-3	19,0	19+398	16m I	MA	Grava bien gradada	3,69	Muy abrasiva	36,7	Extremadamente abrasiva	1280	Medianamente abrasivo	17 Extremadamente Bajo	8,8
CP-4	20,0	19+675	15m I	MA	Grava pobremente gradada	3,38	Muy abrasiva	25,7	Abrasividad media	980	Ligeramente abrasivo	32 Bajo-Muy bajo	25,1
CP-9	20,0	20+594	32m D	MA	Grava pobremente gradada	3,63	Muy abrasiva	31,7	Extremadamente abrasiva	1240	Medianamente abrasivo	30 Bajo-Muy bajo	20,4
CP-10	20,0	21+113	32m D	MA	Grava pobremente gradada	3,88	Muy abrasiva	27,3	Abrasividad media	1060	Medianamente abrasivo	23 Muy bajo-Extremo Bajo	14,6
CP-14	20,0	22+150	12m I	MA	Grava pobremente gradada	5,25	Extremadamente abrasiva	28,7	Abrasividad media	1320	Medianamente abrasivo	23 Muy bajo-Extremo Bajo	14

Tabla 43: Principales características de excavabilidad, abrasividad y reutilización del Aglomerado de Lima. (1 de 3)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[124431
012040

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Prospección	Prof. (m)	P.K.	DIST. EJE	Tipo Muestra	Litología	Schimazek (kN/m) Rozabilidad		DLA (%)	Coeficiente Micro-Deval MDE (%)	Contenido en Q (%)	Equiv. Arena (%)	Densidad aparente (g/cm³)	σ_t (kg/cm²)	SiO_2 (mili mol/L
S-2 L2	18,3-21,5	1+933	18m D	Testigo	GP sin finos	0,491	Roz. Regular	-	-	32,75	-	-	132,98	36,12
C-4 L2	8,6-9,6	5+148	22m D	MA	GP con arenas gruesas	0,852	Roz. Mala	15,8	-	41,60	79	-	104,05	29,67
S-4 L2	15,0-25,0	7+362	28m D	Testigo	GP con arenas medias a finas	4,062	Roz. Muy mala	16,1	-	47,14	78	-	183,00	51,1
C-5 L2	8,0-10,0	19+368	10m I	MA	GP con arenas gruesas	1,490	Roz. Muy mala	-	-	52,53	-	-	152,83	-
S-12 L2	25,0-35,0	26+760	12m D	Testigo	GP con arenas finas a gruesas	0,787	Roz. mala	-	-	38,40	-	-	215,09	-
S-1 L4	12,0-22,0	0+310	18m I	Testigo	GP con arenas finas	0,860	Roz. Mala	-	-	43,86	82	-	71,29	-
C-1 L4	9,0-9,9	4+784	6m I	MA	GP con arenas medias	0,951	Roz. Mala	-	-	30,25	-	-	143,24	-
C-2 L4	9,5-10,0	6+600	25m I	MA	GP con gravas finas a medias	-	-	12,2	-	-	-	-	-	-
CP-3	12,0	19+398	16m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	13	-	-	-	-	-
CP-3	19,0	19+398	16m I	MA	Grava bien gradada	-	-	13	8	-	-	2,75	-	-
CP-4	20,0	19+675	15m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	18	16	-	-	2,7	-	-
CP-9	20,0	20+594	32m D	MA	Grava pobremente gradada	-	-	15	10	-	-	2,71	-	-
CP-10	20,0	21+113	32m D	MA	Grava pobremente gradada	-	-	15	13	-	-	2,72	-	-
CP-14	20,0	22+150	12m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	13	7	-	-	2,72	-	-

Tabla 44: Principales características de excavabilidad, abrasividad y reutilización del Aglomerado de Lima. (2 de 3)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12444]
012041

Prospección	Prof. (m)	P.K. L2	DIST. EJE	Tipo Muestra	Litología	Petrología	Absorción de agua (%)		Durabilidad ante SO_4 Mg (%)		Sulfatos SO_4^{2-} ppm	Sulfuros (ppm)	Reactividad a los álcalis (mili mol/L)	Punch Penetration Test		Cone Indenter Test	
							Grava	Arena	Grueso	Fino				di (kN/mm)	Compressive Sc (MPa) hardness	Nº Cone indenter	RCS (MPa)
S-2 L2	18,3-21,5	1+933	18m D	Testigo	GP sin finos	Tonalita	-	-	-	-	414,63	1,89	550	-	-	-	-
C-4 L2	8,6-9,6	5+148	22m D	MA	GP con arenas gruesas	Conglomerado polimíctico	-	-	3,984	-	579,0	0,11	505	-	-	-	-
S-4 L2	15,0-25,0	7+362	28m D	Testigo	GP con arenas medias a finas	Granito	-	-	3,847	-	786,49	1,21	480	-	-	-	-
C-5 L2	8,0-10,0	19+368	10m I	MA	GP con arenas gruesas	Microcon-glomerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S-12 L2	25,0-35,0	26+760	12m D	Testigo	GP con arenas finas a gruesas	Tonalita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S-1 L4	12,0-22,0	0+310	18m I	Testigo	GP con arenas finas	Granito	1,41	1,6	-	-	13,09	0,019	300	-	-	-	-
C-1 L4	9,0-9,9	4+784	6m I	MA	GP con arenas medias	Monzonita	0,86	2,36	-	-	7,39	0,031	450	-	-	-	-
C-2 L4	9,5-10,0	6+600	25m I	MA	GP con gravas finas a medias	-	-	-	8,65	5,56	4,56	-	-	-	-	-	-
CP-3	12,0	19+398	16m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CP-3	19,0	19+398	16m I	MA	Grava bien gradada	-	-	-	-	-	-	-	-	47,46	349,15	5,26	188,3
CP-4	20,0	19+675	15m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	-	-	-	-	-	43,36	318,5	6,04	216,1
CP-9	20,0	20+594	32m D	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	-	-	-	-	-	47,89	357,61	3,09	110,7
CP-10	20,0	21+113	32m D	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	-	-	-	-	-	54,51	411,5	3,74	134
CP-14	20,0	22+150	12m I	MA	Grava pobremente gradada	-	-	-	-	-	-	-	-	32,58	237,02	4,93	176,5

Tabla 45: Principales características de excavabilidad, abrasividad y reutilización del Aglomerado de Lima. (3 de 3)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.3.5 *Sustrato rocoso dioritico; D*

Como se ha comentado anteriormente, entre los pp.kk. 18+240-18+630 y 26+460 del trazado de la línea 2, por lo que no serán afectados en la Primera Etapa A, se ha reconocido un basamento rocoso; habiendo detectado rocas ígneas de tipo plutónicas (dioritas y tonalitas) que corresponden al Batolito de la Costa y a diques andesíticos. Este sustrato ha sido reconocido en los sondeos mecánicos S-7/L2 y S-8/L4, realizados con este mismo objetivo en la campaña complementaria por parte del Consorcio (no se sitúan en la Primera Etapa A). En estos sondeos se ha reconocido una roca de naturaleza diorítica silicificada y biotítica de color gris. Según los registros de los sondeos S-7/L2 y S-8/L2 la dureza de la roca es R3-R4 y presenta una meteorización W3-W4. En ambos casos la fracturación es elevada, con fracturas rellenas de sericita de espesor 1 mm, rugosas y onduladas, abiertas, oxidadas y generalmente selladas. La orientación de las tres familias de fracturas reconocidas es de 10-30º, 45-75º y 75-90º respecto al testigo.

El RQD en ambos sondeos es de 0 a 70%, habiéndose calculado un RMR máximo de 50.

En las **Figuras 31 a 33** se muestra el aspecto del sustrato rocoso.

En la **Figura 39** se muestra el aspecto sano y poco fracturado del macizo andesítico situado en las inmediaciones del sondeo mecánico S-7/L2.

En la **Tabla 46** se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras extraídas del sondeo mecánico S-8/L2, de naturaleza diorítica. Con estos ensayos se puede determinar un valor medio de resistencia a compresión simple de 140,4 MPa, un valor medio de resistencia a tracción de 7,6 MPa y un módulo de deformación de 14.150 MPa.



Figura 31: Sondeo S-7/L2. Caja 3. De 7,90 a 12,00 m.

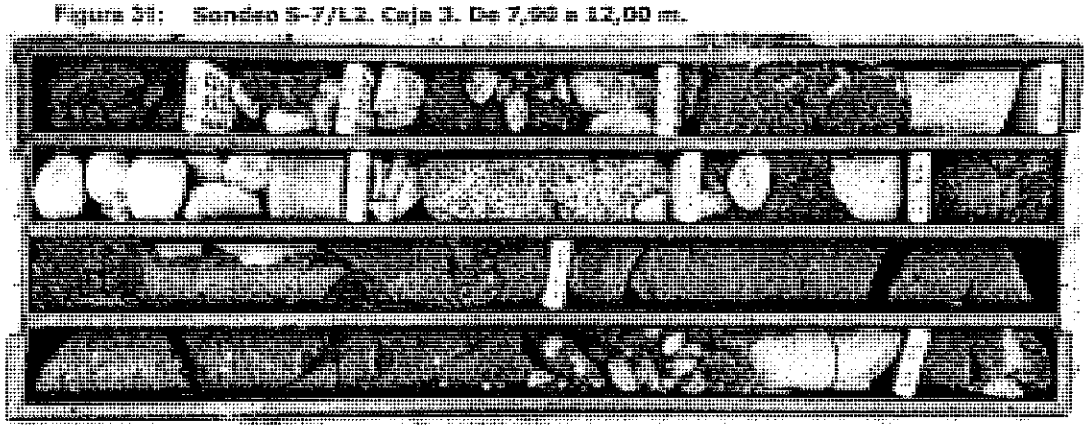


Figura 32: Sondeo S-8/L2. Caja 8. De 30,80 a 35,40 m.

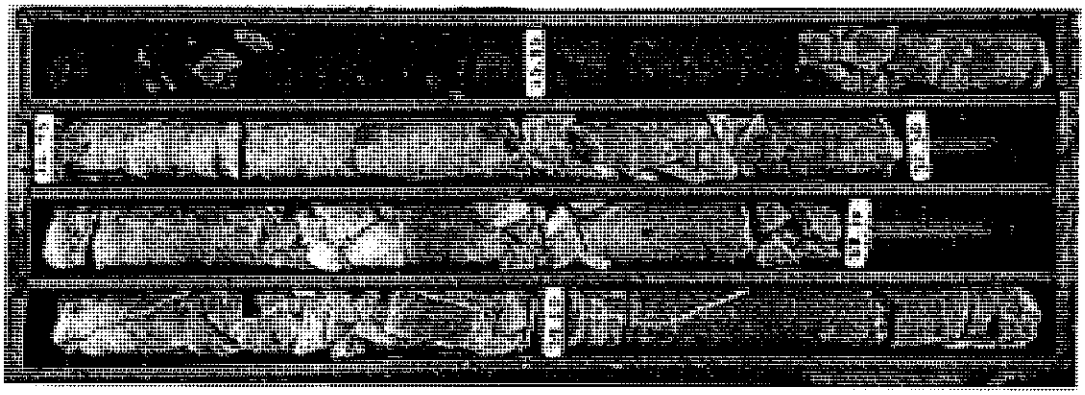


Figura 33: Sondeo S-8/L2. Caja 9. De 35,40 a 39,10 m.

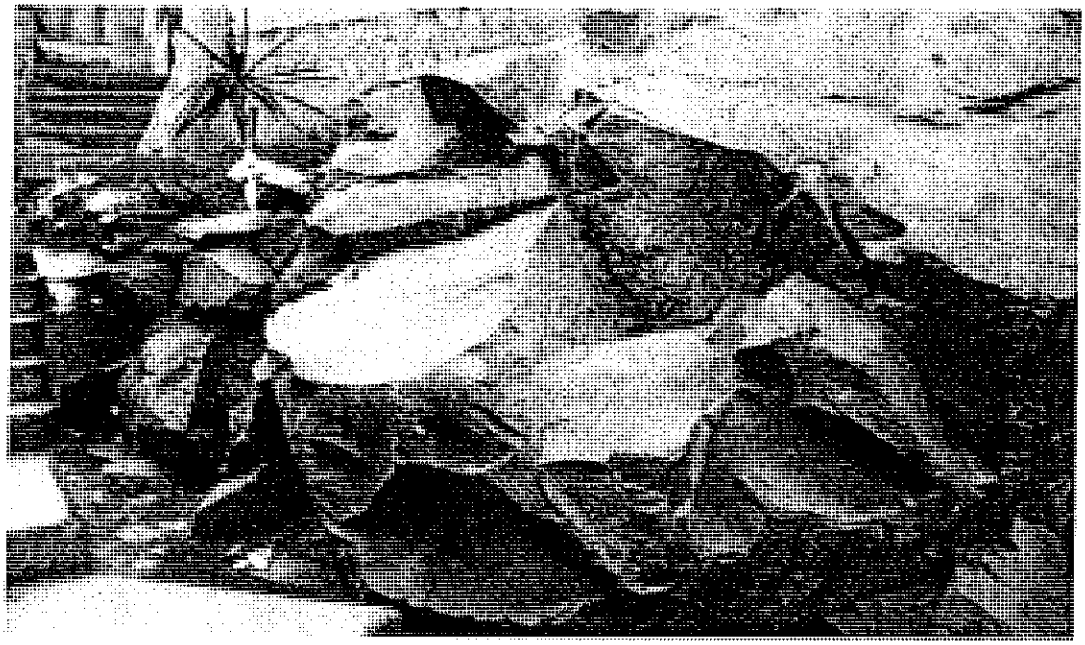


Figura 34: Aspecto de afloramiento rocoso en las proximidades del sondeo S-7/L2.

				Ensayos de Rocas				
Prospección	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Grupo Geotécnico	RCS (MPa)	Ensayo tracción (Brasileño) (MPa)	Ensayo de constantes elásticas ASTM D3148		PLT
						Módulo (GPa)	Coef. Poisson	RCS promedio (MPa)
S-8/L2	36,45	36,62	D	132,7	-	-	-	-
S-8/L2	39,70	39,88	D	148,1	8,6	-	-	-
S-8/L2	36,65	36,90	D	-	6,5	-	-	155,73
S-8/L2	37,35	37,51	D	-	-	14,15	0,29	-
S-8/L2	34,20	34,35	D	-	-	-	-	9,37

Tabla 46: Resultados de los ensayos de resistencia realizados sobre muestras de rocas dioríticas (D).

5.4 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO

De acuerdo con los resultados anteriormente expuestos en la caracterización geotécnica de los materiales realizada se proponen los parámetros geotécnicos de cálculo incluidos en las **Tablas 47** y **48**, mostradas a continuación.

Unidad geotécnica (síntesis)		γ_d (KN/m^3)	γ_{sp} (KN/m^3)	W (%)	% Pasa tamiz # 0,08 mm	LL (%)	IP (%)	Clasif. U.S.C.S.	c' (KPa)	ϕ(º)	ν
R	RELLENOS	15,2	16,7	10,7	25	0	0	SM 25%;GP 25%; GC 13%; ML 13%;CL 13%	0	28	0,3
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	13,25	17,38	23,7	80	35,5	12,6	ML 42%;CL 37%; MH 19%	8	26	0,25
SM	ARENA	14,6	16,95	9,1	34	0	0	SM 54%;SM-SP 11%;SP 11%;SC 7%;ML 7%;GM-GP 4%	5	30	0,3
GP-S s	GRAVA	19	20	3,8	0	0	0	GP 76%; GW 9%	15	34	0,3
GP-S f	GRAVA	21	22	3,3	0	0	0	GP 81%; GM-GP 8%;GW 4%; GM 4%	32	39	0,3

Tabla 47: Parámetros geotécnicos propuestos para el cálculo.

Unidad geotécnica (síntesis)		Vp (m/s)	Vs (m/s)	G_{MAX} (MPa)	Emax (MPa)	Módulo de Young estático E (MPa)	Módulo de rigidez o de cortante estático G (Mpa)	Módulo de deformación en extensión (para subsidenc.) E (MPa)	Coeficiente de balasto vertical estático para el cálculo de losas $k_{v,30}$ (Kp/cm^3)*	Coeficiente de balasto horizontal estático para el cálculo de pantallas kh (KN/m^3)
R	RELLENOS	300	200	67	174	17	7	35	1	-
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	450 (350-1100)	260 (200-600)	70	181	23	9	45	3,5	10.000
SM	ARENA	400	200	68	176	35	14	71	4	12.000
GP-S s	GRAVA	750 (300-1100)	400 (150-650)	80	208	42	16	83	8	12.500
GP-S f	GRAVA	1500 (1000-2200)	750 (400-1050)	352	915	183	70	366	11	55.000
D	SUSTRATO ROCOSO	-	-	-	-	-	-	-		-

Tabla 48: Parámetros geotécnicos propuestos para el cálculo.

5.5 GEOTECNIA DEL PATIO DE MANIOBRAS DE SANTA ANITA

En los siguientes apartados se recogen las condiciones geotécnicas de cimentación de las estructuras de los patios de maniobras y talleres de Santa Anita. Asimismo, se proporcionan los parámetros geotécnicos para el diseño de las cimentaciones, así como su justificación de cálculo.

5.5.1 *Reconocimientos geotécnicos disponibles*

La campaña geotécnica ejecutada por Proinversión para la definición de las condiciones geotécnicas de cimentación del Patio de Maniobras de Santa Anita se recoge en el informe: "Estudios de ingeniería complementarios: Topografía y Geodesia, Geología y Geotecnia y Tráfico y análisis de desvíos del Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta del

Metro de Lima y Callao. ETAPA 1A. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PATIO DE MANIOBRAS. INFORME N°03", redactado por GEODATA en Noviembre de 2013.

Los reconocimientos geotécnicos disponibles en el Patio de Maniobras de Santa Anita son los siguientes:

- 10 calicatas manuales de 3,0 m de profundidad (denominados Poz 1 a Poz 10), con la ejecución de:
  - 10 ensayos de granulometría global (1 ensayo por calicata)
  - 10 ensayos de densidad de campo con el método del balón (1 ensayo por calicata)
- 3 ensayos MASW (PS-1, PS-2 y PS-3)
- 3 perfiles de refracción sísmica (LS-01, LS-02 y LS-03)
- 2 ensayos de placa de carga (recopilado del informe anterior I03-INVGEO-PC-005-001)

5.5.2 Condiciones de cimentación

5.5.2.1 *Perfil geotécnico del terreno*

De la investigación del terreno realizada se establece el siguiente perfil estratigráfico simplificado del terreno, válido para toda la zona de estudio:

- De 0.00 a 1.50 m: Limo de baja plasticidad, de color marrón, ligeramente húmeda, de consistencia medianamente dura.
- De 1.50 a 3.00 m: Gravas con arena y limo, de color marrón, ligeramente húmeda, de baja plasticidad, compactas. El tamaño máximo de grava oscila entre 7 y 10 pulgadas y el porcentaje mayor a 3" oscila entre 28 y 40%. Clasificación SUCS: generalmente GP y , en menor medida, GW o GM. Clasificación AASHTO: A-1-a. Plasticidad: No plástico.
- A partir de 3.00 m: Continúan las gravas con arena y limo registradas en el segundo nivel.
- Nivel freático: No detectado

5.5.2.2 *Parámetros geotécnicos de diseño*

Para diferentes tipologías de cimentación se proporcionan los parámetros de terreno básicos para el dimensionamiento estructural de cimentaciones superficiales:

- Tipología de cimentación
- Cota de cimentación
- Tensión admisible del terreno

Para la determinación de la tensión admisible (q adm) del terreno se han realizado los siguientes cálculos, en coherencia con el numeral 3.5. de la norma peruana "NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN. E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES":

- Cálculo de la tensión admisible mediante la expresión empírica a partir del ensayo SPT para suelos granulares, recogida en el apartado 4.3.3 del Documento básico SE-C Cimientos del Código Técnico de la Edificación de España. La mencionada formulación empírica es válida para suelos granulares, superficies de terreno horizontales, asientos admisibles de hasta 25 mm y anchos de cimentación de hasta 5 m de ancho.

a) Para B* < 1,2 m

$$q_{adm} = 12N_{SPT}\left(1+\frac{D}{3B^*}\right)\left(\frac{S_t}{25}\right) kN/m^2$$

b) Para B* ≥ 1,2 m:

$$q_d = 8\,N_{SPT}\left[1+\frac{D}{3B^*}\right]\left(\frac{S_t}{25}\right)\left(\frac{B^*+0,3}{B^*}\right)^2 kN/m^2$$

siendo,

St = asiento total admisible en mm

N SPT = Valor promedio de ensayos disponibles en la zona de influencia de la cimentación.

D= profundidad del plano de cimentación

B* = ancho equivalente de cimentación, considerando excentricidades de la resultante de las acciones.

- Determinación del asiento esperable mediante un modelo elástico. Se emplean las expresiones analíticas que recoge el apartado 4.8.1. de la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera" editada por el Ministerio de Fomento de España. El asiento máximo admisible se establece en 25 mm.

a) Para cimentaciones rectangulares rígidas:

$$s = \frac{V(1-\nu^2)}{1,25 \cdot E \cdot \sqrt{B \cdot L}}$$

siendo:

s: asentamiento de la cimentación

V: carga vertical transmitida por la estructura

V: módulo de Poisson

E: módulo de elasticidad

B, L: dimensiones de la zapata

b) Para cimentaciones rectangulares flexibles:

$$s = \frac{2}{\pi} R \frac{p(1-\nu^2)}{E}$$

siendo:

$$R = B\,\mathrm{argsh}\left(\frac{L}{B}\right) + L\,\mathrm{argsh}\left(\frac{B}{L}\right)$$

s: asentamiento de la cimentación

p: presión vertical transmitida por la estructura

V: módulo de Poisson

E: módulo de elasticidad

B, L: dimensiones de la zapata

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

A continuación se proporcionan las recomendaciones de cimentación de estructuras para el patio de maniobras de Santa Anita:

- Tipología de cimentación: Superficial
- Cota de cimentación: 1,5 m de profundidad respecto a la cota de terreno actual, correspondiente al nivel geotécnico de gravas (unidad geotécnica GP-S s).
- Cálculo de la tensión admisible mediante la expresión empírica a partir del ensayo SPT para suelos granulares (apartado 4.3.3 del Documento básico SE-C Cimientos del Código Técnico de la Edificación de España):

  Para su aplicación en cálculo, se establece un valor de N_{SPT} razonablemente conservador de 20.

N_{SPT}	Ancho B* (m)	Prof. D (m)	s_t (mm) Asiento	q_{adm} (Kg/cm^2)
20	0,50	1,50	25	3,1
20	1,00	1,50	25	3,1
20	1,50	1,50	25	3,0
20	2,00	1,50	25	2,6
20	2,50	1,50	25	2,4
20	3,00	1,50	25	2,3
20	4,00	1,50	25	2,1
20	5,00	1,50	25	2,0

Se obtienen tensiones admisibles del terreno de entre 0,31 y 0,20 MPa, según el ancho de cimentación considerado, para una profundidad del plano de cimentación de 1,5 m y un asiento esperable de 2,5 cm.

- Determinación del asiento esperable mediante un modelo elástico (apartado 4.8.1. de la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera" editada por el Ministerio de Fomento de España):

  Los parámetros deformacionales del nivel geotécnico de apoyo de la cimentación empleados para el cálculo son: E=42 MPa, correspondiente al valor establecido para la unidad geotécnica GP-S s, y $\upsilon = 0,25$.

  En la siguiente tabla se muestran los cálculos de asentamiento esperable para diferentes dimensiones de cimentaciones:

O.1.2. Geología, Geotecnia e Hidrogeología

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Cálculo nº	B (m)	L (m)	D (m)	Axil V (KN) (Carga neta)	Carga bruta q (MPa)	Módulo elástico E (MPa)	Coef. Poisson v	Asiento cim. Rígida s (cm)	Asiento cim. Flexible s (cm)	s máx (cm)
1	1	1	1,5	170	0,20	42	0,25	0,30	0,43	**0,43**
2	1	3	1,5	510	0,20	42	0,25	0,53	0,68	**0,68**
3	1	5	1,5	850	0,20	42	0,25	0,68	0,80	**0,80**
4	2	2	1,5	680	0,20	42	0,25	0,61	0,85	**0,85**
5	2	3	1,5	1.020	0,20	42	0,25	0,74	1,03	**1,03**
6	2	5	1,5	1.700	0,20	42	0,25	0,96	1,27	**1,27**
7	3	3	1,5	1.530	0,20	42	0,25	0,91	1,28	**1,28**
8	3	5	1,5	2.550	0,20	42	0,25	1,18	1,62	**1,62**
9	5	5	1,5	4.250	0,20	42	0,25	1,52	2,13	**2,13**

- El asentamiento elástico esperable, para una transmisión de tensión bruta al terreno de 0,2 MPa y cota de cimentación 1,5 m, varía entre 0,43 y 2,13 cm. Por tanto, se considera dentro del rango admisible.
- Tensión admisible del terreno para su empleo en el diseño estructural de cimentaciones:

  Se establece un valor genérico de tensión admisible del terreno de 0,2 MPa para anchos de cimentación de hasta 5 m y plano de cimentación de hasta 25 m^2.

6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAZADO. ASPECTOS RELEVANTES.

Dentro de la grava de Lima se ha delimitado de forma aproximada el contacto entre lo que se ha denominado el nivel suelto (GP-Ss) y el nivel firme (GP-Sf). El criterio para esta diferenciación ha sido la velocidad de propagación de las ondas p medida en la sísmica de refracción (1.000 m/s). La campaña complementaria de geofísica ha permitido confirmar la necesidad de establecer esta diferenciación, a la vez que ha permitido delimitarla en sectores insuficientemente reconocidos en fases precedentes de investigación.

A mayor profundidad de 20 m se ha constatado la presencia de niveles o lentejones de material arenoso (SM) o cohesivo (CL/ML). Esto es, el material previsto encontrar en el frente serán de forma prácticamente sistemática, las gravas de Lima (GP-S).

La profundidad de la base del nivel de grava suelta en el tramo correspondiente a la Primera Etapa A es muy constante, siendo en casi toda la longitud del trazado menor a 5 m. Por tanto, se prevé que la clave del túnel se encuentre en el nivel de grava firme, a excepción de la entrada a la estación de Mercado de Santa Anita, donde puede que el túnel afecte a niveles de gravas sueltas.

No obstante ha de resaltarse que este nivel de grava suelta se diferencia en términos relativos respecto al inferior, no dejando de tratarse de gravas bastante densas de alta capacidad portante y limitada deformabilidad. Por otro lado, el único criterio de diferenciación, como hemos dicho, ha sido la velocidad de propagación de las ondas p.

A destacar resulta, de igual modo, la posible presencia de roca en el frente de excavación. Este aspecto ha podido acotarse mejor mediante la campaña complementaria realizada por Proinversión en la Primera Etapa A.

Con los datos disponibles podría decirse que no serían previsibles frentes o excavaciones en roca y que la afección por este motivo resultará limitada, aunque este extremo no puede descartarse totalmente en las progresivas siguientes a la Primera Etapa A.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados y documentación anteriormente expuestos es posible extraer las siguientes conclusiones:

- Mediante la información de los estudios anteriores, la campaña complementaria de reconocimientos geotécnicos realizados por el Consorcio y la documentación aportada por Proinversión en la Primera Etapa, ha sido posible elaborar un perfil geológico-geotécnico longitudinal de la Etapa 1 A correspondiente a la "Línea 2 y ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".
- Los estudios geofísicos, además de permitir diferenciar los distintos materiales representados en el perfil geológico-geotécnico longitudinal elaborado, han sido utilizados para la determinación de los módulos de deformación estáticos, a partir de los dinámicos deducidos de las velocidades de corte (Vs), y para la caracterización del tipo de terreno (según AASTHO), a partir del cual se han realizado los análisis de amplificación sísmica para la determinación de la aceleración sísmica de cálculo mediante el método probabilista.
- No ha sido detectado sustrato rocoso en el trazado en estudio. De igual modo no se esperan, a priori, otras zonas sensibles con este riesgo potencial, aunque esta presencia no puede descartarse totalmente en las progresivas siguientes a la Primera Etapa A.
- Desde el punto de vista deformacional, y centrándose en el Aglomerado de Lima, puede decirse que la campaña de sísmica pasiva efectuada avalaría los valores de módulo definidos, si bien se han de hacer las puntualizaciones siguientes:
  - Por un lado los valores Gmáx asignados serían una envolvente conservadora.
  - Por otro lado se carece de datos directos de los módulos 'estáticos' por la dificultad de realizar dilatómetros o placas de carga.
  - Una vez obtenidos ensayos dilatométricos efectuados por Proinversión en la Etapa 1A, se ha constatado que los valores de módulos elásticos inicialmente considerados para las gravas de Lima son del mismo orden.
- La permeabilidad de la grava quedaría caracterizada por un valor medio de 8,56·10-5 m/s, con valores máximo y mínimo de 5,53x10-4 y 1,31x10-6 m/s respectivamente, lo que puede calificarse como una permeabilidad media. En estas condiciones se cree que la excavación de las estaciones podrá realizarse mediante agotamientos, quizá complementados con compartimentaciones mediante paneles de bentonita, sin necesidad de recurrir a la realización de complejos tapones de fondo.

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 1. REGISTROS DE SONDEOS MECÁNICOS

CLIENTE: ProInversión — Private Investment Promotion Agency - Perú

TRABAJO: Campaña Geotécnica Complementaria. Metro de Lima y Callao. Línea 2 y ramal L4.

EMPRESA CONSULTORA: ayesa / eurocástudios

Supervisor: Pablo Aguerri
Empresa: Geoconsult Perú
Sondista:
Equipo: Geoconsult 1

P.K.: 21+446
X UTM: 286914,36
Y UTM: 8666994,71
Z UTM: 266,2

SONDEO: S-9 L2
Hoja: 1 de 4
F. de inicio: 24/09/2013
F. finalización: 27/09/2013

Profundidad (m)	Tipo de perforación	Fecha	Revestimiento	Prof. Agua (m)	Notas	Columna litológica	Descripción litológica	Prof. inferior (m)	Espesor (m)	Final maniobra (m)	R.Q.D (%) Recuperación (%)	Meteorización	Nº de juntas/m	RMR (Seco)	Q de Barton
0,0							Material antrópico. Material de préstamo. Limo arenoso color marrón, húmedo, con granos subangulosos.	0,6	0,6		20 40 60 80	V IV III II	>30 18 6	30 40 50 60 70 80	0,01 0,1 1 10 100
1,0							Material antrópico de relleno con finos, presenta pequeños fragmentos de ladrillos, cemento, maderas y vidrios con gravas subangulosas.	2,5	1,9	1,2					
2,0		24/09/13								1,9					
3,0							GP. Grava mal gradada subangulosa y subredondeada, en matriz arenosa gruesa de color marrón grisáceo, compacidad densa y de 1 a 7 cm de tamaño. Tamaño modal 4 a 5 cm. Estimación de porcentajes: Grava de 5 a 7 cm: 45%, grava de 0,2 a 5 cm: 35%, matriz 20%.			2,5					
4,0									2,2	3					
										3,45					
										3,85					
										4,2					
								4,7		4,5					
5,0	BD HQ		HW				GP. Grava mal gradada con bolos en matriz arenosa gruesa. La grava es subangulosa a angulosa, polimíctica, de color gris, compacidad densa y de 1 a 11 cm de tamaño. Tamaño modal 5 a 7 cm. Estimación porcentual: bolos de 10 a 11cm: 20%, gravas de 5 a 10 cm: 40%, gravas de 0,2 a 5 cm: 25%, matriz: 15%.			5,2					
										5,4					
										5,7					
6,0										6					
										6,45					
										6,95					
7,0		26/09/13							4,1	7,4					
										7,8					
8,0										8,3					
								8,8		8,8					
9,0							GP. Grava mal gradada en matriz arenosa media con finos. Gravas subangulosas y subredondeadas color gris, polimícticas, compacidad densa, de 2 a 10 cm de tamaño. Tamaño modal: 5 cm. Estimación porcentual: gravas de 5 a 10 cm: 55%, gravas de 0,2 a 5 cm: 35%, matriz: 15%.			9,2					
										9,65					
10,0								14,7	5,9	10					

Muestras/Ensayos				Ensayos de laboratorio																												
				Granulometría % Paso					Limites Atterberg		Estado natural		P. específico	R.C.S. (kp/cm²)	Edómetro		Ensayo de corte			Triaxial			Contenidos										
Tipo	Intervalo (m)	Resultados	Golpes/30cm	max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	WL	WP	Humedad	Dens. Seca			ec	cc	Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (°)	Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (°)	M.O.	SO3	CO3Ca							
SPTC	3-3,45	12/16/23	39																													
SPTC	6-6,45	16/24/38	62																													
SPTC	9,2-9,65	23/37/48	85																													

MI: MUESTRA INALTERADA
LF: ENSAYO LEFRANC
Ox: ÓXIDO
MA: MUESTRA ALTERADA
LG: ENSAYO LUGEON
Q: CUARZO
SPT: PENETRÓMETRO
Ar: ARCILLA
TP: TESTIGO PARAFINADO
PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO
MW: MUESTRA DE AGUA
DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: ProInversión — Private Investment Promotion Agency - Perú

TRABAJO: Campaña Geotécnica Complementaria. Metro de Lima y Callao. Línea 2 y ramal L4.

EMPRESA CONSULTORA: ayesa — eurosistudios

Supervisor: Pablo Aguerri
Empresa: Geoconsult Perú
Sondista:
Equipo: Geoconsult 1

P.K.: 21+446
X UTM: 286914,36
Y UTM: 8666994,71
Z UTM: 266,2

SONDEO: S-9 L2
Hoja: 2 de 4
F. de inicio: 24/09/2013
F. finalización: 27/09/2013

Profundidad (m)	Tipo de perforación	Fecha	Revestimiento	Prof. Agua (m)	Notas	Columna litológica	Descripción litológica	Prof. inferior (m)	Espesor (m)	Final maniobra (m)
10,0 – 20,0	BD HQ	26/09/13 – 27/09/13	HW				GP. Grava mal gradada en matriz arenosa media con finos. Gravas subangulosas y subredondeadas color gris, polimícticas, compacidad densa, de 2 a 10 cm de tamaño. Tamaño modal: 5 cm. Estimación porcentual: gravas de 5 a 10 cm: 55%, gravas de 0,2 a 5 cm: 35%, matriz: 15%.	14,7	5,9	10,4 / 10,9 / 11,2 / 11,7 / 12,05 / 12,45 / 13 / 13,45 / 14,05 / 14,35
							GP. Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa gruesa, gravas subangulosas y subredondeadas, polimícticas, compacidad densa, color gris de 2 a 11 cm de tamaño. Tamaño modal: 4 a 5 cm. Estimación porcentual: bolos de 10 a 11 cm: 5%, gravas de 5 a 10 cm: 70%, gravas de 0,2 a 5 cm: 15%, matriz (estimación) 10%.	17,1	2,4	14,85 / 15,35 / 15,75 / 16,2 / 16,65 / 17,1
							GP. Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa media a fina, de color gris, subangulosas y subredondeadas, compacidad densa y 1 a 9 cm de tamaño. Tamaño modal. 4 a 5 cm. Estimación porcentual: gravas de 5 a 9 cm: 50%, gravas de 0,2 a 5 cm: 35%, matriz: 15%.	18,3	1,2	17,4 / 17,9 / 18,3
							GP. Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa media a gruesa en algunas maniobras lavadas por la perforación. Gravas subangulosas y subredondeadas de compacidad densa. Colores grises, de 1 a 9 cm de tamaño de grano. Tamaño modal de 3 a 4 cm. Estimación porcentual: gravas de 5 a 9 cm. 40%. Gravas de 0,2 a 5 cm: 45%, matriz 15%.	21,4	3,1	18,75 / 19,25 / 19,6 / 20,15

Meteorización: V IV III II

Nº de juntas/m: 24 12 >30 18 6

RMR (Seco): 30 40 50 60 70 80

Q de Barton: 0,01 0,1 1 10 100 / 4 40

Muestras/Ensayos				Ensayos de laboratorio
Tipo	Intervalo (m)	Resultados	Golpes/30cm	
SPTC	13-13,45	19/37/47	84	
SPTC	16,2-16,65	17/39/50	89	
SPTC	18-18,45	21/32/41	73	

Ensayos de laboratorio: Granulometría % Paso (max., 2 mm, 0,4 mm, 0,08 mm, 2 µm); Límites Atterberg (WL, WP); Estado natural (Humedad, Dens. Seca); P. específico; R.C.S. (kp/cm²); Edómetro (ec, cc); Ensayo de corte (Tipo, c (kp/cm²), ϕ (°)); Triaxial (Tipo, c (kp/cm²), ϕ (°)); Contenidos (M.O., SO3, CO3Ca)

MI: MUESTRA INALTERADA — MA: MUESTRA ALTERADA — SPT: PENETRÓMETRO — TP: TESTIGO PARAFINADO — MW: MUESTRA DE AGUA
LF: ENSAYO LEFRANC — LG: ENSAYO LUGEON
Ox: ÓXIDO — Q: CUARZO — Ar: ARCILLA — PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO — DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: ProInversión — Private Investment Promotion Agency - Peru

TRABAJO: **Campaña Geotécnica Complementaria. Metro de Lima y Callao. Línea 2 y ramal L4.**

EMPRESA CONSULTORA: ayesa / eurcostudios

Supervisor: Pablo Aguerri
Empresa: Geoconsult Perú
Sondista:
Equipo: Geoconsult 1

P.K.: 21+446
X UTM: 286914,36
Y UTM: 8666994,71
Z UTM: 266,2

SONDEO: S-9 L2
Hoja: 3 de 4
F. de inicio: 24/09/2013
F. finalización: 27/09/2013

Profundidad (m) | Tipo de perforación: BD HQ | Fecha: 27/09/13 | Revestimiento | Prof. Agua (m) | Notas | Columna litológica | Descripción litológica | Prof. inferior (m) | Espesor (m) | Final maniobra (m) | R.Q.D (%) Recuperación (%) | Meteorización | Nº de juntas/m | RMR (Bieniawski) RMR (Seco) | Q de Barton

Muestras/Ensayos: Tipo | Intervalo (m) | Resultados | Golpes/30cm

Ensayos de laboratorio: Granulometría % Paso (max. | 2 mm | 0,4 mm | 0,08 mm | 2 µm) | Límites Atterberg (WL | WP) | Estado natural (Humedad | Dens. Seca) | P. específico | R.C.S. (kp/cm²) | Edómetro (ec | cc) | Ensayo de corte (Tipo | c (kp/cm²) | ϕ (°)) | Triaxial (Tipo | c (kp/cm²) | ϕ (°)) | Contenidos (M.O. | SO3 | CO3Ca)

Prof. inferior (m)	Espesor (m)	Final maniobra (m)	Descripción litológica	Muestras/Ensayos: Tipo	Intervalo (m)	Resultados	Golpes/30cm
21,4	3,1	20,65	GP. Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa media a gruesa en algunas maniobras lavadas por la perforación. Gravas subangulosas y subredondeadas de compacidad densa. Colores grises, de 1 a 9 cm de tamaño de grano. Tamaño modal de 3 a 4 cm. Estimación porcentual: gravas de 5 a 9 cm. 40%. Gravas de 0,2 a 5 cm: 45%, matriz 15%.				
		20,9					
		21,4					
		21,7	Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa media (estimada, lavada por la perforación), subangulosa, gris, compacidad densa de 3 a 7 cm de tamaño. Tamaño modal: 4 a 6 cm. Estimación porcentual: grava de 5 a 7 cm. 30%, grava de 0,2 a 5 cm: 55%, matriz (estimada, lavada): 15%.	SPTC	21,4-21,7	26/50/R	R
		22,2					
		22,4					
		23					
		23,4					
		23,9					
		24,3					
		24,6					
	6,6	24,9					
		25,4					
		25,9					
		26,3					
		26,75					
		27,05					
		27,45					
28		28					
		28,45	Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa media a fina (estimada, lavada por la perforación), subangulosa, gris, compacidad densa, polimíctica, de 1 a 7 cm de tamaño. Tamaño modal: 5 cm. Estimación porcentual: grava de 5 a 7 cm. 55%, grava de 0,2 a 5 cm: 15%, matriz (estimada, lavada).	SPTC	28-28,35	38/50/R	R
		28,95					
		29,25					
		29,65					
31,1	3,1	30,2					

MI: MUESTRA INALTERADA — MA: MUESTRA ALTERADA — SPT: PENETRÓMETRO — TP: TESTIGO PARAFINADO — MW: MUESTRA DE AGUA
LF: ENSAYO LEFRANC — LG: ENSAYO LUGEON
Ox: ÓXIDO — Q: CUARZO — Ar: ARCILLA — PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO — DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: ProInversión — Private Investment Promotion Agency - Peru

TRABAJO: **Campaña Geotécnica Complementaria. Metro de Lima y Callao. Línea 2 y ramal L4.**

EMPRESA CONSULTORA: ayesa / eurcostudios

Supervisor:	Pablo Aguerri	**P.K.:**	21+446
Empresa:	Geoconsult Perú	**X UTM:**	286914,36
Sondista:		**Y UTM:**	8666994,71
Equipo:	Geoconsult 1	**Z UTM:**	266,2

SONDEO: S-9 L2
Hoja: 4 de 4
F. de inicio: 24/09/2013
F. finalización: 27/09/2013

Profundidad (m)	Tipo de perforación	Fecha	Revestimiento	Prof. Agua (m)	Notas	Columna litológica	Descripción litológica	Prof. inferior (m)	Espesor (m)	Final maniobra (m)	R.Q.D (%) / Recuperación (%)	Meteorización	Nº de juntas/m	RMR (Resist.) / RMR (Seco)	Q de Barton
30,0	BD HQ	27/09/13					Grava mal gradada. Gravas en matriz arenosa media a fina (estimada, lavada por la perforación), subangulosa, gris, compacidad densa, polimíctica, de 1 a 7 cm de tamaño. Tamaño modal: 5 cm. Estimación porcentual: grava de 5 a 7 cm. 55%, grava de 0,2 a 5 cm: 15%, matriz (estimada, lavada).	31,1	3,1	30,2 / 30,6 / 31,1	20 40 60 80	V IV III II	>30 24 18 12 6	5 30 40 50 60 70 %	0,01 0,1 1 10 100 4 40
31,0															
32,0															
33,0															
34,0															
35,0															
36,0															
37,0															
38,0															
39,0															
40,0															

Muestras/Ensayos				Ensayos de laboratorio																												
				Granulometría % Paso					Límites Atterberg		Estado natural				Edómetro		Ensayo de corte			Triaxial			Contenidos										
Tipo	Intervalo (m)	Resultados	Golpes/30cm	max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	WL	WP	Humedad	Dens. Seca	P. específico	R.C.S. (kp/cm²)	ec	cc	Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (°)	Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (°)	M.O.	SO3	CO3Ca							

MI: MUESTRA INALTERADA
LF: ENSAYO LEFRANC
Ox: ÓXIDO

MA: MUESTRA ALTERADA
LG: ENSAYO LUGEON
Q: CUARZO

SPT: PENETRÓMETRO
Ar: ARCILLA

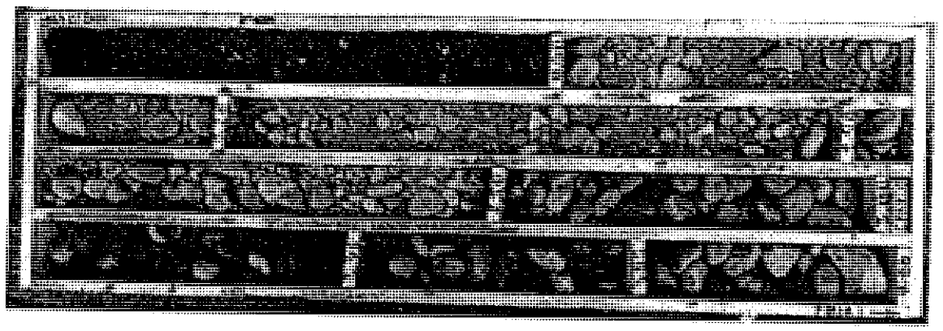
TP: TESTIGO PARAFINADO
MW: MUESTRA DE AGUA
PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO
DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

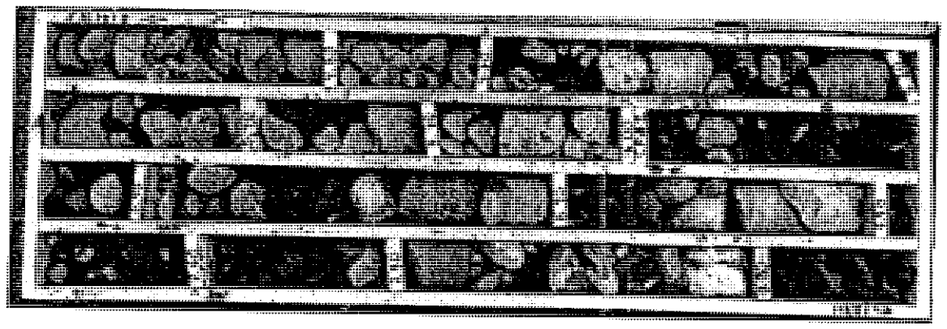
ProInversión
Private Investment Promotion Agency - Perú

eurostudios ayesa

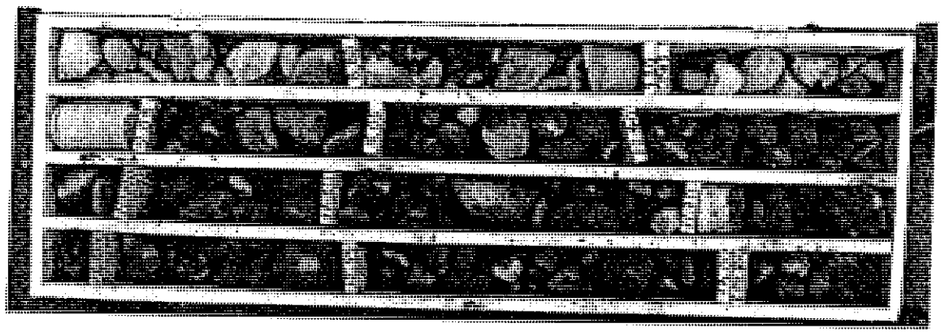
SONDEO Nº: S9 L2



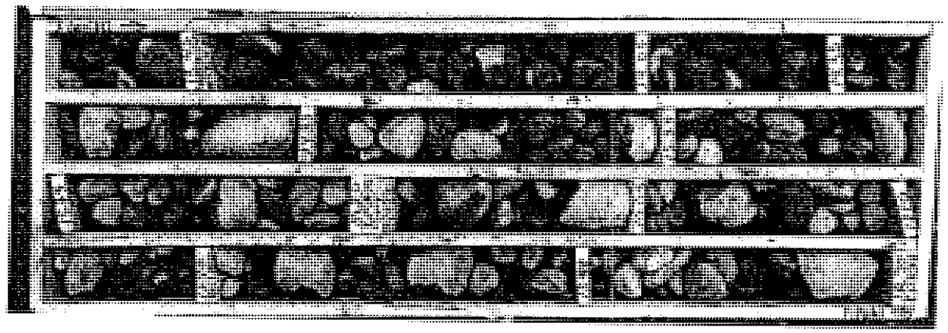
Caja 1. De 0,0 a 4,20 m



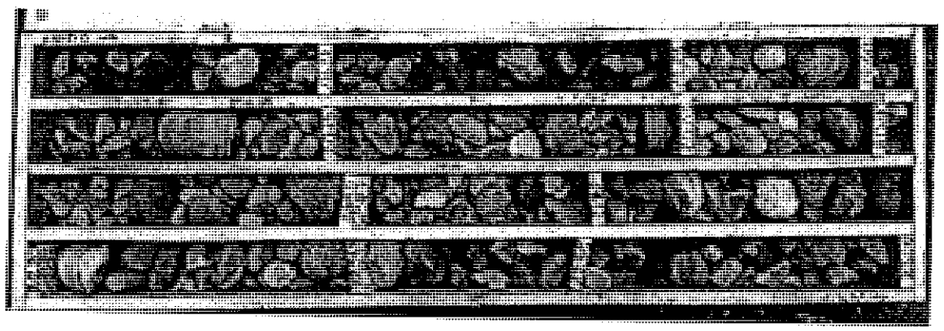
Caja 2. De 4,20 a 8,50 m



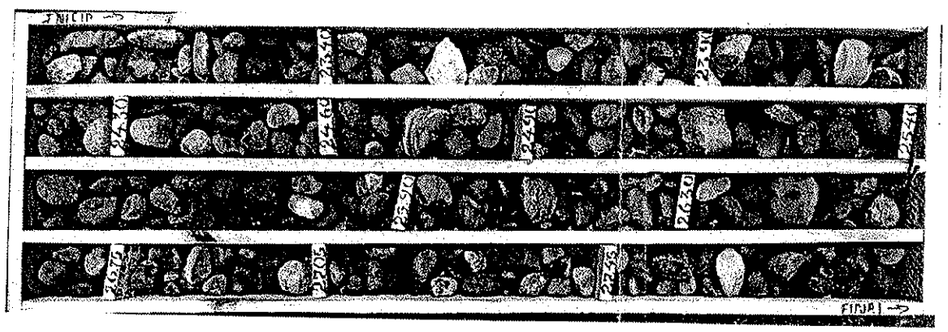
Caja 3. De 8,50 a 13,20 m



Caja 4. De 13,20 a 18,30 m



Caja 5. De 18,30 a 23,00 m



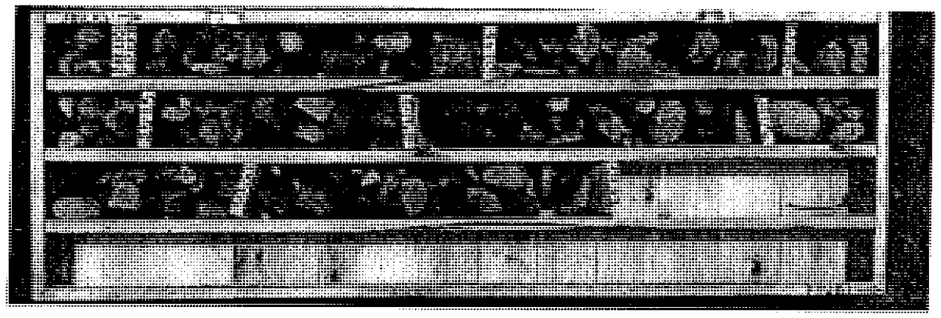
Caja 6. De 23,00 a 27,90 m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Private Investment Promotion Agency - Perú

euroestudios ayesa

SONDEO Nº: **S9 L2**



Caja 7. De 27,90 a 31,10 m



Cata realizada para comprobación de servicios



Vista del sondeo durante la perforación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

012059

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 2. REGISTROS DE CALICATAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

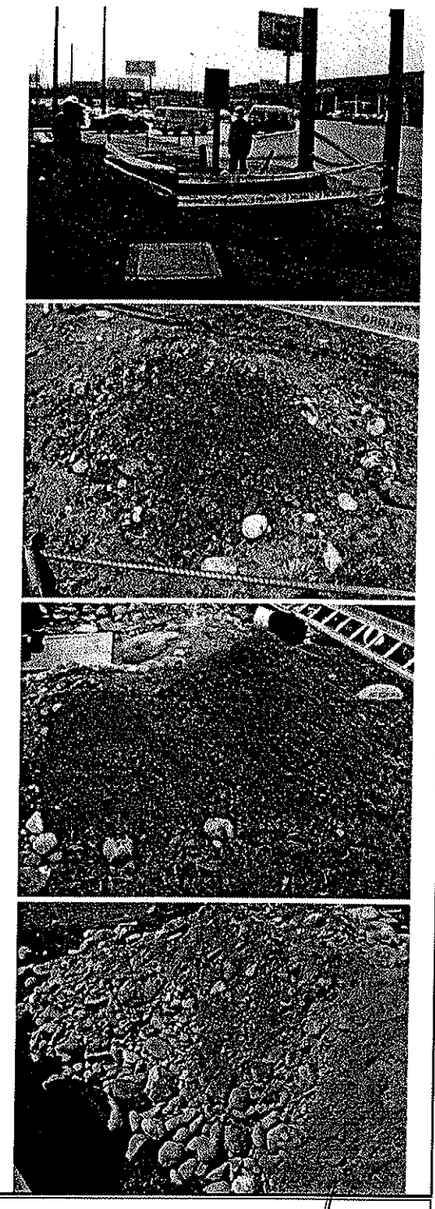
CLIENTE:	TRABAJO:	EMPRESA CONSULTORA:			CALICATA:
ProInversión Private Investment Promotion Agency - Perú	Campaña Geotécnica Complementaria. Metro de Lima y Callao. Línea 2 y ramal L4.	ayesa GEOESTUDIOS	Supervisor: Pablo Aguerri Máquina: Calicata manual	P.K.: 19+368 X UTM: 285.025,0 Y UTM: 8.666,155,0 Z UTM: 233,0	C-5 L2 Fecha: 10/09/2013-13/09/2013

PROFUNDIDAD (m)	PROF. INFERIOR (m)	ESPESOR (m)	PROF. N.P. (m)	CORTE ESTRATIGRÁFICO	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD (Seco / Bajo / Medio / Agua)	EXCAVABILIDAD (Rend. Bajo / Rend. Medio / Rend. Alto / Rend. muy alto)	ESTABILIDAD (Muy alta / Alta / Media / Baja)	MUESTRAS/ENSAYOS TIPO	INTERVALO (m)	RESULTADOS
0,0	0,8	0,8			Relleno. Material antrópico. Limo arenoso de color marrón con presencia de raices y restos de plásticos.						
1,1	3	2,2			GP. Grava mal gradada en matriz arenosa de color gris. Las gravas son subredondeadas. El tamamño máximo de los bolos es de 38 cm. Contenido en bolos: >20cm = 20%; de 15 a 20cm = 15%; de 10 a 15cm = 15%; de 5 a 10cm = 15%; de 0,2 a 5cm= 20%; arenas = 15%.				MA	1,20-4,00	
3,3	5,1	2,1			GP. Grava mal gradada formada por gravas con bolos y arenas. Los bolos son de subangulosos a subredondeados alcanzando un tamaño máximo de 40 cm. Las gravas son polimícticas y subangulosas. El tamaño de bolo promedio aumenta con respecto al nivel anterior. Porcentajes: >30cm = 10%; de 20 a 30cm = 15%; de 10 a 20cm = 10%; de 5 a 10cm = 30%; de 0,2 a 5cm = 20%; arenas = 15%.					3,50-3,50	Densidad in situ
4,4											
5,5	6	0,9			ML-SM. Limo arenoso de color marrón anaranjado de plasticidad baja con indicios de gravilla subredondeada. Consistencia blanda en general y moderadamente firme localmente.				MA	5,10-6,10	
					CL. Arcilla limosa marrón claro, baja plasticidad y cons. blanda.						
6,6	6,6	0,39			ML. Limo arenoso marrón anaranjado de plasticidad baja y consistencia blanda y moderadamente firme.						
7,7	7,7	1,1			GM-GP. Gravas subredondeadas en matriz arenosa fina a limosa de color marrón anaranjado. Tamaño máximo de bolos de 30cm. Contenido en bolos: de 20 a 30cm = 10%; de 10 a 20cm = 15%; de 5 a 10cm = 20%; de 0,2 a 5cm = 25%; arena fina y limos = 30%.						
8,8	10	2,3			GP.Grava mal gradada formada por gravas y bolos en matriz arenosa gruesa de color marrón oscuro. Las gravas y bolos son polimícticas y subredondeadas alcanzando un tamaño máximo de 30 cm. Contenido en bolos: de 20 a 30cm = 15%; de 10 a 20cm = 15%; de 5 a 10cm = 10%; de 0,2 a 5cm = 30%; arena fina y limos: 30%.				MA	8,00-10,00	
9,9					*Fin de la calicata a la profundidad de 10 metros.*						
11,0											

ENSAYOS DE LABORATORIO

Granulometría % Paso					Plasticidad		Estado natural		Ensayo de corte			Proctor Modifi.		CBR (100%P.M.)	Clasificación	Contenidos		
max.	2 mm	0,4 mm	0,08 mm	2 µm	WL	WP	Humedad	D. seca (g/cm³)	Tipo	c (kp/cm²)	ϕ (°)	H. optima (%)	D. máx. (g/cm³)			M.O. (%)	SO3 (%)	CO3Ca (%)

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



MI: MUESTRA INALTERADA MA: MUESTRA ALTERADA MS: MUESTRA SACO MB: MUESTRA BOLSA MW: MUESTRA DE AGUA

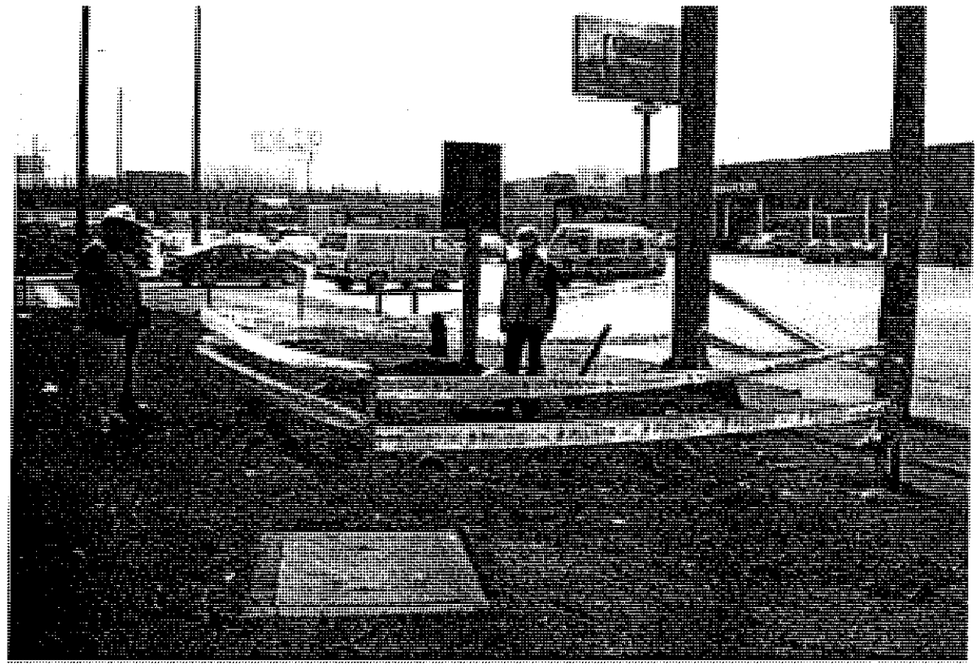
Q: CUARZO Ar: ARCILLA Ox: ÓXIDO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión

euroestudios

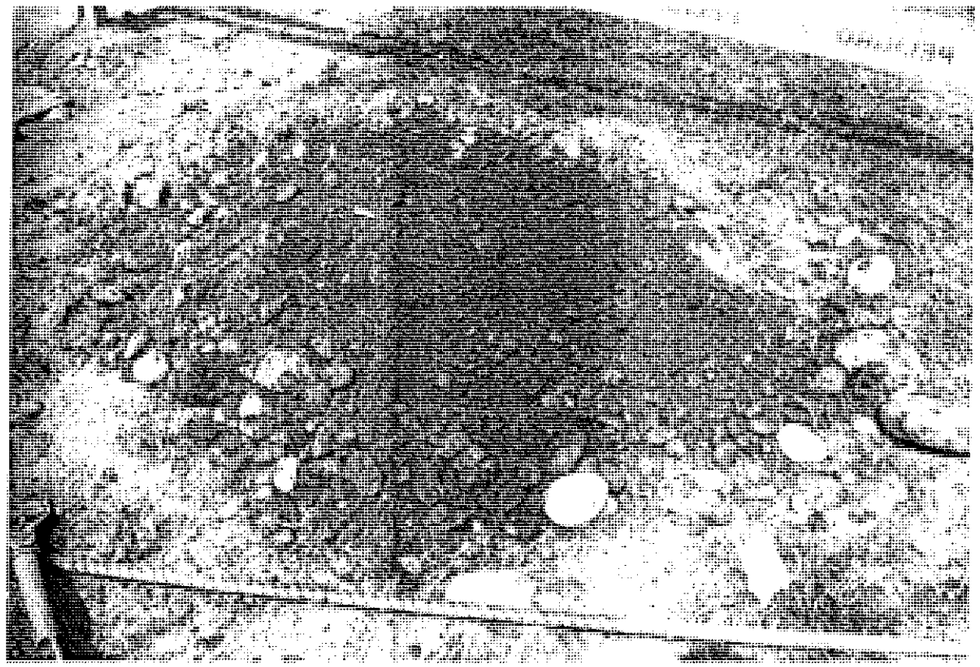
CALICATA Nº: C5 L2



Inicio calicata C5 L2



Acopio gravas de 0,8 a 5,1 m.



Acopio rellenos antrópicos



Detalle gravas de 0,8 a 5,1 m.

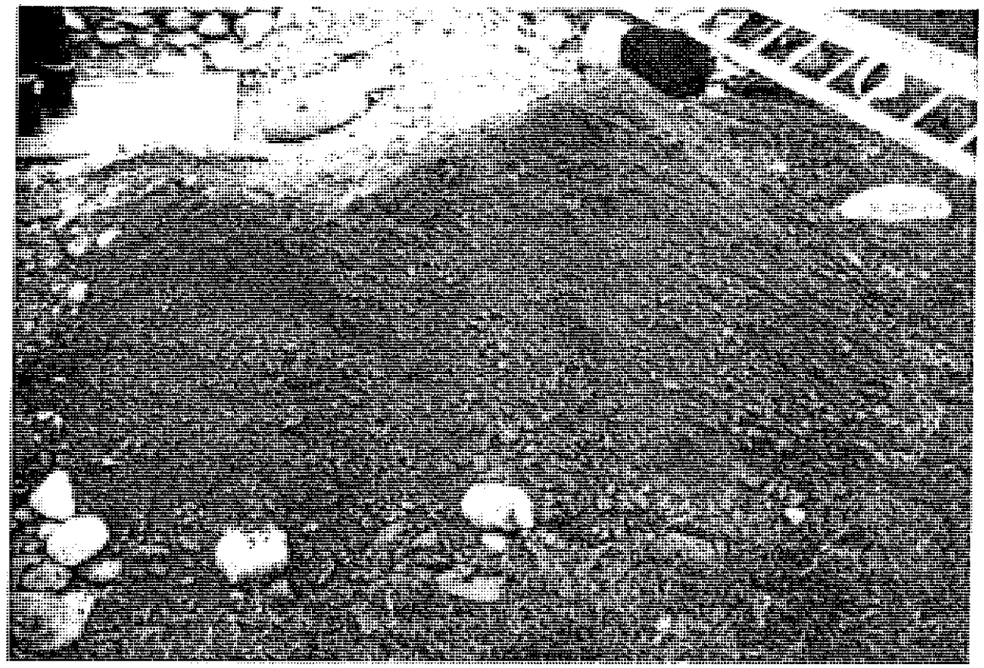
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión

012062

eurocstudios ayesa

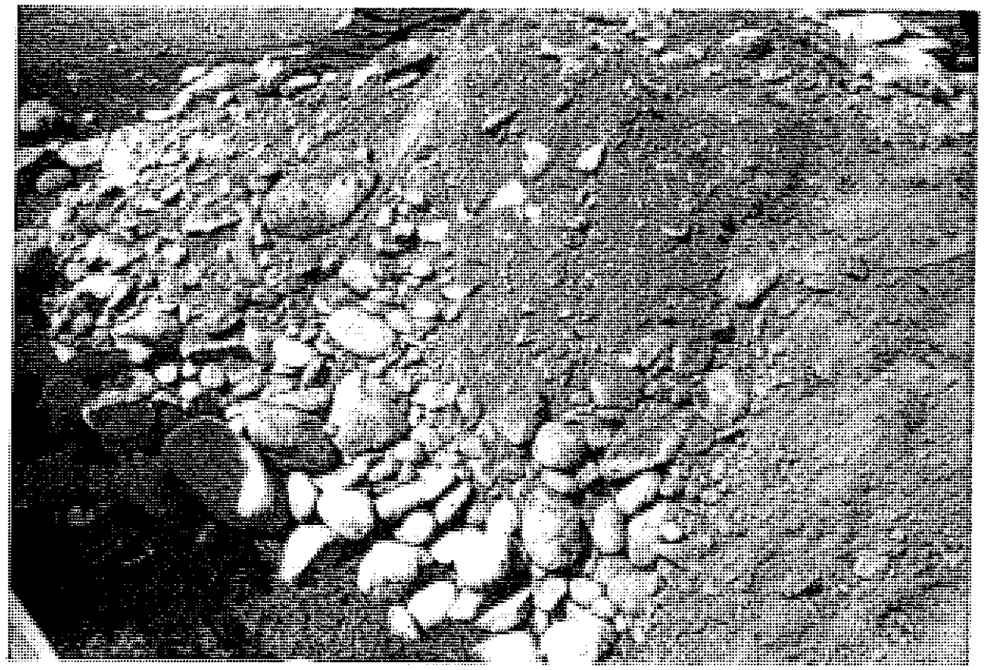
CALICATA Nº: C5 L2



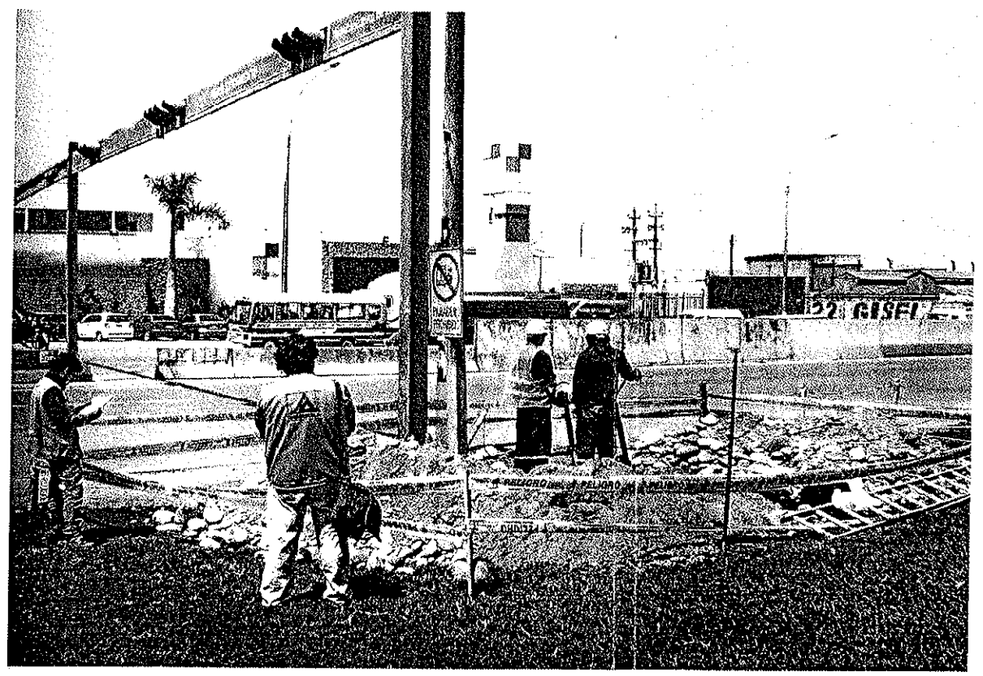
Acopio limos de 5,1 a 6 m



Acopio gravas de 7,7 a 10 m.



Acopio gravas de 6,6 a 7,7 m.



Gravas de 7,7 a 10 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 3. REGISTROS DE LA INVESTIGACIÓN GEOFÍSICA

[12467]

012064

INFORME

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"



Solicitado por:

GEOCONSULT S.A.
Calle Trinidad y Morán 890
Lince, Lima – Perú

Preparado por:

GEOINSTRUMENTS INTERNATIONAL S.A.C.

Septiembre – 2018

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.0 INTRODUCCIÓN 3
1.1. ANTECEDENTES 3
1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO 3
1.3. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 3
1.4. PERSONAL RESPONSABLE 3

2.0 DESCRIPCIÓN Y PRINCIPIO 4
2.1. PRINCIPIO DE REFRACCIÓN SÍSMICA 4
2.2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE REFRACCIÓN SÍSMICA 4
2.3. PRINCIPIO DE MASW 6
2.4. PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS GENERALES 7

3.0 INSTRUMENTOS PARA EL LEVANTAMIENTO GEOFÍSICO 8
3.1. EQUIPO DE REFRACCIÓN SÍSMICA (RF) 8
3.1.1. PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN DE REFRACCIÓN SÍSMICA 9
3.2. EQUIPO DE MASW 9

4.0 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO DE CAMPO 10

5.0 PROCESAMIENTO E INTERPRETACION 10
5.1. ANÁLISIS DE REGISTROS Y CALIFICACIÓN DE DATOS 11
5.2. PROCESAMIENTO DE DATOS 11
5.3. INTERPRETACIÓN 11

6.0 PRESENTACION DE RESULTADOS 12
6.1. REFRACCIÓN SÍSMICA 12
6.2. MASW 15

7.0 CONCLUSIONES 24

8.0 ANEXOS 25
8.1. PLANOS DE UBICACIÓN (PU-01) 26
8.2. PERFILES DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS 27
8.3. PERFILES DE MASW Y GRÁFICOS VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA 28
8.4. GALERÍA DE FOTOS 29
8.5. ECUACIONES MATEMÁTICAS (PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS) 35
8.6. TABLA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (NORMA IBC 2000 Y NEHRP) 37
8.7. TABLA DE DENSIDADES (TELLFORD ET AL, 2001.) 39

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La Empresa **GEOCONSULT S.A.** solicitó a la Empresa **GEOINSTRUMENTS INTERNATIONAL S.A.C.** la realización del Programa de Investigaciones de MASW y Refracción Sísmica "Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

1.2. Objetivos del Estudio

En general; el presente estudio permitirá obtener un modelo de velocidades (Vp y Vs) a manera de estratos y la potencia de los mismos; también, se calculará para cada perfil interpretado los parámetros dinámicos del modelo de velocidades definido para cada línea sísmica de estudio.

1.3. Ubicación de la Zona de Estudio

El Estudio Geofísico se realizó en la Provincia de Lima y la Provincia constitucional del Callao del Departamento de Lima.

La ubicación de las líneas geofísicas y los puntos MASW, con sus respectivas coordenadas, se presentan en el Anexo 8.1.

1.4. Personal Responsable

La supervisión y el control de calidad del estudio se encuentra bajo el cargo del Ing. Freddy Callo, el levantamiento en campo estuvo bajo la responsabilidad de la Ing. Rocío Machaca.

En la tabla Nro. 1.1 se menciona a todo el personal que participó en el Estudio Geofísico.

Tabla Nro. 1.1: Personal Participante del Estudio Geofísico

Profesional	Cargo	Función
Ing. Freddy Ccallo	Ingeniero Geofísico	Control de calidad e interpretación del levantamiento geofísico
Ing. Rocío Machaca	Geofísica de Campo	Responsable del levantamiento en campo.
Ing. Anthony Lopez	Geofísico de Campo	Apoyo en campo
Ing. André Medina	Geofísico de Campo	Apoyo en campo
Ing. Wilber Quispe	Geólogo de Campo	Apoyo en campo

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.0 DESCRIPCIÓN Y PRINCIPIO

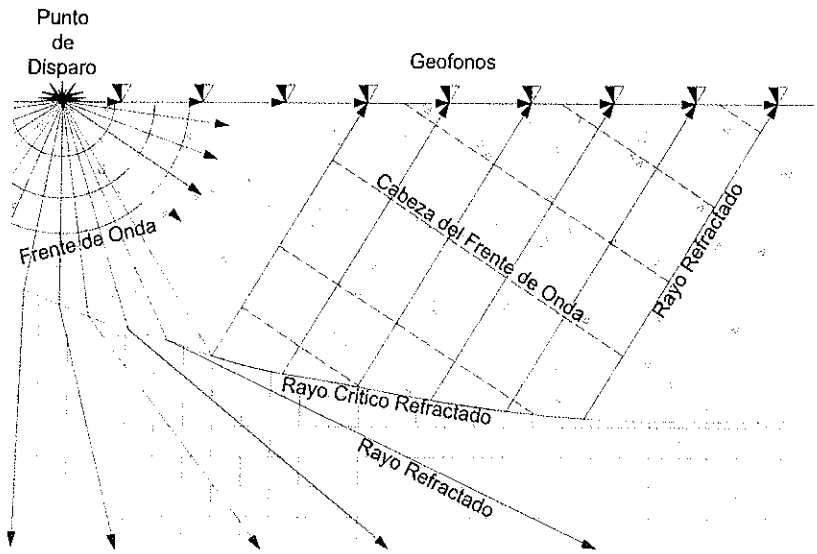
2.1. Principio de Refracción Sísmica

El principio de Refracción Sísmica se basa en la propagación de ondas sísmicas, ondas P, originadas mediante súbitas deformaciones del terreno originadas en la superficie (disparos de escopeta y/o iterativos golpes de una comba sobre una placa metálica). Dicho fenómeno de deformación de corteza generan frentes de onda que viajan por el subsuelo. Estos frentes de onda o simplemente ondas sísmicas, al encontrar interfaces entre dos medios con propiedades elásticas diferentes, provocan que parte de su energía continúe penetrando a mayor profundidad y otra parte viaje por la interfaz y regrese a la superficie donde es registrada por los geófonos.

La onda o fase sísmica P llega a los geófonos pasado un tiempo "ti" denominado Tiempo de Arribo, el cual va a depender principalmente de la distancia "di", comprendida entre el punto de disparo y su recorrido por el subsuelo hasta llegar al geófono. Sin embargo, este tiempo se ve afectado por las propiedades de elasticidad y de densidad del medio por el cual viaja. Cabe señalar que el método de refracción sísmica está limitado a determinar capas de velocidades crecientes con las profundidades de investigación.

2.2. Descripción del Método de Refracción Sísmica

Una vez establecidos los objetivos de la exploración sísmica y determinado el lugar del levantamiento, en cada línea sísmica se fijan los intervalos de espaciamiento Fuente – Geófonos (según arreglo de campo) y Geófono - Geófono (5 m), con la finalidad de obtener la mayor precisión en los tiempo de arribo en cada geófono a partir de la señal sísmica y lograr la profundidad requerida en los objetivos. En el esquema 2.1 se visualiza un arreglo de geófonos convencional.



Esquema 2.1: Tendido Sísmico Característico

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En general, el arribo de los frentes de onda produce vibraciones que son registrados en cada uno de los geófonos y estos son amplificados por el sismógrafo, para finalmente ser visualizados en la pantalla de una Computadora Personal. El Esquema 2.2 nos muestra un sismograma o vibración del terreno mediante la excitación artificial para un arreglo de 24 geófonos.

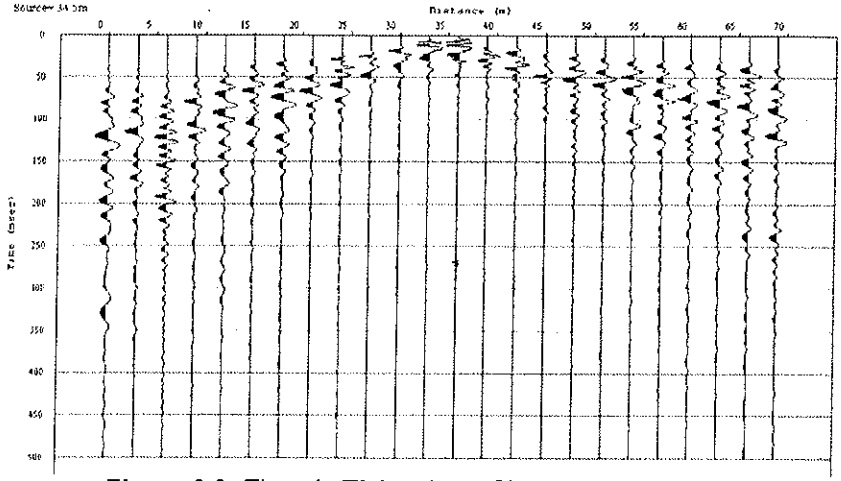


Figura 2.2: Ejemplo Típico de un Sismograma Sísmico

Los tipos de fases sísmicas empleados para estudios sísmicos aplicados a ingeniería son la "P" y la "S". La fase P, que es la que se emplea para estudios de Refracción Sísmica, se genera empleando explosivos, pistola, golpe con martillo semi-hidráulico, golpe al dejar caer un determinado cuerpo de una masa considerable y mediante un fuerte golpe con un martillo y/o comba.

Asimismo, en comparación con la fase P, la fase "S" tiene un mecanismo más complicado de generarse, para ello se emplean metodologías complejas en campo. El análisis de dicha fase se emplea en ingeniería para determinar los módulos elásticos dinámicos, períodos fundamentales de vibración, estabilidad de cortes para la construcción de bordos, presas, túneles, estabilidad de masas rocosas, construcción de plantas nucleares, puentes y edificios, entre otros.

Del mismo modo, el análisis de la onda o fase S, también conocida como señal de corte, se ve dificultado por la presencia en el registro de otras fases que se generan por el tránsito de la energía en el subsuelo conocidas como fases por refracciones, por reflexión, por difracción y fases superficiales (Rayleigh y Love); así también por el ruido natural y cultural.

Básicamente existen cuatro métodos geofísicos para obtener las Velocidades de las ondas de corte, "Vs", ellas son: Cross hole, Down hole, Up hole, y MAWS, esta última es la manera más común, mediante geófonos de componentes horizontal. Sin embargo, en casos prácticos y de manera indirecta y empleando relaciones matemáticas, se le puede obtener.

Geoinstruments
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 2.1: Relación de Velocidades (Vp/Vs) con valores de Poisson (σ)

Vp/Vs	*1.63*	*1.73*	*1.87*
σ	*0.20*	*0.25*	*0.30*

De la Tabla 2.1, se puede indicar que los valores a utilizarse dependen fundamentalmente de las condiciones físicas del medio en el cual se propagan las ondas sísmicas, por lo tanto el coeficiente de Poisson debería ser similar, sin embargo la relación no se presenta así por lo que se infiere que el interior del suelo no es homogéneo y para ello se llevaron a cabo métodos como el de Wadati para determinar directamente las proporciones de Vp/Vs, siendo este método utilizado ampliamente para el análisis de estructuras (Ukawa y Fukao, 1981).

2.3. Principio de MASW

El ensayo MASW, o Análisis de Ondas Superficiales en Arreglo Multicanal, se define según la dispersión o el cambio en velocidad de fase respecto a la frecuencia, la cual es la propiedad fundamental utilizada en métodos de onda de superficie. La velocidad de onda de corte puede ser derivada invirtiendo la velocidad de fase dispersiva de las ondas superficiales. La dispersión de ondas de superficie puede ser significativa en presencia de capas de velocidad, lo cual es común en ambientes cercanos a la superficie (superiores a 100 m). Existen otros tipos de ondas de superficie (ondas que se propagan a lo largo de la superficie de la tierra), pero para esta aplicación, se enfoca en las ondas Rayleigh, también conocidas como "ground roll". Por ello, el termino onda superficial, cuando se usa en la SASW (Spectral Analysis of Surface Wave), MASW (Multichannel Analisys of Surface Wave) o MAM (Micro-Tremor Array Measurement) refiere básicamente a las ondas Rayleigh.

Existen dos maneras en que las ondas superficiales son generadas: Fuentes activas, cuando la energía es ocasionada intencionalmente en una ubicación específica, registrando los datos en el momento en que se genera la energía. Asimismo, también existen las fuentes pasivas, o estudios de micro tremores donde el registro y el movimiento son continuos, la energía ambiental es generada por ruido cultural, tráfico, fábricas, viento, movimiento ondulatorio, entre otros; y es registrada.

La energía de las ondas de superficie decae exponencialmente con la profundidad. La energía, o también amplitud de una frecuencia en particular, es dependiente de la relación entre la profundidad y la longitud de onda. Entonces, para cada frecuencia, la amplitud decrece proporcional a la profundidad e inverso a la longitud de onda. Esto significa que para una longitud de onda más larga (periodo más largo y frecuencia más baja), las ondas superficiales viajan más profundo y de este modo contiene más información de una estructura de velocidad más profunda; sin embargo, para una longitud de ondas más corta (periodo corto y alta frecuencia) la onda de superficie viaja a poca

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

profundidad y de este modo contiene más información de estructuras de velocidad más superficiales.

Por su naturaleza y proximidad al dispositivo de geófonos, se puede decir que las fuentes activas de ondas superficiales resuelven la estructura de velocidad poco profunda; y las fuentes pasivas de ondas superficiales muestran la estructura de velocidad profunda. A partir de la sección superficial se puede tener un impacto relativamente grande en el perfil de velocidad de onda de corte promedio, esto es importante para mostrar suficientemente las variaciones en profundidades más superficiales.

2.4. Parámetros Pseudo Dinámicos Generales

Velocidad de Corte: Las ondas S (secundarias), son ondas en las cuales el desplazamiento es transversal a la dirección de propagación. Su velocidad es menor que la velocidad de las ondas primarias, para este estudio es obtenida a través del MASW.

Debido a ello, éstas aparecen en el terreno después que las primeras ondas. La velocidad de propagación de las ondas S en medios isótropos y homogéneos depende del módulo de corte μ y de la densidad ρ del material siendo su relación:.

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Módulo de Poisson: Nombrado en honor a Simeon Poisson, es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de una partícula de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.

Si se toma un prisma mecánico fabricado en el material cuyo coeficiente de Poisson pretendemos medir y se somete este prisma a una fuerza de tracción aplicada sobre sus bases superior e inferior, el coeficiente de Poisson se puede medir como: la razón entre el alargamiento longitudinal producido divido por el acortamiento de una longitud situada en un plano perpendicular a la dirección de la carga aplicada. Este valor coincide igualmente con el cociente de deformaciones, de hecho la fórmula usual para el Coeficiente de Poisson es:

$$\nu = -\frac{\epsilon_{lat}}{\epsilon_{long}}$$

Módulo de Corte y Volumétrico: No obstante, en mecánica de suelos suele trabajarse con otros dos parámetros elásticos, el módulo volumétrico K y el módulo de corte G, que dividen las deformaciones elásticas o recuperables en una parte volumétrica (cambio de volumen manteniendo la forma) y en una parte distorsional (cambio de forma

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

manteniendo el volumen), respectivamente. Ambos pueden obtenerse a partir de los valores de E (Modulo de Young) y v (Velocidad) tal como se expone a continuación.

$$K = \frac{E}{3(1-2v)} \qquad G = \frac{E}{2(1+v)}$$

Módulo de Young: El módulo de elasticidad o módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se tracciona una barra, aumenta de longitud, no disminuye. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young.
Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente con base al ensayo de tracción del material.

Como se ha explicado para un material elástico lineal el módulo de elasticidad longitudinal es una constante (para valores de tensión dentro del rango de reversibilidad completa de deformaciones). En este caso su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y de la deformación que aparecen en una barra recta estirada que esté fabricada en el material para el cual pretendemos estimar el módulo de elasticidad de la siguiente manera:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

Todos estos parámetros son estimados y determinados cuantitativamente en laboratorio, pero determinado los valores de la velocidad de la onda P (Vp) en cada registro y la densidad (d) definida por cada capa sísmica, se pueden calcular matemáticamente los parámetros pseudo dinámicos.

3.0 INSTRUMENTOS PARA EL LEVANTAMIENTO GEOFÍSICO

De acuerdo a la política de la empresa los instrumentos utilizados son de alta tecnología y calidad y cuyo formato de adquisición es digital.
La necesidad de usar este tipo de equipos es para que el cliente pueda analizar a través de diversos softwares especializados la calidad de los datos o la reinterpretación de las mismas.

3.1. Equipo de Refracción Sísmica (RF)

El levantamiento se realizó empleando el siguiente equipo:

- Sismógrafo de marca Geometrics, modelo ES-3000. Incluye accesorios

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Computadora personal con software de adquisición ESOS
- Un cable sísmicos de 24 canales
- 24 geófonos 14.5 Hz.
- Cable de contacto de Percutor Sísmico (HammerSwitch Cable)
- Percutor sísmico
- Baterías de 12 V

La unidad de registro es controlada a través de una computadora portátil usando el software ESOS, el cual incluye rutinas de lecturas interactivas de los primeros arribos de las ondas refractadas, que sirven para optimizar la toma de datos. Esta opción de lectura permite sumar datos de múltiples impactos, permitiendo mejorar la señal sísmica/ruido. Con ello se podrá definir mejor los cambios de velocidad en profundidad y así poder determinar el número de capas para cada estudio.

3.1.1. Parámetros de Adquisición de Refracción Sísmica

Los parámetros de levantamiento de campo son los siguientes:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Mediciones	*t*, Tiempo de Arribo de P
Arreglo de geófonos	24 unidades
Intervalo entre geófonos	3 m.
Ganancia de Pre amplificación	24Db.
Filtros	No se utilizó
Intervalo de muestreo	0.250 milisegundos
Fuente de Tiro	Percutor sísmico.
Formato de Grabación	archivos *.dat

3.2. Equipo de MASW

Para este levantamiento, se empleó el mismo equipo que la refracción sísmica, pero adicionando algunos accesorios:

- ✓ 02 Sismógrafos Digitales de 24 canales; Marca Geometrics y Modelo ES-3000.
- ✓ Laptop de 8 celdas con software de adquisición Seismodule Controller.
- ✓ 01 cable sísmico de 24 canales con espaciamiento de 3 metros entre geófonos.
- ✓ 24 Geófonos de 4.5 Hz.
- ✓ Cable de contacto entre percutor sísmico y sismógrafo (Hammer Switch).
- ✓ Cable poder de 12 V.
- ✓ Cable interface sismógrafo a laptop (ethernet).
- ✓ Comba de 20 libras.
- ✓ Placa metálica de 25x25 cm.
- ✓ 2 Baterías de 12 Voltios.
- ✓ 100 metros de cable mellizo.
- ✓ 01 caja de herramientas.
- ✓ 04 radios Motorola de comunicación.

Geoinstruments
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- ✓ Equipo de protección personal (guantes, chalecos, cascos y zapatos de protección).

4.0 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO DE CAMPO

El procedimiento de campo está dado por las siguientes etapas:

- **Reconocimiento de la Zona de Estudio**. Consiste en hacer un análisis visual de las características del terreno, evaluando la accesibilidad y los riesgos/peligros que puedan suscitarse. El resultado de este proceso es mejorar y hasta replantear la ubicación y dirección de las líneas de planteadas en el proyecto, sin causar alguna variación en los objetivos trazados.

- **Instalación de Equipos y Cables**. Este proceso permite ubicar el equipo adecuado, según el número de tendidos previamente planificado. Asimismo, se procede a instalar los cables y los equipos de medición en campo. Cabe señalar que los puntos de adquisición podrán modificarse conforme se adquiere los datos con la intensión de mejorar la adquisición y lograr la mejor adquisición de datos.

- **Toma de Datos**. El operador del equipo (sismógrafo), geofísico de campo, define y califica los datos conforme se van adquiriendo, indicando repeticiones o cambio de fuentes de energía o posición del equipo, según sea conveniente o necesario para el levantamiento sobre superficie. Mientras que para el ensayo de pozo se debe reincide el golpe más fuerte y compacto para la aceptable adquisición.

- **Finalización de Toma de Datos.** En este proceso, culminados todo los shots el operador del equipo comunica al personal el recojo de todo los equipos para la movilización a otro punto. Cabe señalar que al finalizar el levantamiento el responsable de grupo verifica y visualiza la zona de trabajo con la intensión de cerciorarse si todo el equipo fue recogido y si no hay restos contaminantes. Caso se presentara, el personal tiene la obligación y responsabilidad ambiental de mitigar el efecto.

5.0 PROCESAMIENTO E INTERPRETACION

El procesamiento e interpretación para los métodos de Refracción Sísmica y MASW se hace netamente en gabinete, empleando para ello software especializados.

A continuación se menciona los criterios principales de procesamiento para este método.

Geoinstruments
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.1. Análisis de Registros y Calificación de Datos

El análisis de registros se aplica a los métodos de Refracción Sísmica y MASW, antes de realizar el procesamiento.

En este proceso se verifica y analiza cada una de las señales obtenidas en campo, calificando cada uno de los registros y sus repeticiones a fin de obtener el registro de mejor calidad para el procesamiento final de datos. Dicho proceso se realiza tanto para la información obtenida por el método de refracción sísmica como para el de MASW.

La calificación de datos consiste en verificar la información obtenida en campo, con el fin de discriminar aquellas que muestren baja calidad.

5.2. Procesamiento de Datos

Para el caso de la refracción sísmica, en este proceso se determina el tiempo de arribo de cada señal en cada registro. Para ello se hace uso del software llamado Pickwin versión 3.14.

Una vez obtenidos los tiempos de arribo para cada geófono, a partir de ellos se obtiene las gráficas Tiempo - Distancia, llamadas también "Curvas Dromocrónicas". En dichas graficas se determinan los cambios de pendiente de los tiempos obtenidos para cada geófono, en forma de rectas, de lo cual se deduce por teoría que el inverso de la pendiente "mi" de cada una de las rectas ri, representa la Velocidad Aparente Vi, para un estrato i. La obtención de las velocidades y espesores de los estratos del modelo obtenido son realizados en el software de procesamiento denominado Plotefra. Dicho procedimiento incluye la corrección por topografía de cada geófono y punto de disparo (Ver Anexo 9.2 y Discusión de Resultados).

Para el caso del MASW, se emplea el paquete de software que corresponde al análisis de ondas superficiales llamado "Surface Wave Analysis Wizard", y el "WaveEq (Surface Wave Analysis)", con lo cual se determina primero un gráfico de Velocidad de fase vs. Frecuencia y la obtención de la curva de dispersión, para luego calcular mediante Inversión la variación en profundidad de la velocidad de Onda de Corte o "S".

5.3. Interpretación

Para la refracción sísmica, definidos los estratos de velocidades de cada perfil sísmico y sus potencias, se hace un análisis cualitativo correlacionando dicha información con las observaciones hechas en campo (geología) y apoyándose con información adicional proporcionada por calicatas, perforaciones y artículos de geología regional o local, si lo hubiera. Esto permitirá dar un mayor alcance de lo obtenido con geofísica.
Para el caso del MASW, el análisis y la interpretación es similar a la refracción.

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.0 PRESENTACION DE RESULTADOS

Los resultados e interpretación se muestran en las Tablas 6.1 al 6.32 y en el Anexo 8.2 y 8.3, se muestran los perfiles de Refracción Sísmica y MASW. El Perfil de Velocidad Final de la Onda de Corte para cada uno de los puntos de MASW, en los que se aprecia la diferenciación de capas de los perfiles en los que se realizó este ensayo.

6.1. Refracción Sísmica

Tabla 6.1 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-1/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-1/L2 (138 m)	01	333	0.2 – 0.8	Material de baja consolidación.
	02	635	2.0 – 3.3	Material de mediana consistencia.
	03	1067	> 30	Material compacto.

Tabla 6.2 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-2/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-2/L2 (138 m)	01	327	0.6 – 1.2	Material de baja consolidación.
	02	663	2.1 – 3.0	Material de mediana consistencia.
	03	1175	> 30	Material compacto.

Tabla 6.3 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-3/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-3/L2 (138 m)	01	395	0.1 – 1.1	Material de baja consolidación.
	02	710	1.9 – 2.5	Material de mediana consistencia.
	03	1236	> 30	Material compacto.

Tabla 6.4 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-4/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-4/L2 (69 m)	01	571	0.3 – 0.6	Material de baja consolidación.
	02	879	1.1 – 2.5	Material de mediana consistencia.
	03	1231	> 30	Material compacto.

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.5 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-5/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-5/L2 (69 m)	01	475	0.5 – 1.0	Material de baja consolidación.
	02	723	1.7 – 2.4	Material de mediana consistencia.
	03	1345	> 30	Material compacto.

Tabla 6.6 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-6/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-6/L2 (69 m)	01	565	1.7 – 4.0	Material de baja consolidación.
	02	859	3.5 – 8.6	Material de mediana consistencia.
	03	1299	> 30	Material compacto.

Tabla 6.7 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-6'/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-6'/L2 (69 m)	01	523	1.8 – 2.5	Material de baja consolidación.
	02	833	3.8 – 5.4	Material de mediana consistencia.
	03	1230	> 30	Material compacto.

Tabla 6.8 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-7/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-7/L2 (69 m)	01	730	1.4 – 4.3	Material de baja consolidación.
	02	843	5.6 – 10.4	Material de mediana consistencia.
	03	1276	> 30	Material compacto.

Tabla 6.9 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-8/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-8/L2 (69 m)	01	303	0.4 – 0.8	Material de baja consolidación.
	02	922	3.8 – 5.0	Material de mediana consistencia.
	03	1440	> 30	Material compacto.

Geoinstruments
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.10 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-8'/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-8'/L2 (69 m)	01	303	0.3 – 0.9	Material de baja consolidación.
	02	975	3.2 – 4.7	Material de mediana consistencia.
	03	1493	> 30	Material compacto.

Tabla 6.11 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-9/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-9/L2 (69 m)	01	634	0.6 – 2.6	Material de baja consolidación.
	02	1012	4.0 – 7.3	Material de mediana a alta consistencia.
	03	1413	> 30	Material compacto.

Tabla 6.12 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-9'/L2**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-9'/L2 (69 m)	01	630	1.4 – 1.9	Material de baja consolidación.
	02	1032	4.7 – 5.7	Material de mediana a alta consistencia.
	03	1430	> 30	Material compacto.

Tabla 6.13 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-1/L4**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-1/L4 (69 m)	01	365	0.7 – 1.1	Material de baja consolidación.
	02	567	2.5 – 3.8	Material de mediana consistencia.
	03	1132	> 30	Material compacto.

Tabla 6.14 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-2/L4**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-2/L4 (138 m)	01	399	0.4 – 1.0	Material de baja consolidación.
	02	678	2.1 – 3.0	Material de mediana consistencia.
	03	1057	> 30	Material compacto.

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.15 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-3/L4**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-3/L4 (138 m)	01	514	1.1 – 1.9	Material de baja consolidación.
	02	975	4.2 – 5.5	Material de mediana consistencia.
	03	1162	> 30	Material compacto.

Tabla 6.16 Resultados e Interpretación de la Línea Sísmica **PS-3'/L4**

Línea Sísmica	Estratos	Vp (m/s)	Espesor (m)(*)	Descripción
PS-3'/L4 (69 m)	01	419	0.8 – 1.4	Material de baja consolidación.
	02	865	3.5 – 5.0	Material de mediana consistencia.
	03	1118	> 30	Material compacto.

6.2. MASW

Los valores de velocidad de onda de corte, obtenidos en el presente estudio se indican hasta una profundidad de investigación de 30.0m. la cual corresponde a la arrojada por el algoritmo de Inversión del software de interpretación y los parámetros ingresados para el cálculo.

Tabla 6.17 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-1/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	308.46	308.46
1.07	198.88	198.88
2.31	210.10	210.10
3.71	241.85	241.85
5.27	281.40	281.40
7.01	359.83	359.83
8.90	452.07	452.07
10.96	505.93	505.93
13.19	526.75	526.75
15.58	546.02	546.02
18.13	576.97	576.97
20.85	612.97	612.97
23.74	651.48	651.48
26.79	805.28	805.28
30.00	865.16	865.16
Vs 30	**476.21**	**425.44**

Geoinstruments
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.18 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-2/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	238.89	238.89
1.07	165.40	165.40
2.31	186.31	186.31
3.71	251.26	251.26
5.27	280.09	280.09
7.01	312.00	312.00
8.90	351.48	351.48
10.96	392.56	392.56
13.19	427.93	427.93
15.58	464.12	464.12
18.13	477.39	477.39
20.85	498.57	498.57
23.74	558.69	558.69
26.79	622.96	622.96
30.00	829.75	829.75
Vs 30	**403.83**	**362.81**

Tabla 6.19 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-3/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	479.00	479.00
1.07	477.25	477.25
2.31	431.87	431.87
3.71	469.37	469.37
5.27	592.82	592.82
7.01	712.27	712.27
8.90	779.94	779.94
10.96	801.34	801.34
13.19	808.30	808.30
15.58	810.39	810.39
18.13	834.17	834.17
20.85	855.52	855.52
23.74	911.22	911.22
26.79	969.51	969.51
30.00	1319.27	1319.27
Vs 30	**750.15**	**717.52**

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.20 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-4/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	363.60	363.60
1.07	318.91	318.91
2.31	403.71	403.71
3.71	523.64	523.64
5.27	564.51	564.51
7.01	674.00	674.00
8.90	743.43	743.43
10.96	766.65	766.65
13.19	771.44	771.44
15.58	795.04	795.04
18.13	803.59	803.59
20.85	870.23	870.23
23.74	910.45	910.45
26.79	928.85	928.85
30.00	1534.65	1534.65
Vs 30	**731.51**	**671.79**

Tabla 6.21 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-5/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	335.23	335.23
1.07	324.52	324.52
2.31	324.35	324.35
3.71	431.21	431.21
5.27	509.74	509.74
7.01	550.59	550.59
8.90	602.04	602.04
10.96	661.13	661.13
13.19	716.86	716.86
15.58	744.53	744.53
18.13	769.72	769.72
20.85	791.17	791.17
23.74	843.34	843.34
26.79	837.72	837.72
30.00	1161.47	1161.47
Vs 30	**640.24**	**600.24**

Geoinstruments
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.22 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-6/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	533.03	533.03
1.07	527.57	527.57
2.31	480.74	480.74
3.71	450.01	450.01
5.27	488.23	488.23
7.01	598.00	598.00
8.90	688.96	688.96
10.96	739.67	739.67
13.19	766.02	766.02
15.58	786.29	786.29
18.13	832.48	832.48
20.85	850.59	850.59
23.74	906.69	906.69
26.79	1070.85	1070.85
30.00	1208.42	1208.42
Vs 30	**728.50**	**700.05**

Tabla 6.23 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-6'/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	369.25	369.25
1.07	325.09	325.09
2.31	401.17	401.17
3.71	517.10	517.10
5.27	527.69	527.69
7.01	538.76	538.76
8.90	591.69	591.69
10.96	641.96	641.96
13.19	673.98	673.98
15.58	682.53	682.53
18.13	673.63	673.63
20.85	704.89	704.89
23.74	767.50	767.50
26.79	845.78	845.78
30.00	1285.62	1285.62
Vs 30	**636.44**	**598.04**

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.24 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-7/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	389.59	389.59
1.07	380.10	380.10
2.31	330.73	330.73
3.71	460.58	460.58
5.27	572.52	572.52
7.01	600.77	600.77
8.90	591.08	591.08
10.96	577.68	577.68
13.19	608.44	608.44
15.58	667.94	667.94
18.13	716.83	716.83
20.85	786.67	786.67
23.74	874.91	874.91
26.79	987.23	987.23
30.00	1238.90	1238.90
Vs 30	**652.27**	**610.88**

Tabla 6.25 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-8/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	569.58	569.58
1.07	565.40	565.40
2.31	548.15	548.15
3.71	536.62	536.62
5.27	543.94	543.94
7.01	597.68	597.68
8.90	618.80	618.80
10.96	636.76	636.76
13.19	657.98	657.98
15.58	697.65	697.65
18.13	709.95	709.95
20.85	765.01	765.01
23.74	792.75	792.75
26.79	926.67	926.67
30.00	1015.69	1015.69
Vs 30	**678.84**	**667.69**

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.26 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-8'/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	376.16	376.16
1.07	328.40	328.40
2.31	392.41	392.41
3.71	523.92	523.92
5.27	587.12	587.12
7.01	625.62	625.62
8.90	651.92	651.92
10.96	649.88	649.88
13.19	644.70	644.70
15.58	637.34	637.34
18.13	637.43	637.43
20.85	667.04	667.04
23.74	683.44	683.44
26.79	686.44	686.44
30.00	913.08	913.08
Vs 30	**600.33**	**586.10**

Tabla 6.27 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-9/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	638.64	638.64
1.07	643.84	643.84
2.31	621.71	621.71
3.71	583.90	583.90
5.27	555.54	555.54
7.01	587.35	587.35
8.90	668.64	668.64
10.96	770.42	770.42
13.19	856.75	856.75
15.58	940.76	940.76
18.13	983.90	983.90
20.85	1010.15	1010.15
23.74	1020.75	1020.75
26.79	1159.91	1159.91
30.00	1237.92	1237.92
Vs 30	**818.68**	**795.13**

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.28 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-9'/L2.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	413.11	413.11
1.07	358.67	358.67
2.31	412.51	412.51
3.71	550.75	550.75
5.27	621.34	621.34
7.01	664.02	664.02
8.90	691.77	691.77
10.96	723.35	723.35
13.19	759.29	759.29
15.58	800.41	800.41
18.13	827.97	827.97
20.85	865.76	865.76
23.74	883.23	883.23
26.79	945.59	945.59
30.00	1011.93	1011.93
Vs 30	**701.98**	**685.20**

Tabla 6.29 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-1/L4.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	234.83	234.83
1.07	197.55	197.55
2.31	289.93	289.93
3.71	343.55	343.55
5.27	365.22	365.22
7.01	362.75	362.75
8.90	359.38	359.38
10.96	388.52	388.52
13.19	456.10	456.10
15.58	518.37	518.37
18.13	569.40	569.40
20.85	594.83	594.83
23.74	657.29	657.29
26.79	729.39	729.39
30.00	952.11	952.11
Vs 30	**467.95**	**425.68**

Geoinstruments
International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.30 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-2/L4.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	341.39	341.39
1.07	345.82	345.82
2.31	224.50	224.50
3.71	333.20	333.20
5.27	406.97	406.97
7.01	424.93	424.93
8.90	461.51	461.51
10.96	510.46	510.46
13.19	588.44	588.44
15.58	666.30	666.30
18.13	728.05	728.05
20.85	753.99	753.99
23.74	827.55	827.55
26.79	832.89	832.89
30.00	1204.35	1204.35
Vs 30	**576.69**	**515.53**

Tabla 6.31 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-3/L4.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	257.31	257.31
1.07	251.02	251.02
2.31	268.11	268.11
3.71	326.83	326.83
5.27	385.01	385.01
7.01	430.09	430.09
8.90	464.70	464.70
10.96	497.71	497.71
13.19	531.05	531.05
15.58	570.50	570.50
18.13	627.56	627.56
20.85	680.10	680.10
23.74	688.32	688.32
26.79	739.39	739.39
30.00	858.55	858.55
Vs 30	**505.08**	**474.35**

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Tabla 6.32 Velocidad obtenida de la onda de Corte del **MASW-3'/L4.**

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	382.70	382.70
1.07	253.65	253.65
2.31	200.10	200.10
3.71	362.94	362.94
5.27	461.71	461.71
7.01	456.83	456.83
8.90	455.22	455.22
10.96	527.05	527.05
13.19	636.93	636.93
15.58	741.25	741.25
18.13	794.00	794.00
20.85	806.20	806.20
23.74	792.88	792.88
26.79	883.59	883.59
30.00	883.59	883.59
Vs 30	**575.91**	**523.36**

Nota: Las 4 líneas con apóstrofo (PS'6/L2, PS'8/L2, PS'9/L2 y PS3'/L4) fueron hechas en otra ubicación (Ver planos de ubicación).

Geoinstruments

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.0 CONCLUSIONES

- En cada perfil de Refracción Sísmica, se insertó la sección topográfica, empleando los tiempos de arribo determinados con la mejor precisión, con la finalidad de obtener lo más real la secuencia de las capas interpretadas, además se correlacionó con los puntos de MASW en todas las líneas sísmicas.

- En general; en todas las secciones de refracción sísmica, se ha definido 3 capas de acuerdo a la variación de velocidad Vp que depende de la composición del material, compacidad del suelo y presencia de líquidos, ver Anexo 8.2.

- El modelo de velocidad de onda de Corte calculado para cada disparo tiene un alto grado de certeza, tal como lo muestran la concordancia entre la curva teórica con la obtenida en campo, la cual se aprecia en el Anexo 8.3, las cuales corresponden a la adquisición de datos en modo Inverso.

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

8.0 ANEXOS

Geoinstruments

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

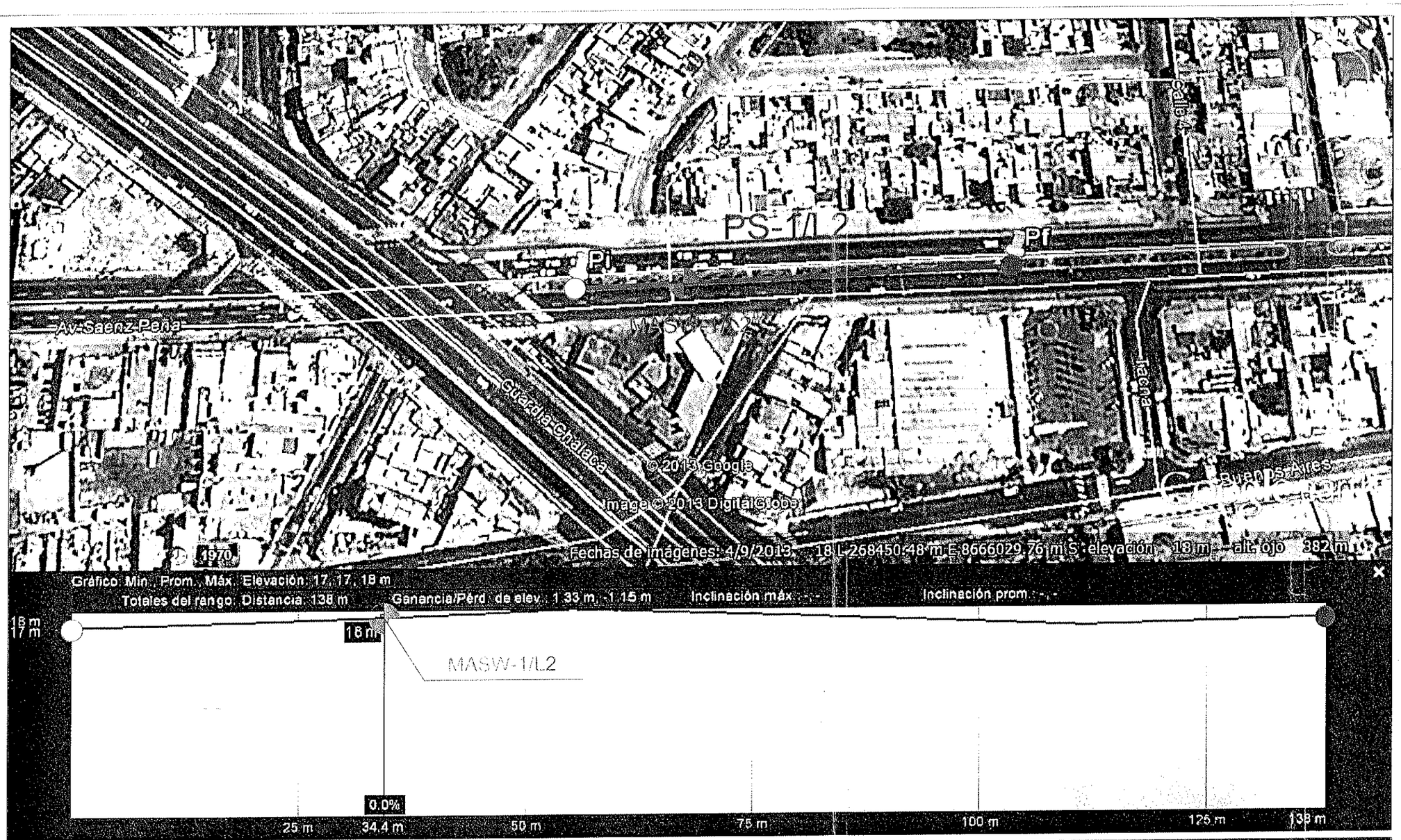
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

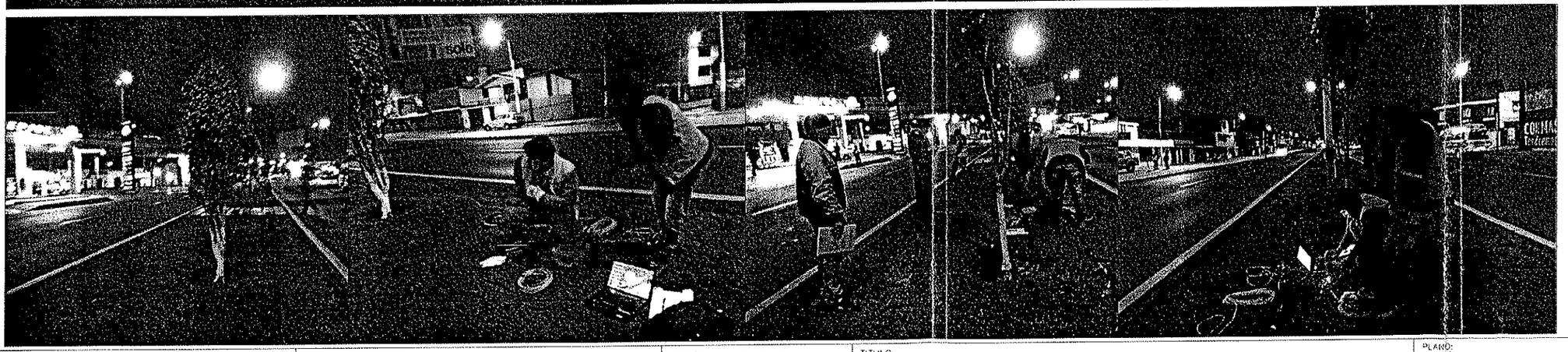
8.1. PLANOS DE UBICACIÓN (PU-01)

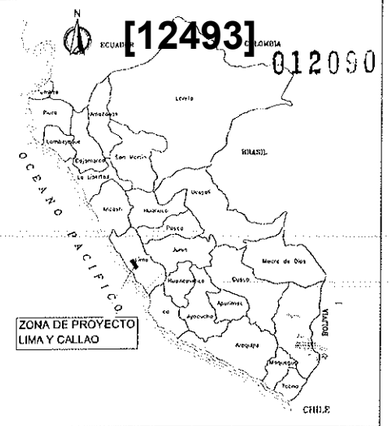
Geoinstruments International

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE	
PS-1/L2	8665028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666400	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283059	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287056	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290519	INICIO
	8669623	290571	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
⊙	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

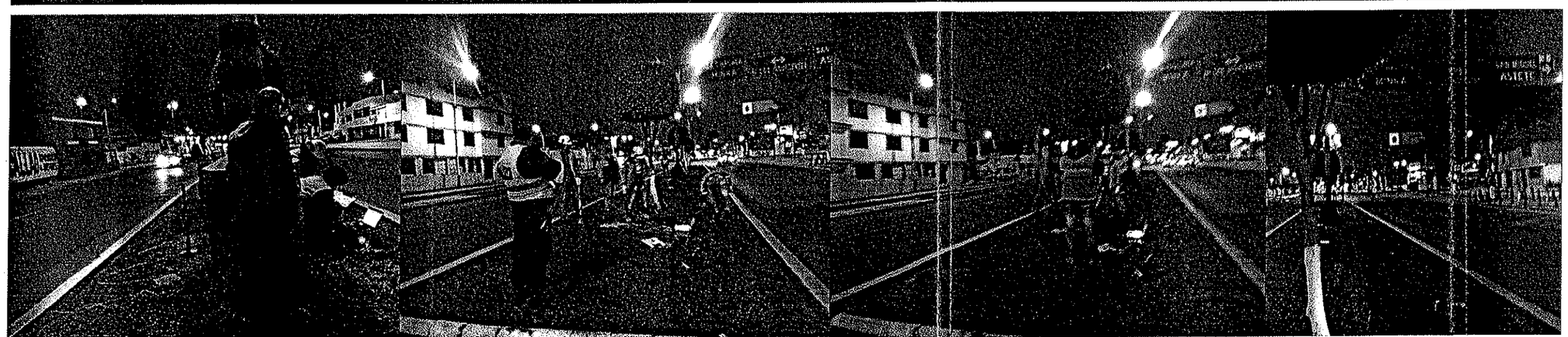
PLANO: UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

PU-01

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
PS'	LÍNEA SÍSMICA
	PUNTO MASW
	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Maonaco C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

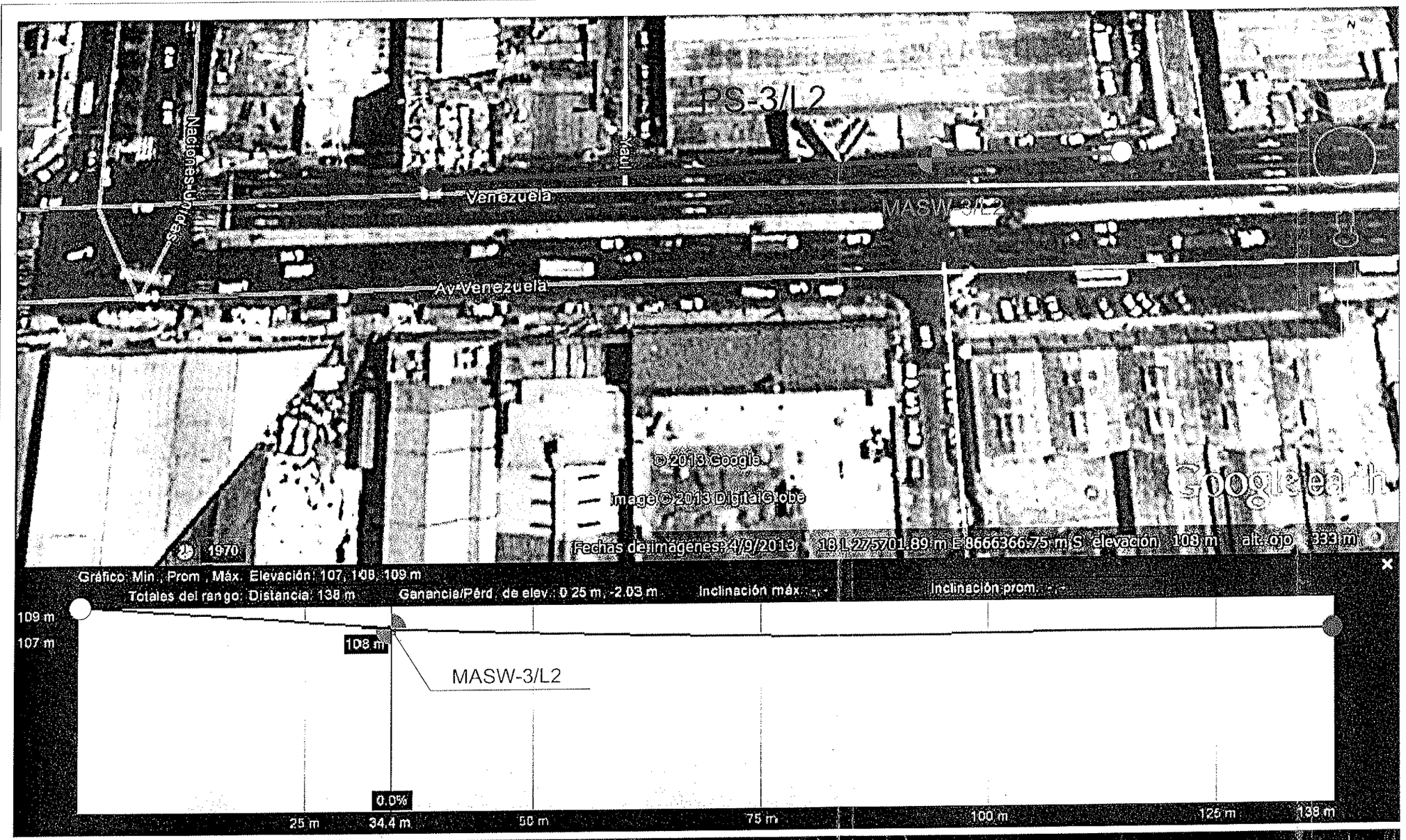
TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:
UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

PU-02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665958	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666874	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665828	281730
MASW-6/L2	8665581	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671533	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
○	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International

DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccollo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccollo H.

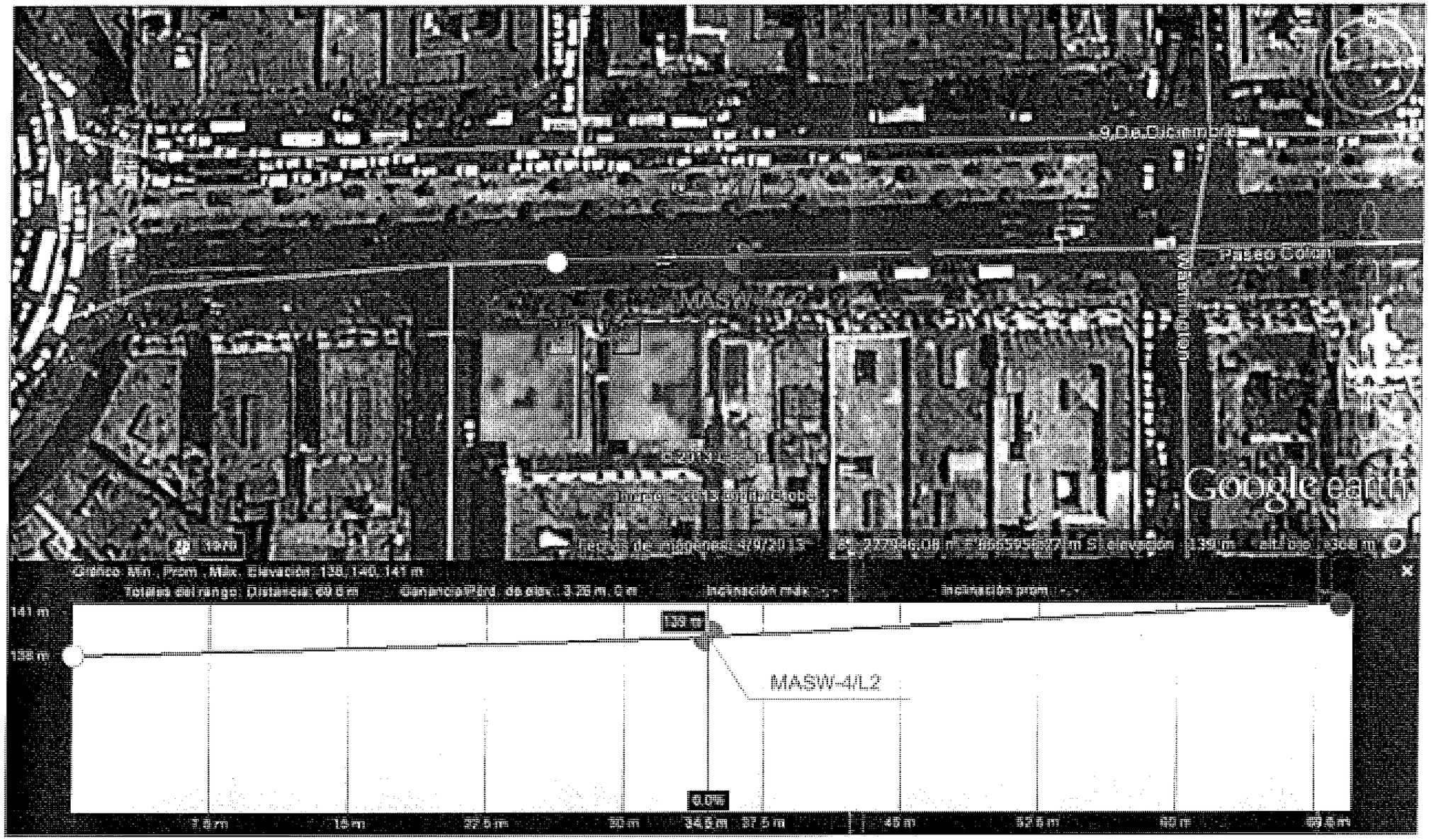
TITULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:
UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

PU-03

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





[12496]

012093



COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666376	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290545
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
⊙	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International

DISEÑO: Ing. Rocío Maonoca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

PU-04

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666454	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665908	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284502	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS"	LÍNEA SÍSMICA
	PUNTO MASW
	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Maenaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:
UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

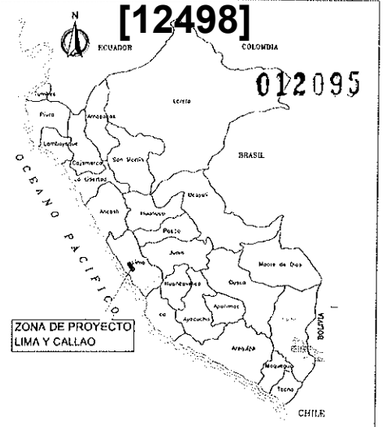
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

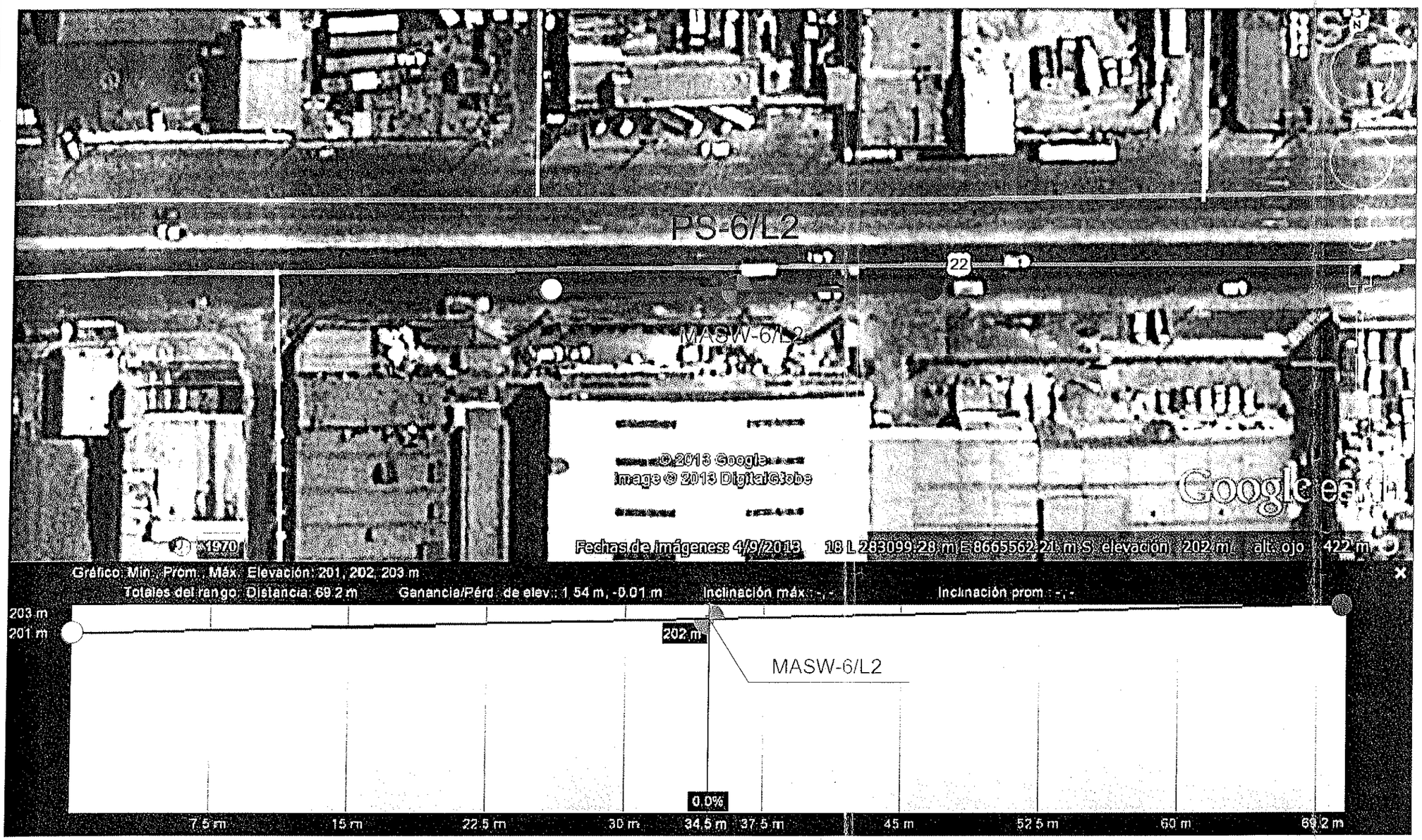
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PU-05

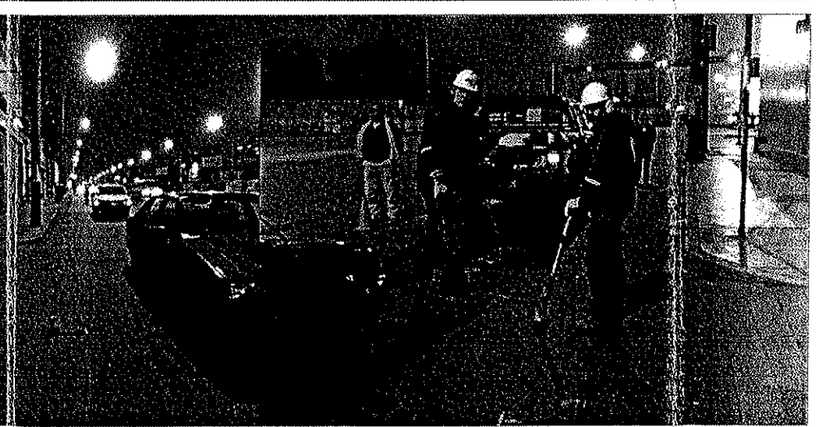
[12498]

012095









COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283513	INICIO
	8665537	283583	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665918	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669523	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271587	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666398	275745
MASW-4/L2	8665965	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269965
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
○	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Coello H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Coello H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

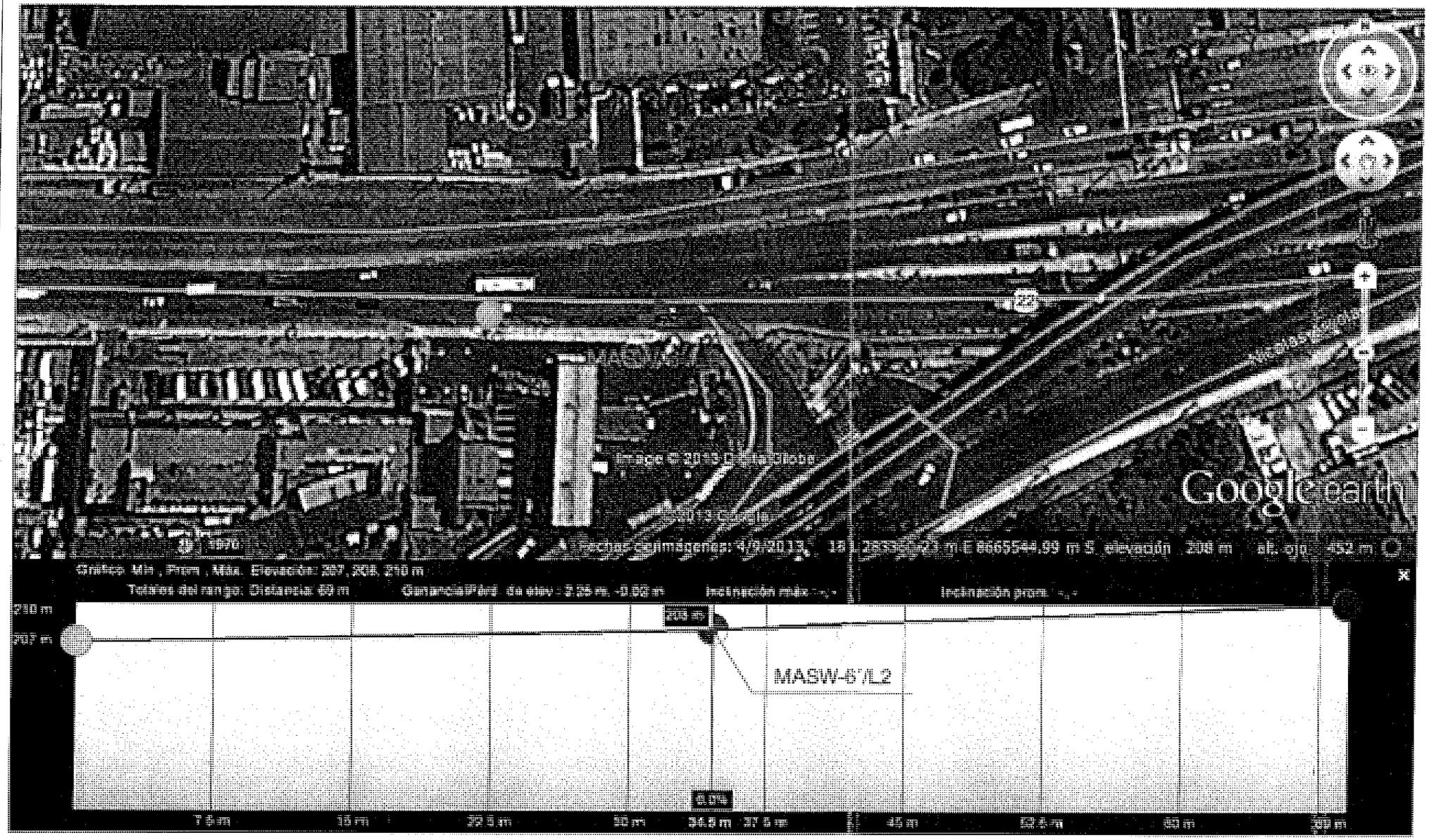
ESCALA:	GRÁFICA	REV: 00
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013	

PU-06

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12499]

012096





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666484	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666405	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667057	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271065
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS"	LÍNEA SÍSMICA
	PUNTO MASW
	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International

DISEÑO: Ing. Rocio Machaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

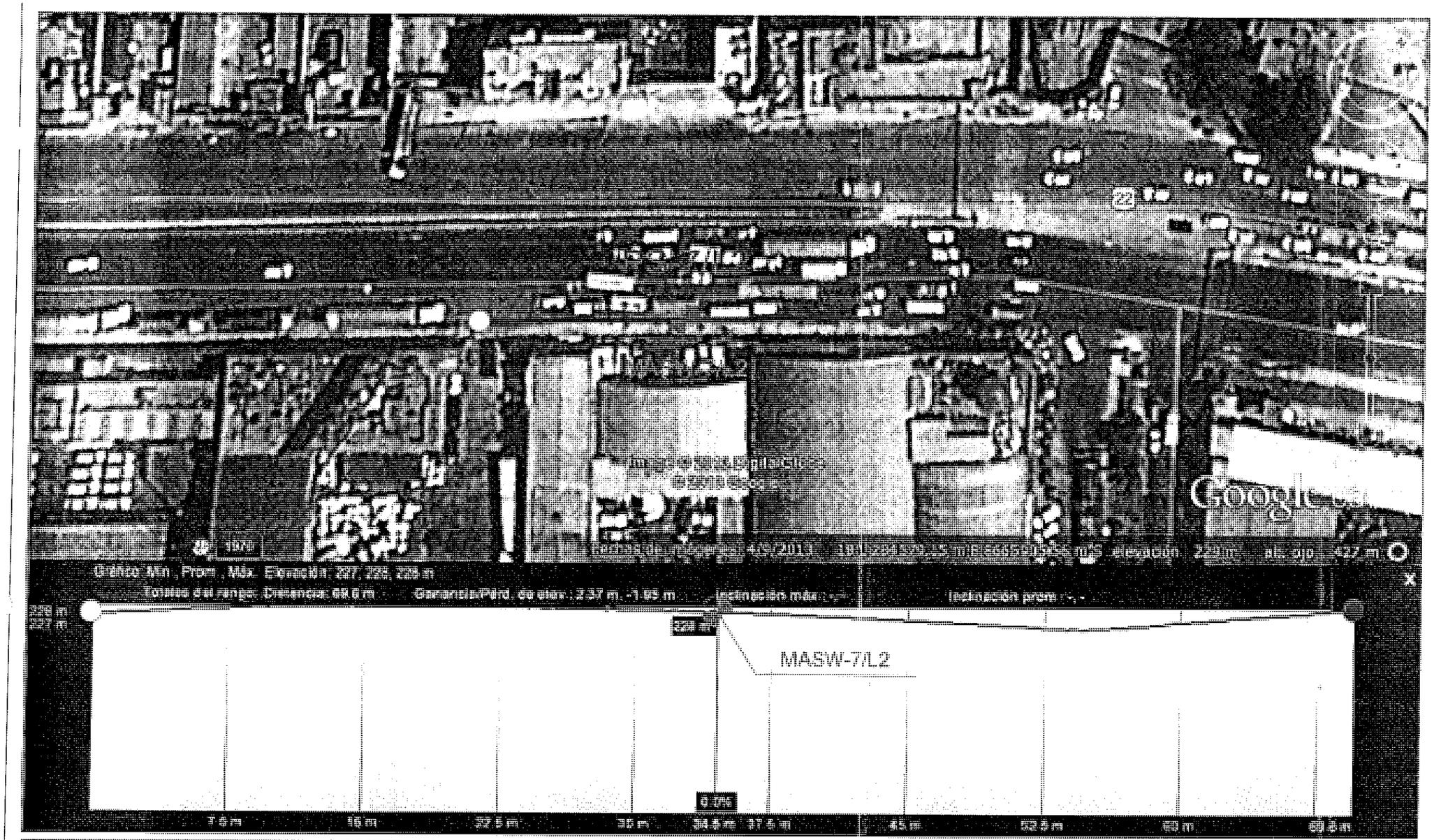
TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

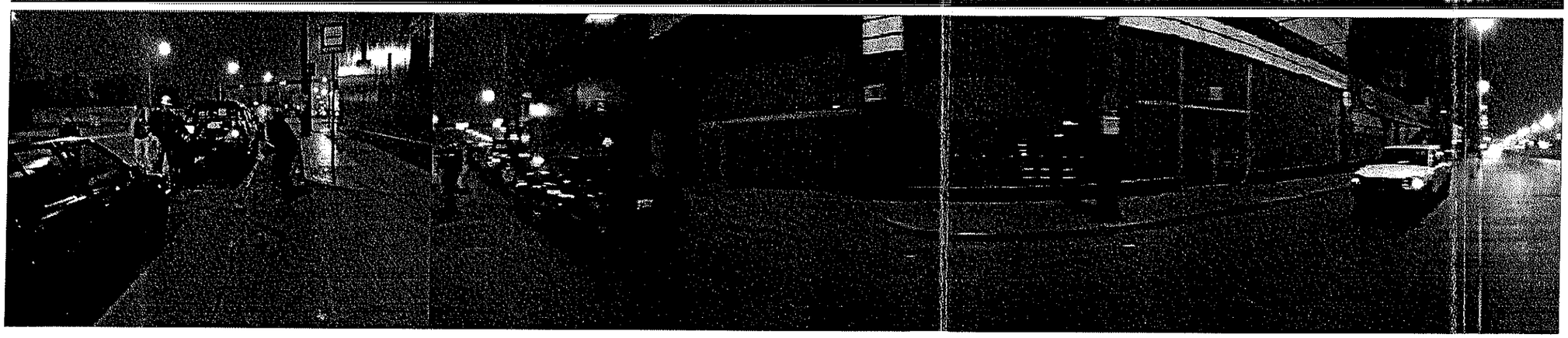
PLANO:
UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

PU-07

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL







COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8665439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8665378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284502	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290519	INICIO
	8669523	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671802	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8668674	271583	INICIO
	8668611	271571	FINAL
PS-3'/L4	8668856	271597	INICIO
	8668924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8668711	271580
MASW-3'/L4	8668880	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
◔	PUNTO MASW
⊙	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

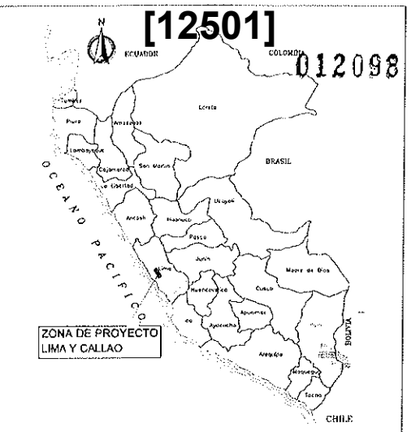
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

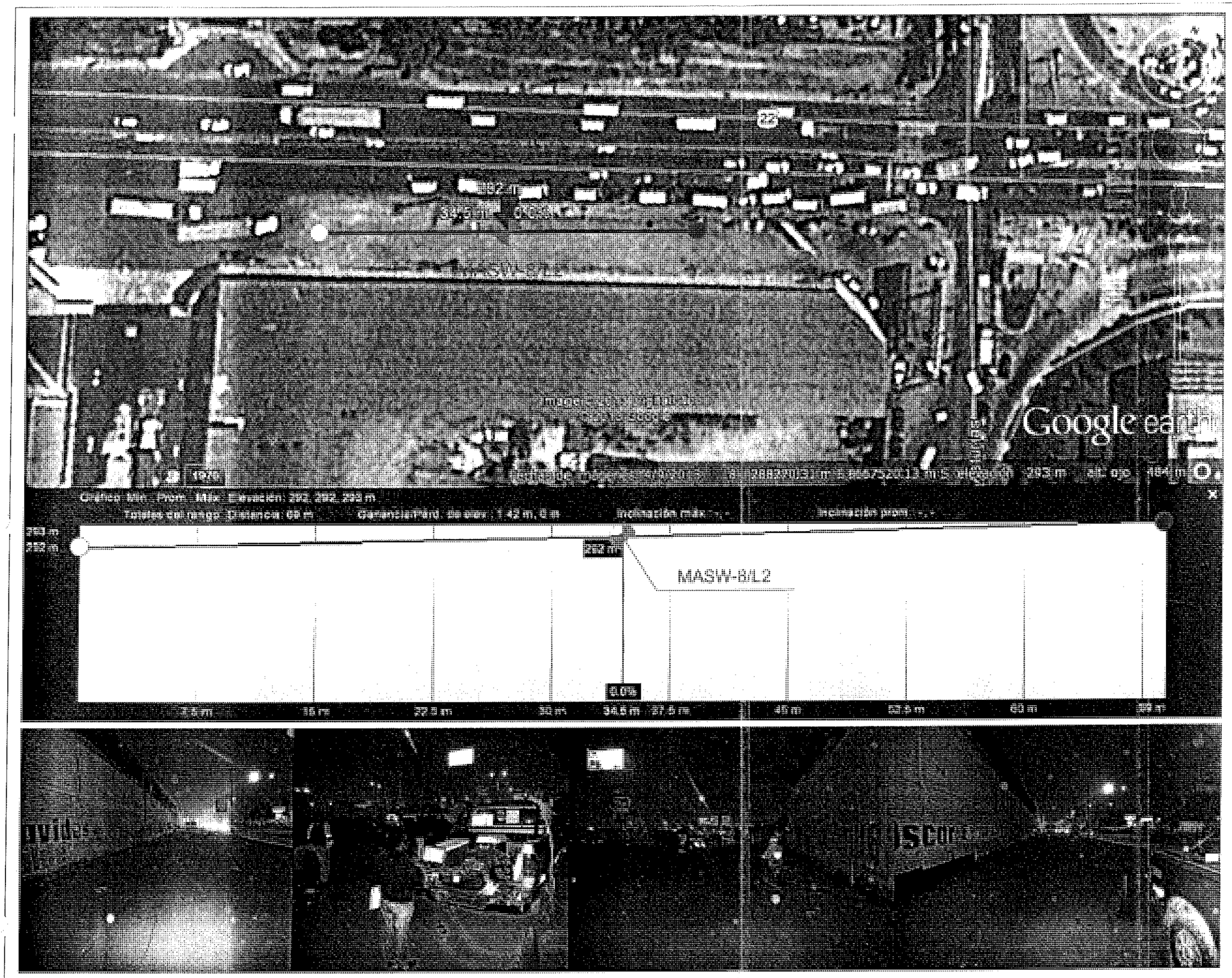
PU-08

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12501]

012098





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275844	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277963	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283068	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283318	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287056	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290519	INICIO
	8669623	290571	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
⊙	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

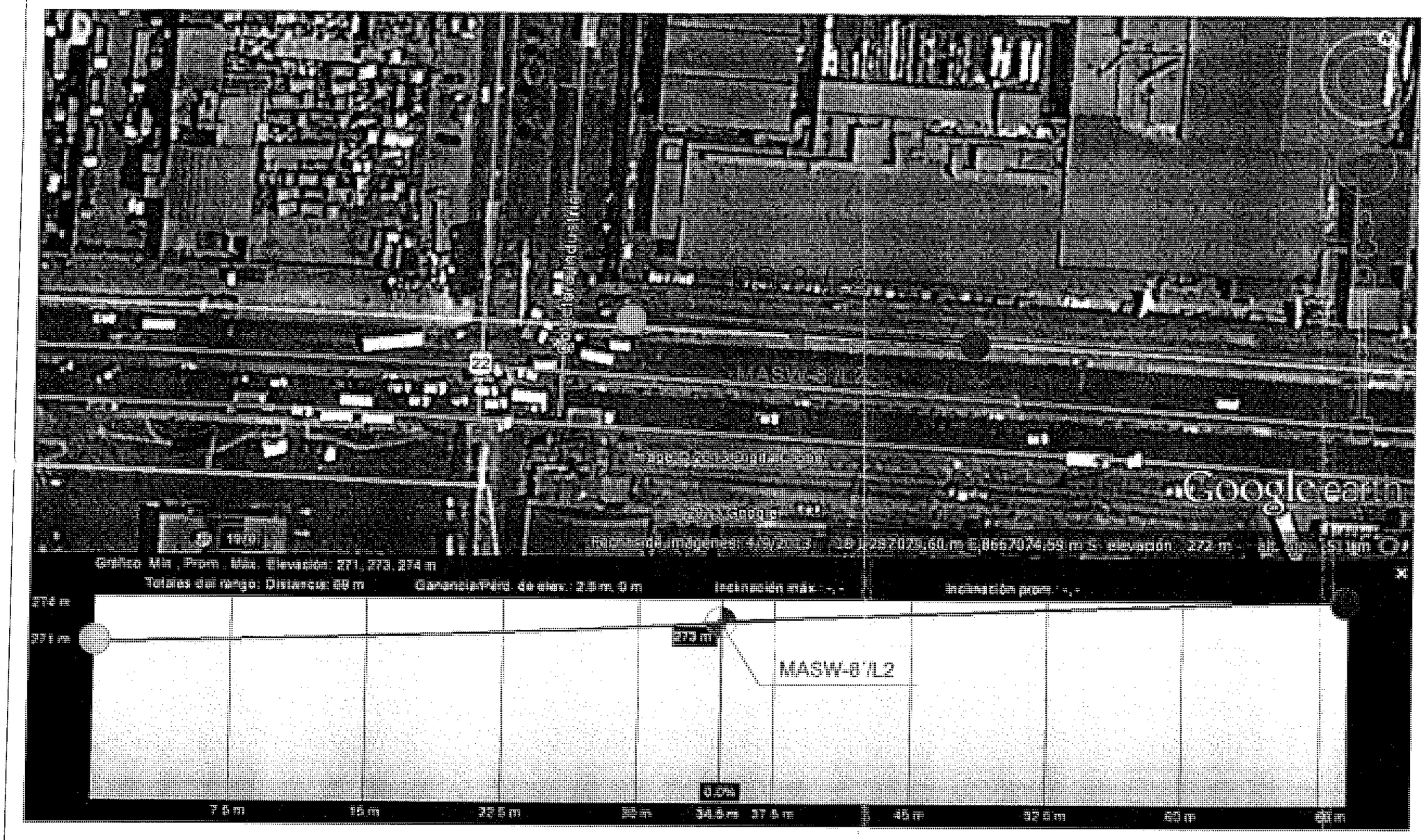
UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA:	GRÁFICA	REV:
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013	00

PU-09

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12502]





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665918	284502	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287065	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

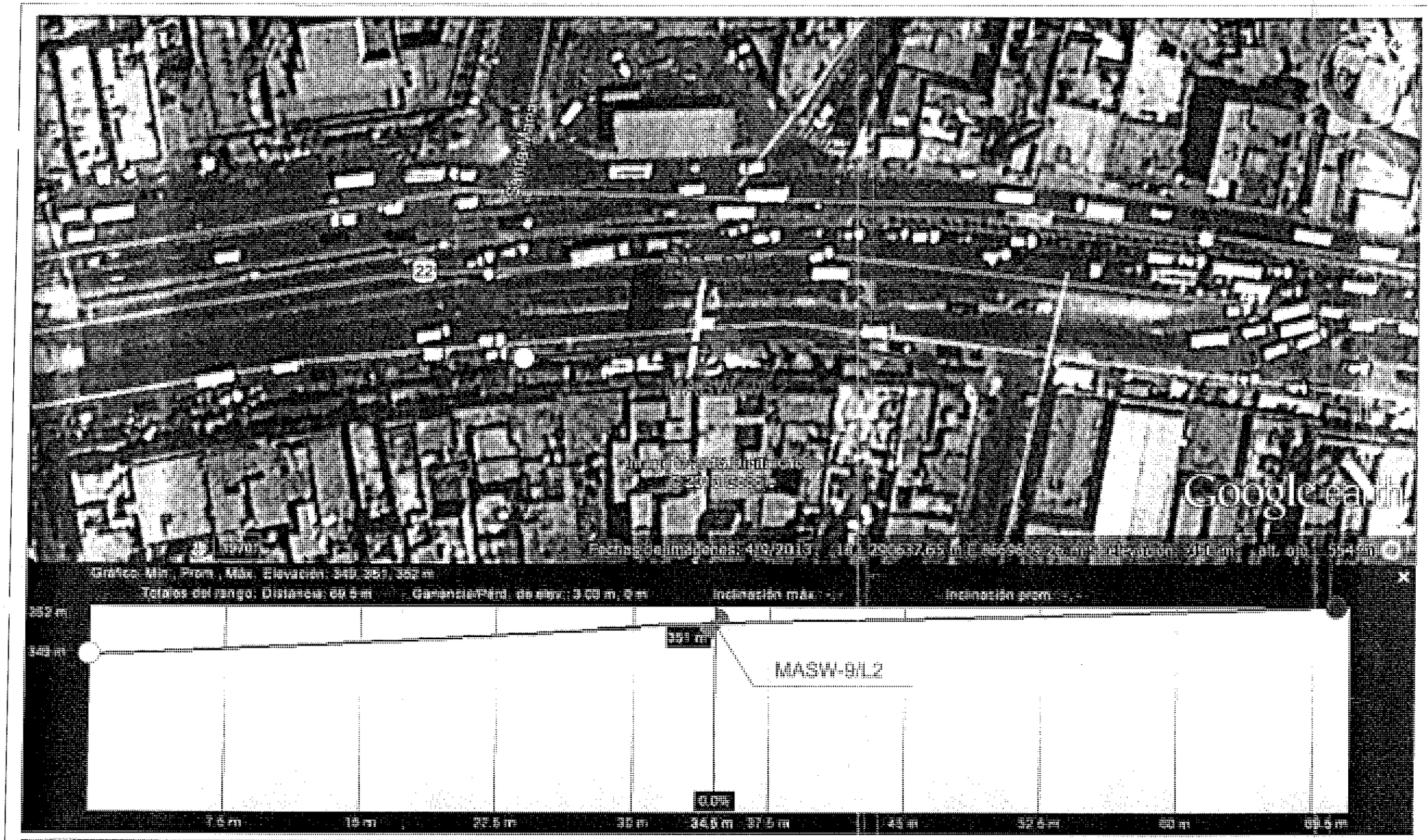
LEYENDA

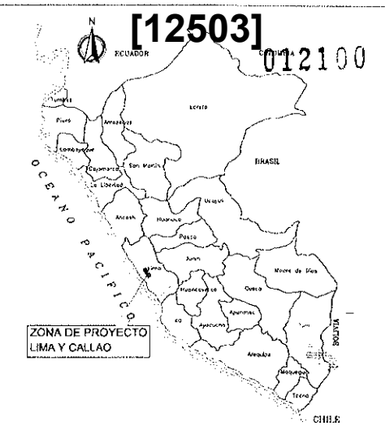
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
⊙	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International	DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C. DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccalla H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccalla H.	TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: 00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PU-10





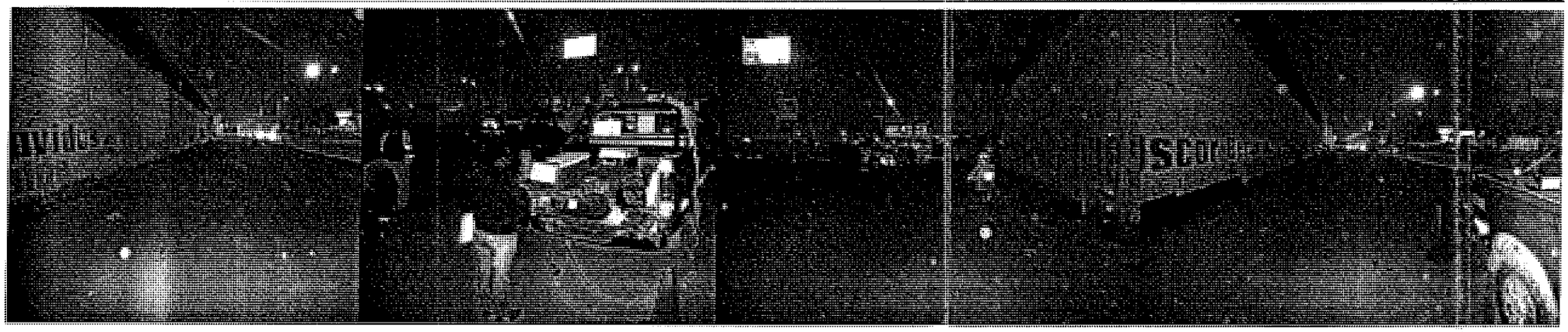
COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8665848	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290519	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669456	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666656	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270688
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287087
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊘	PUNTO MASW
ⓘ	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA



CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

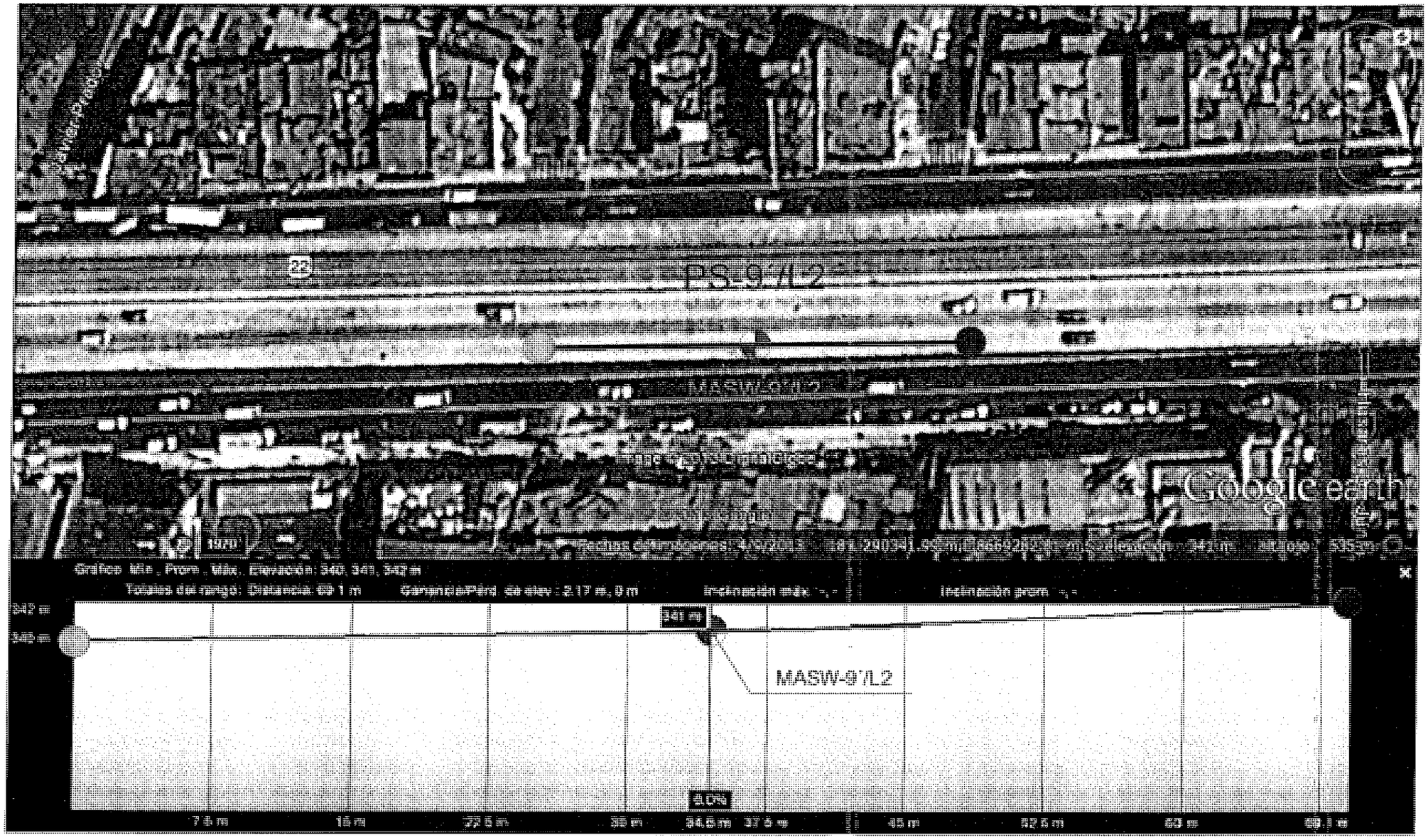
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

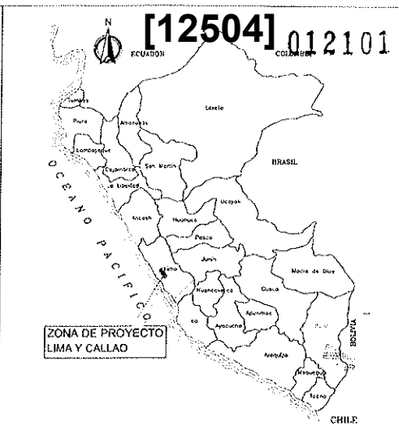
PLANO: UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ESCALA:	GRÁFICA
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013
REV:	00

PU-11





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288278	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	268978	INICIO
	8671728	269018	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271055
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊘	PUNTO MASW
⊗	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Graña y Montero

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

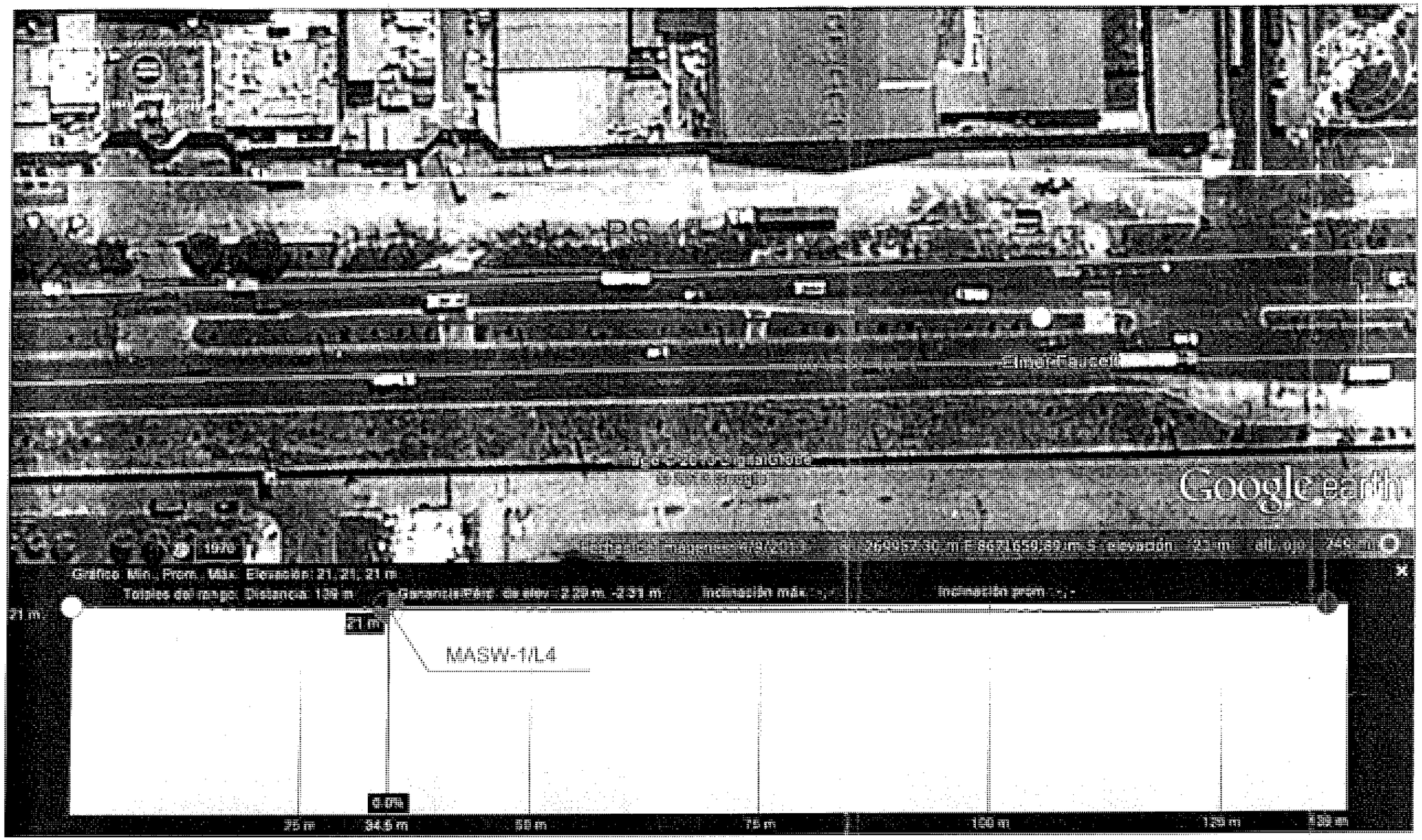
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ESCALA:	GRÁFICA	REV: 00
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013	

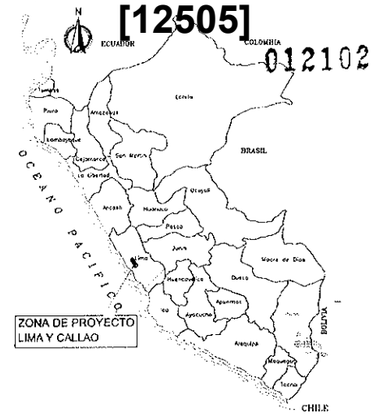
PU-12

[12505]

012102







COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666405	275779	INICIO
	8666376	275544	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665988	277963	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667050	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271086
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
○	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Cenconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments International

DISEÑO: Ing. Rocío Macnaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:
UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

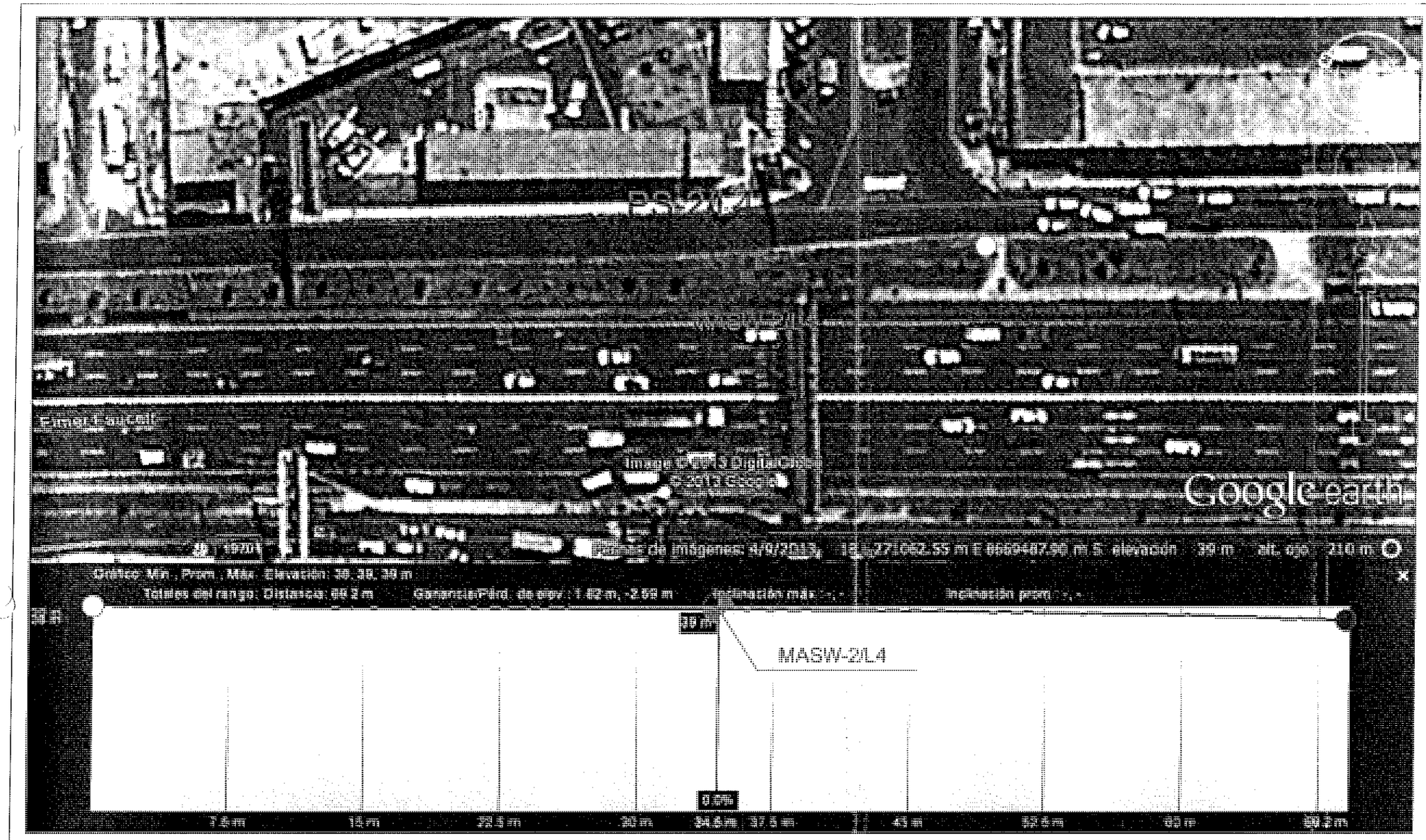
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

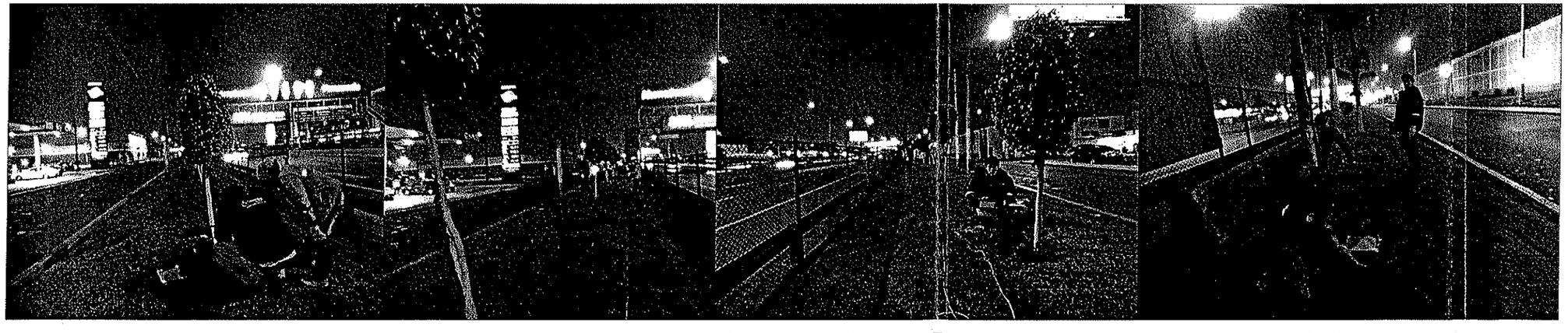
PU-13

[12506]

012103







COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665918	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287056	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290571	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666611	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270688
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665966	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271055
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS"	LÍNEA SÍSMICA
	PUNTO MASW
	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Macnaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

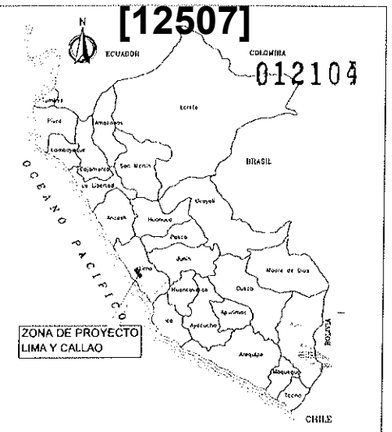
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

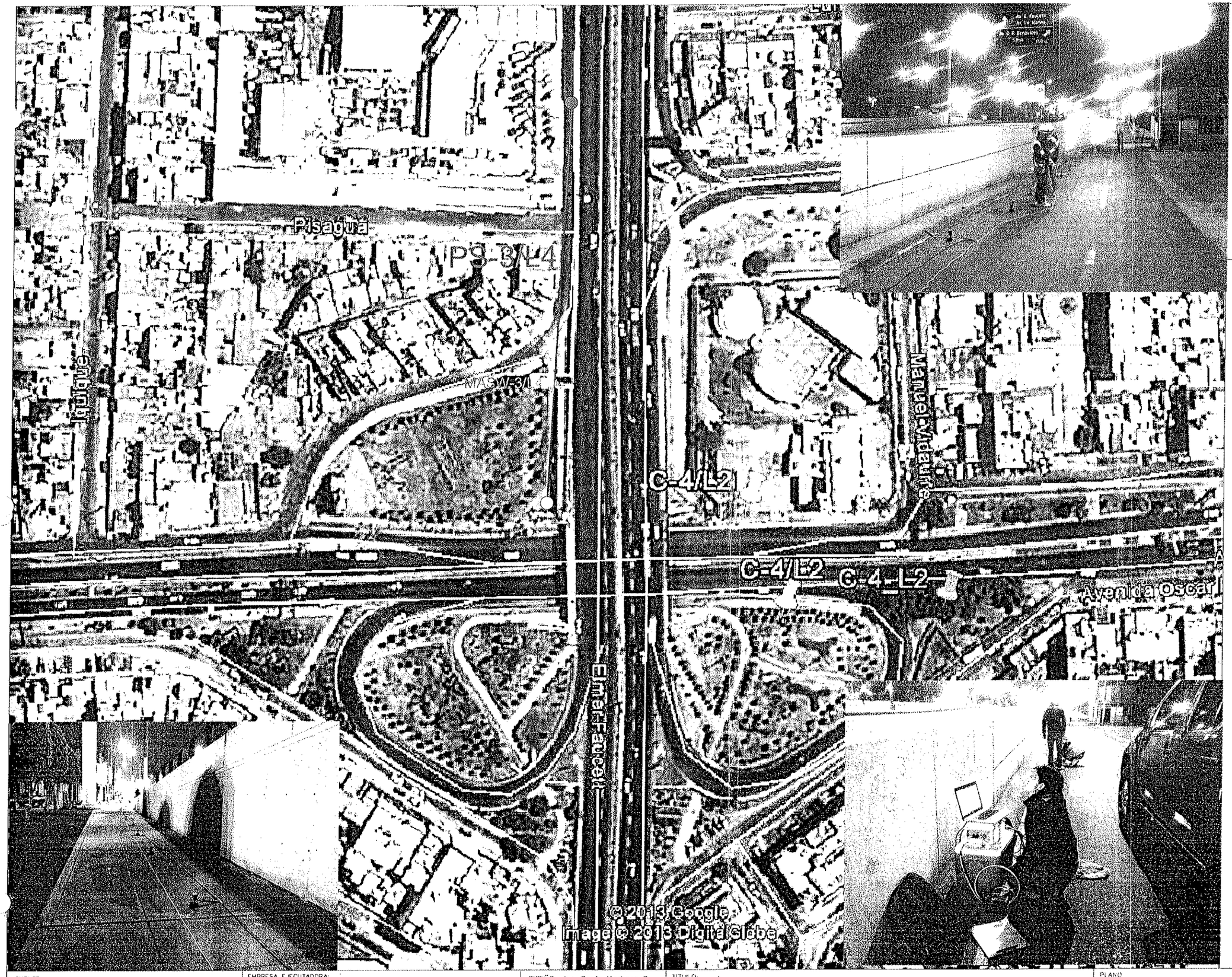
PU-14

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12507]

012104





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281756	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667060	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669579	290619	INICIO
	8669623	290671	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8665674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271569	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665956	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290645
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269963
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8665711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS"	LÍNEA SÍSMICA
	PUNTO MASW
	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

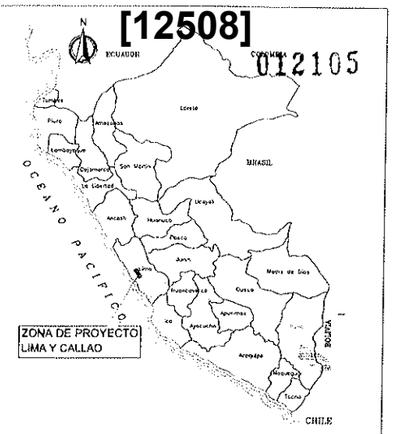
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

PU-15

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12508]

012105





COORDENADAS DE LAS LÍNEAS SÍSMICAS

LÍNEA	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE	
PS-1/L2	8666028	268411	INICIO
	8666048	268547	FINAL
PS-2/L2	8666464	270703	INICIO
	8666439	270575	FINAL
PS-3/L2	8666406	275779	INICIO
	8666378	275644	FINAL
PS-4/L2	8665865	277915	INICIO
	8665968	277983	FINAL
PS-5/L2	8665850	281703	INICIO
	8665808	281758	FINAL
PS-6/L2	8665567	283069	INICIO
	8665555	283136	FINAL
PS-6'/L2	8665541	283313	INICIO
	8665537	283383	FINAL
PS-7/L2	8665876	284549	INICIO
	8665919	284602	FINAL
PS-8/L2	8667499	288218	INICIO
	8667530	288279	FINAL
PS-8'/L2	8667050	287066	INICIO
	8667087	287130	FINAL
PS-9/L2	8669576	290619	INICIO
	8669623	290571	FINAL
PS-9'/L2	8669255	290330	INICIO
	8669307	290376	FINAL
PS-1/L4	8671602	269978	INICIO
	8671726	269918	FINAL
PS-2/L4	8669458	271085	INICIO
	8669516	271048	FINAL
PS-3/L4	8666674	271583	INICIO
	8666811	271571	FINAL
PS-3'/L4	8666856	271597	INICIO
	8666924	271589	FINAL

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MASW

PUNTO	COORDENADAS UTM NORTE	COORDENADAS UTM ESTE
MASW-1/L2	8666034	268444
MASW-2/L2	8666458	270668
MASW-3/L2	8666396	275745
MASW-4/L2	8665866	277949
MASW-5/L2	8665829	281730
MASW-6/L2	8665561	283102
MASW-6'/L2	8665539	283347
MASW-7/L2	8665897	284575
MASW-8/L2	8667514	288248
MASW-8'/L2	8667072	287097
MASW-9/L2	8669601	290545
MASW-9'/L2	8669281	290353
MASW-1/L4	8671633	269965
MASW-2/L4	8669487	271066
MASW-3/L4	8666711	271580
MASW-3'/L4	8666890	271593

LEYENDA	
"PS" ———	LÍNEA SÍSMICA
⊕	PUNTO MASW
Ⓘ	INICIO DE LÍNEA SÍSMICA
●	FINAL DE LÍNEA SÍSMICA

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA EJECUTADORA: Geoinstruments

DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO: Ing. Wilber Quispe E.
VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO:

UBICACIÓN DE LÍNEAS GEOFÍSICAS

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV: 00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PU-16

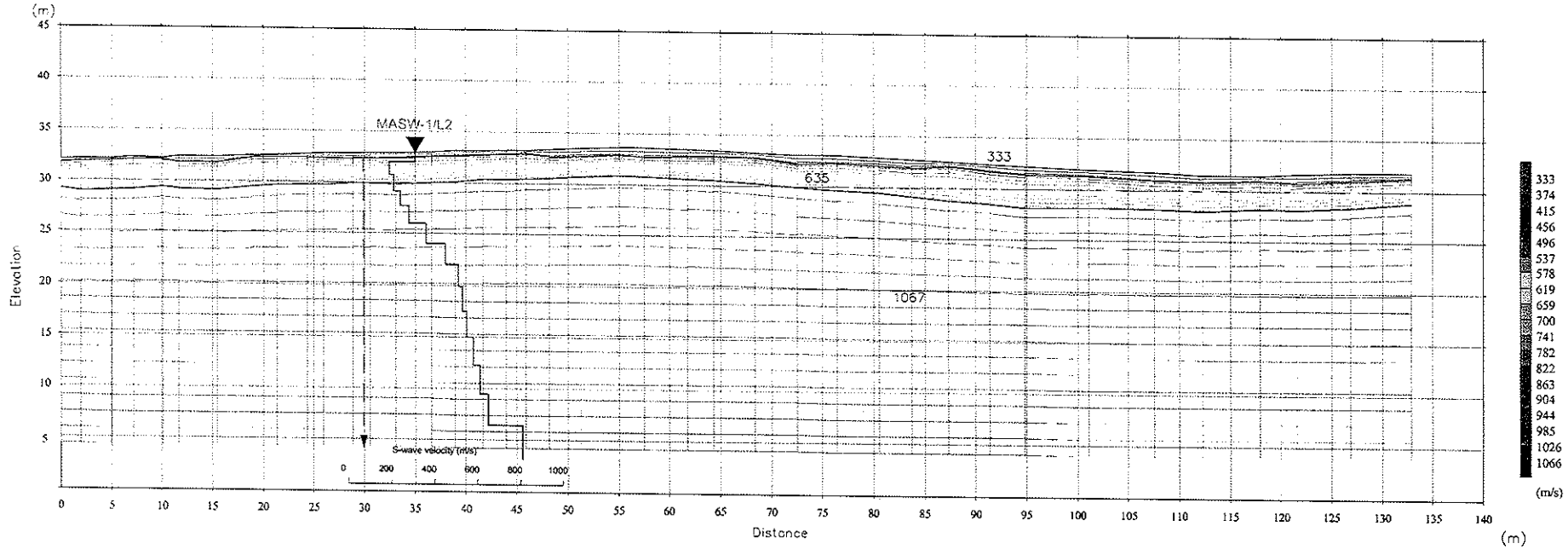
8.2. PERFILES DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS

Geoinstruments

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

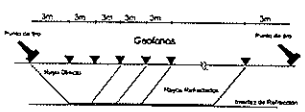
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LÍNEA SÍSMICA PS - 1/L2



Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 333 m/s)
ESPESOR (0.2 < H < 0.8 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 635 m/s)
ESPESOR (2.0 < H < 3.3 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1067 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[125101]

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-01

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-1/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.2 - 0.8	PS-1/L2	339	216.45	1.24	0.1342	1500.00	7.03E+07	6.53E+08	6.70E+07
2.0 - 4.0	PS-1/L2	683	402.75	1.26	0.1505	1600.00	2.59E+08	2.41E+09	2.56E+08
>30	PS-1/L2	1067	640.20	1.29	0.2188	1700.00	6.97E+08	3.27E+09	1.01E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

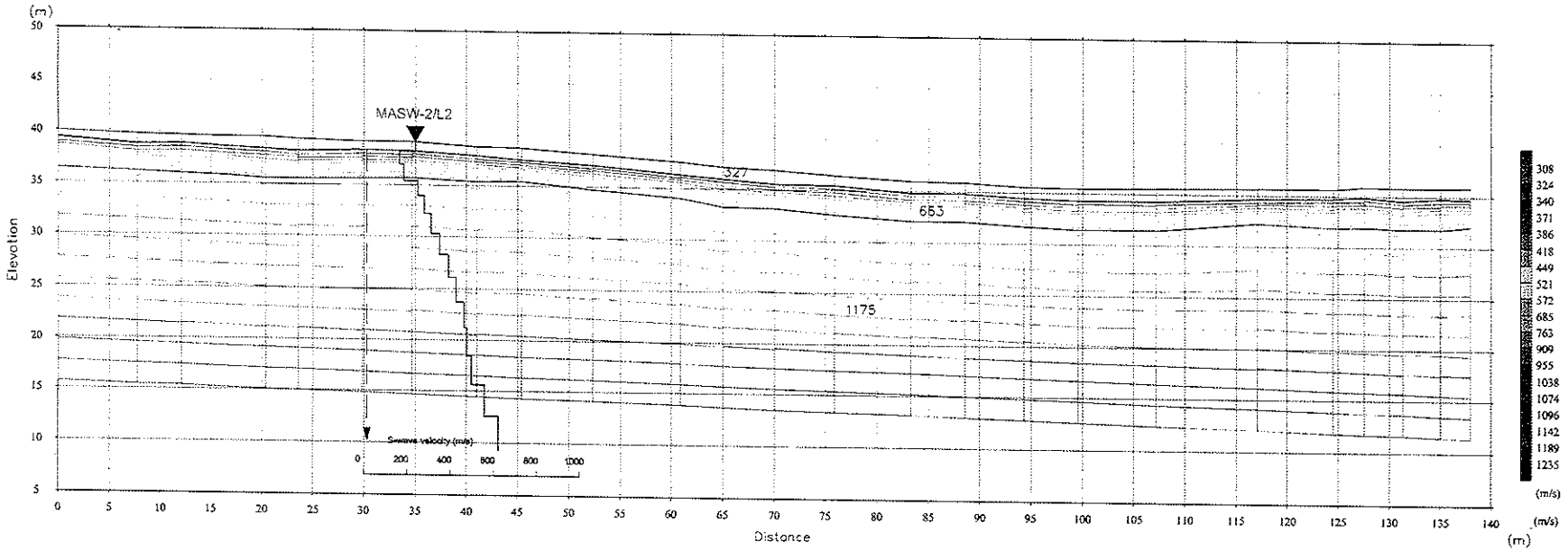
(**) Valores de densidad obtenidos de Tellford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

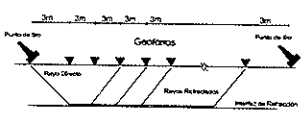
[12511]
012108

LÍNEA SÍSMICA PS - 2/L2



Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 327 m/s)
ESPESOR (0.6 < H < 1.2 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 663 m/s)
ESPESOR (2.1 < H < 3.0 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1175 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-02

[125512]
012109

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-2/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.6 - 1.2	PS-2/L2	327	212.55	0.24	0.1342	1500.00	6.78E+07	3.25E+08	1.60E+08
2.1 - 3.0	PS-2/L2	653	450.96	0.27	0.2145	1600.00	3.97E+08	1.01E+09	6.07E+08
>30	PS-2/L2	1175	705.00	1.29	0.2188	1700.00	8.45E+08	3.96E+09	1.22E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente:	Empresa Especializada:		
Geoconsult	Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

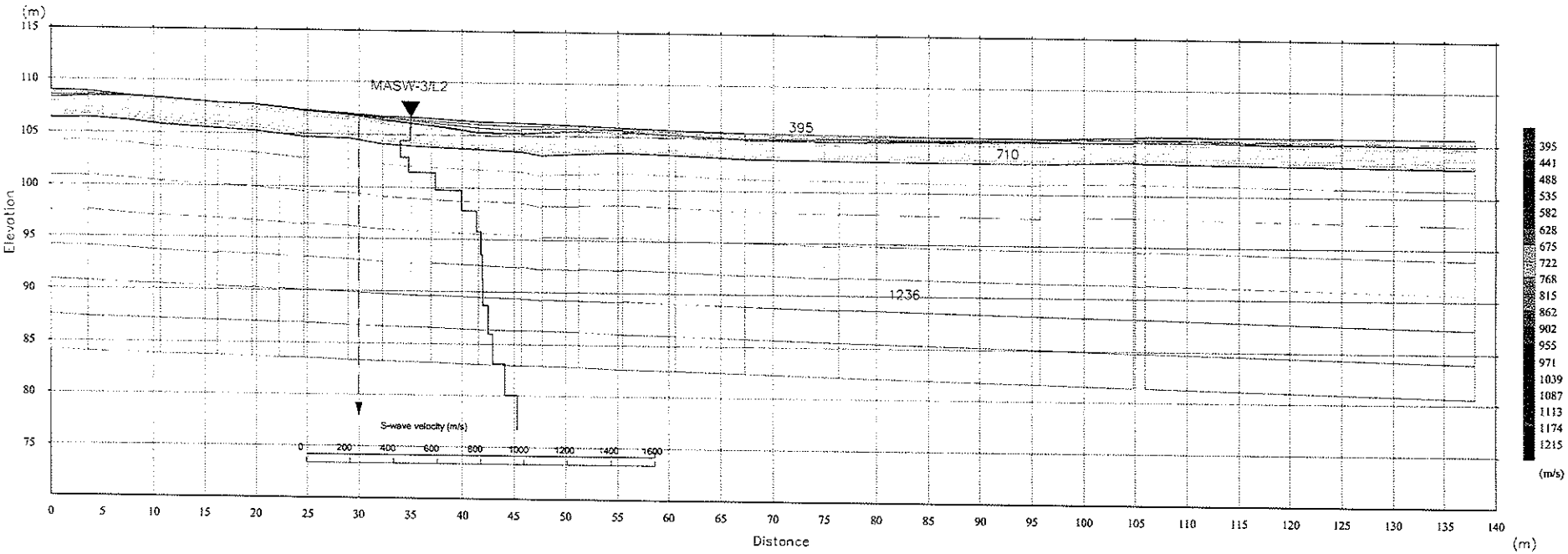
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimado y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

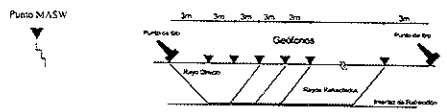
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12513]
012110

LÍNEA SÍSMICA PS - 3/L2



Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 395 m/s)
ESPESOR (0.1 < H < 1.1 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 710 m/s)
ESPESOR (1.9 < H < 2.5 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1236 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Mocnoco C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ocallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ocallo H.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-03

[12514]
012111

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-3/L2

Espesor Promedio Capa (m)	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp (m/s)	Velocidad Capa (*) Vs Estimada (m/s)	Módulo de Poisson Vx	Razón de Poisson *p	Densidad Estimada (**) d (kg/m^3)	Módulo de Corte G (Nt/m2)	Módulo de Young E (Nt/m2)	Módulo Bulk K (Nt/m2)
0.1 - 1.1	PS-3/L2	595	256.75	1.24	0.1342	1500.00	9.89E+07	2.35E+08	1.02E+08
1.9 - 7.5	PS-3/L2	1107	463.50	1.24	0.1342	1600.00	3.43E+08	8.17E+08	3.55E+08
>30	PS-3/L2	1236	741.60	1.29	0.2188	1700.00	9.35E+08	4.38E+09	1.35E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

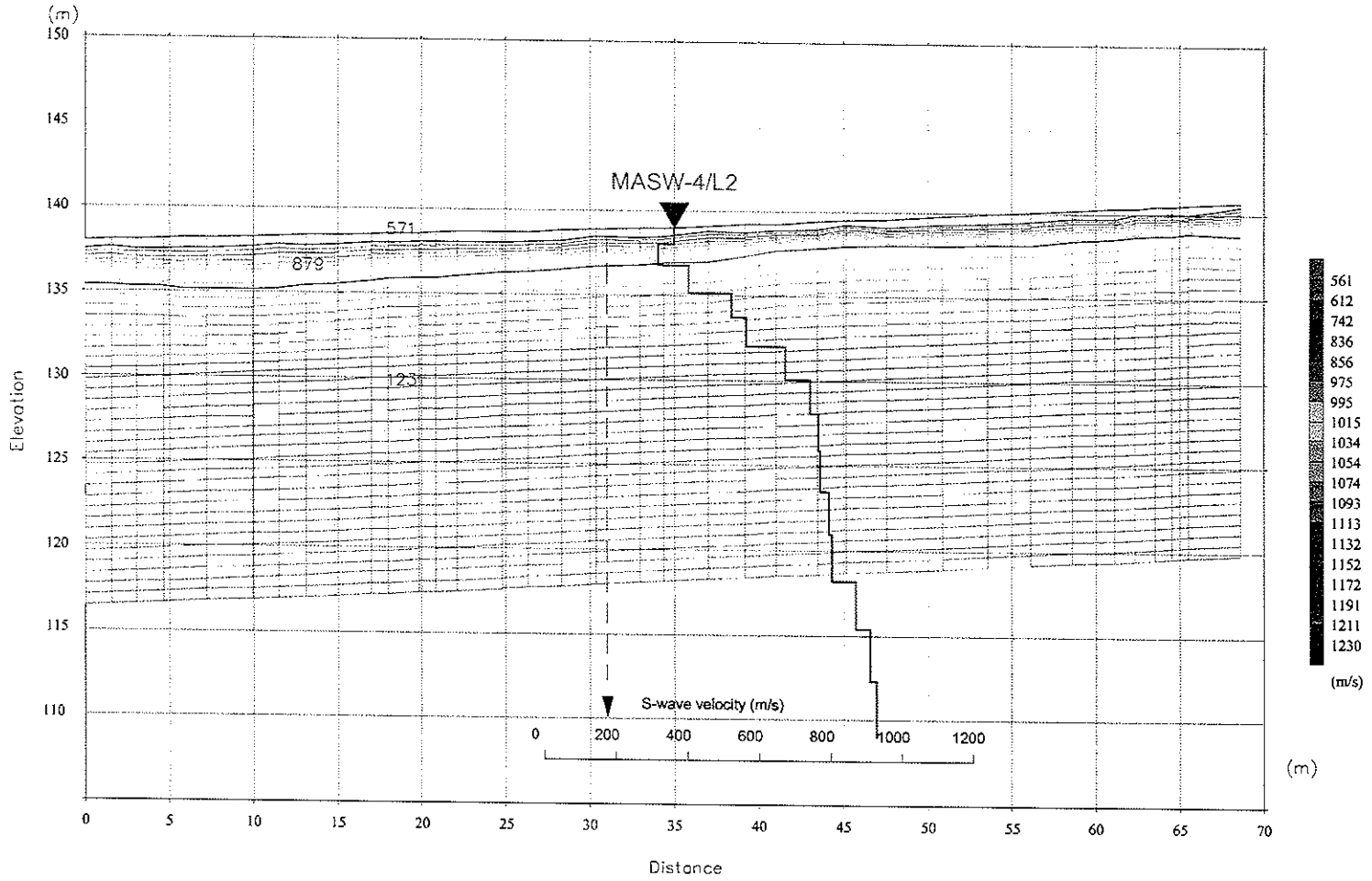
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

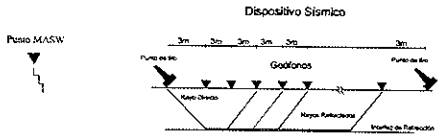
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12515]
012112

LÍNEA SÍSMICA PS - 4/L2



Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 571 m/s) ESPESOR (0.3 < H < 0.6 m) Material de baja consolidación.	CAPA 02 (Vp = 879 m/s) ESPESOR (1.1 < H < 2.5 m) Material de mediana consistencia.	CAPA 03 (Vp = 1231 m/s) ESPESOR (> 30 m) Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoconsult / Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Anthony Lopez P.
DIBUJO:	Ing. Rocio Maonaco C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO:

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA

ESCALA:	GRÁFICA
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013
REV:	

P-04

[12516]
012113

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-4/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.3 - 0.6	PS-4/L2	371	371.15	1.24	0.1342	1500.00	2.07E+08	4.70E+08	2.43E+08
0.6 - 2	PS-4/L2	870	870.55	1.24	0.1342	1600.00	1.21E+09	2.75E+09	1.42E+09
>30	PS-4/L2	1231	738.60	1.29	0.2188	1700.00	9.27E+08	4.35E+09	1.34E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

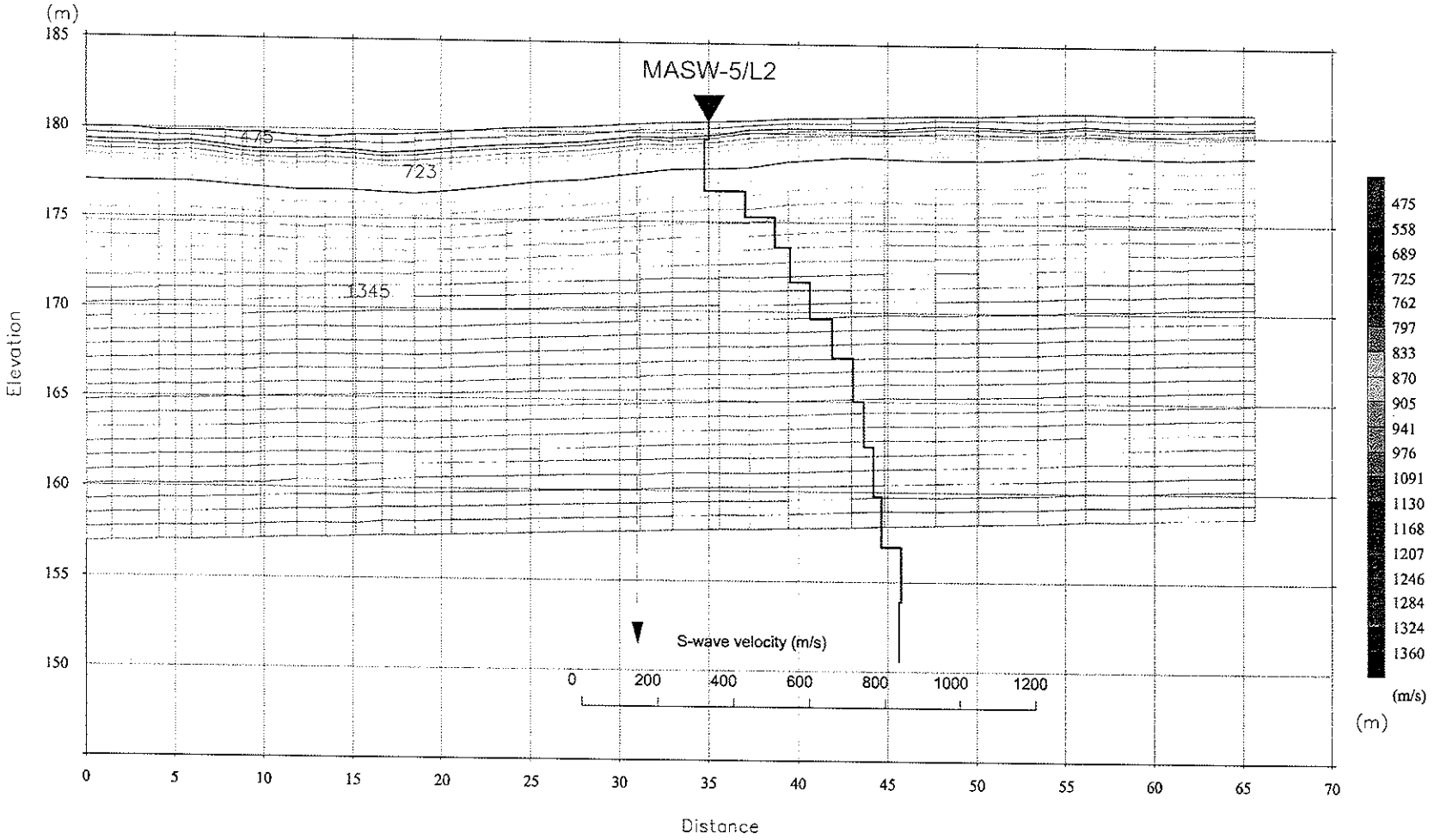
(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12517]

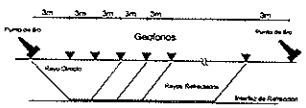
012114

LÍNEA SÍSMICA PS - 5/L2



Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 475 m/s)
ESPESOR (0.5 < H < 1.0 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 723 m/s)
ESPESOR (1.7 < H < 2.4 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1345 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Anthony Lopez P.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA

ESCALA:	GRAFICA
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013
REV.	

P-05

[125181] 012115

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-5/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.5 - 1.0	PS-5/L2	475	308.75	1.24	0.1342	1500.00	1.43E+08	3.25E+08	1.48E+08
1.7 - 2.4	PS-5/L2	725	469.05	1.24	0.1342	1600.00	3.27E+08	7.43E+08	3.38E+08
>30	PS-5/L2	1345	807.00	1.29	0.2188	1700.00	1.11E+09	5.19E+09	1.60E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

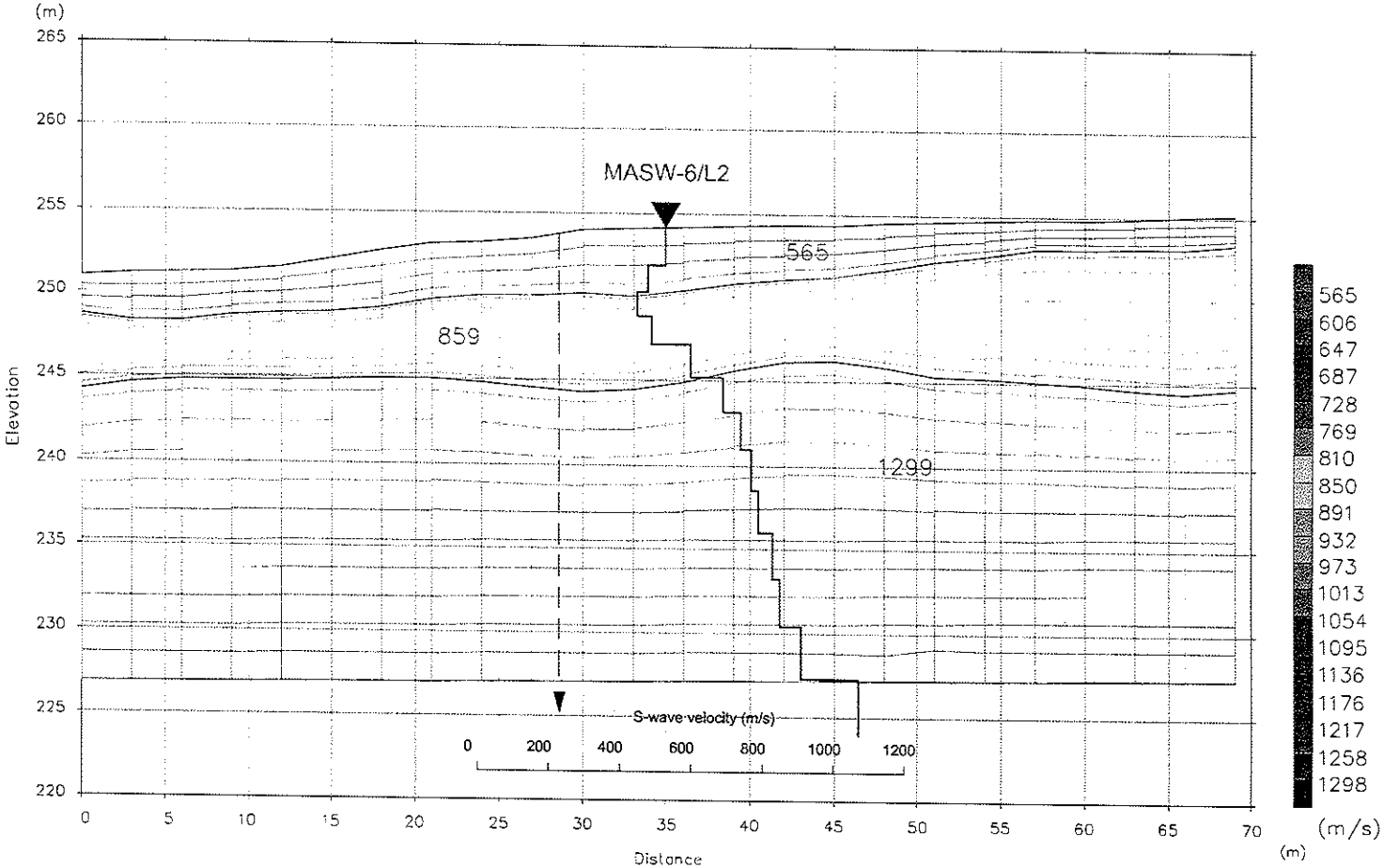
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemático, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

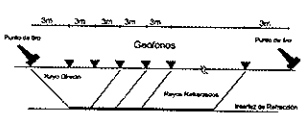
[12519]
012116

LÍNEA SÍSMICA PS - 6/L2



Dispositivo Sísmico

Punto MASW



CAPA 01 (Vp = 565 m/s)
ESPESOR (1.7 < H < 4.0 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 859 m/s)
ESPESOR (3.5 < H < 8.6 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1299 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Anthony Lopez P.
DIBUJO:	Ing. Rocio Mochece C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ocallo H.
PRESENTO:	Ing. Freddy Ocallo H.

TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

P-06

[12520]
012117

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-6/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
1.7 - 5.0	PS-6/L2	565	367.25	1.24	0.1342	1500.00	2.02E+08	1.05E+09	2.09E+08
5.2 - 30	PS-6/L2	859	558.35	1.24	0.1342	1600.00	4.99E+08	2.59E+09	5.16E+08
>30	PS-6/L2	1299	779.40	1.29	0.2188	1700.00	1.03E+09	4.84E+09	1.49E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

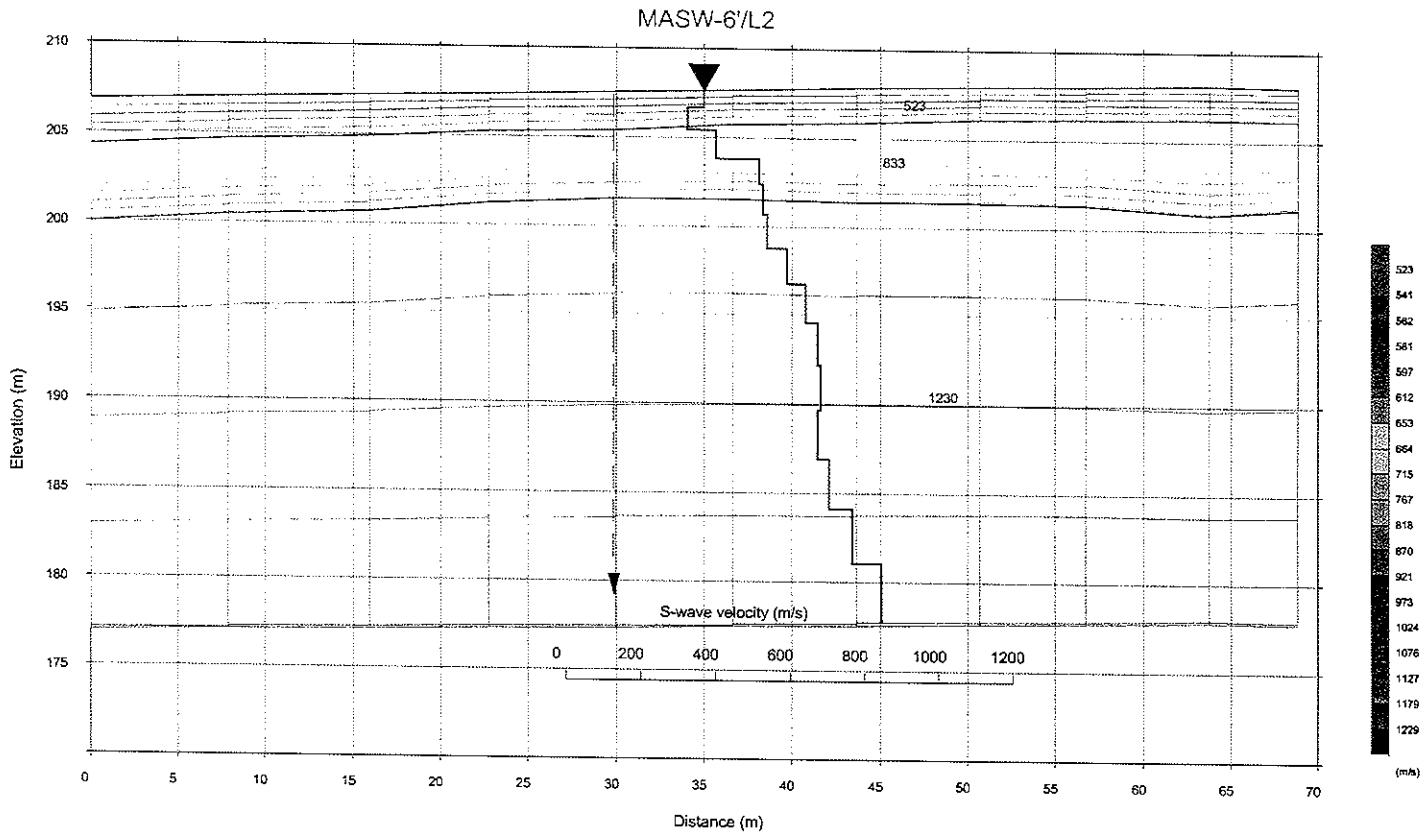
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

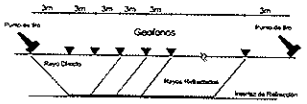
[12521]
012118

LÍNEA SÍSMICA PS - 6'/L2



Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 523 m/s)
ESPESOR (1.8 < H < 2.5 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 833 m/s)
ESPESOR (3.8 < H < 5.4 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1230 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Mechoca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-07

[12522]
012119

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-6'/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
1.8 - 2.5	PS-6'/L2	525	339.95	1.24	0.1342	1500.00	1.73E+08	3.90E+08	1.79E+08
9.8 - 14	PS-6'/L2	850	547.76	1.27	0.1618	1600.00	4.80E+08	1.14E+09	5.41E+08
>30	PS-6'/L2	1230	738.00	1.29	0.2188	1700.00	9.26E+08	4.34E+09	1.34E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

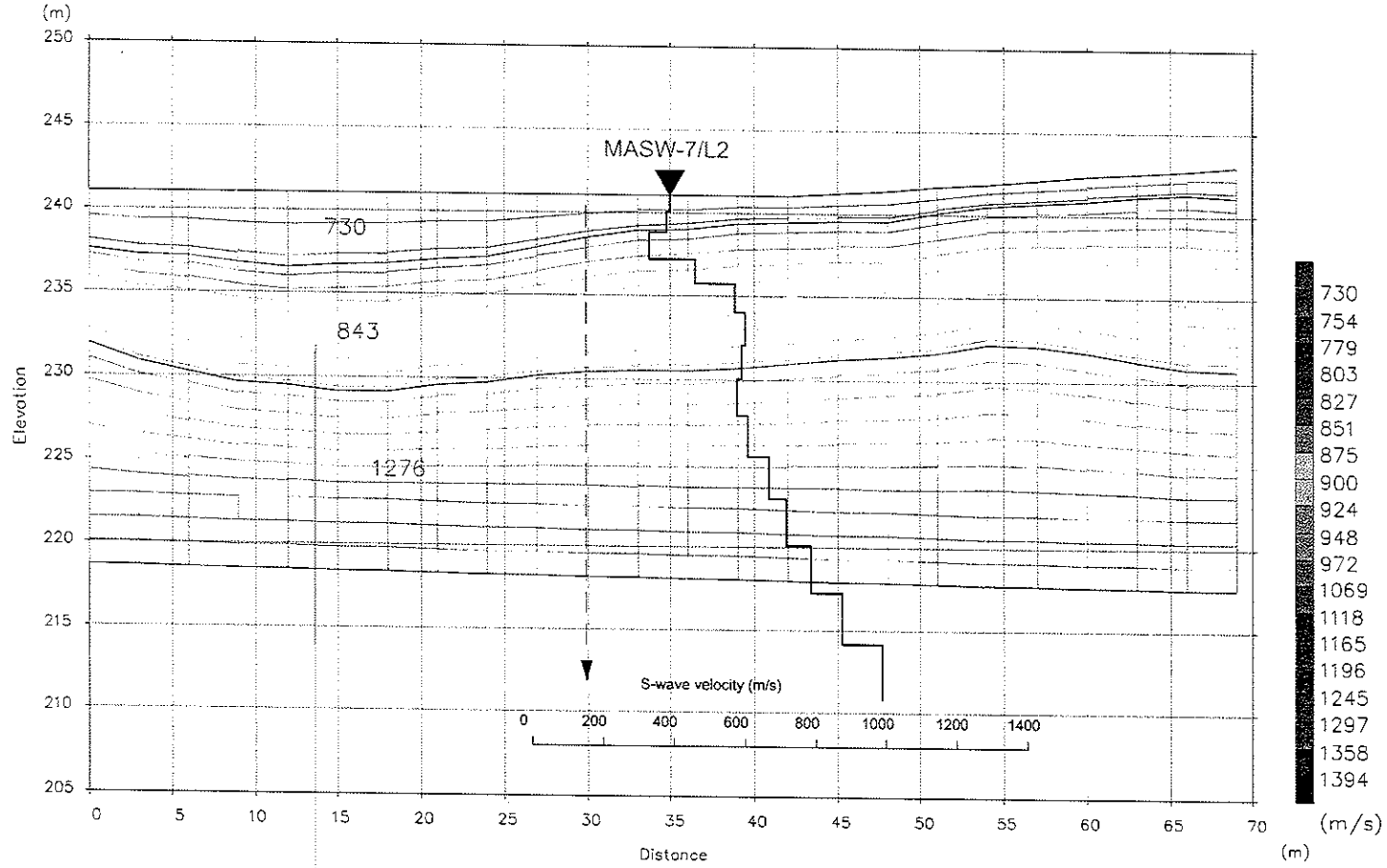
(**) Valores de densidad obtenidos de Tellford et al, 2001

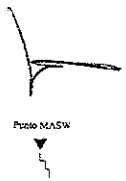
(*) la Velocidad de la Onda de Carte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

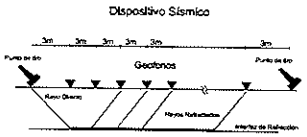
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12523]
012120

LÍNEA SÍSMICA PS - 7/L2







CAPA 01 (Vp = 730 m/s)
ESPESOR (1.4 < H < 4.3 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 843 m/s)
ESPESOR (5.6 < H < 10.4 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1276 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P.	TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRAFICA	REV.
		DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C.			FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	
		VERIFICÓ: Ing. Freddy Ocaño H.			P-08	
		PRESENTÓ: Ing. Freddy Ocaño H.				

[12524]
012121

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-7/L2

Espesor Promedio Capa (m)	Perfil Sísmico PS	Velocidad Capa Vp (m/s)	Velocidad Capa (*) Vs Estimada (m/s)	Módulo de Poisson Vx	Razón de Poisson *p	Densidad Estimada (**) d (kg/m^3)	Módulo de Corte G (Nt/m2)	Módulo de Young E (Nt/m2)	Módulo Bulk K (Nt/m2)
4 - 4.5	PS-7/L2	730	424.50	1.24	0.1342	1500.00	2.70E+08	6.13E+08	3.49E+08
25.5 - 40	PS-7/L2	844	542.95	1.24	0.0842	1600.00	4.80E+08	1.04E+09	5.37E+08
>30	PS-7/L2	1276	765.60	1.29	0.2188	1700.00	9.96E+08	4.67E+09	1.44E+09

LEYENDA

- 1ra Capa
- 2da Capa
- 3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

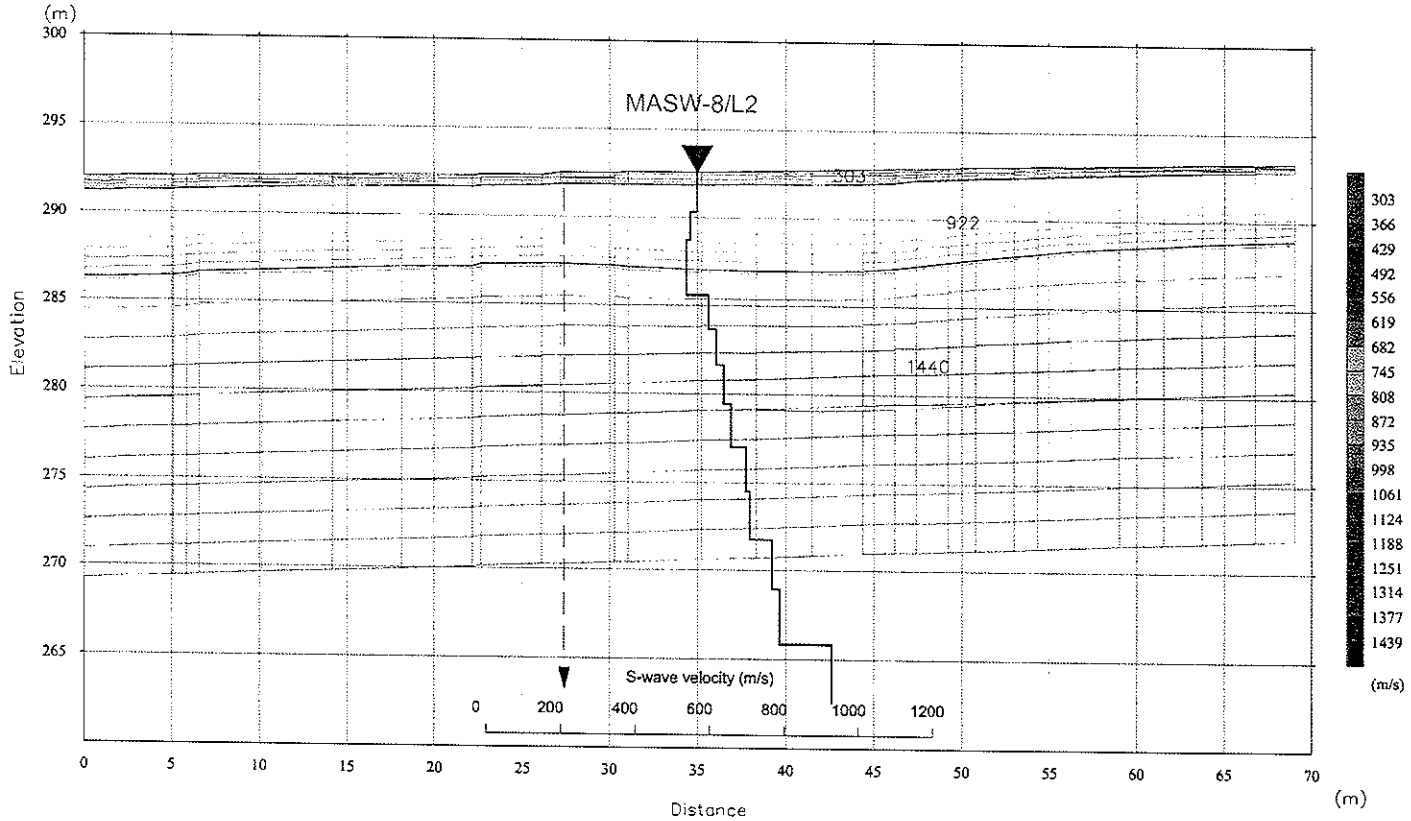
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

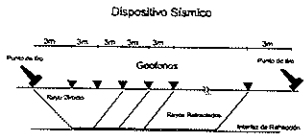
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12525]
012122

LÍNEA SÍSMICA PS - 8/L2







CAPA 01 (Vp = 303 m/s)
ESPESOR (0.4 < H < 0.8 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 922 m/s)
ESPESOR (3.8 < H < 5.0 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1440 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Anthony Lopez P.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICO:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTO:	Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

P-09

[12526]

012123

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-8/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.4 - 0.8	PS-8/L2	303	196.95	1.24	0.1342	1500.00	5.82E+07	1.02E+08	6.04E+07
0.8 - 3.0	PS-8/L2	927	599.30	1.24	0.1342	1600.00	5.75E+08	1.01E+09	5.97E+08
>30	PS-8/L2	1440	864.00	1.29	0.2188	1700.00	1.27E+09	5.95E+09	1.83E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

(**) Valores de densidad obtenidos de Tellford et al, 2001

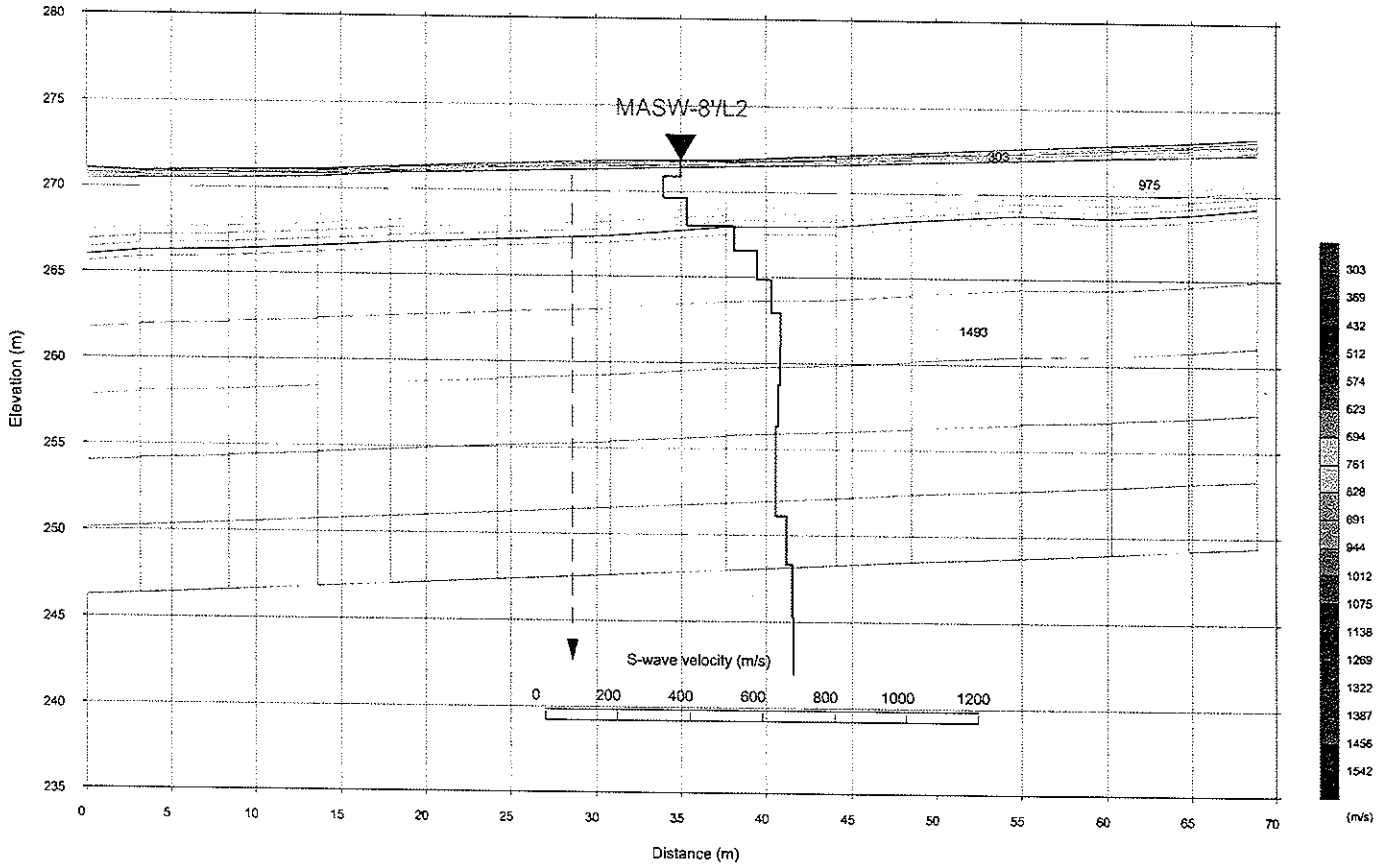
(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

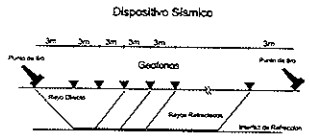
[12527]

012124

LÍNEA SÍSMICA PS - 8'/L2







CAPA 01 (Vp = 303 m/s)
ESPESOR (0.3 < H < 0.9 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 975 m/s)
ESPESOR (3.2 < H < 4.7 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1493 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-10

[125281]

012125

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-8'/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.5 - 0.9	PS-8'/L2	303	196.95	1.24	0.3429	1500.00	5.80E+07	1.56E+08	1.30E+08
5.0 - 17	PS-8'/L2	975	568.75	1.24	0.3429	1600.00	5.17E+08	1.39E+09	1.16E+09
>30	PS-8'/L2	1493	895.80	1.29	0.2188	1700.00	1.36E+09	6.39E+09	1.97E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

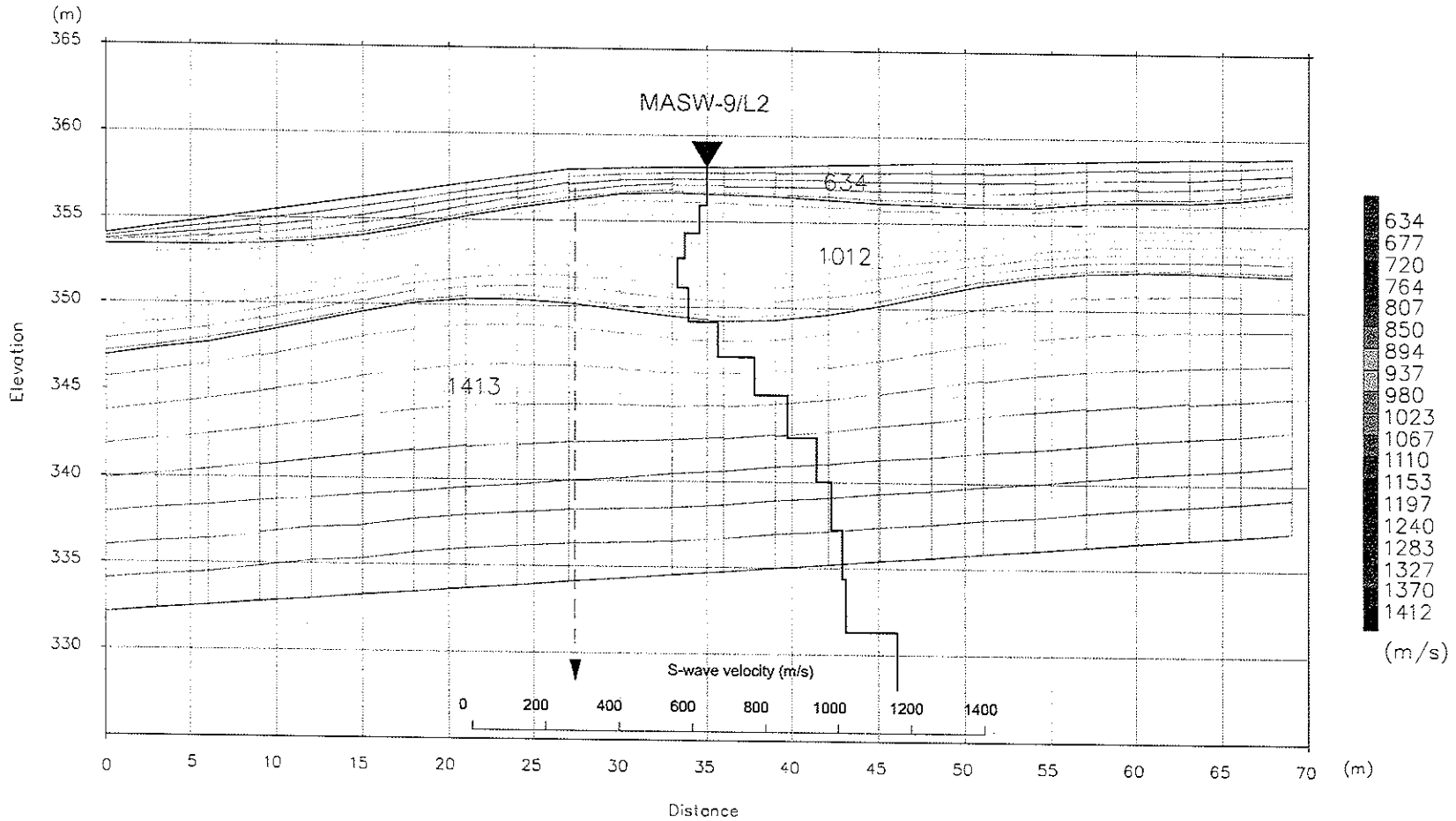
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

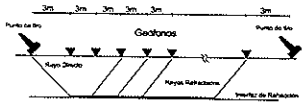
[12529]
012126

LÍNEA SÍSMICA PS - 9/L2



Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 634 m/s)
ESPESOR (0.6 < H < 2.6 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 1012 m/s)
ESPESOR (4.0 < H < 7.3 m)
Material de mediana a alta consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1413 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV. P-11

[12530]
012127

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-9/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.6 - 2.6	PS-9/L2	634	412.10	1.24	0.1342	1500.00	2.65E+08	1.52E+09	9.63E+08
2.0 - 7.1	PS-9/L2	1110	657.30	1.28	0.1441	1700.00	7.35E+08	4.40E+09	2.80E+09
>30	PS-9/L2	1413	847.80	1.29	0.2188	1800.00	1.29E+09	6.06E+09	1.87E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

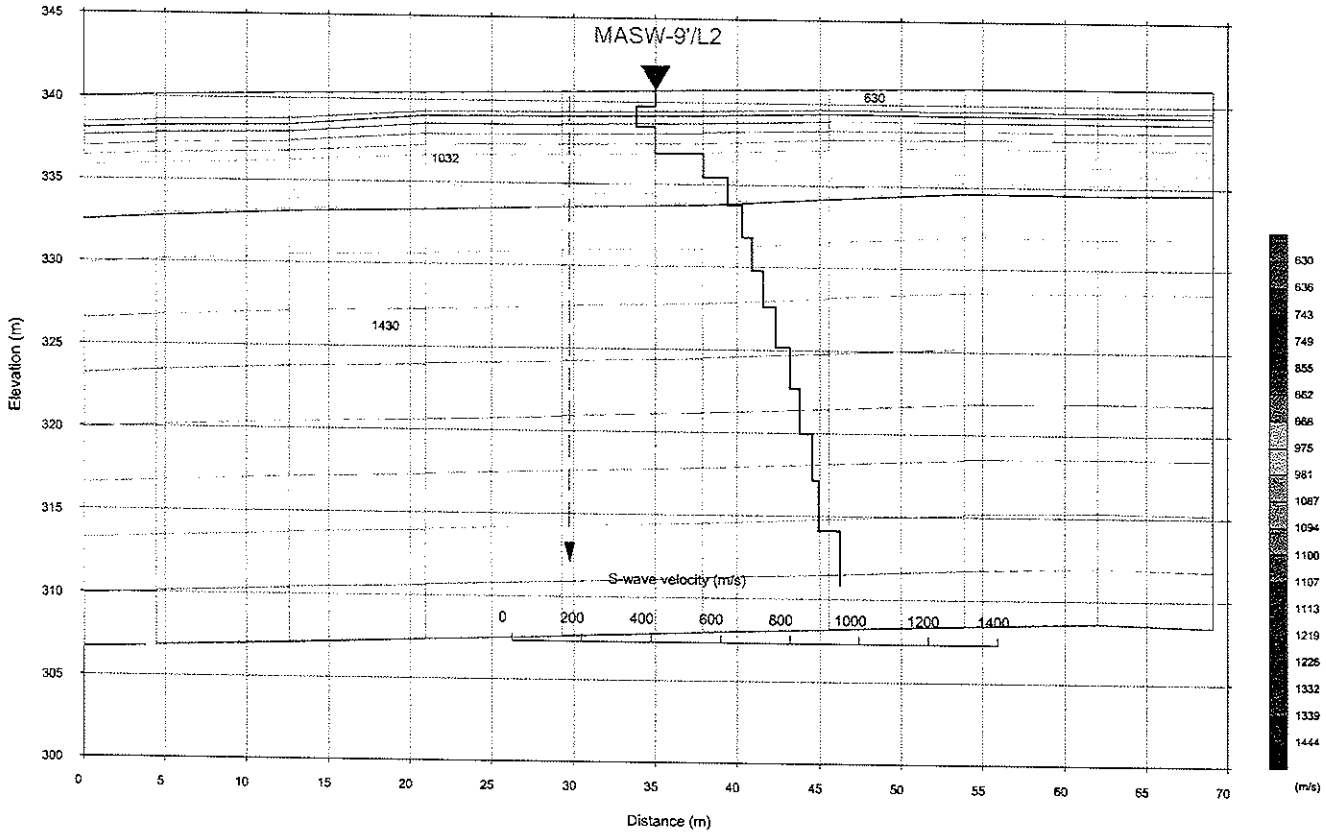
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a lo real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12531]
012128

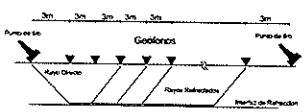
LÍNEA SÍSMICA PS - 9'/L2





Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 630 m/s)
ESPESOR (1.4 < H < 1.9 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 1032 m/s)
ESPESOR (4.7 < H < 5.7 m)
Material de mediana a alta consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1430 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Anthony Lopez P.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

P-12

[12532]
012129

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-9'/L2

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
1.4 - 19	PS-9'/L2	530	409.50	1.24	0.1342	1500.00	2.52E+08	5.73E+08	2.69E+08
19 - 30	PS-9'/L2	1050	670.80	1.27	0.1354	1700.00	7.65E+08	1.74E+09	8.17E+08
>30	PS-9'/L2	1430	858.00	1.29	0.2188	1800.00	1.33E+09	6.21E+09	1.91E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

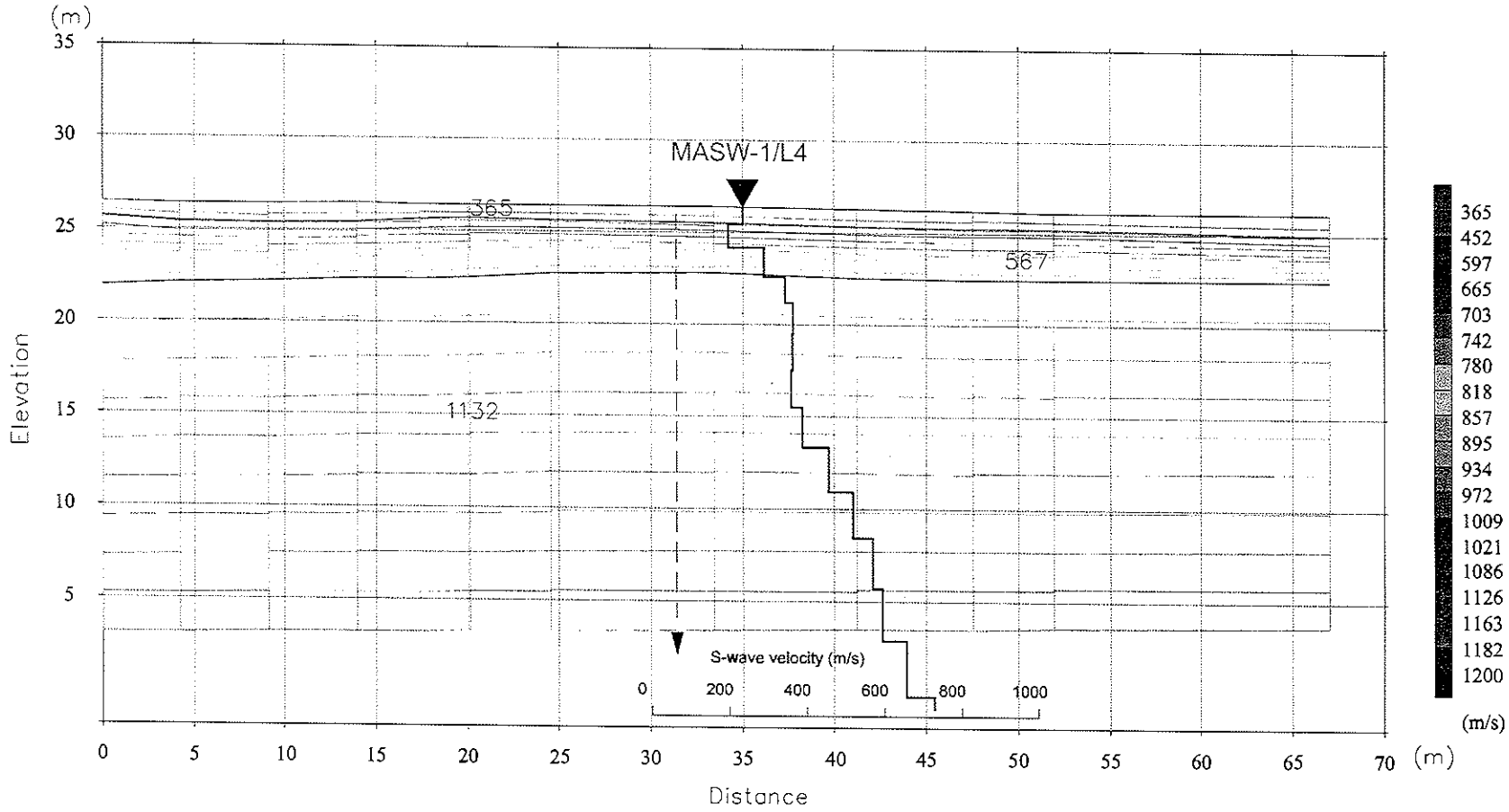
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

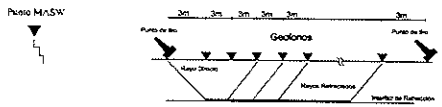
[12533]
012130

LÍNEA SÍSMICA PS - 1/L4





Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 365 m/s)
ESPESOR (0.7 < H < 1.1 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 567 m/s)
ESPESOR (2.5 < H < 3.8 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1132 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Anthony Lopez P.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA

ESCALA:	GRÁFICA
FECHA:	SEPTIEMBRE - 2013
REV:	

P-13

[12534]

012131

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-1/L4

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.7 - 1.1	PS-1/L4	865	282.25	1.24	0.342	1500.00	2.43E+08	6.53E+08	8.74E+08
2.5 - 3.5	PS-1/L4	867	366.55	1.24	0.342	1600.00	4.31E+08	1.16E+09	1.55E+09
>30	PS-1/L4	1132	679.20	1.29	0.2188	1700.00	7.84E+08	3.68E+09	1.13E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente:	Empresa Especializada:	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
Geoconsult	Geoinstruments		

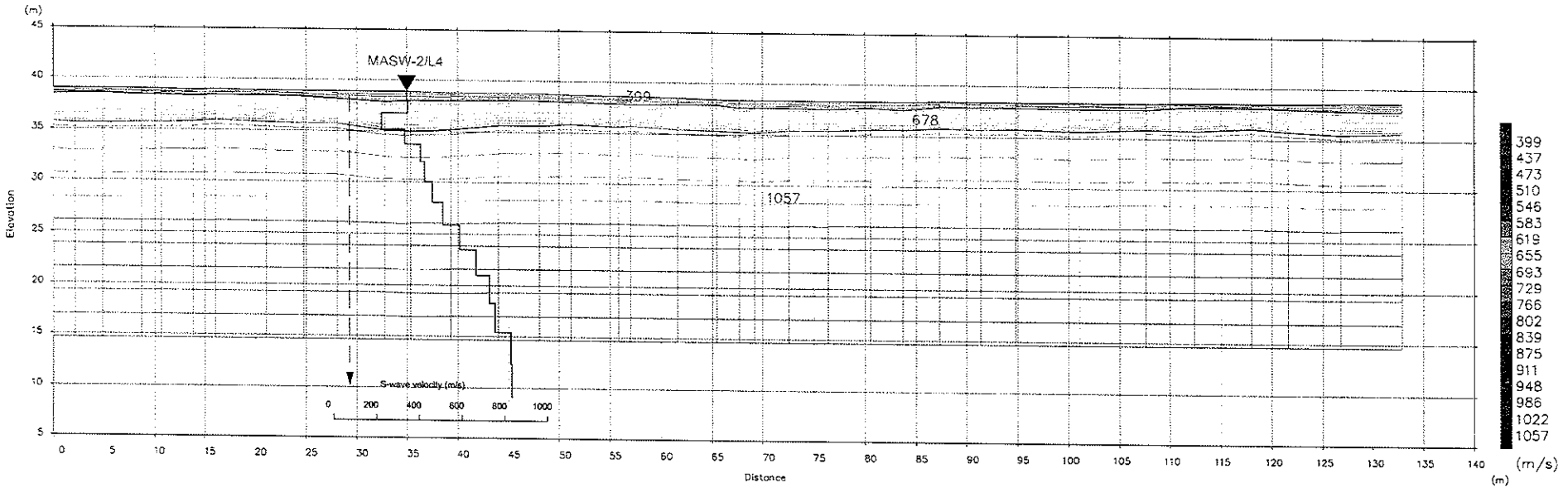
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

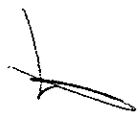
(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12535]
012132

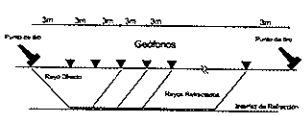
LÍNEA SÍSMICA PS - 2/L4





Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 399 m/s)
ESPESOR (0.4 < H < 1.0 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 678 m/s)
ESPESOR (2.1 < H < 3.0 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1057 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-14

[12536]
012133

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-2/L4

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1500.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1600.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]
>30	PS-2/L4	1057	634.20	1.29	0.2188	1700.00	6.84E+08	3.26E+09	9.88E+08

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

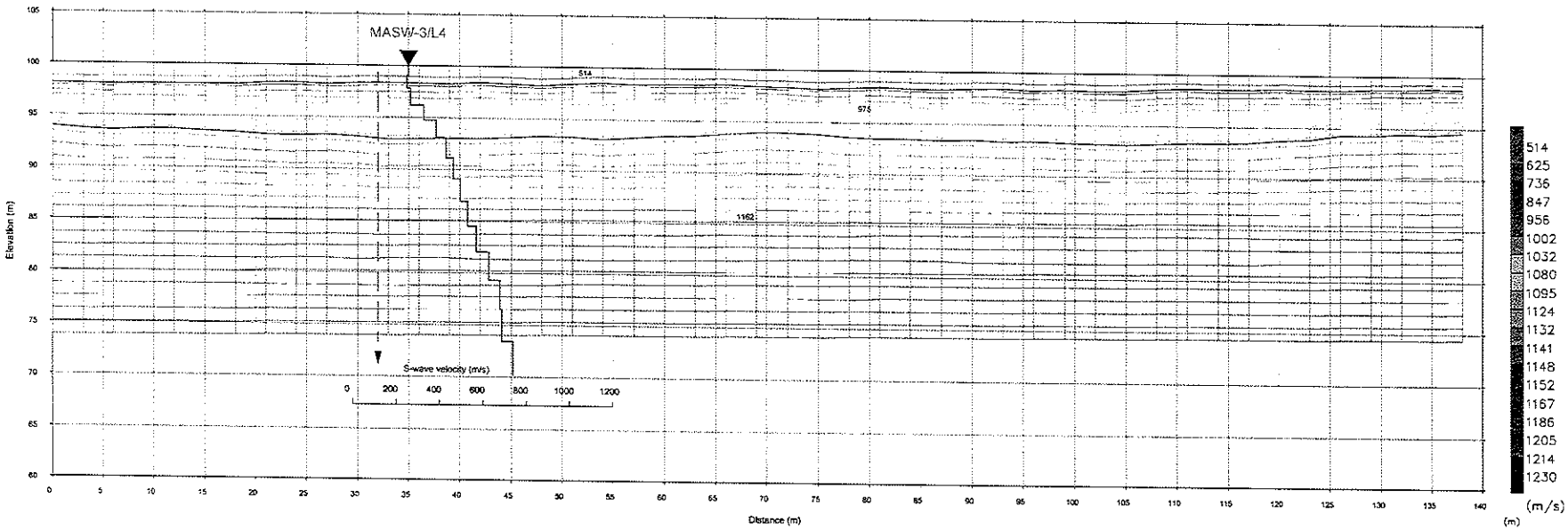
(**) Valores de densidad obtenidos de Tellford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es abtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

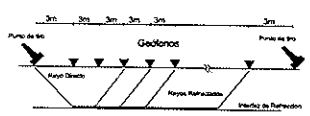
[12537]
012134

LÍNEA SÍSMICA PS - 3/L4



Punto MASW

Dispositivo Sísmico



CAPA 01 (Vp = 514 m/s)
ESPESOR (1.1 < H < 1.9 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 975 m/s)
ESPESOR (4.2 < H < 5.5 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1162 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P. DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 REV: P-15

[12538]
012135

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-3/L4

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
1.5 - 1.9	PS-3/L4	514	334.10	1.24	0.3342	1500.00	1.67E+08	4.49E+08	4.73E+08
4.2 - 5.5	PS-3/L4	978	635.70	1.28	0.4052	1600.00	6.46E+08	1.82E+09	2.66E+09
>30	PS-3/L4	1162	697.20	1.29	0.2188	1700.00	8.26E+08	3.87E+09	1.19E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

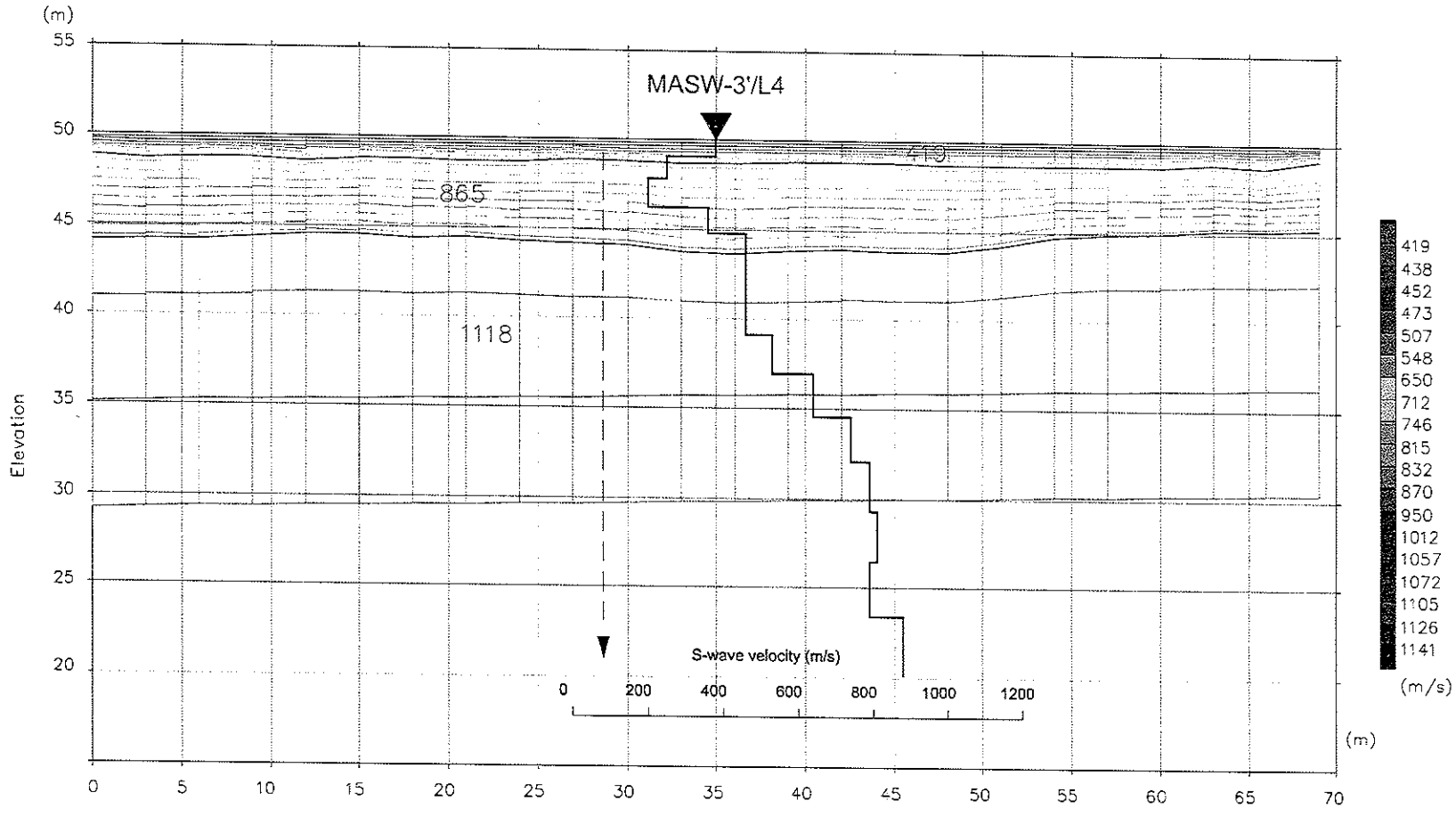
(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12539]
012136

LÍNEA SÍSMICA PS - 3'/L4





Punto MASW



CAPA 01 (Vp = 419 m/s)
ESPESOR (0.8 < H < 1.4 m)
Material de baja consolidación.

CAPA 02 (Vp = 865 m/s)
ESPESOR (3.5 < H < 5.0 m)
Material de mediana consistencia.

CAPA 03 (Vp = 1118 m/s)
ESPESOR (> 30 m)
Material compacto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:	EMPRESA ESPECIALIZADA:	DISEÑO: Ing. Anthony Lopez P.	TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESCALA: GRÁFICA / REV.
	Geoinstruments	DIBUJO: Ing. Rocio Macheco C.			FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
		VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			P-16
		PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			

[125401 12137

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS PS-3'/L4

Espesor Promedio Capa	Perfil Sísmico	Velocidad Capa Vp	Velocidad Capa (*) Vs Estimada	Módulo de Poisson	Razón de Poisson	Densidad Estimada (**)	Módulo de Corte	Módulo de Young	Módulo Bulk
(m)	PS	(m/s)	(m/s)	Vx	*p	d (kg/m^3)	G (Nt/m2)	E (Nt/m2)	K (Nt/m2)
0.5 - 1.4	PS-6/L2	413	272.58	0.49	0.4543	1500.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.5 - 30	PS-6/L2	865	569.77	0.48	0.4375	1600.00	[illegible]	[illegible]	[illegible]
>30	PS-6/L2	1118	670.80	1.29	0.2188	1700.00	7.65E+08	3.58E+09	1.10E+09

LEYENDA

1ra Capa
2da Capa
3ra Capa

Cliente: Geoconsult

Empresa Especializada: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

(**) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

(*) la Velocidad de la Onda de Corte, Vs, es obtenida por relación matemática, por lo que se dice que es estimada y se aproxima a la real con cierto grado de certeza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12541]
0121138

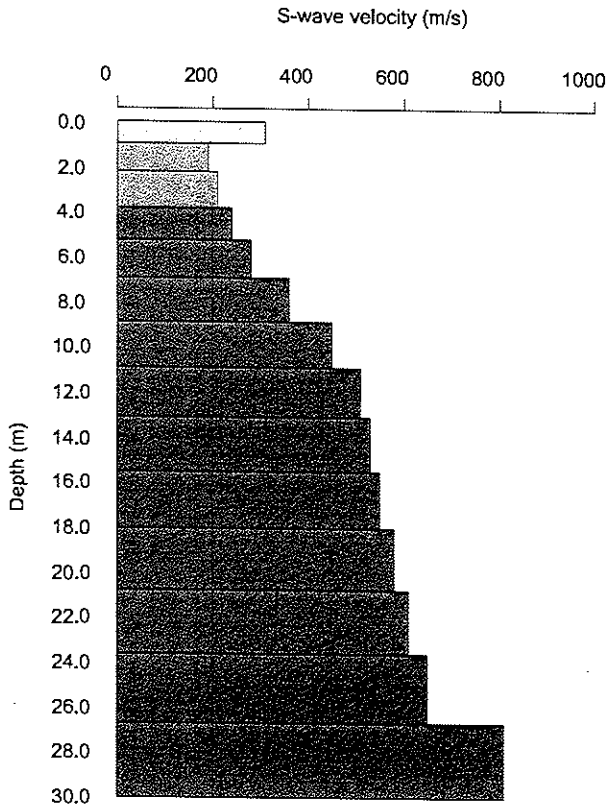
8.3. PERFILES DE MASW Y GRÁFICOS VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 1/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	308.46	308.46
1.07	198.88	198.88
2.31	210.10	210.10
3.71	241.85	241.85
5.27	281.40	281.40
7.01	359.83	359.83
8.90	452.07	452.07
10.96	505.93	505.93
13.19	526.75	526.75
15.58	546.02	546.02
18.13	576.97	576.97
20.85	612.97	612.97
23.74	651.48	651.48
26.79	805.28	805.28
30.00	865.16	865.16
Vs 30	**476.21**	**425.44**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[125431 012140

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE MASW

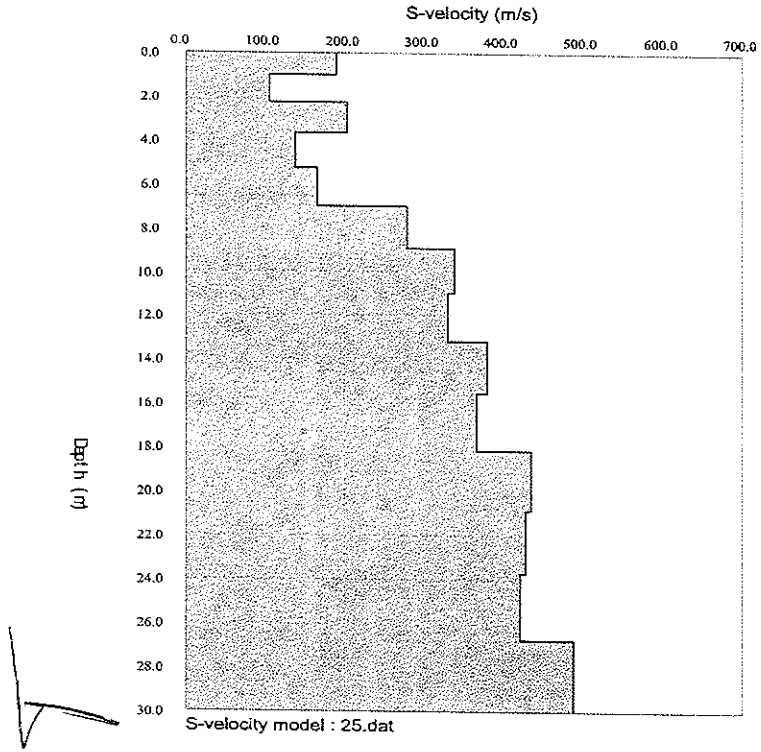
ESCALA: GRÁFICA | REV.:

FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

PV-01

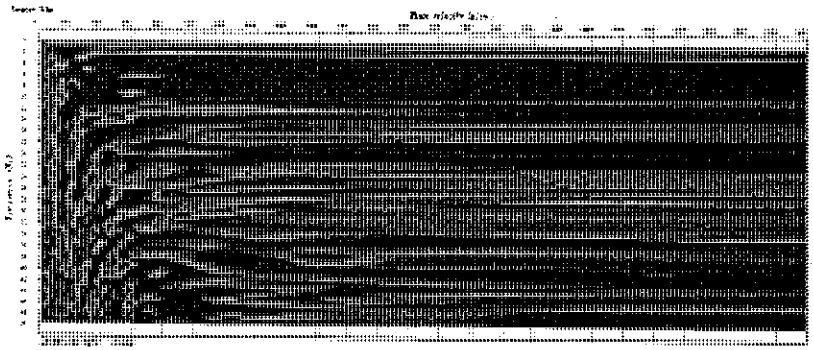
MASW-1/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

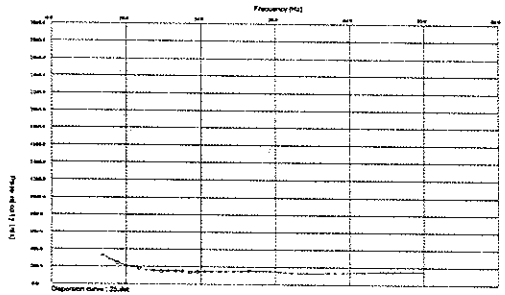


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

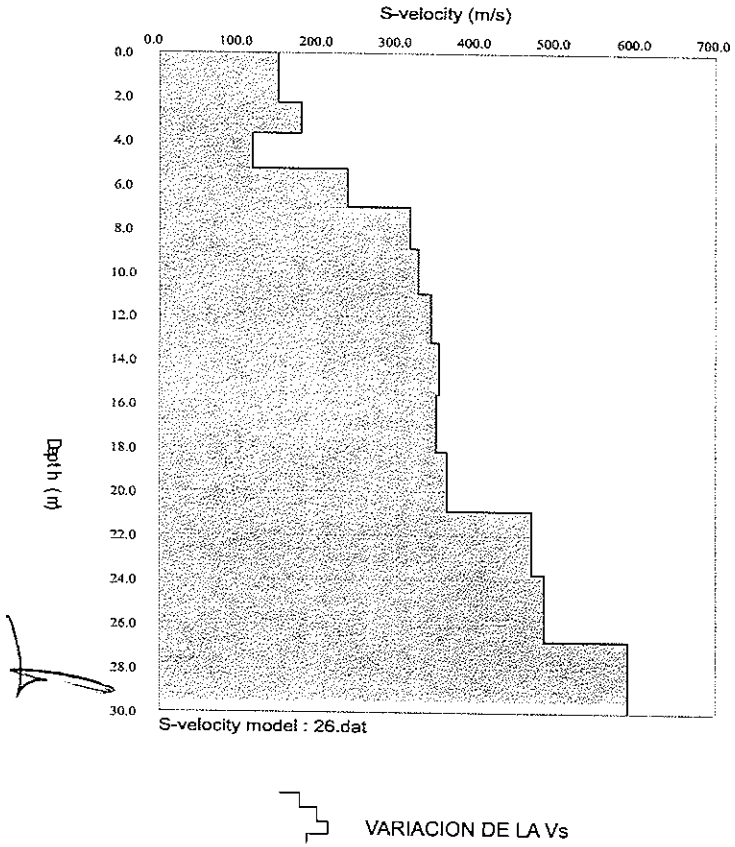
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments International	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125441141

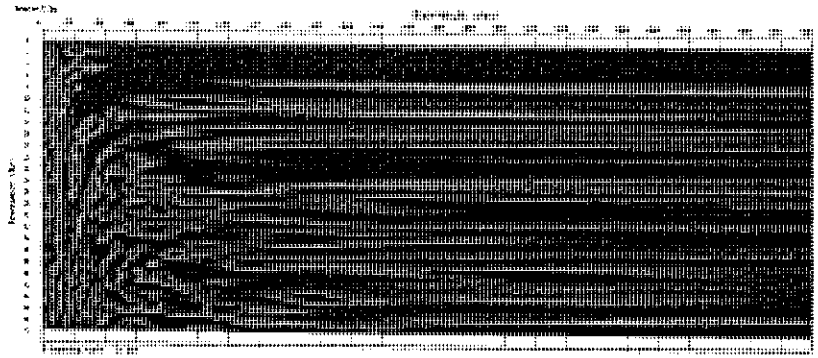
MASW-1/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

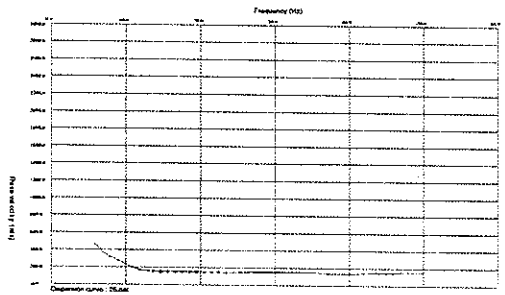


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

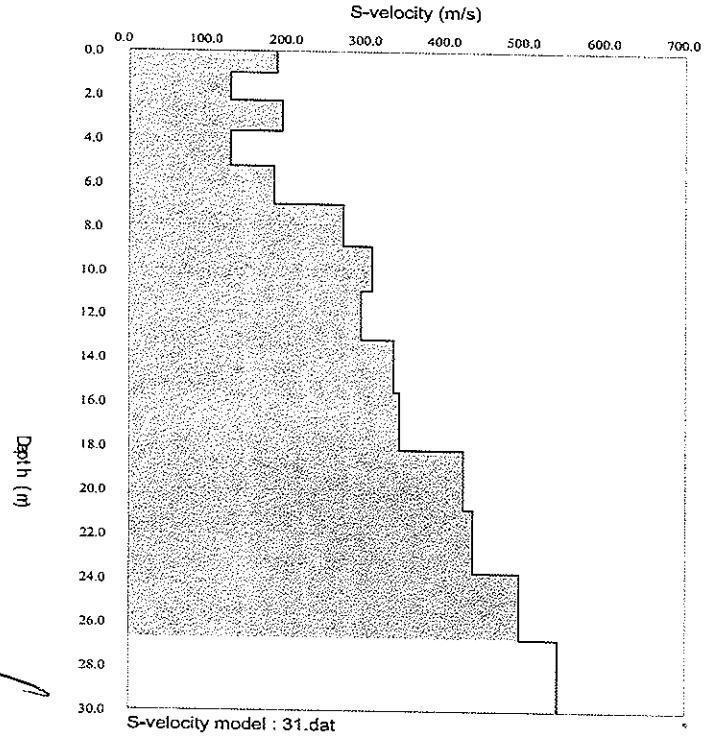
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA / LÁMINA: CD-02
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

[125451142

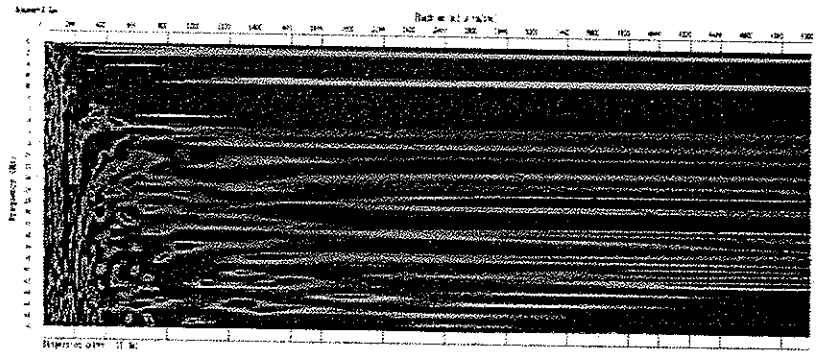
MASW-1/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

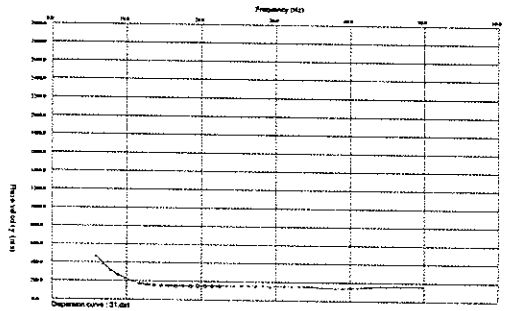


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

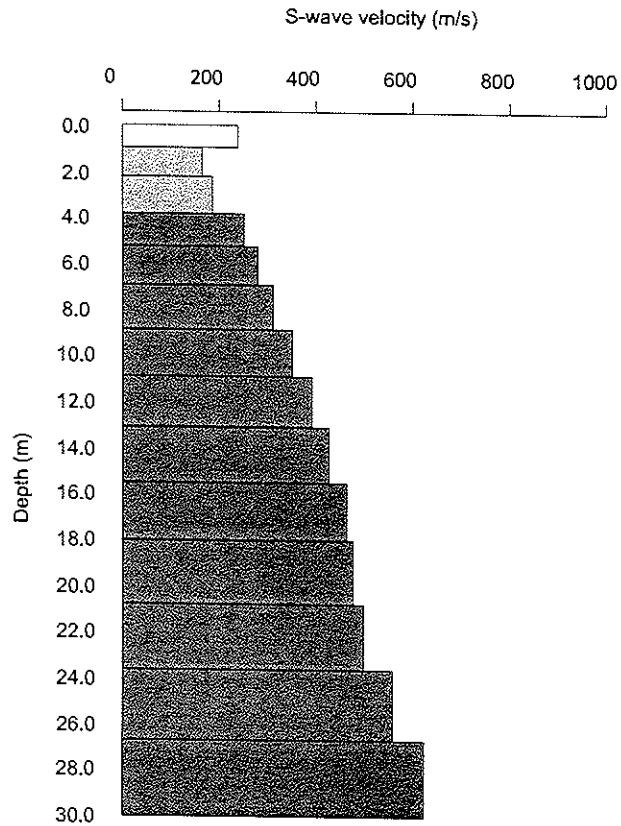
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

[125461143

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 2/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	238.89	238.89
1.07	165.40	165.40
2.31	186.31	186.31
3.71	251.26	251.26
5.27	280.09	280.09
7.01	312.00	312.00
8.90	351.48	351.48
10.96	392.56	392.56
13.19	427.93	427.93
15.58	464.12	464.12
18.13	477.39	477.39
20.85	498.57	498.57
23.74	558.69	558.69
26.79	622.96	622.96
30.00	829.75	829.75
Vs 30	**403.83**	**362.81**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccalla H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccalla H.

TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFÍL DE MASW

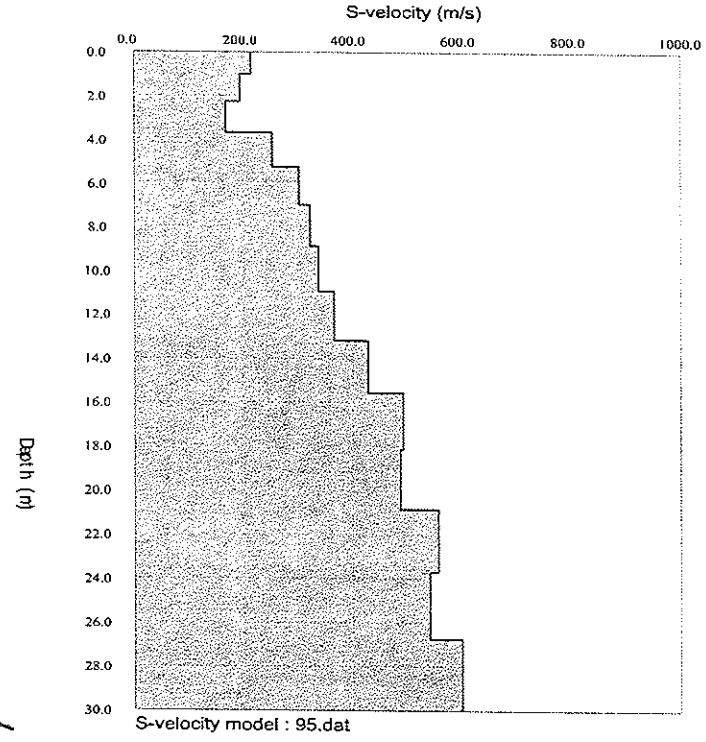
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

PV-02

[12547]
012144

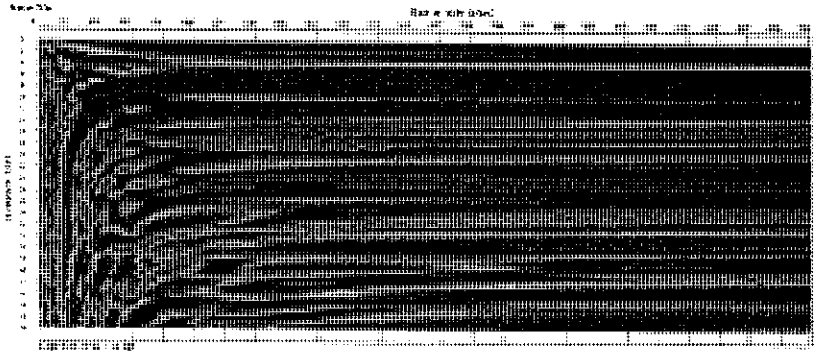
MASW-2/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

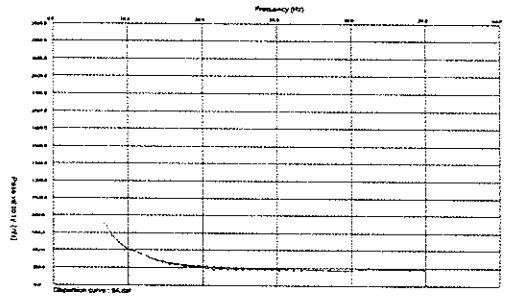


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

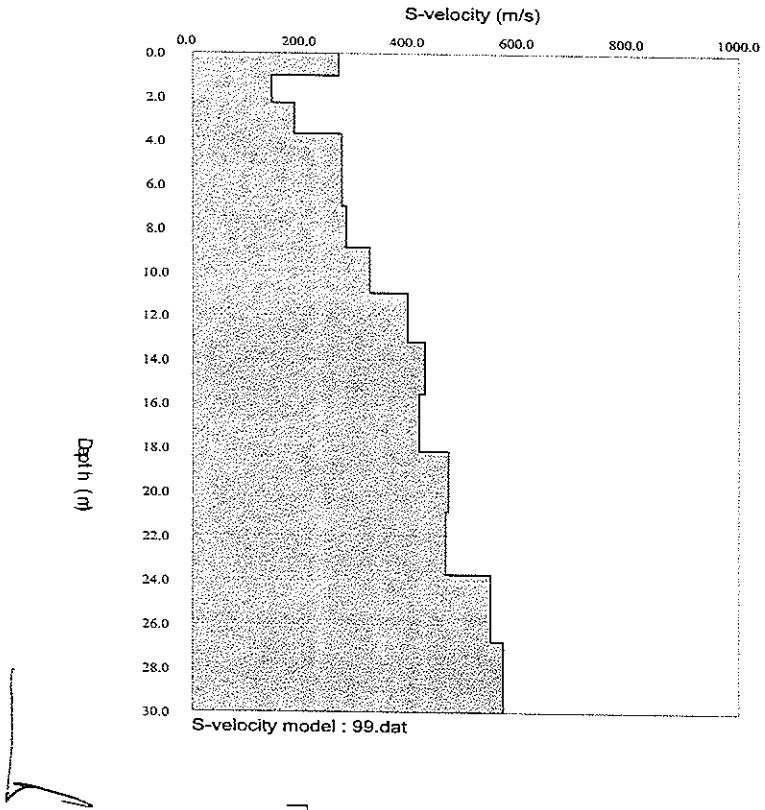
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125481 21145

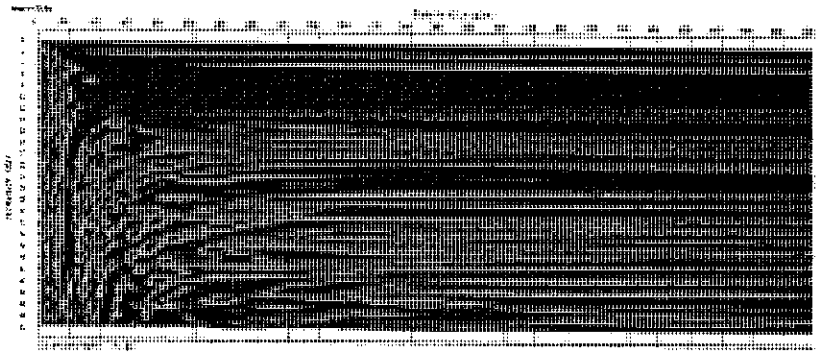
MASW-2/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

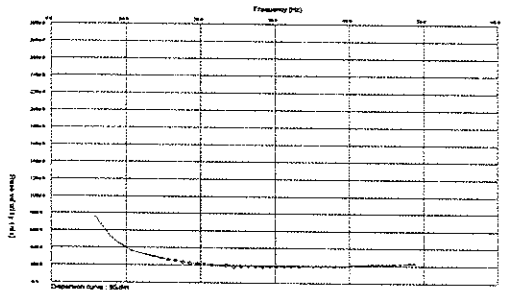


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

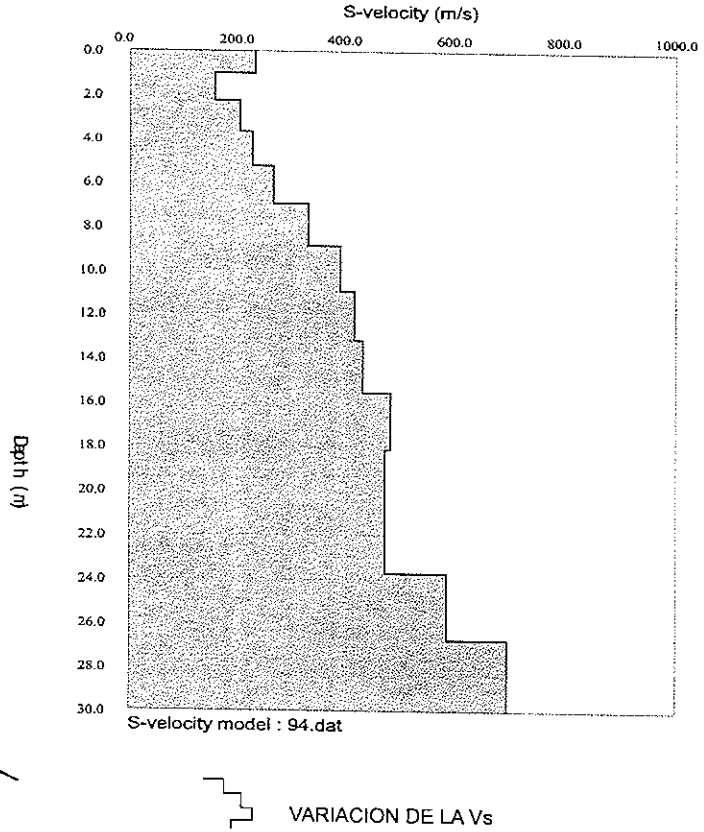
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125481]
2146

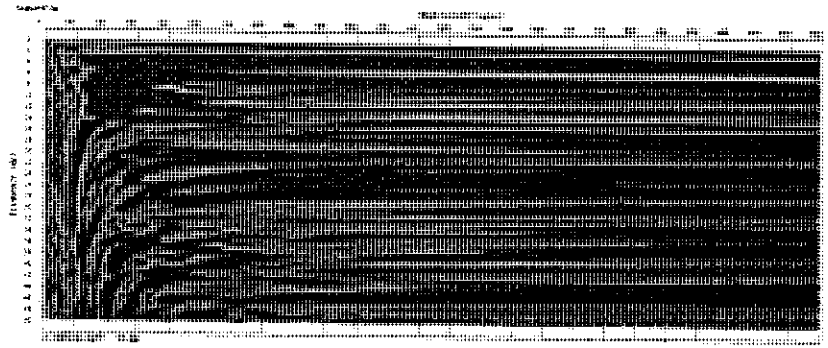
MASW-2/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

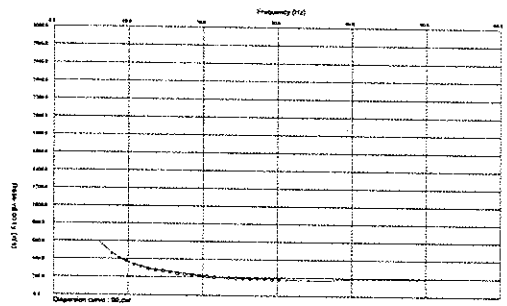


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

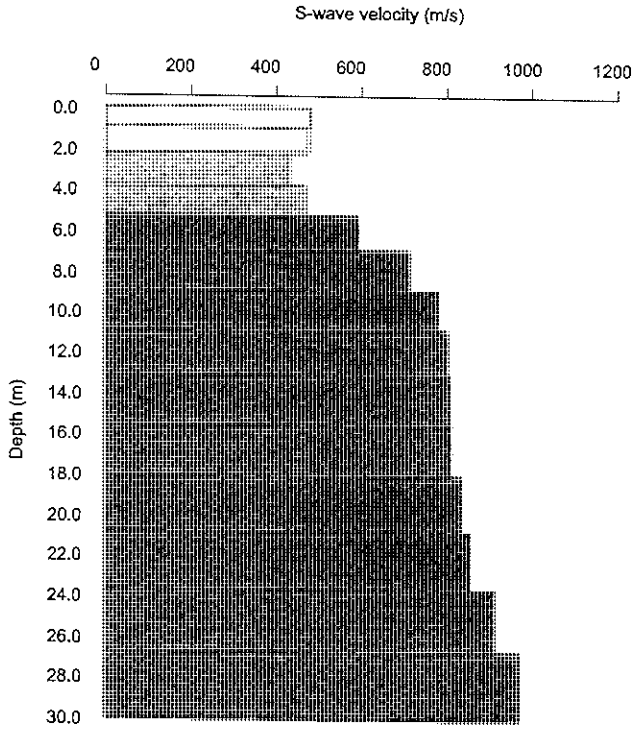
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

[12550] 2147

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 3/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	479.00	479.00
1.07	477.25	477.25
2.31	431.87	431.87
3.71	469.37	469.37
5.27	592.82	592.82
7.01	712.27	712.27
8.90	779.94	779.94
10.96	801.34	801.34
13.19	808.30	808.30
15.58	810.39	810.39
18.13	834.17	834.17
20.85	855.52	855.52
23.74	911.22	911.22
26.79	969.51	969.51
30.00	1319.27	1319.27
Vs 30	**750.15**	**717.52**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocio Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFÍL DE MASW

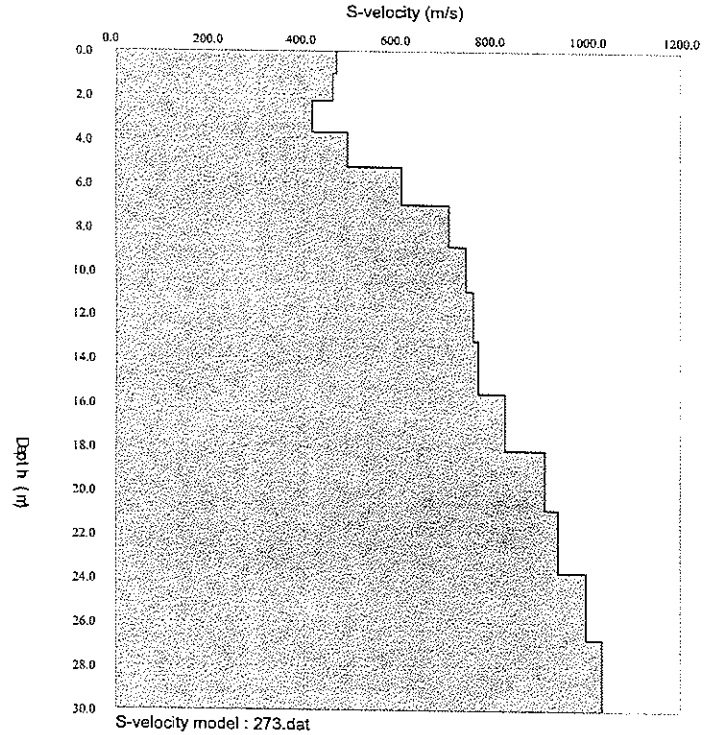
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

PV-03

[125511] 012148

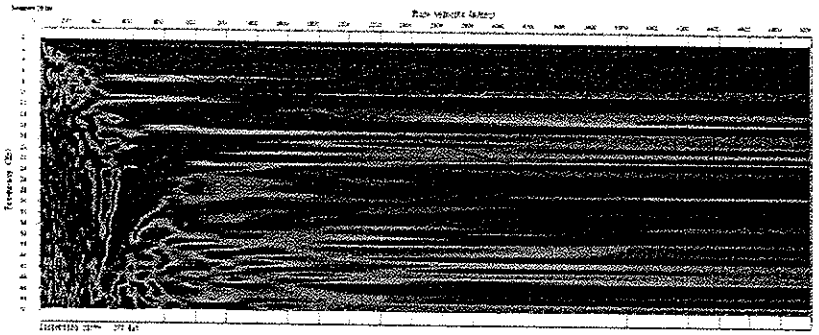
MASW-3/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

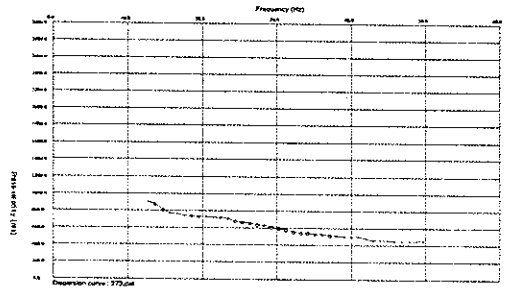


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———
CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - - -

CLIENTE: Geoconsult

PRESENTADO POR: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTUDIO DE MASW

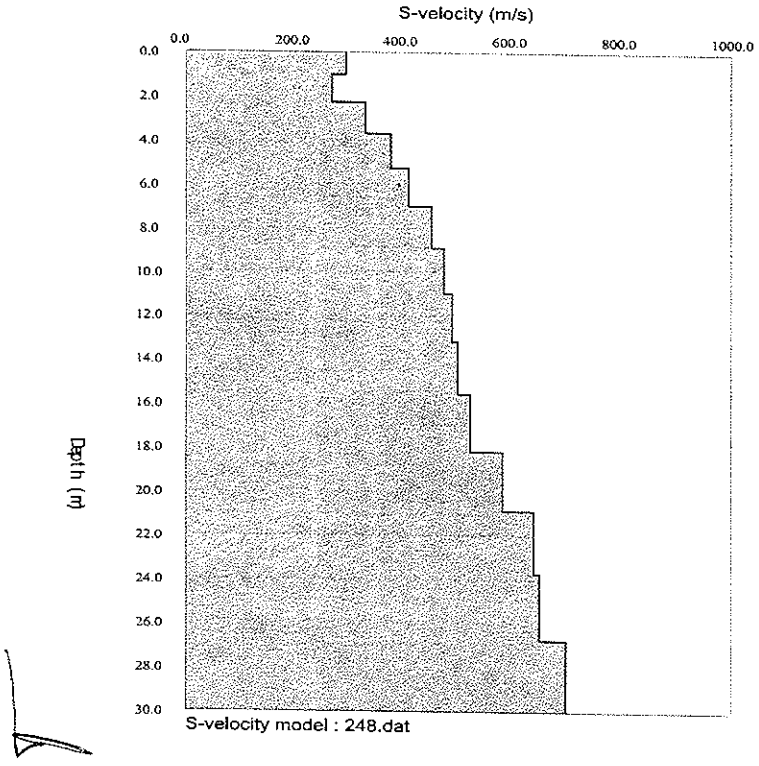
REALIZADO POR:	Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
REVISADO POR:	Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12552] 012149

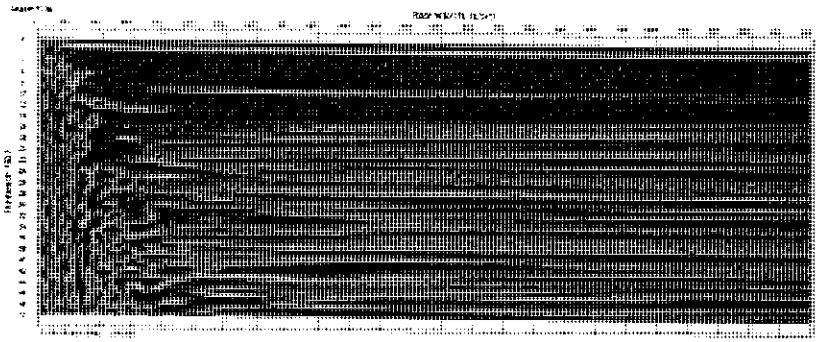
MASW-3/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

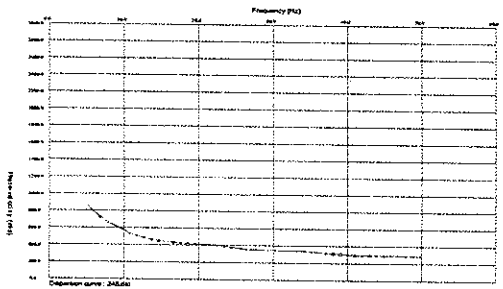


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

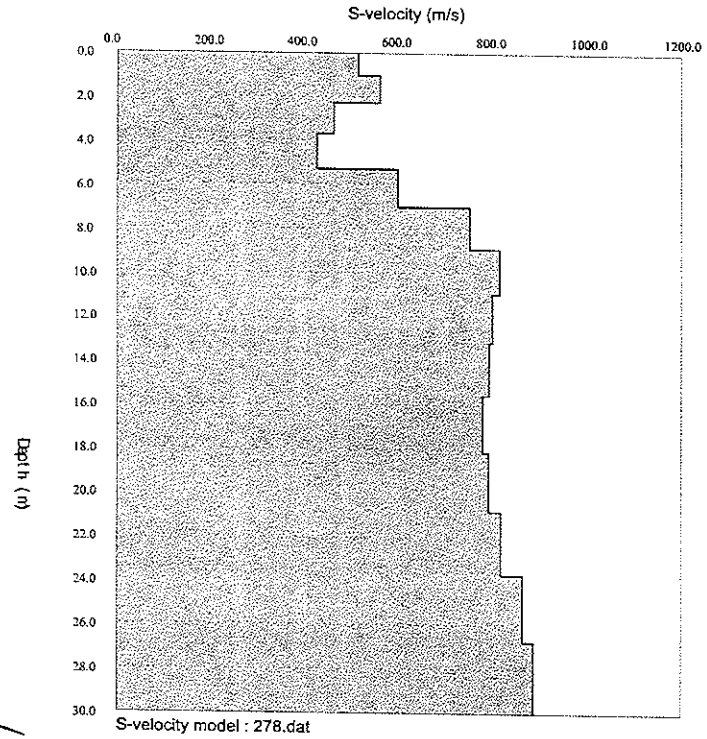
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125531 012150

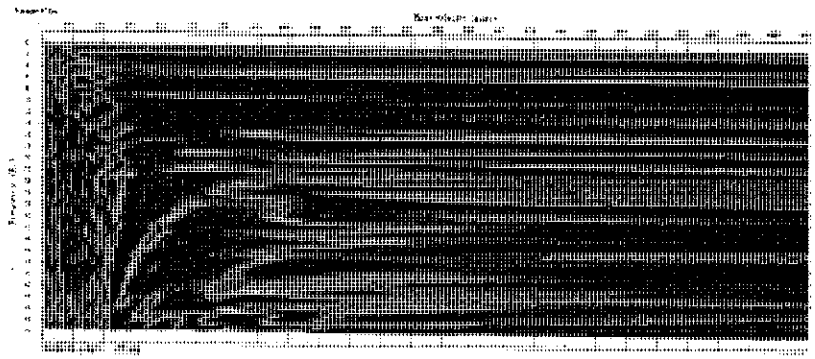
MASW-3/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

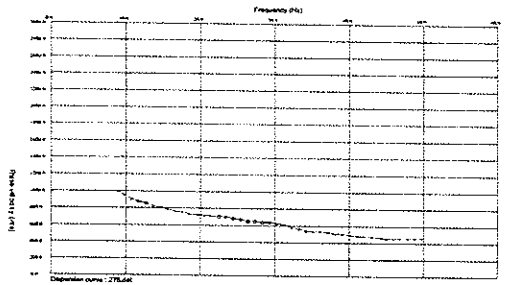


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - - -

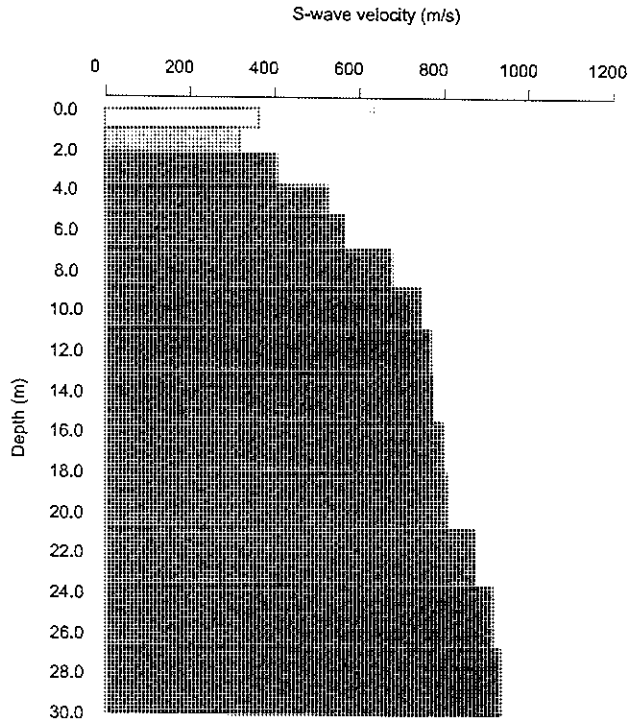
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

[125541] 2151

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 4/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	363.60	363.60
1.07	318.91	318.91
2.31	403.71	403.71
3.71	523.64	523.64
5.27	564.51	564.51
7.01	674.00	674.00
8.90	743.43	743.43
10.96	766.65	766.65
13.19	771.44	771.44
15.58	795.04	795.04
18.13	803.59	803.59
20.85	870.23	870.23
23.74	910.45	910.45
26.79	928.85	928.85
30.00	1534.65	1534.65
Vs 30	**731.51**	**671.79**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

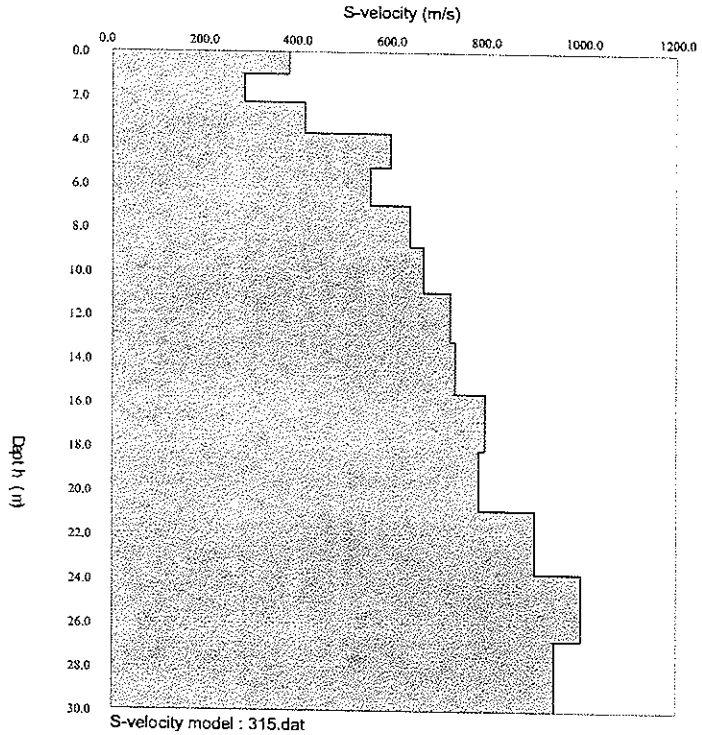
PLANO: PERFÍL DE MASW

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:
PV-04

[12555]
012152

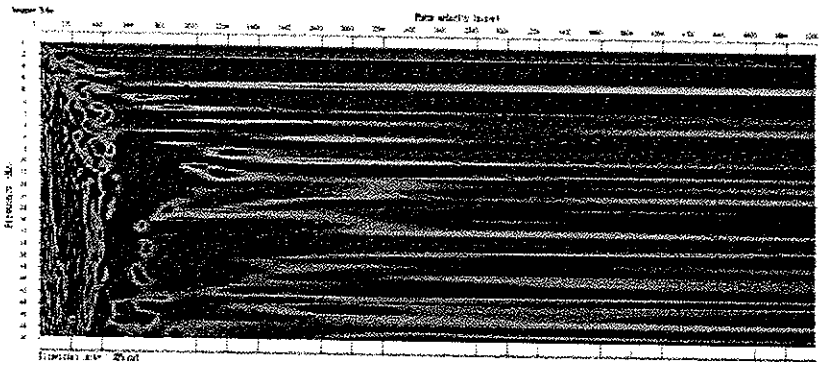
MASW-4/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

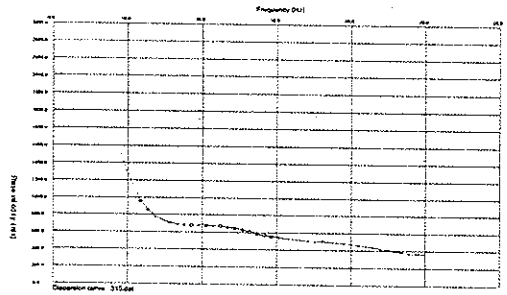


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

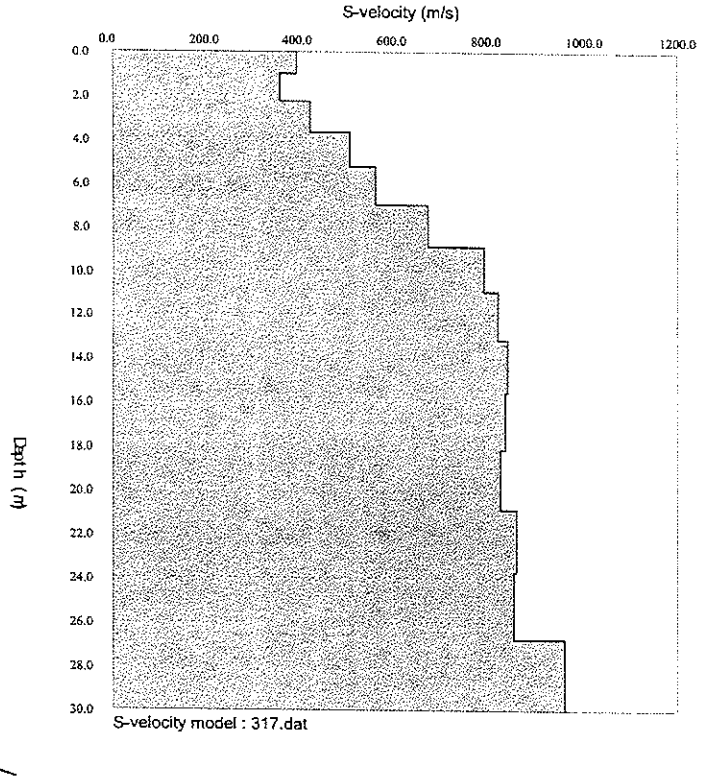
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125561] 2153

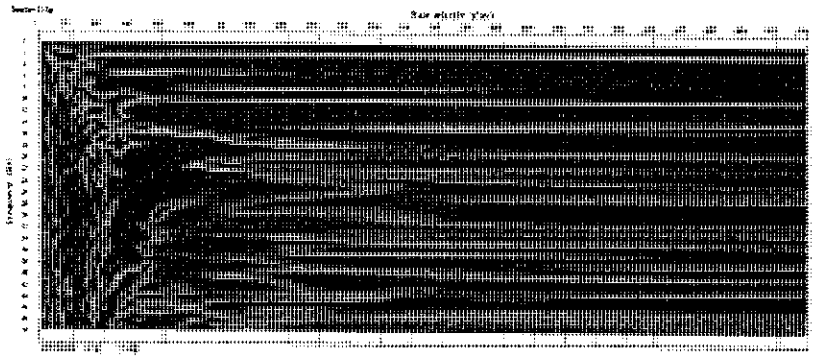
MASW-4/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

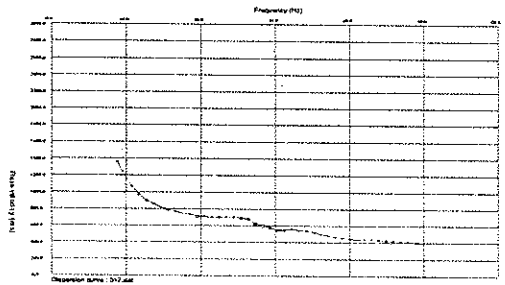


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——
CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

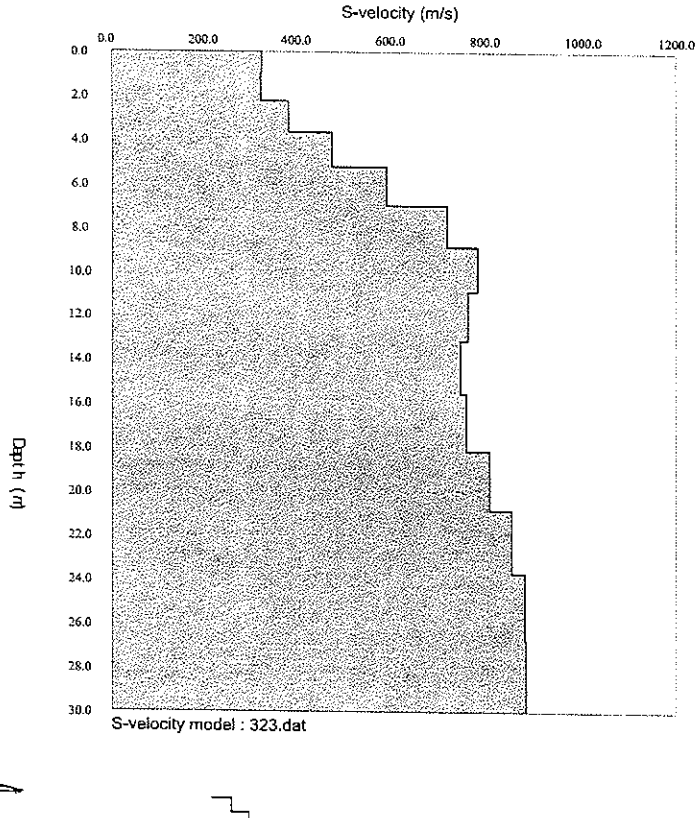
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"		
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125570] 21541

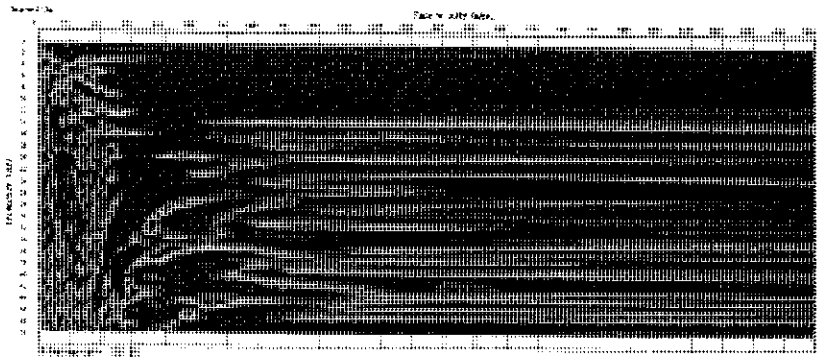
MASW-4/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

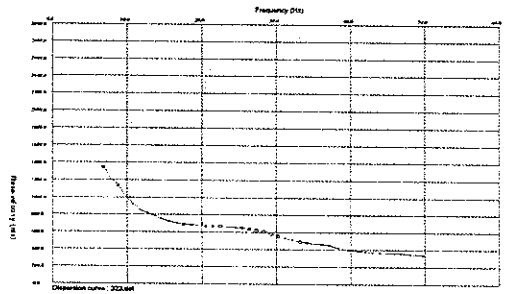


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

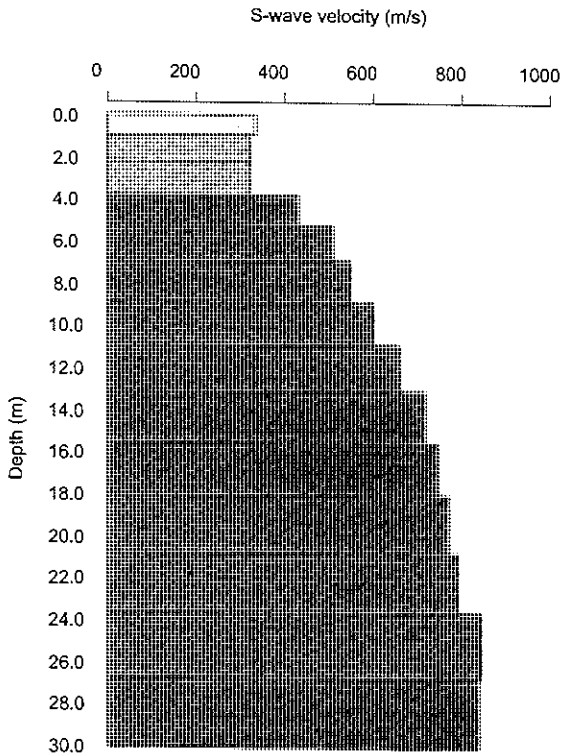
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C. / REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	ESCALA: GRÁFICA / FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	LÁMINA: CD-03

[125581] 2155

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 5/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	335.23	335.23
1.07	324.52	324.52
2.31	324.35	324.35
3.71	431.21	431.21
5.27	509.74	509.74
7.01	550.59	550.59
8.90	602.04	602.04
10.96	661.13	661.13
13.19	716.86	716.86
15.58	744.53	744.53
18.13	769.72	769.72
20.85	791.17	791.17
23.74	843.34	843.34
26.79	837.72	837.72
30.00	1161.47	1161.47
Vs 30	**640.24**	**600.24**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocio Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE MASW

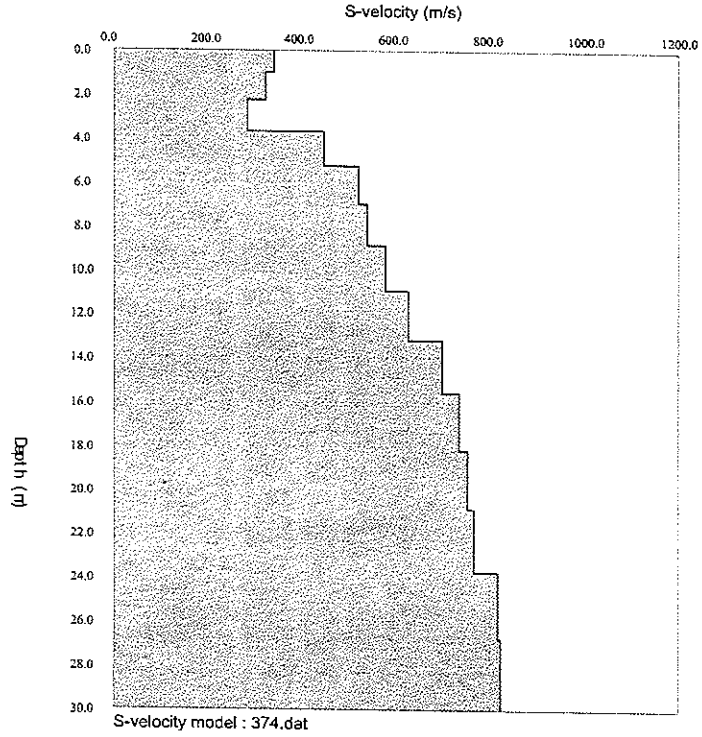
ESCALA: GRÁFICA | REV:
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

PV-05

[125591 156

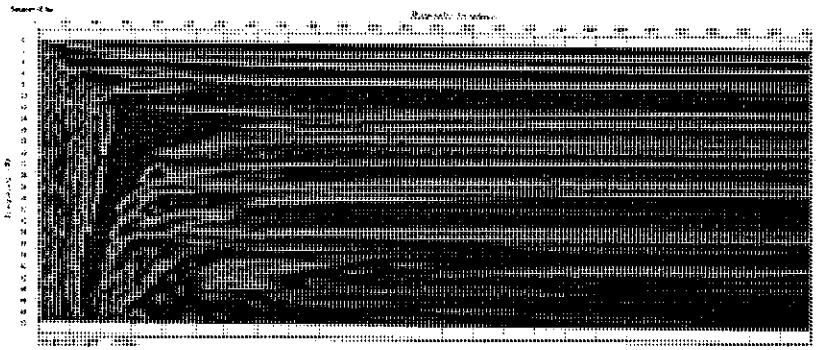
MASW-5/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

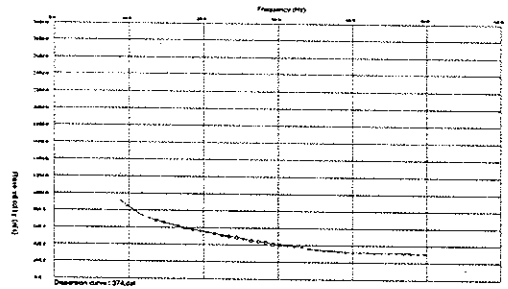


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

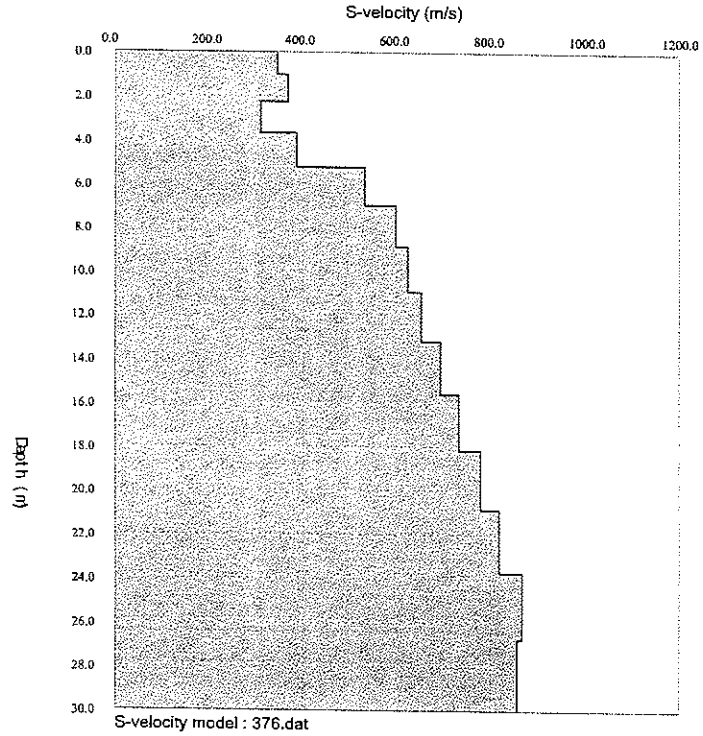
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C. / REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	ESCALA: GRÁFICA / FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 / LÁMINA: CD-01

[125601]215 7

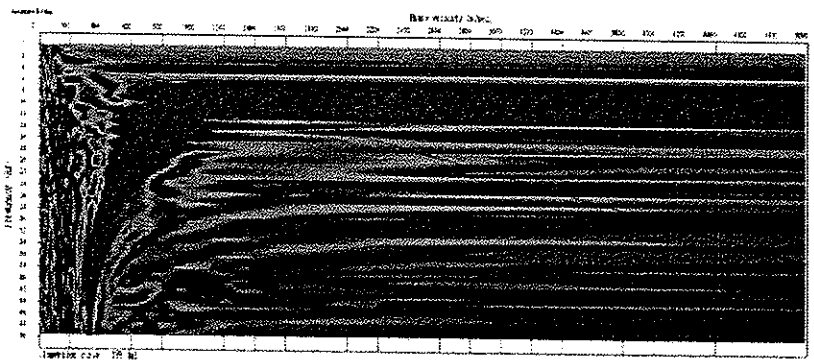
MASW-5/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

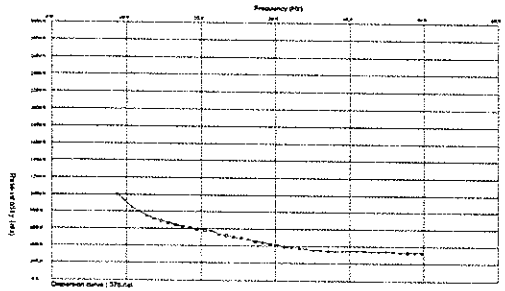


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

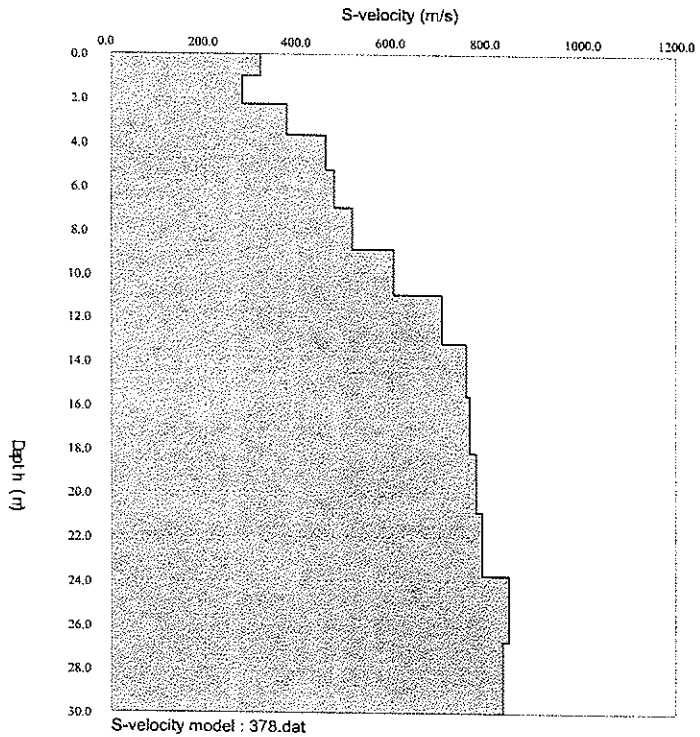
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments International	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-02

[125611 21158

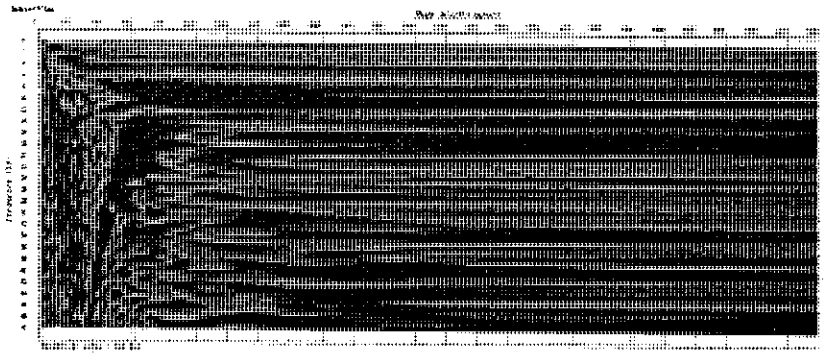
MASW-5/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

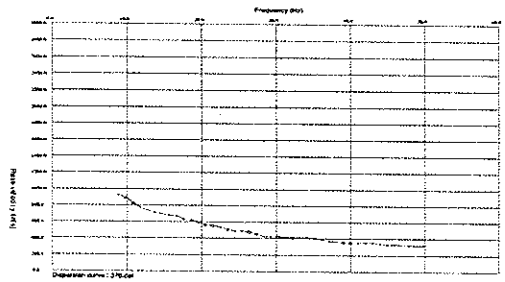


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CLIENTE: Geoconsult

PRESENTADO POR: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTUDIO DE MASW

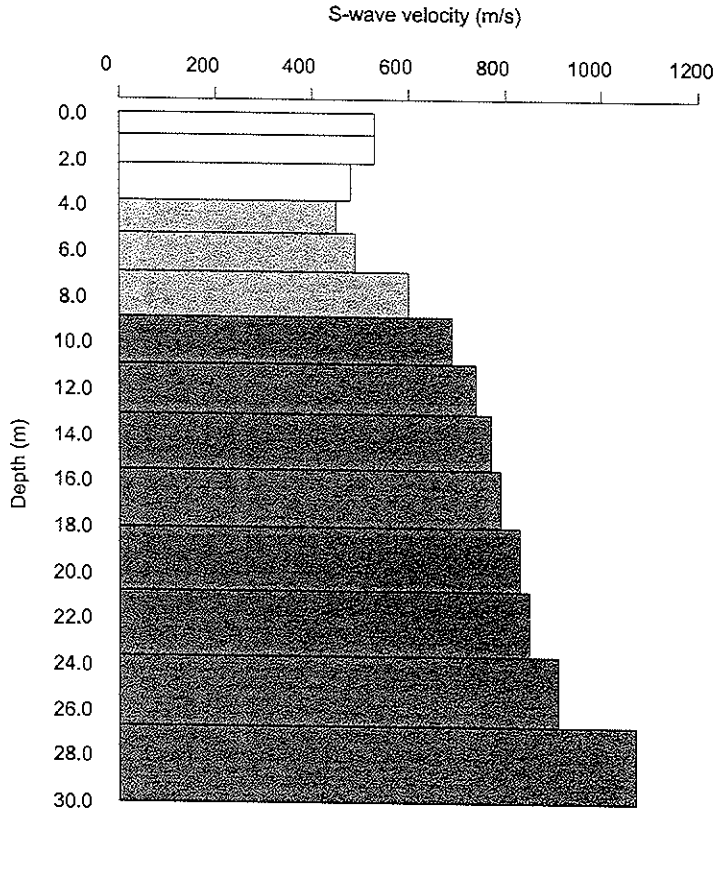
REALIZADO POR:	Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
REVISADO POR:	Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[125621 21159

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 6/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	533.03	533.03
1.07	527.57	527.57
2.31	480.74	480.74
3.71	450.01	450.01
5.27	488.23	488.23
7.01	598.00	598.00
8.90	688.96	688.96
10.96	739.67	739.67
13.19	766.02	766.02
15.58	786.29	786.29
18.13	832.48	832.48
20.85	850.59	850.59
23.74	906.69	906.69
26.79	1070.85	1070.85
30.00	1208.42	1208.42
Vs 30	**728.50**	**700.05**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFÍL DE MASW

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

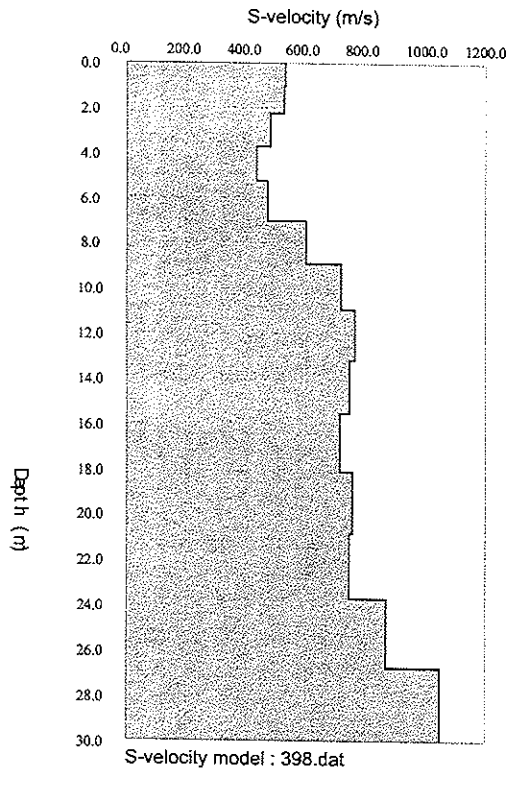
PV-06

012160

[12563]

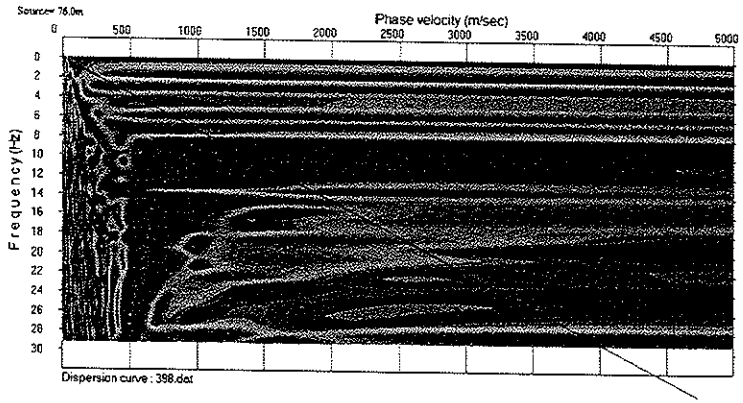
MASW-6/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

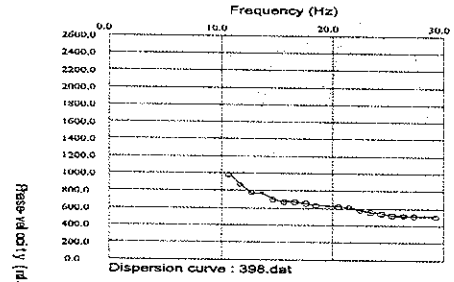


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

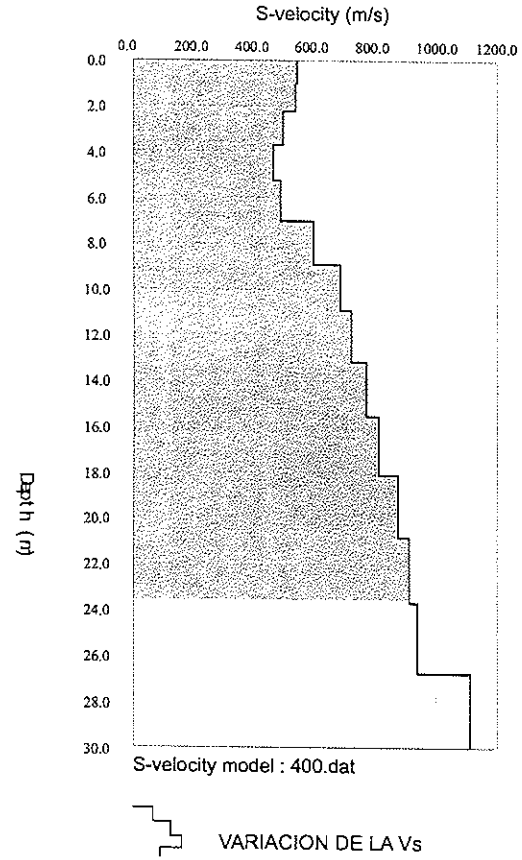
CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

012161

[12564]

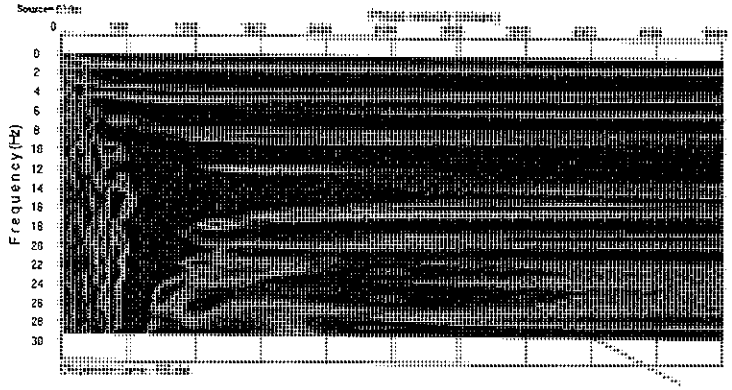
MASW-6/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

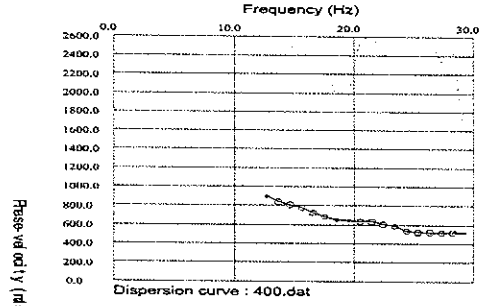


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012162

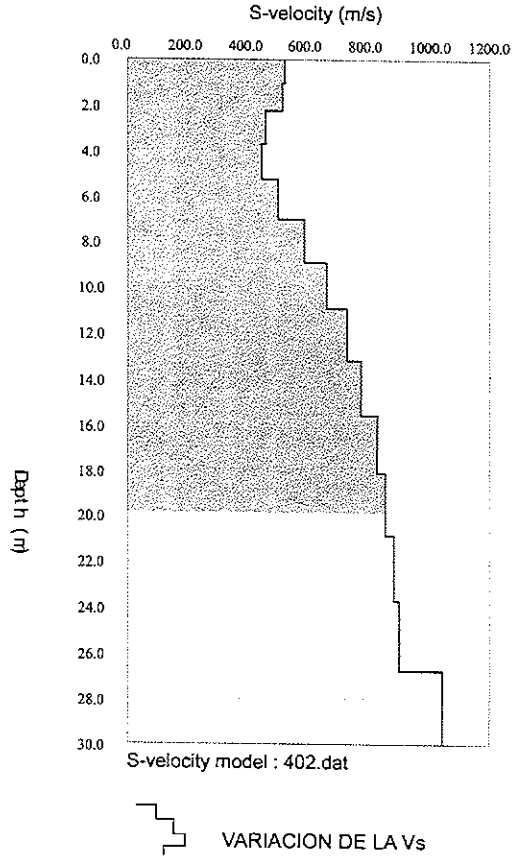
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BALSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[12565]

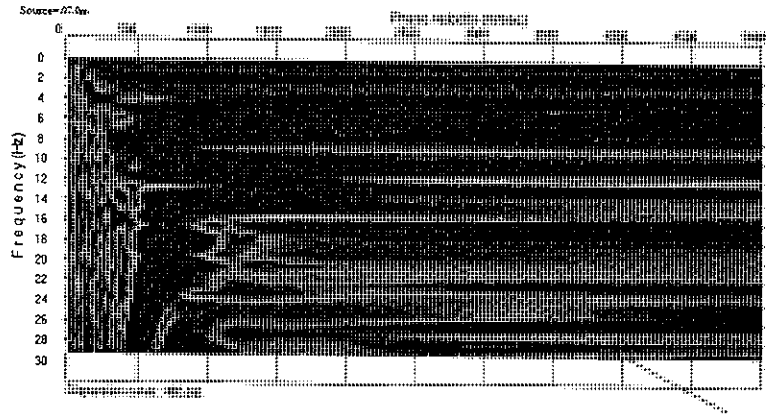
MASW-6/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

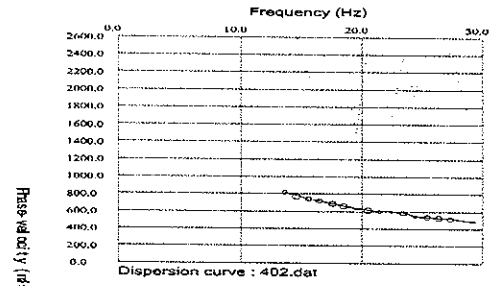


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012163

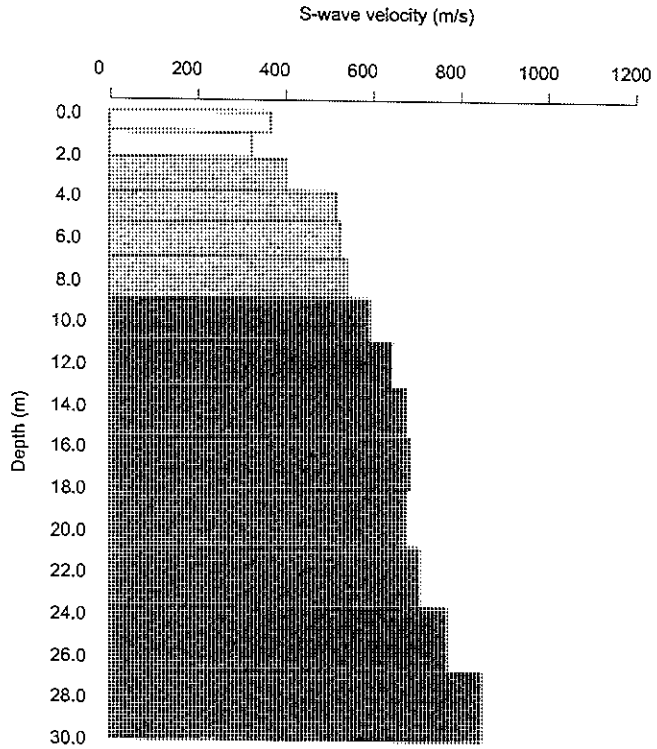
[12566]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 6'/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	369.25	369.25
1.07	325.09	325.09
2.31	401.17	401.17
3.71	517.10	517.10
5.27	527.69	527.69
7.01	538.76	538.76
8.90	591.69	591.69
10.96	641.96	641.96
13.19	673.98	673.98
15.58	682.53	682.53
18.13	673.63	673.63
20.85	704.89	704.89
23.74	767.50	767.50
26.79	845.78	845.78
30.00	1285.62	1285.62
Vs 30	**636.44**	**598.04**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012164

[125567]

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFÍL DE MASW

ESCALA: GRÁFICA

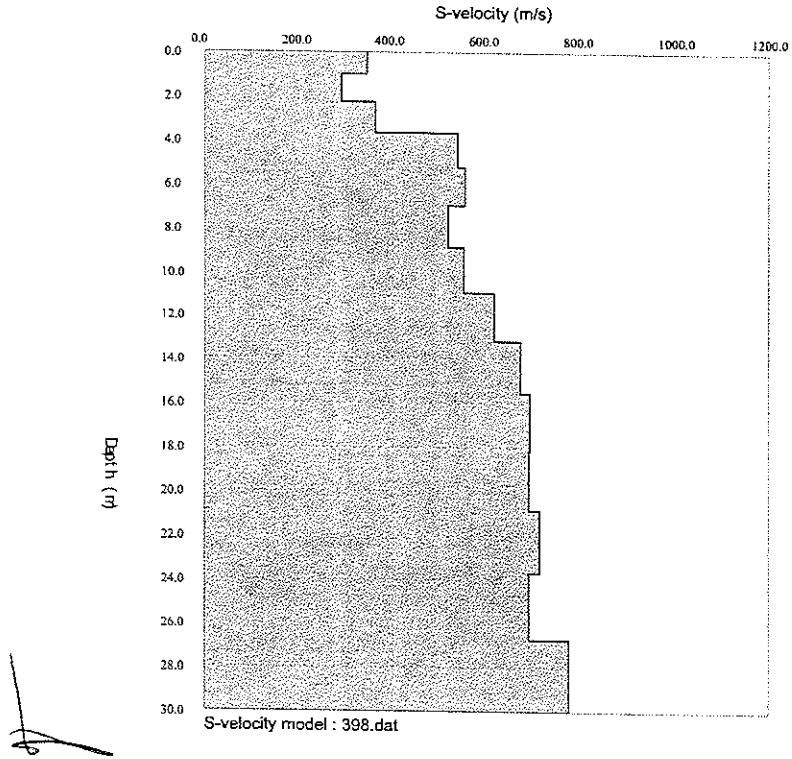
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

REV:

PV-07

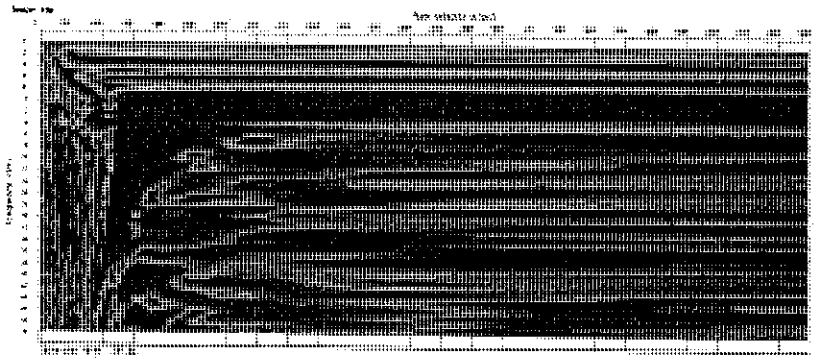
MASW-6'/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

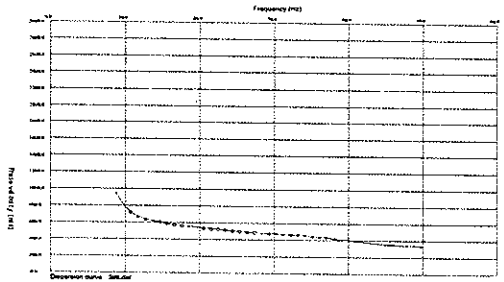


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012165

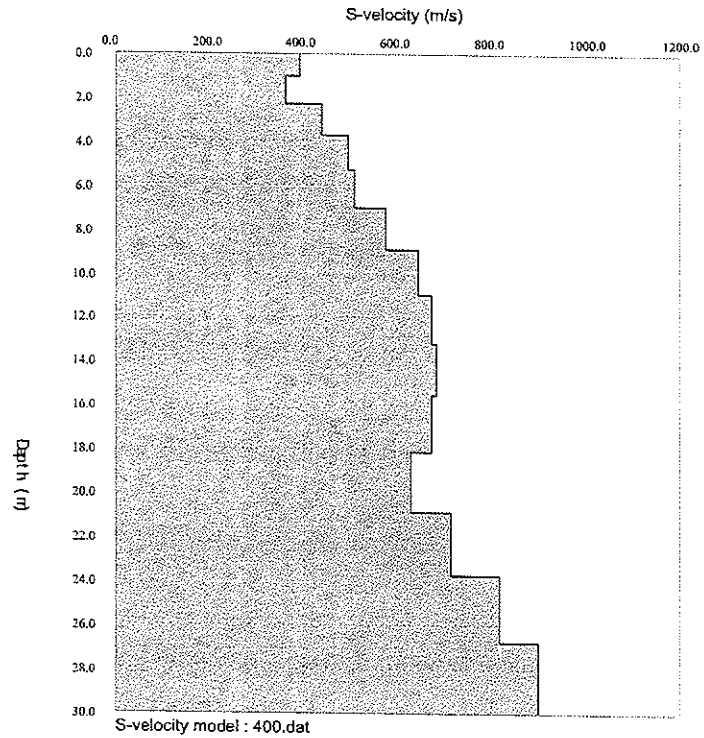
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12568]

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments International	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

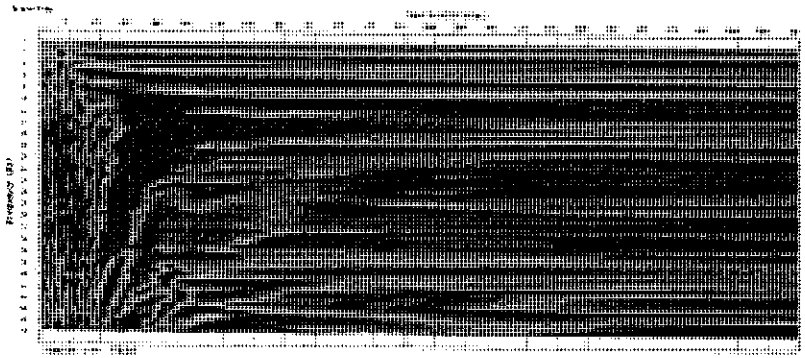
MASW-6'/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

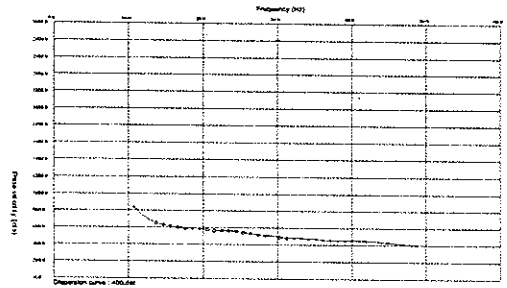


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012163

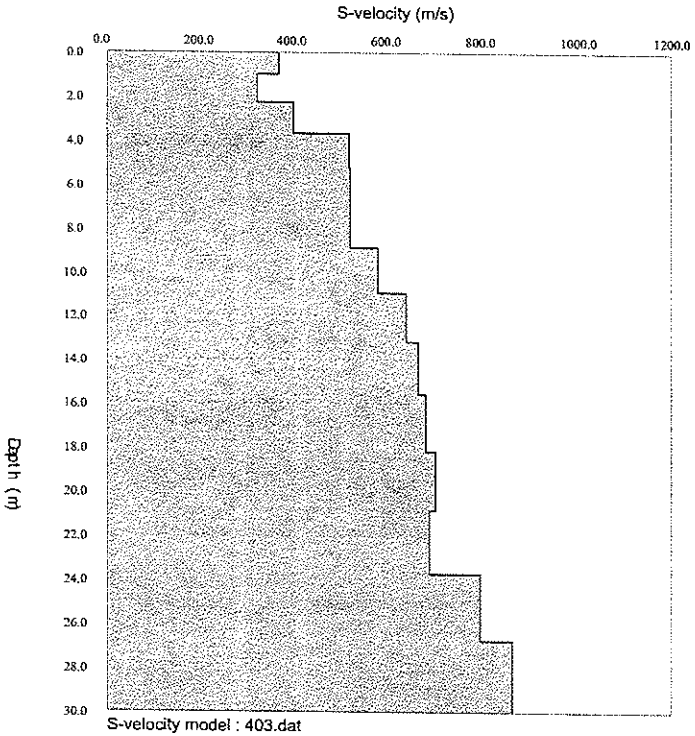
[12569]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-02

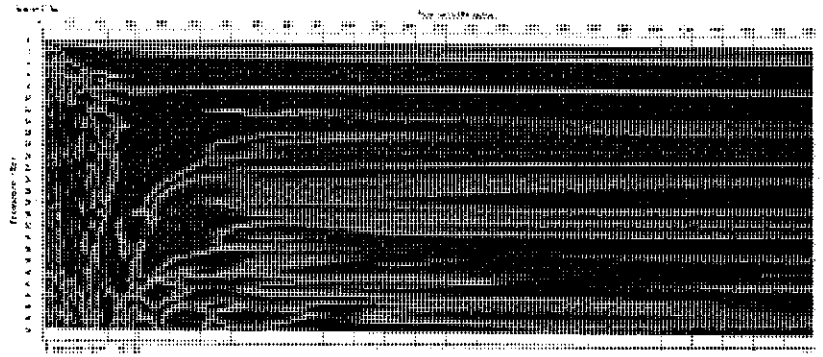
MASW-6'/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

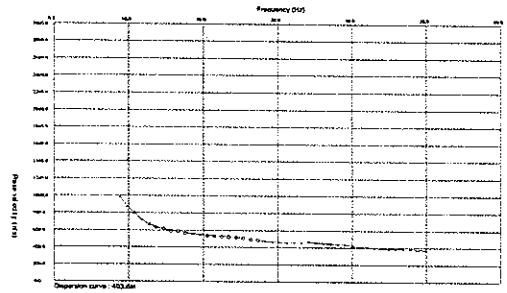


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

012167

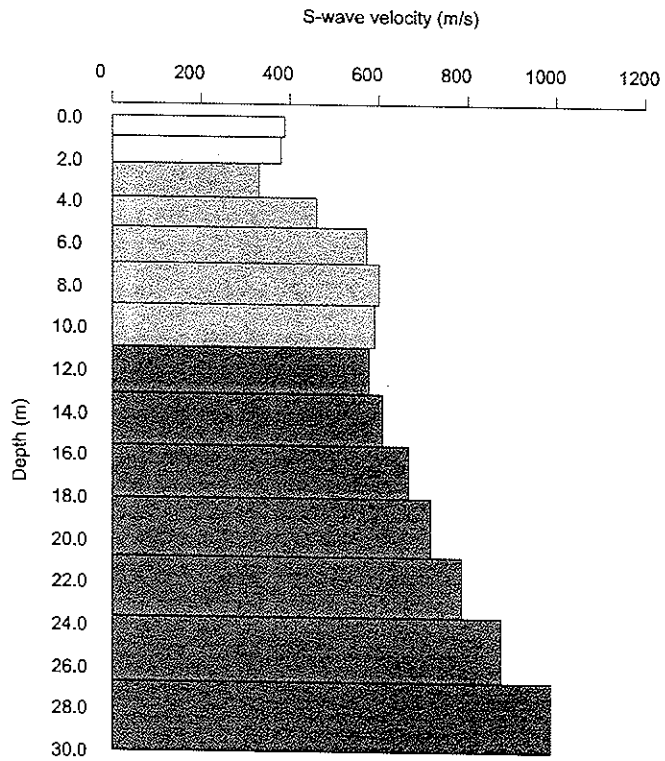
[125701]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments International	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 7/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	389.59	389.59
1.07	380.10	380.10
2.31	330.73	330.73
3.71	460.58	460.58
5.27	572.52	572.52
7.01	600.77	600.77
8.90	591.08	591.08
10.96	577.68	577.68
13.19	608.44	608.44
15.58	667.94	667.94
18.13	716.83	716.83
20.85	786.67	786.67
23.74	874.91	874.91
26.79	987.23	987.23
30.00	1238.90	1238.90
Vs 30	**652.27**	**610.88**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012168

[12571]

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

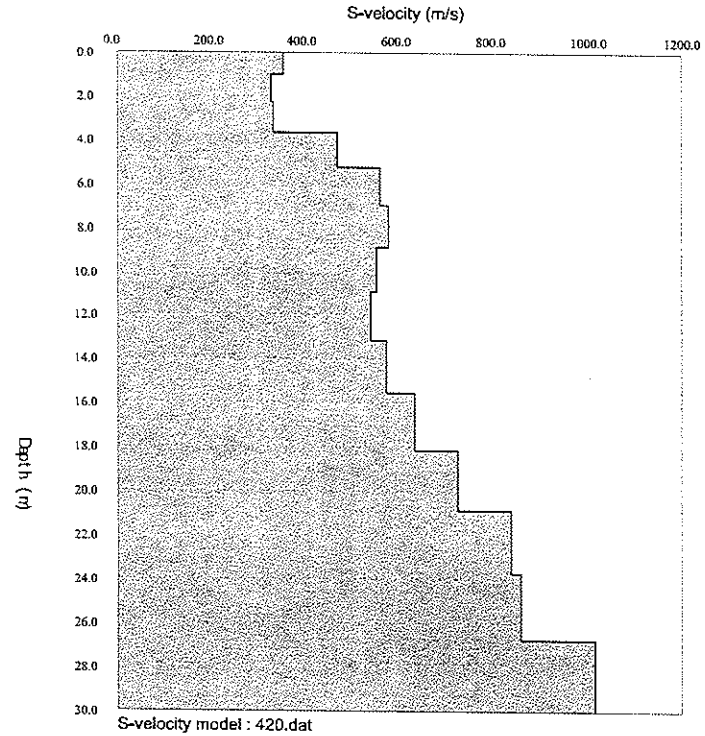
PLANO: PERFÍL DE MASW

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

PV-08

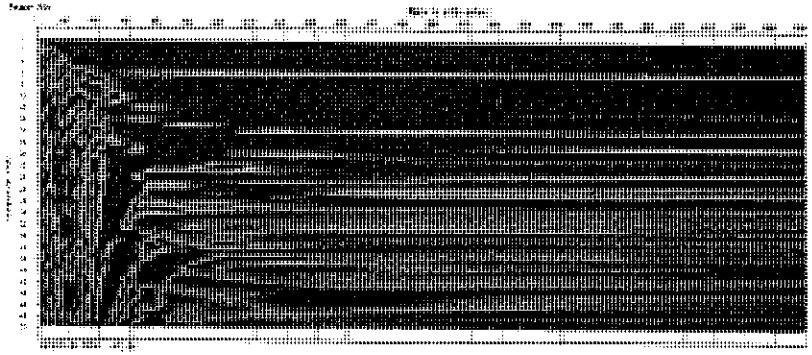
MASW-7/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

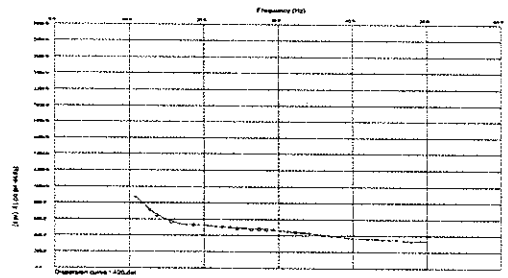


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012169

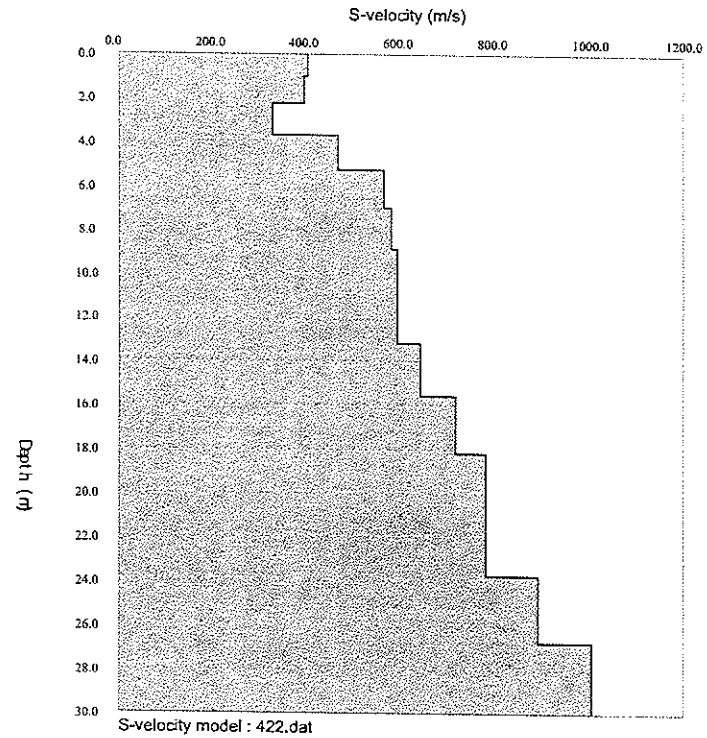
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[125721]

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C. / REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	ESCALA: GRÁFICA / FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 / LÁMINA: CD-01

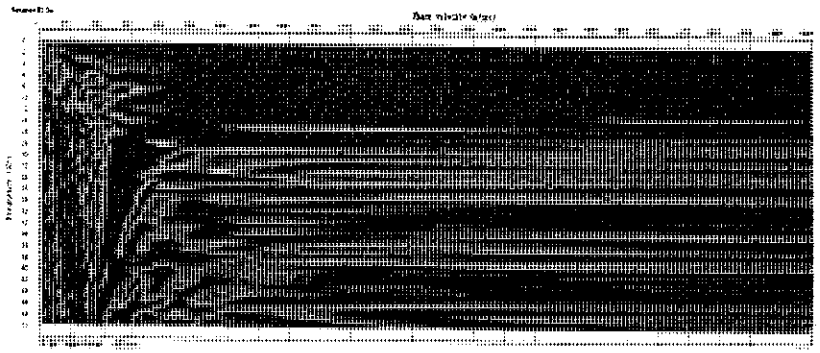
MASW-7/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

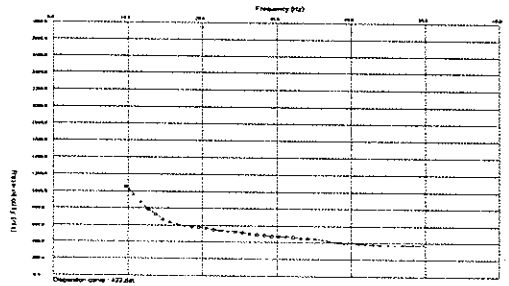


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

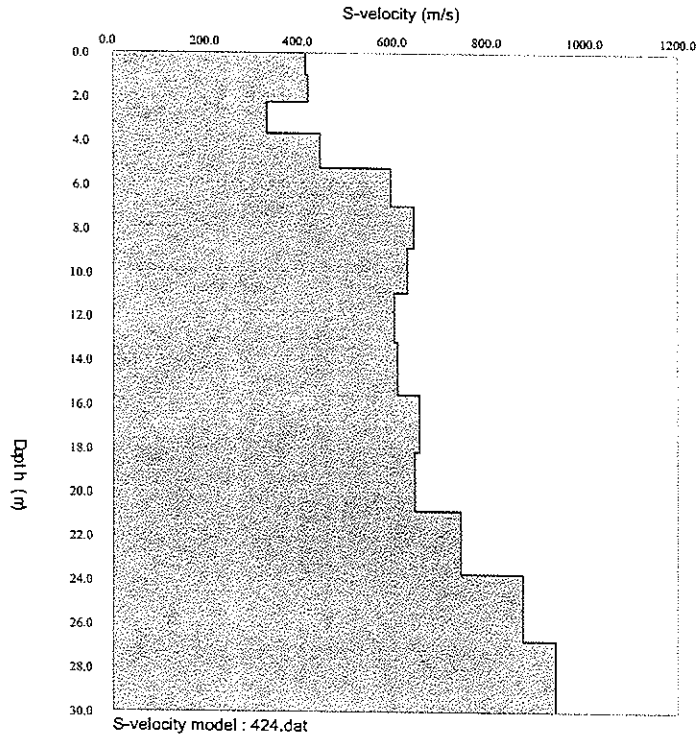
CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C. / REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	ESCALA: GRÁFICA / FECHA: SEPTIEMBRE - 2013 / LÁMINA: CD-02

0121170

[125573]

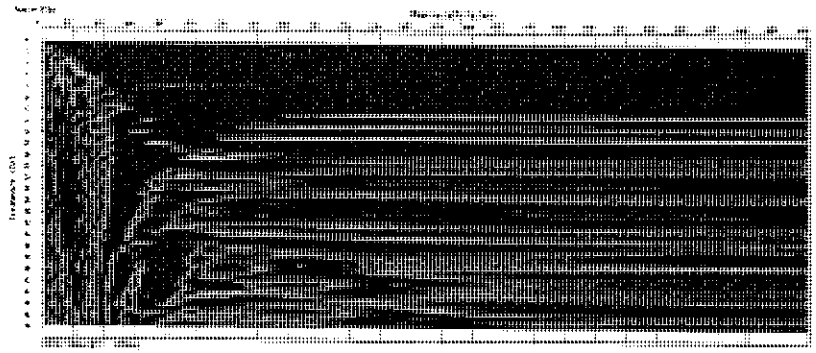
MASW-7/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

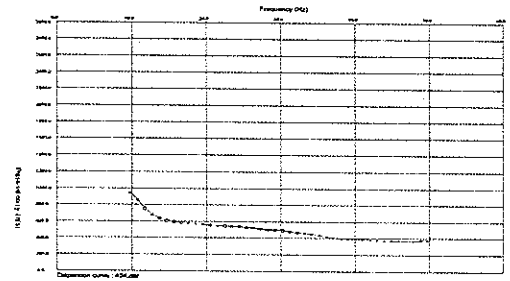


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012171

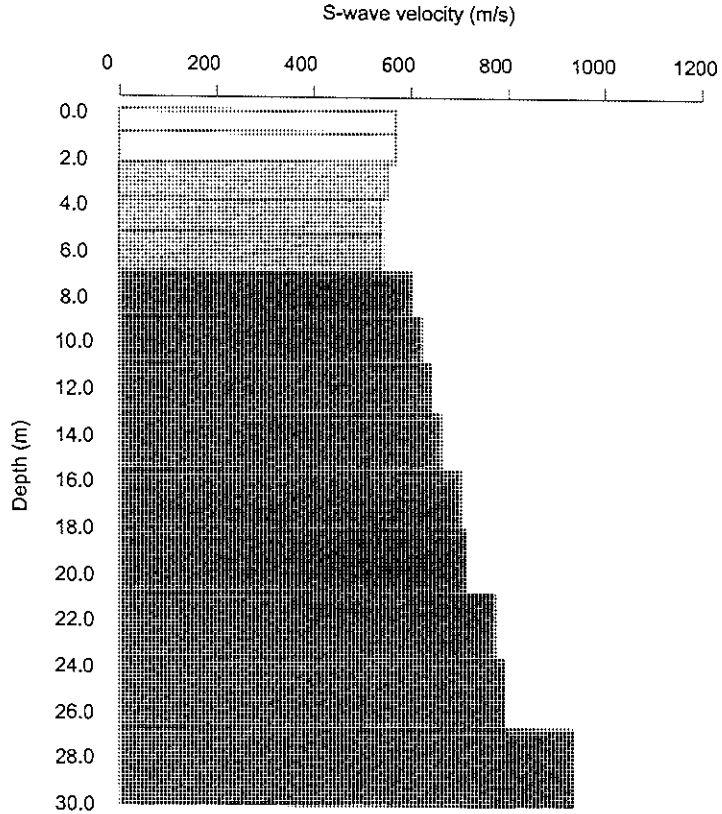
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12574]

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments International	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 8/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	569.58	569.58
1.07	565.40	565.40
2.31	548.15	548.15
3.71	536.62	536.62
5.27	543.94	543.94
7.01	597.68	597.68
8.90	618.80	618.80
10.96	636.76	636.76
13.19	657.98	657.98
15.58	697.65	697.65
18.13	709.95	709.95
20.85	765.01	765.01
23.74	792.75	792.75
26.79	926.67	926.67
30.00	1015.69	1015.69
Vs 30	**678.84**	**667.69**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

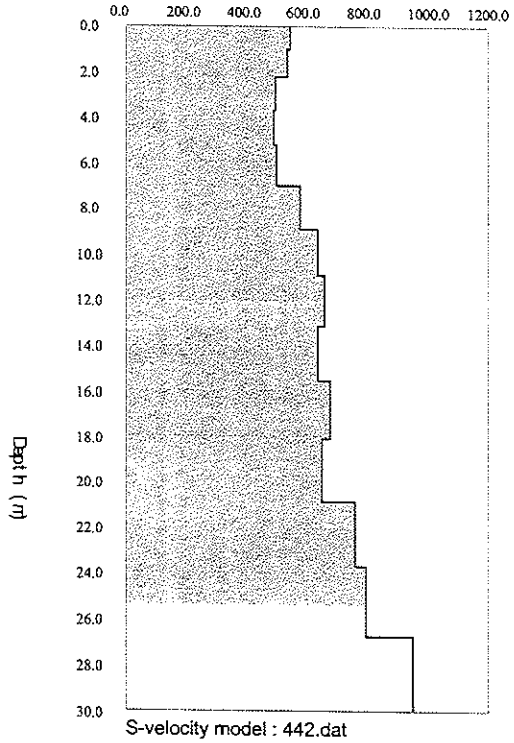
012172

[125751]

CLIENTE:	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Rocio Machaca C.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE MASW	ESCALA: GRÁFICA / REV:
		DIBUJO: Ing. Rocio Machaca C.			FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
		VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			PV-09
		PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			

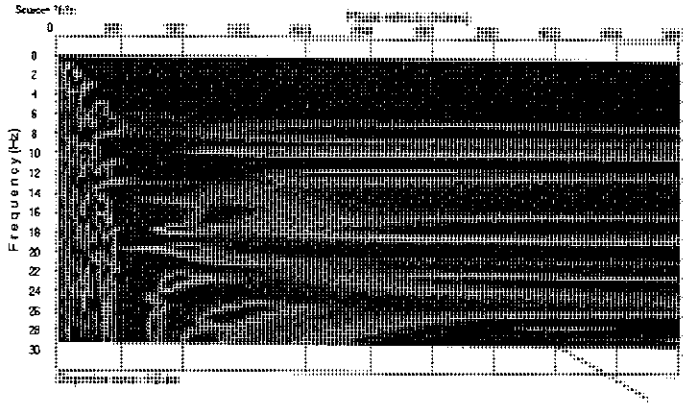
MASW-8/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

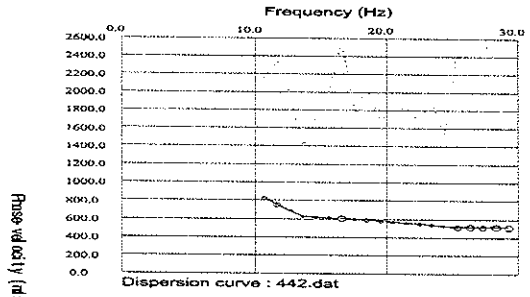


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012173

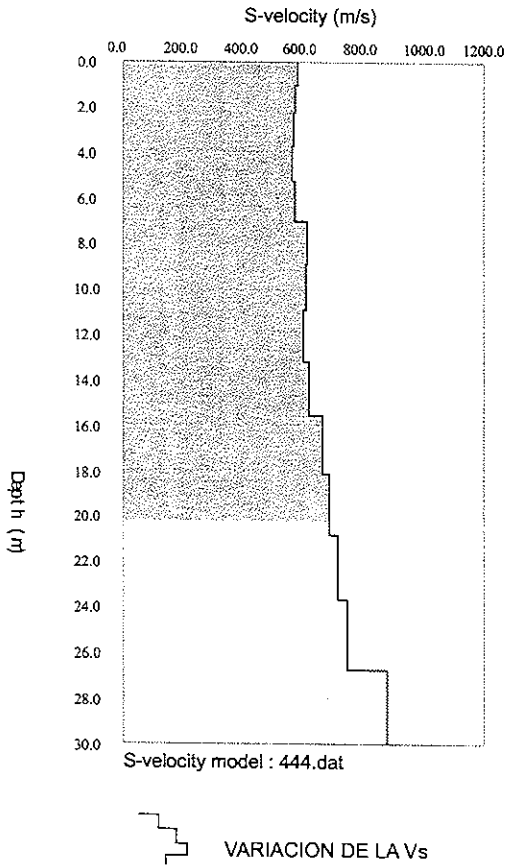
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[12576]

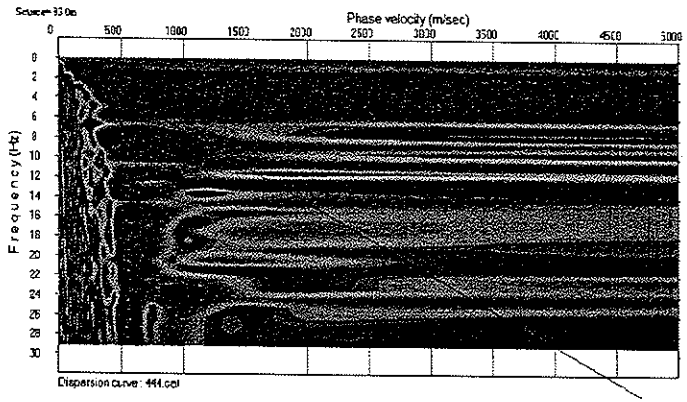
MASW-8/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

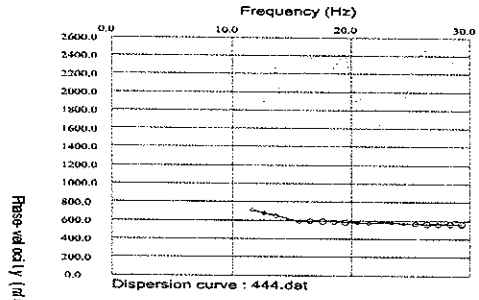


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

012174

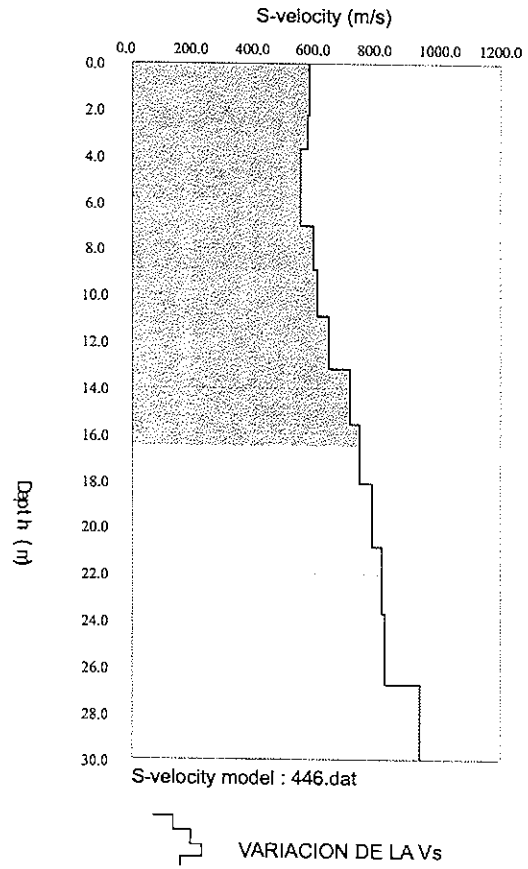
[12577]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

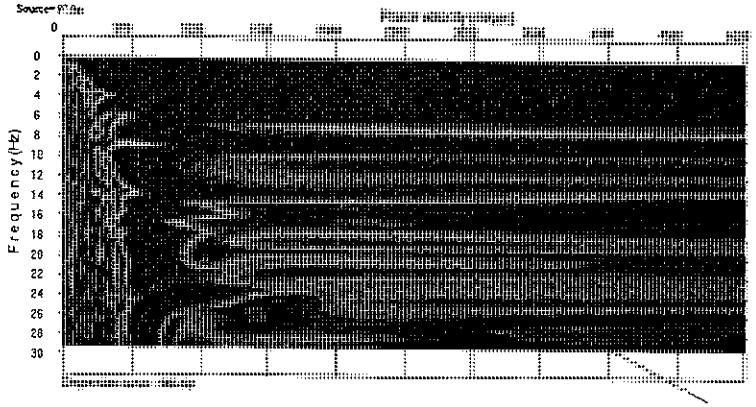
MASW-8/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

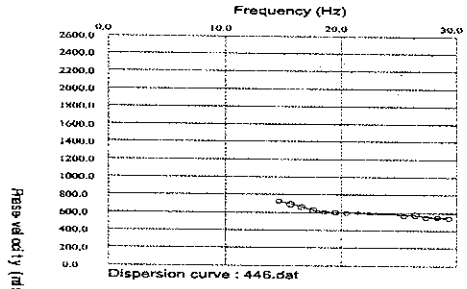


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ——

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ——

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - -

012175

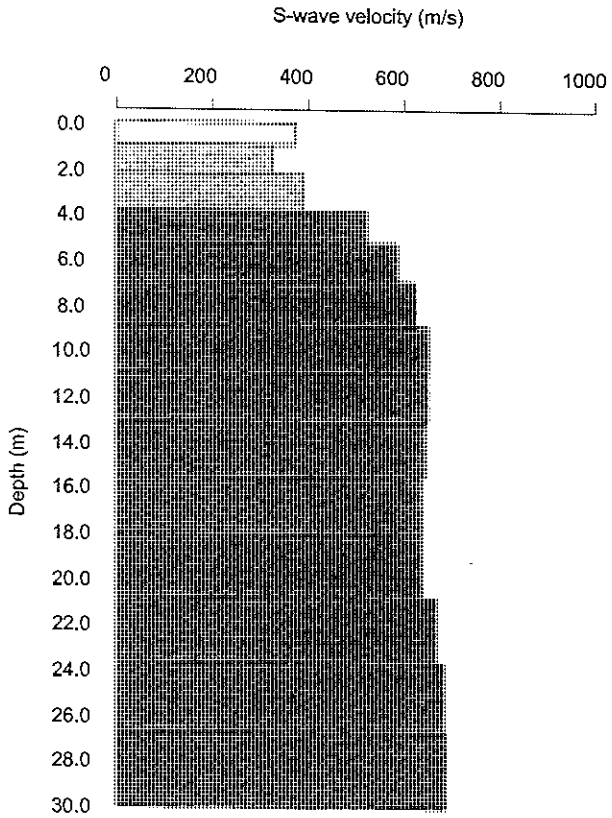
[125781]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 8'/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	376.16	376.16
1.07	328.40	328.40
2.31	392.41	392.41
3.71	523.92	523.92
5.27	587.12	587.12
7.01	625.62	625.62
8.90	651.92	651.92
10.96	649.88	649.88
13.19	644.70	644.70
15.58	637.34	637.34
18.13	637.43	637.43
20.85	667.04	667.04
23.74	683.44	683.44
26.79	686.44	686.44
30.00	913.08	913.08
Vs 30	**600.33**	**586.10**

012176

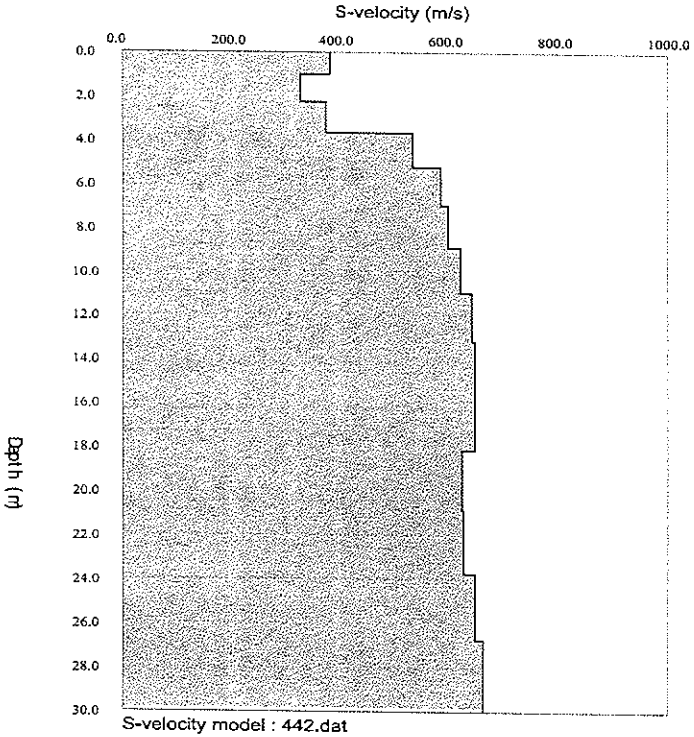
[12579]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEJANDRO JUAN BAUBE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE MASW	ESCALA: GRÁFICA	REV:
		DIBUJO: Ing. Rocío Machaca C.			FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	
		VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			PV-10	
		PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.				

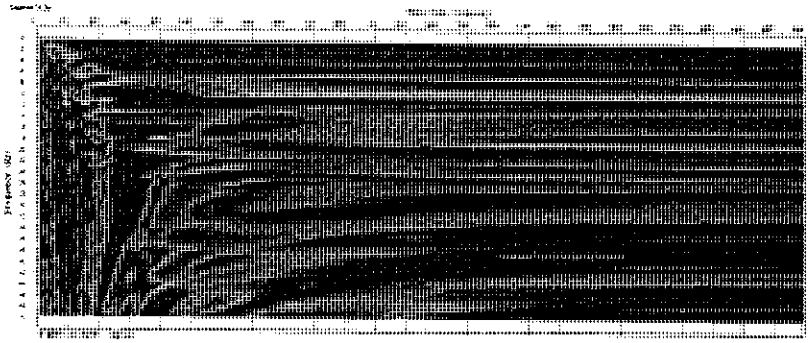
MASW-8'/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

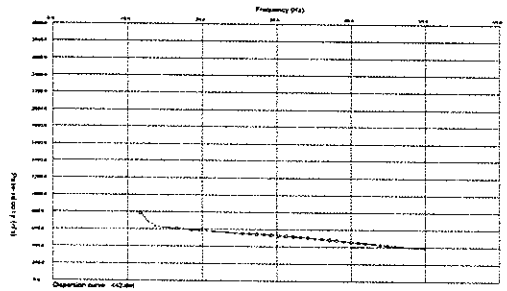


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012177

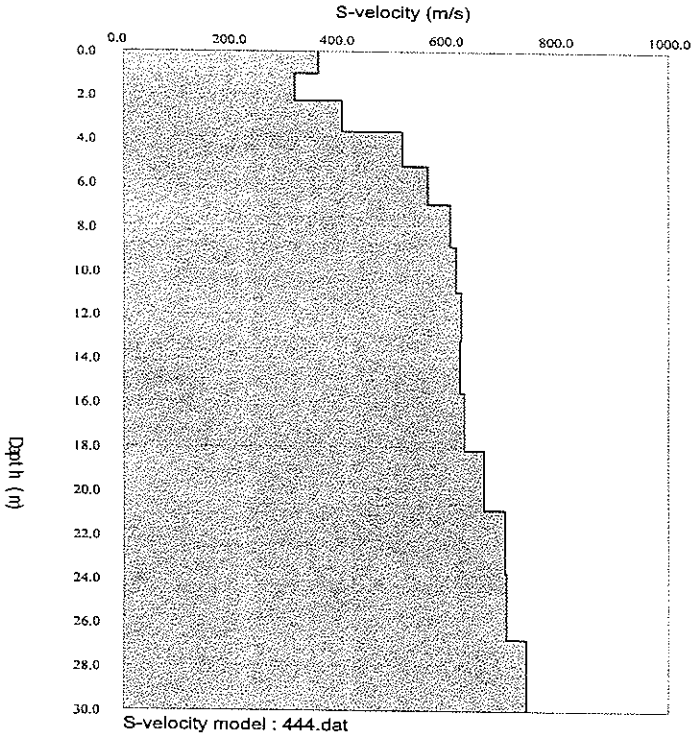
[12580]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"		
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

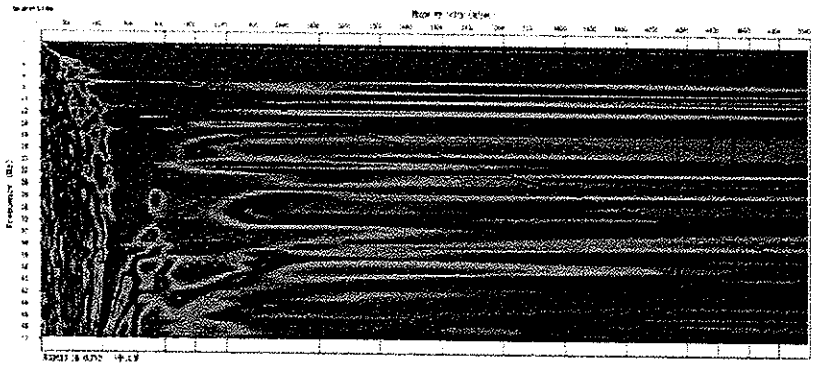
MASW-8'/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

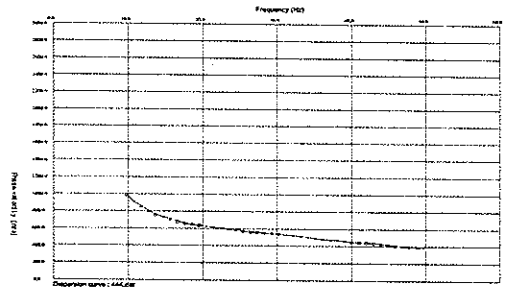


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012178

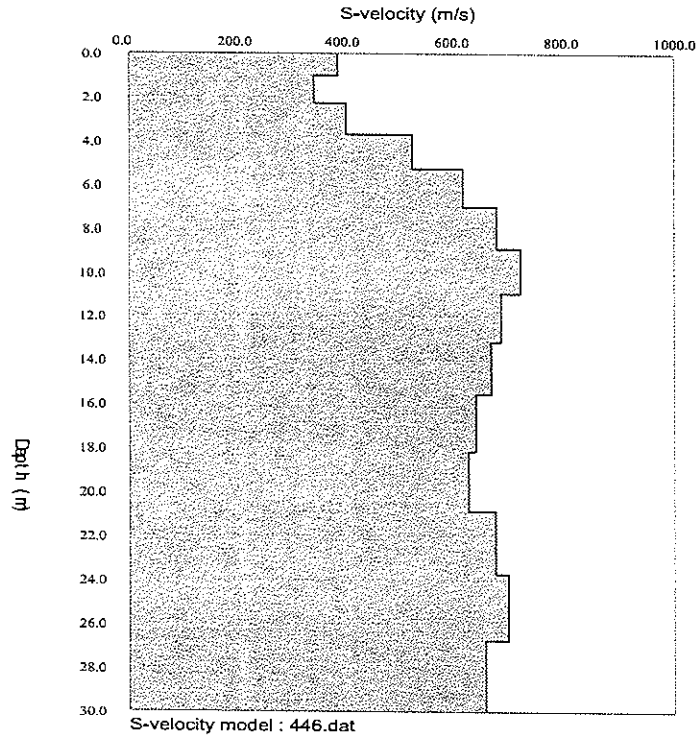
[12581]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"		
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

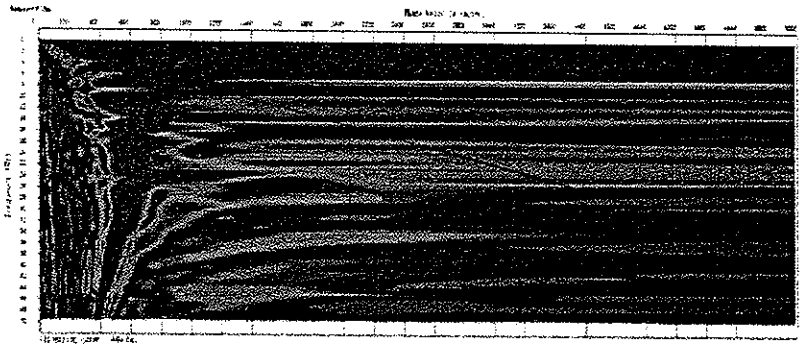
MASW-8'/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

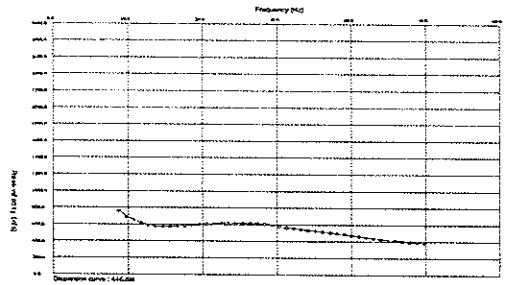


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

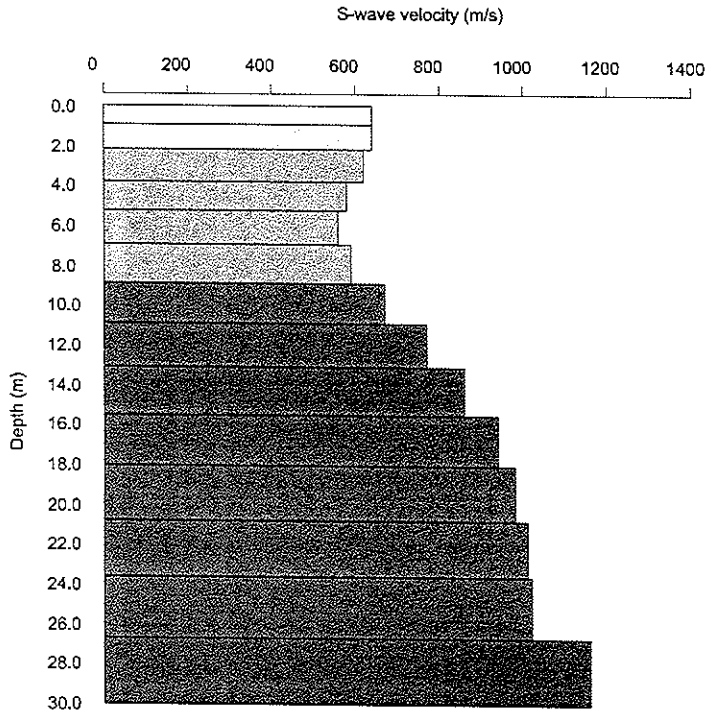
CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12582]
012179

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 9/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	638.64	638.64
1.07	643.84	643.84
2.31	621.71	621.71
3.71	583.90	583.90
5.27	555.54	555.54
7.01	587.35	587.35
8.90	668.64	668.64
10.96	770.42	770.42
13.19	856.75	856.75
15.58	940.76	940.76
18.13	983.90	983.90
20.85	1010.15	1010.15
23.74	1020.75	1020.75
26.79	1159.91	1159.91
30.00	1237.92	1237.92
Vs 30	**818.68**	**795.13**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

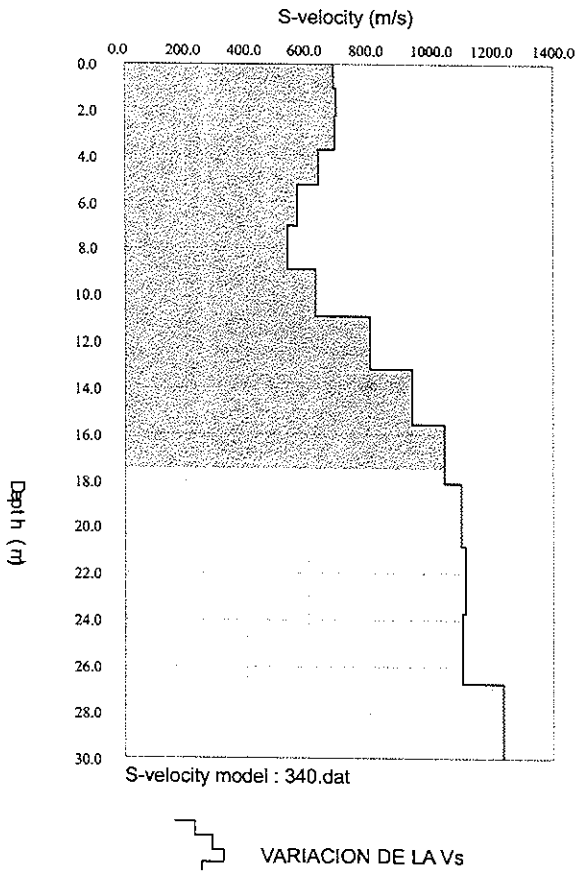
012160

[12583]

CLIENTE:	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C. DIBUJO: Ing. Rocío Machaca C. VERIFICÓ: Ing. Freddy Coaila H. PRESENTÓ: Ing. Freddy Coaila H.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
PLANO: PERFIL DE MASW	ESCALA: GRÁFICA FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	REV:	PV-11

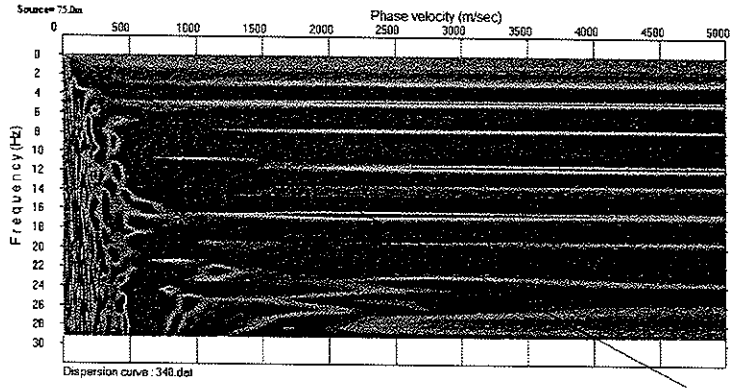
MASW-9/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

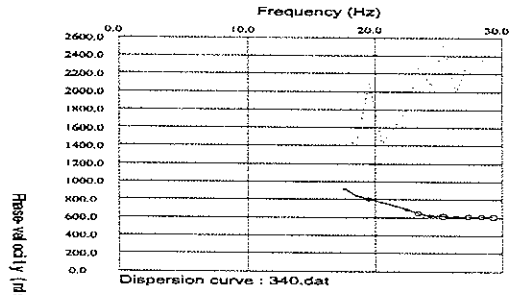


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

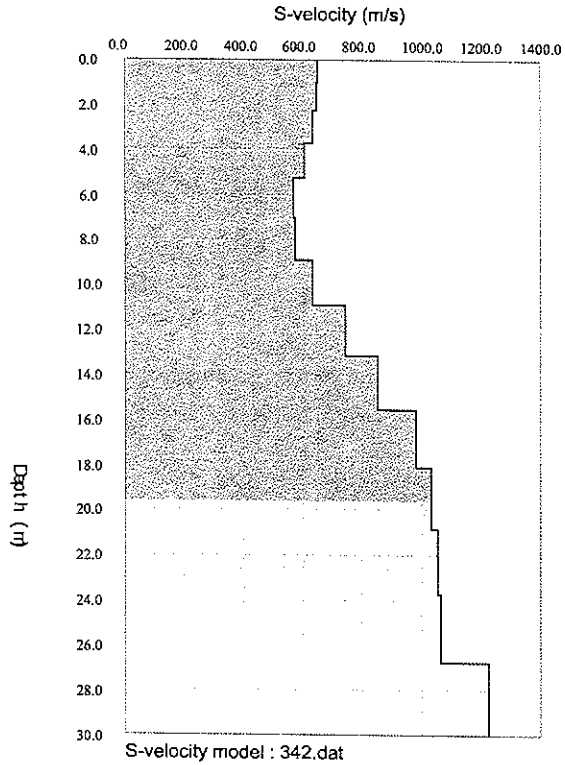
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12584]
012181

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments International	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"		
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

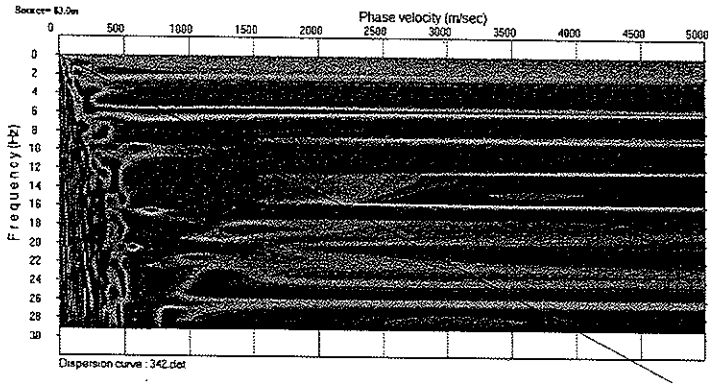
MASW-9/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

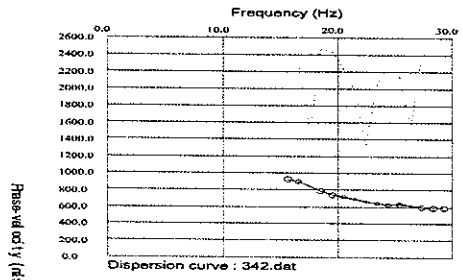


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

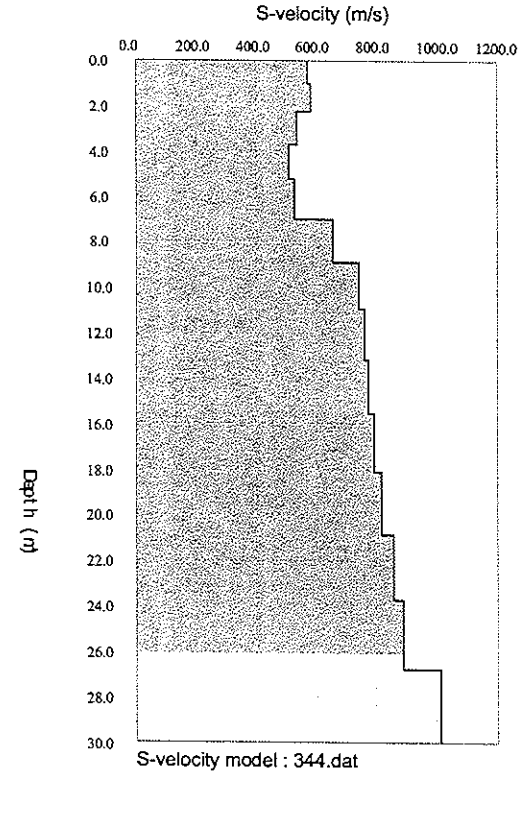
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125985]

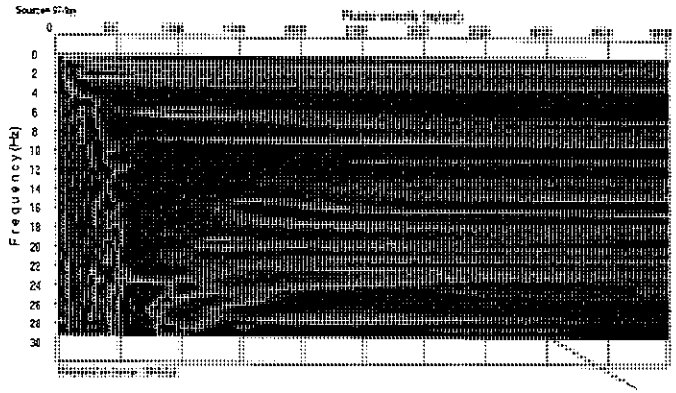
MASW-9/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

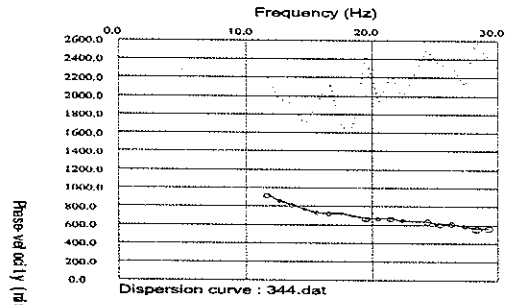


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

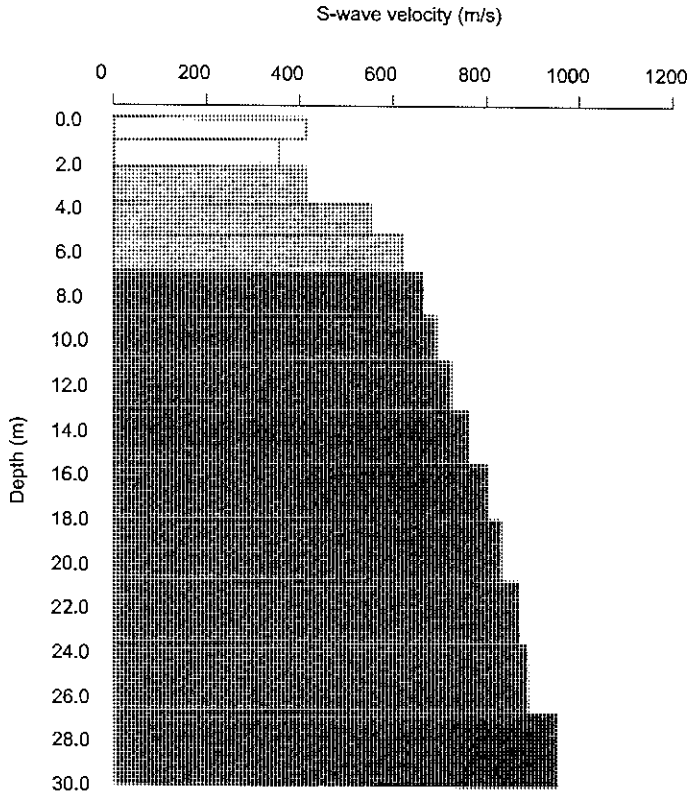
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125861]

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 9'/L2



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	413.11	413.11
1.07	358.67	358.67
2.31	412.51	412.51
3.71	550.75	550.75
5.27	621.34	621.34
7.01	664.02	664.02
8.90	691.77	691.77
10.96	723.35	723.35
13.19	759.29	759.29
15.58	800.41	800.41
18.13	827.97	827.97
20.85	865.76	865.76
23.74	883.23	883.23
26.79	945.59	945.59
30.00	1011.93	1011.93
Vs 30	**701.98**	**685.20**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

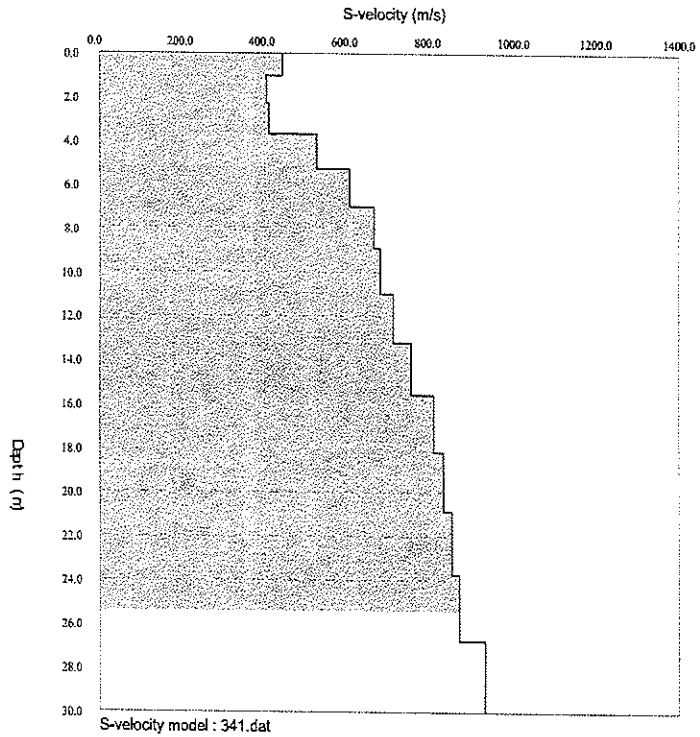
012184

[12587]

CLIENTE:	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE MASW	ESCALA: GRÁFICA	REV:
		DIBUJO: Ing. Rocío Machaca C.			FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	
		VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			PV-12	
		PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.				

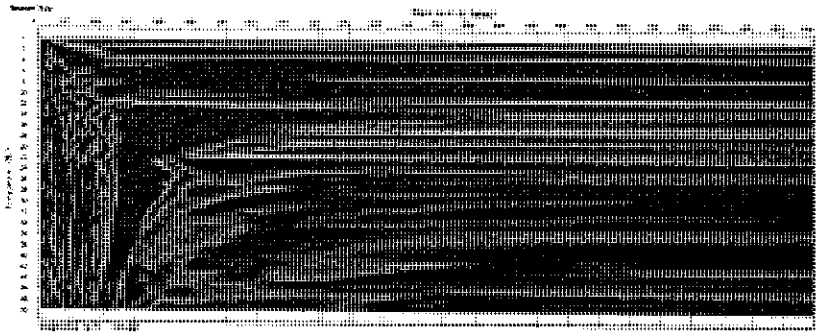
MASW-9'/L2 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

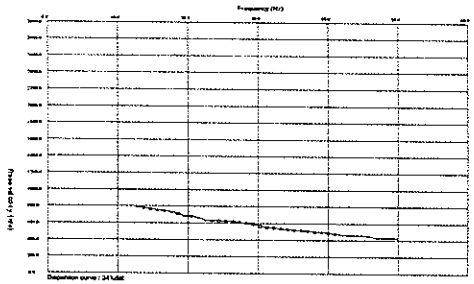


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012185

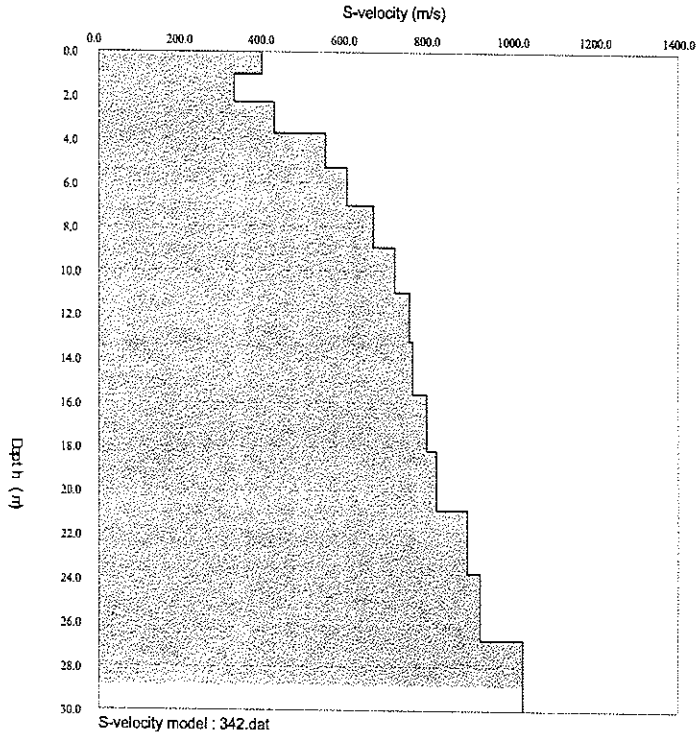
[12588]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"		
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

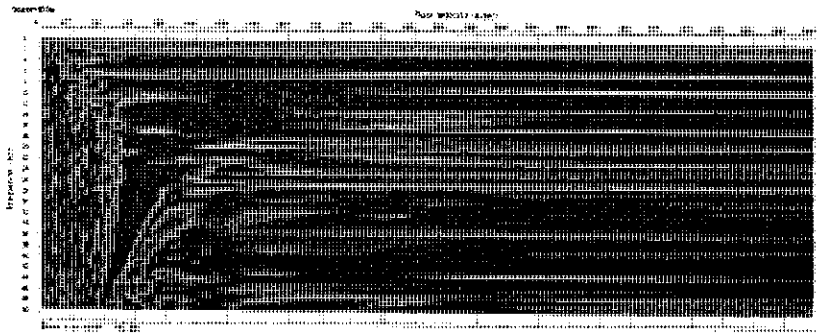
MASW-9'/L2 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

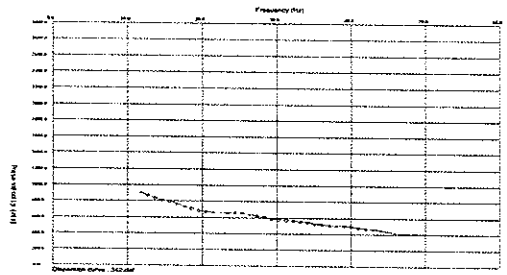


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———
CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - - -

012186

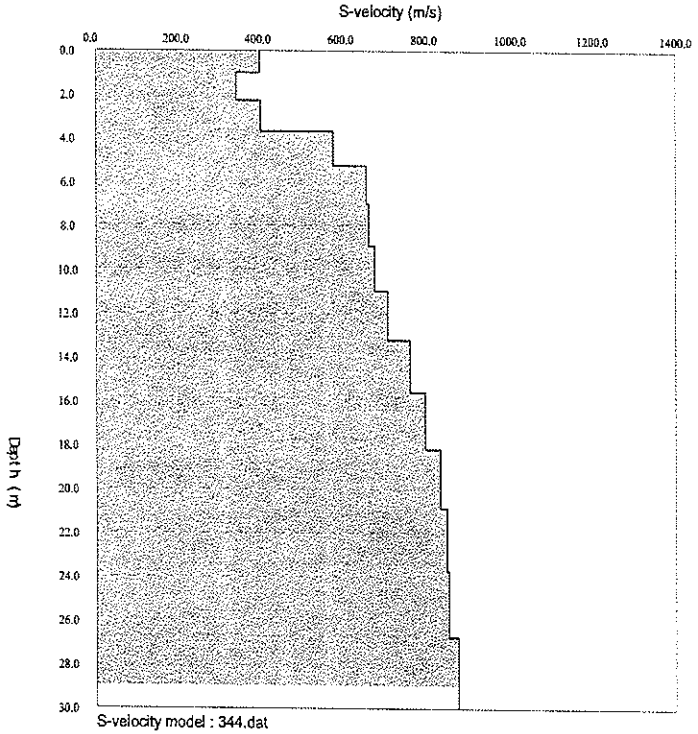
[12589]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA / LÁMINA: CD-02
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

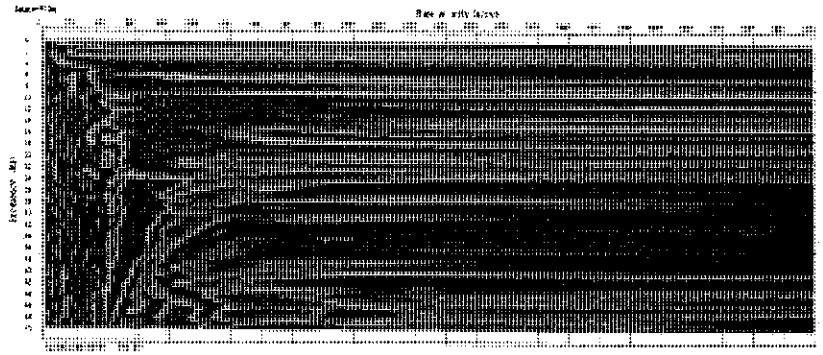
MASW-9'/L2 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

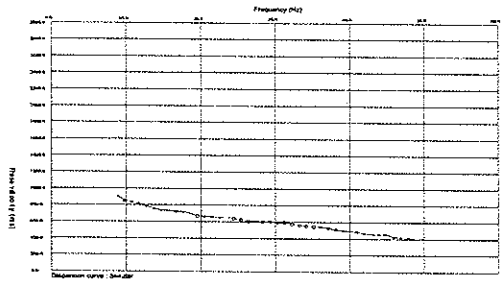


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - - -

012187

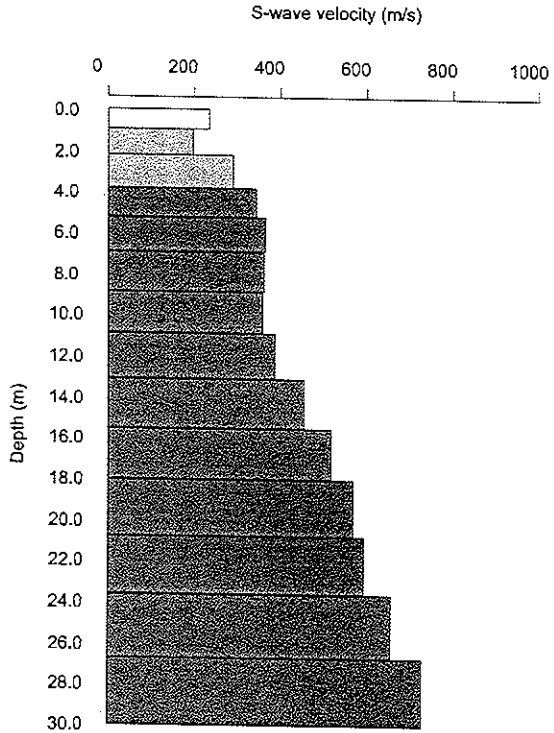
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

[12590]

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 1/L4



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	234.83	234.83
1.07	197.55	197.55
2.31	289.93	289.93
3.71	343.55	343.55
5.27	365.22	365.22
7.01	362.75	362.75
8.90	359.38	359.38
10.96	388.52	388.52
13.19	456.10	456.10
15.58	518.37	518.37
18.13	569.40	569.40
20.85	594.83	594.83
23.74	657.29	657.29
26.79	729.39	729.39
30.00	952.11	952.11
Vs 30	**467.95**	**425.68**

012188

[12591]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TITULO:
PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

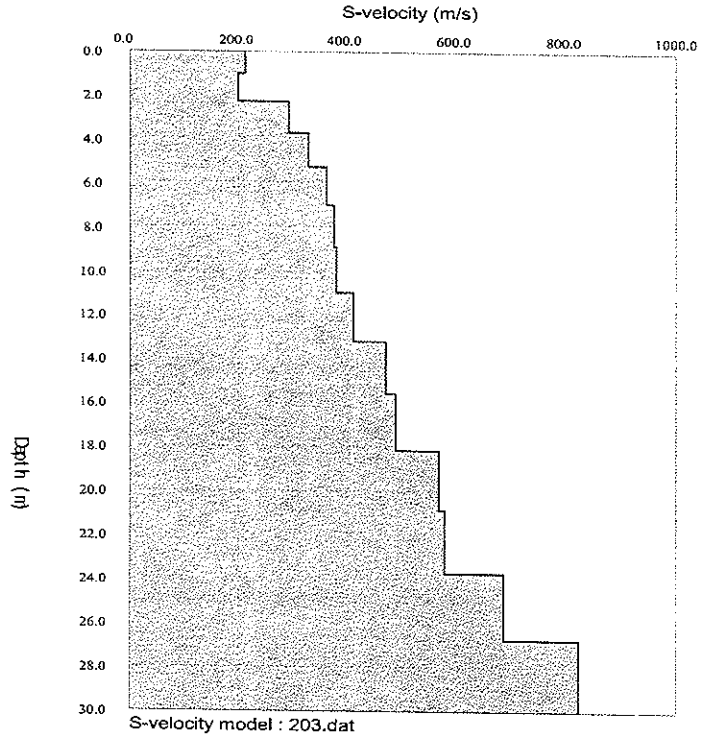
PLANO: PERFIL DE MASW

ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

PV-13

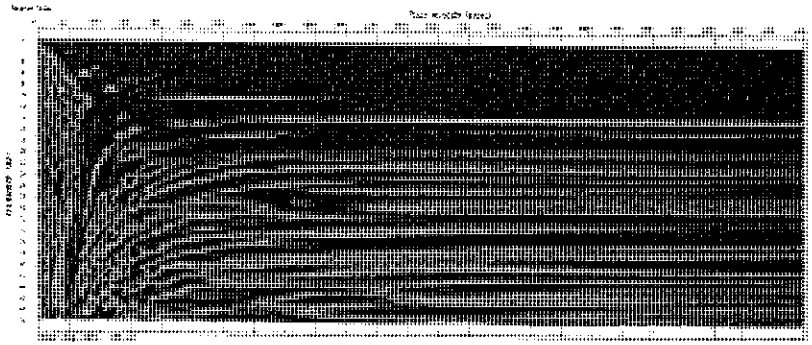
MASW-1/L4 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

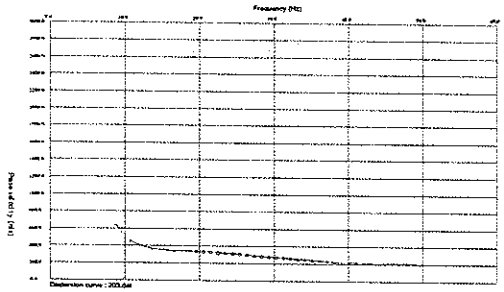


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012189

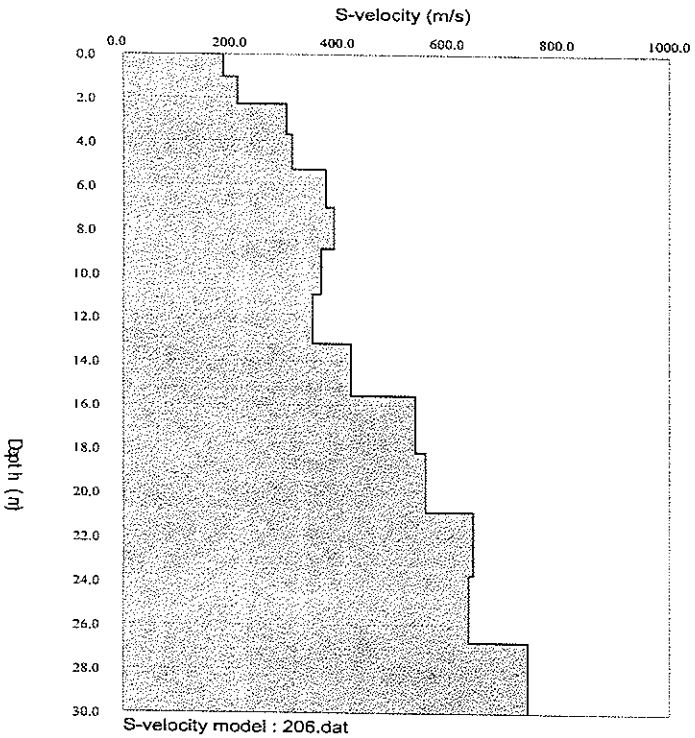
[12592]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-01

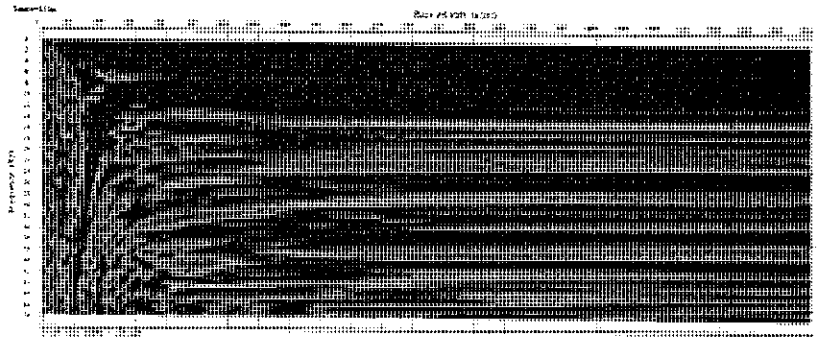
MASW-1/L4 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

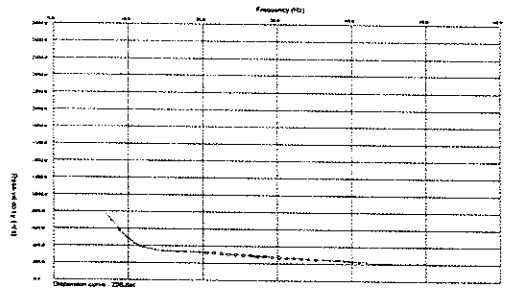


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

012190

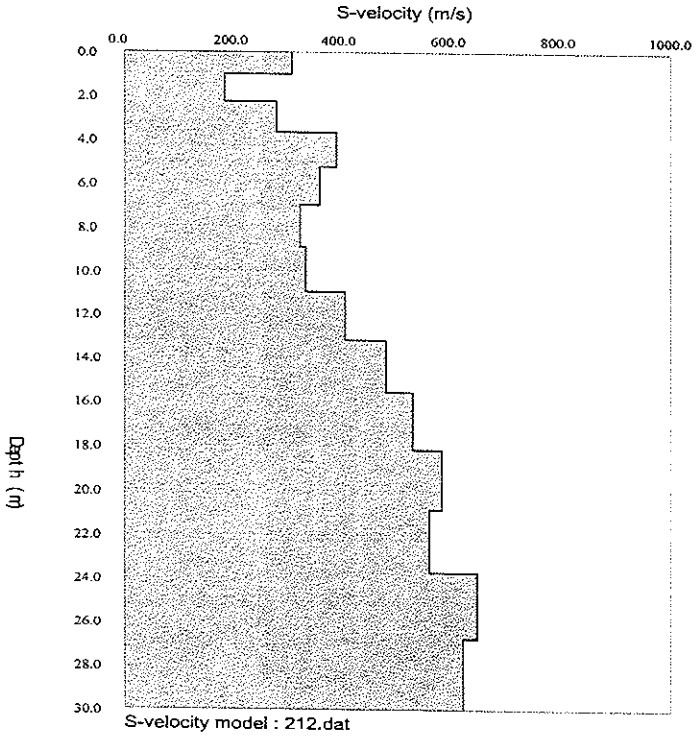
[12593]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-02

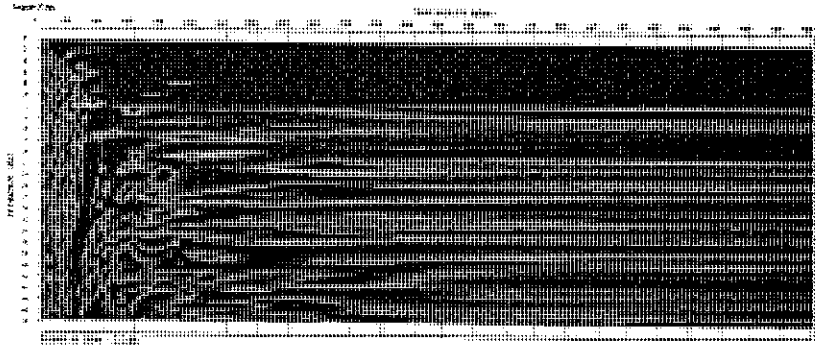
MASW-1/L4 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

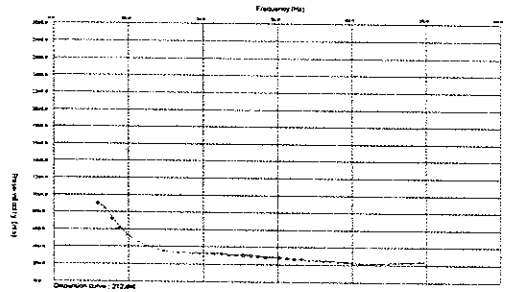


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

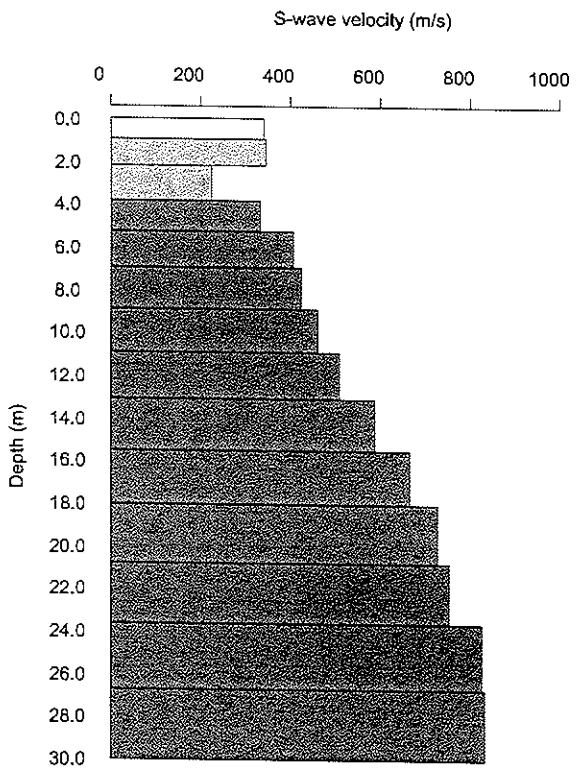
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IJUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-03

[12594]
012191

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 2/L4



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	341.39	341.39
1.07	345.82	345.82
2.31	224.50	224.50
3.71	333.20	333.20
5.27	406.97	406.97
7.01	424.93	424.93
8.90	461.51	461.51
10.96	510.46	510.46
13.19	588.44	588.44
15.58	666.30	666.30
18.13	728.05	728.05
20.85	753.99	753.99
23.74	827.55	827.55
26.79	832.89	832.89
30.00	1204.35	1204.35
Vs 30	**576.69**	**515.53**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocío Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocío Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFIL DE MASW

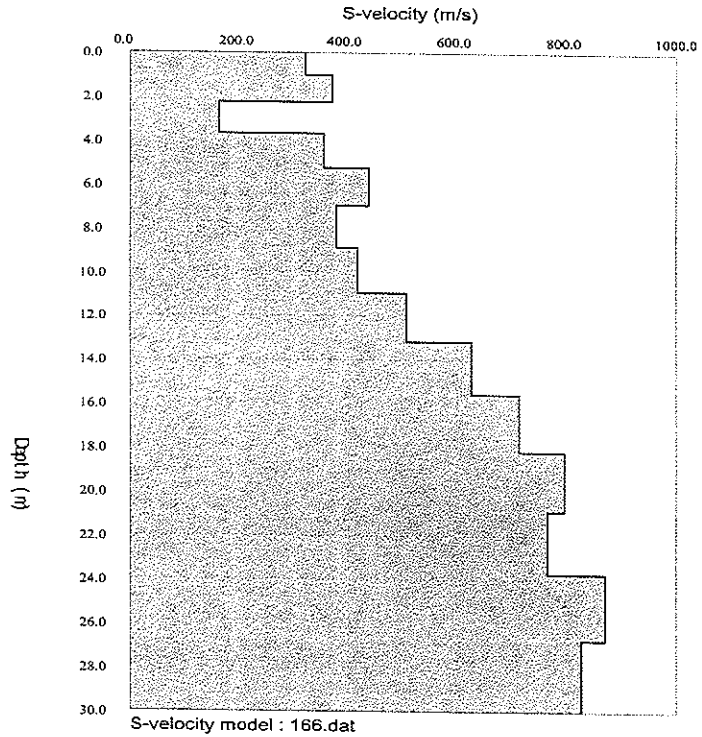
ESCALA: GRÁFICA
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
REV:

PV-14

[12595]
012192

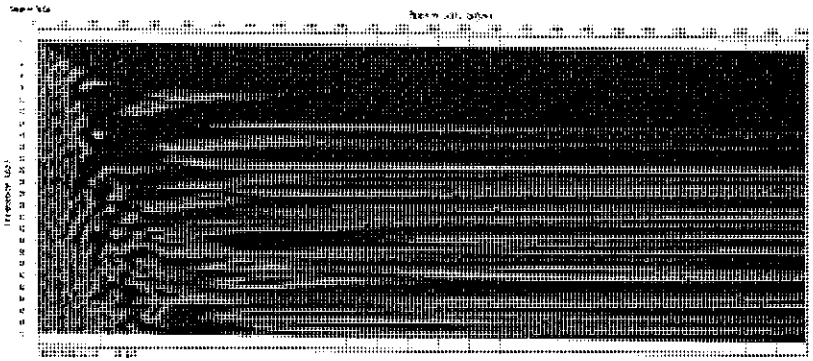
MASW-2/L4 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

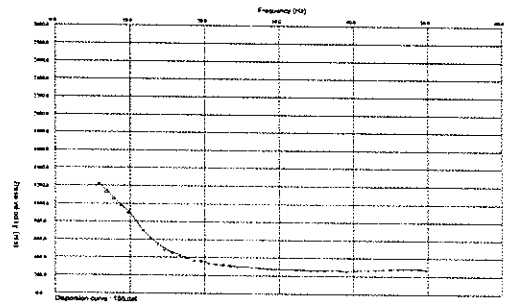


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

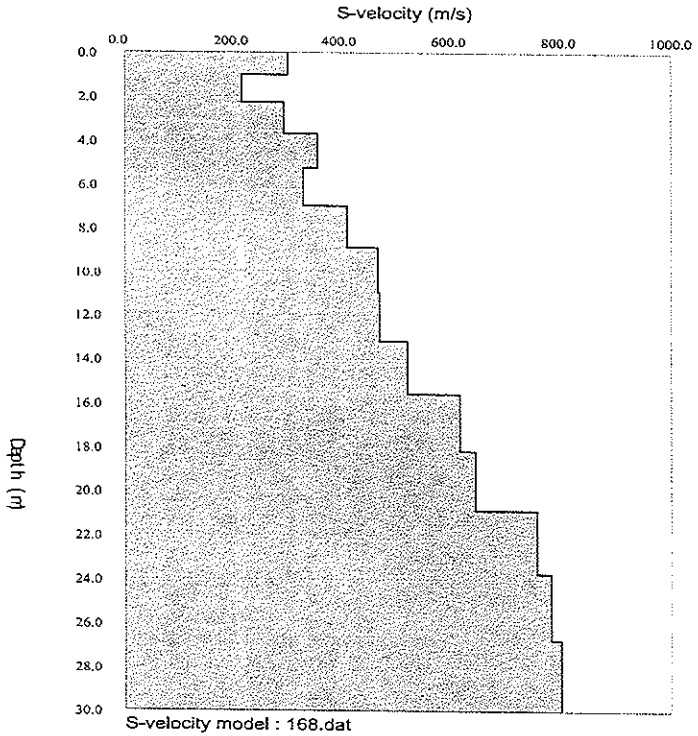
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12596]
012193

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

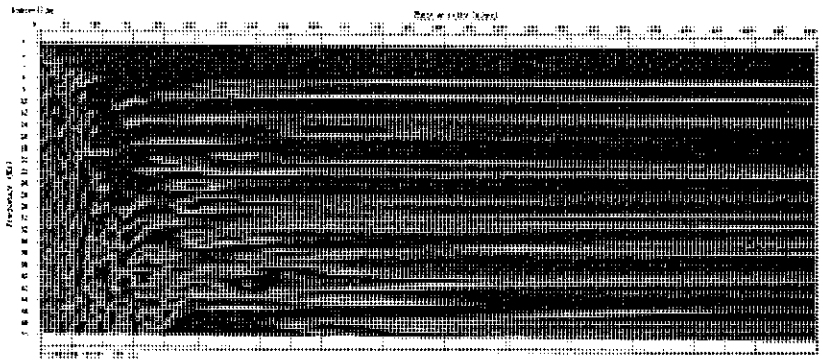
MASW-2/L4 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

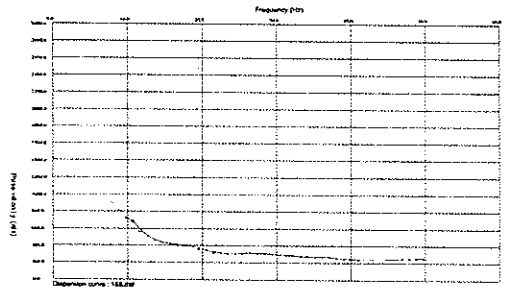


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

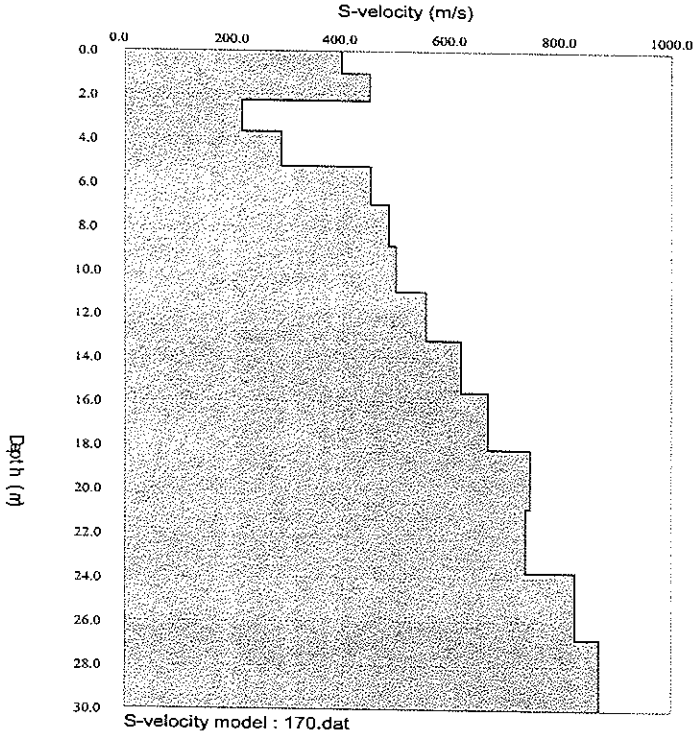
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125971]

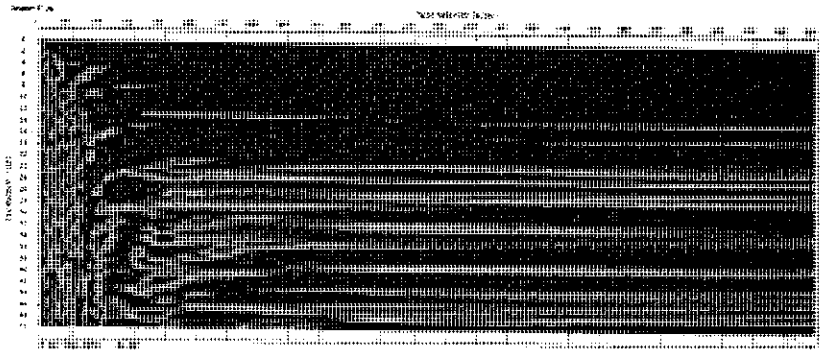
MASW-2/L4 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

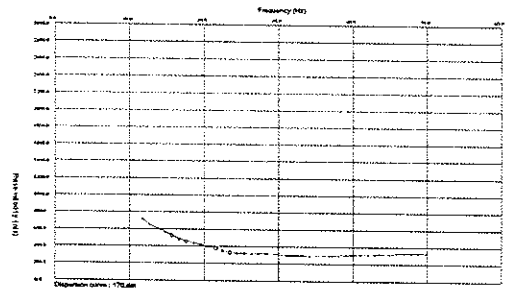


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA ———

CURVA DE DISPERSIÓN REAL ———

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE - - - - - - -

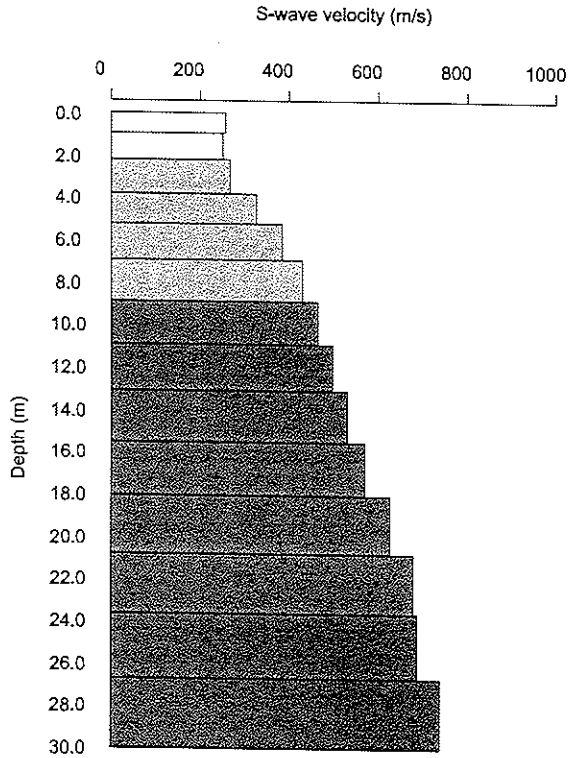
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

[125981
012193

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 3/L4



Depth(m)	S-velocity(m/s) Aritmética	S-velocity(m/s) Armónica
0.00	257.31	257.31
1.07	251.02	251.02
2.31	268.11	268.11
3.71	326.83	326.83
5.27	385.01	385.01
7.01	430.09	430.09
8.90	464.70	464.70
10.96	497.71	497.71
13.19	531.05	531.05
15.58	570.50	570.50
18.13	627.56	627.56
20.85	680.10	680.10
23.74	688.32	688.32
26.79	739.39	739.39
30.00	858.55	858.55
Vs 30	**505.08**	**474.35**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO-JUAN-BASABE-GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

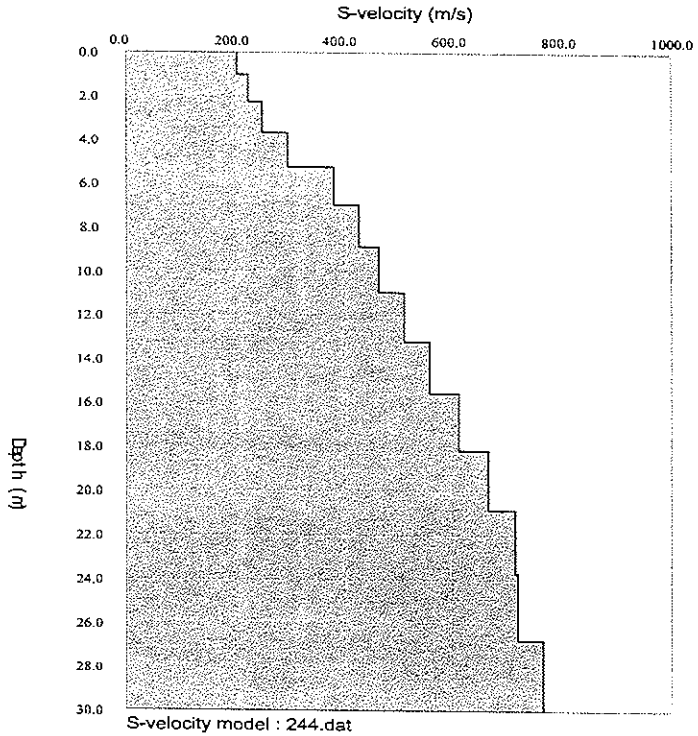
CLIENTE:	EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments	DISEÑO: Ing. Rocío Machaca C.	TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	PLANO: PERFIL DE MASW	ESCALA: GRÁFICA	REV:
		DIBUJO: Ing. Rocío Machaca C.			FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	
		VERIFICÓ: Ing. Freddy Ccallo H.			PV-15	
		PRESENTÓ: Ing. Freddy Ccallo H.				

012196

[125991]

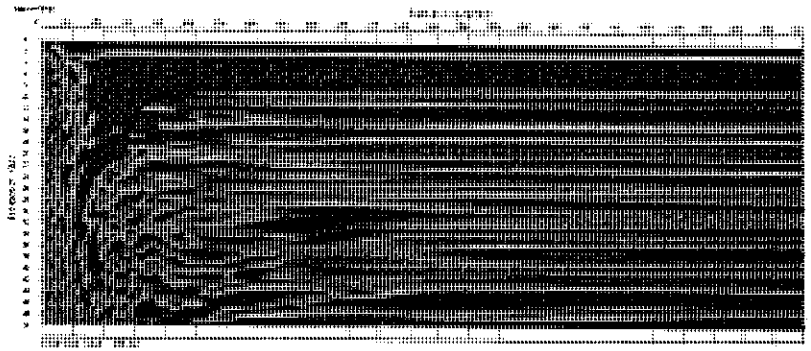
MASW-3/L4 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

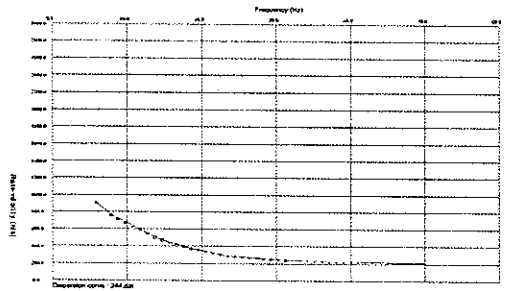


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CLIENTE: Geoconsult

PRESENTADO POR: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA
DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTUDIO DE MASW

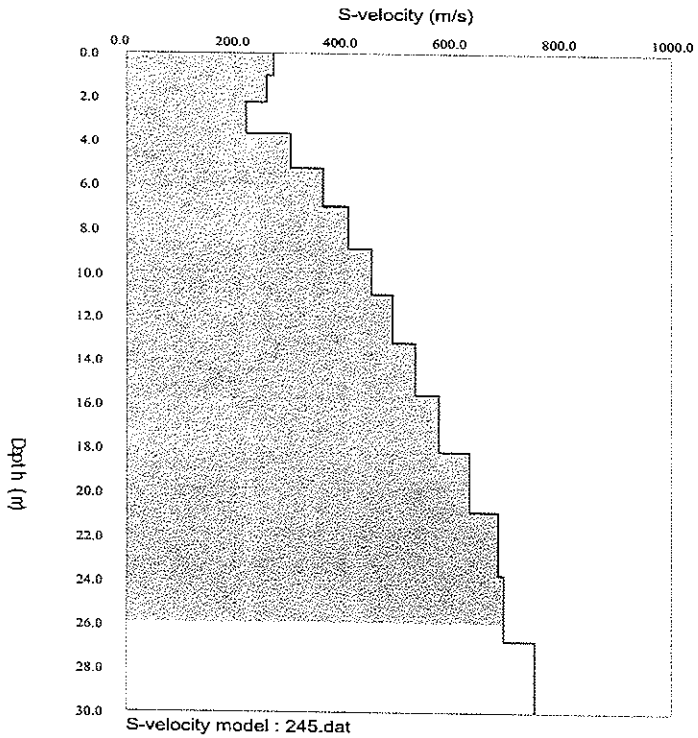
REALIZADO POR:	Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
REVISADO POR:	Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[126901
012197

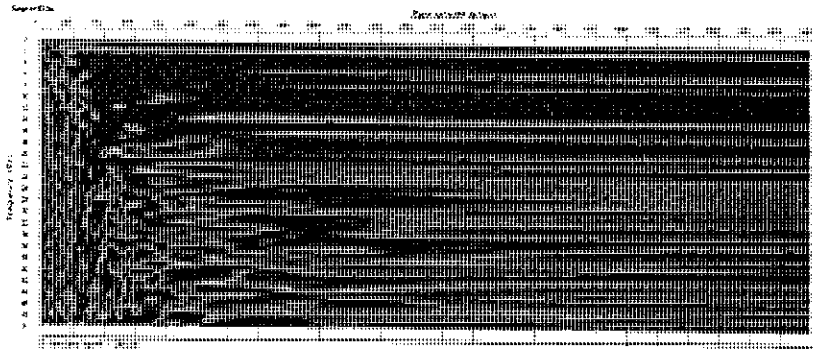
MASW-3/L4 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

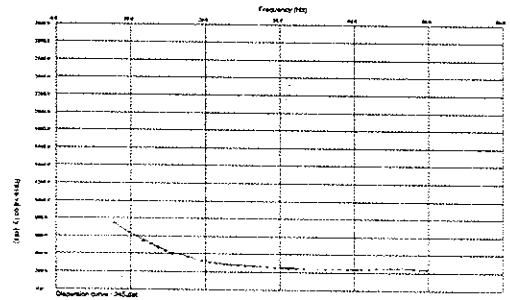


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CLIENTE: Geoconsult

PRESENTADO POR: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTUDIO DE MASW

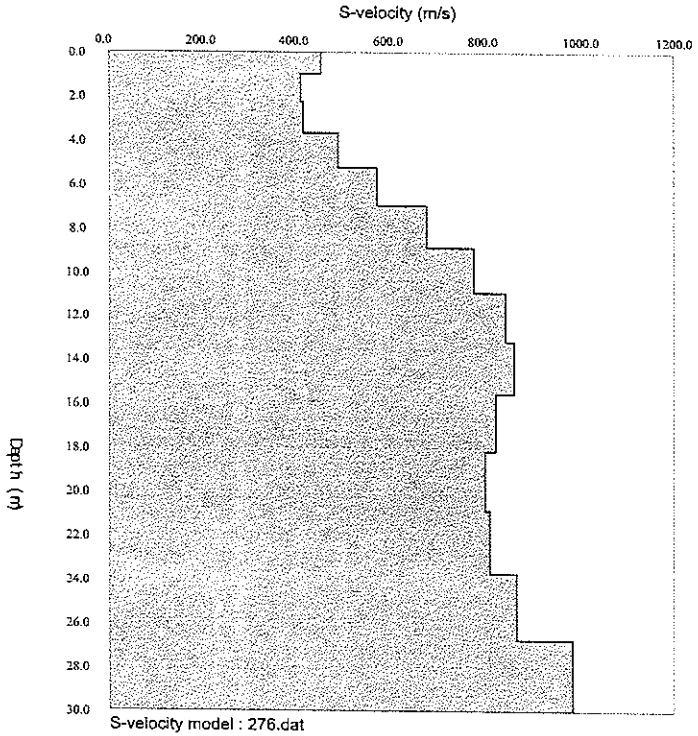
REALIZADO POR:	Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-02
REVISADO POR:	Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[126018]

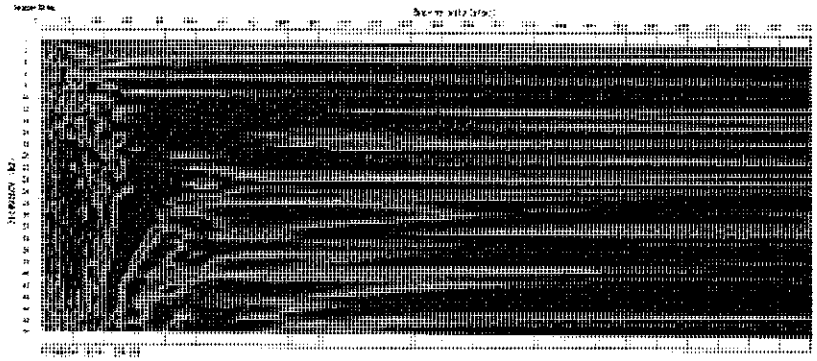
MASW-3/L4 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

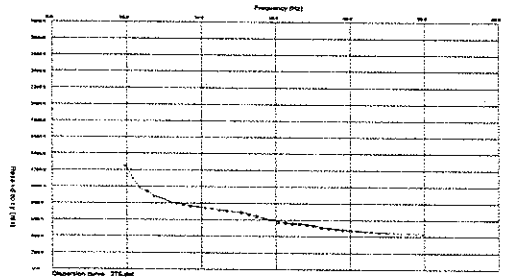


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA
CURVA DE DISPERSIÓN REAL
CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CLIENTE: Geoconsult

PRESENTADO POR: Geoinstruments

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA
"PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESTUDIO DE MASW

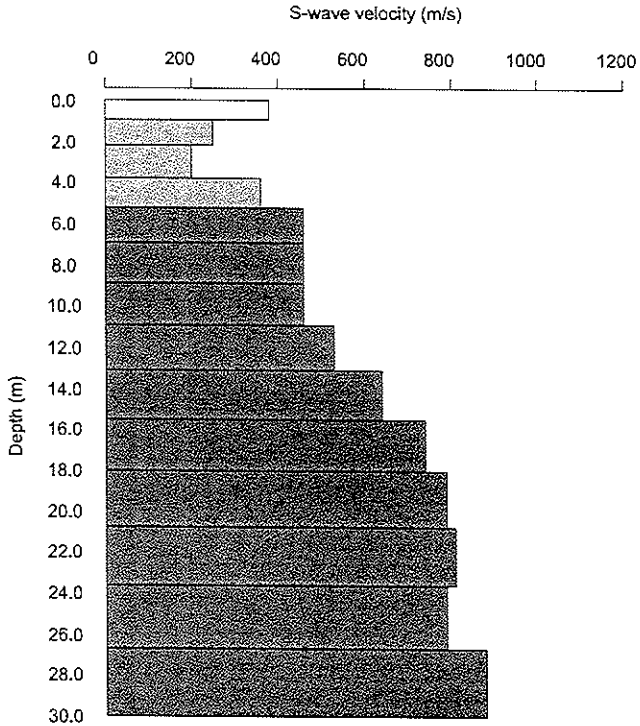
REALIZADO POR:	Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
REVISADO POR:	Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASILE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[126021 99

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN PROFUNDIDAD

MASW - 3'/L4



	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armónica
0.00	382.70	382.70
1.07	253.65	253.65
2.31	200.10	200.10
3.71	362.94	362.94
5.27	461.71	461.71
7.01	456.83	456.83
8.90	455.22	455.22
10.96	527.05	527.05
13.19	636.93	636.93
15.58	741.25	741.25
18.13	794.00	794.00
20.85	806.20	806.20
23.74	792.88	792.88
26.79	883.59	883.59
30.00	883.59	883.59
Vs 30	**575.91**	**523.36**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE:

EMPRESA ESPECIALIZADA: Geoinstruments

DISEÑO:	Ing. Rocio Machaca C.
DIBUJO:	Ing. Rocio Machaca C.
VERIFICÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.
PRESENTÓ:	Ing. Freddy Ccallo H.

TÍTULO: PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

PLANO: PERFÍL DE MASW

ESCALA: GRÁFICA | REV:

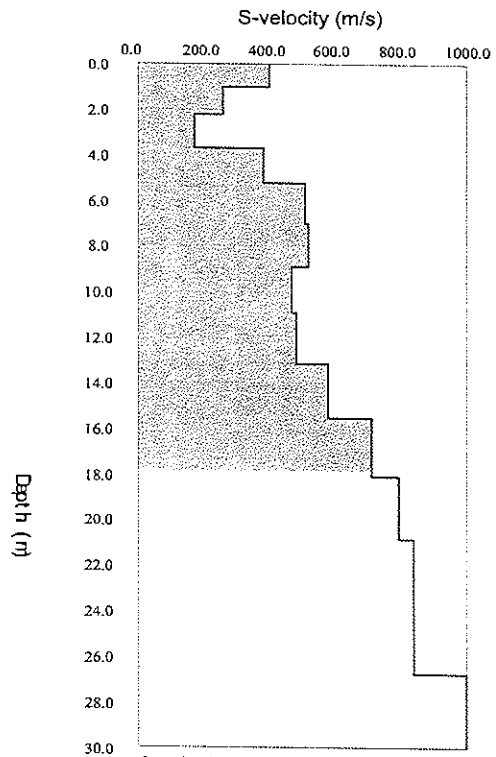
FECHA: SEPTIEMBRE - 2013

PV-16

[126603]
012200

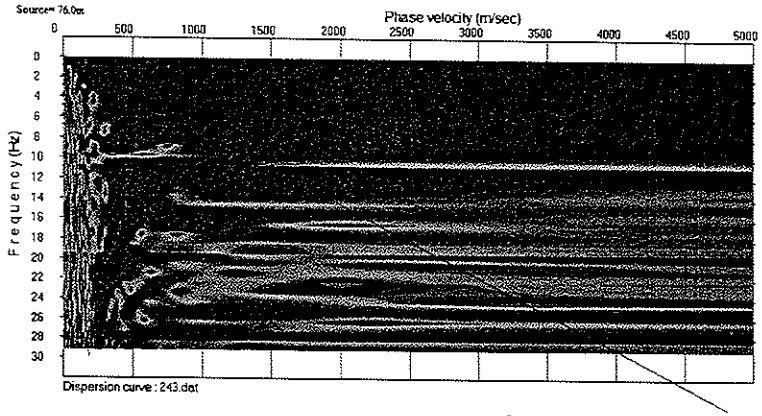
MASW-3'/L4 - MODO INVERSO (7 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

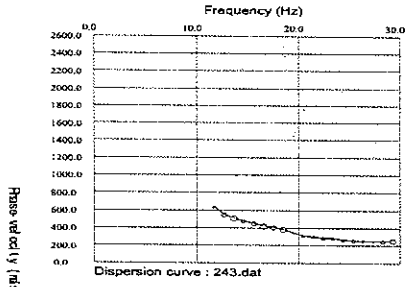


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

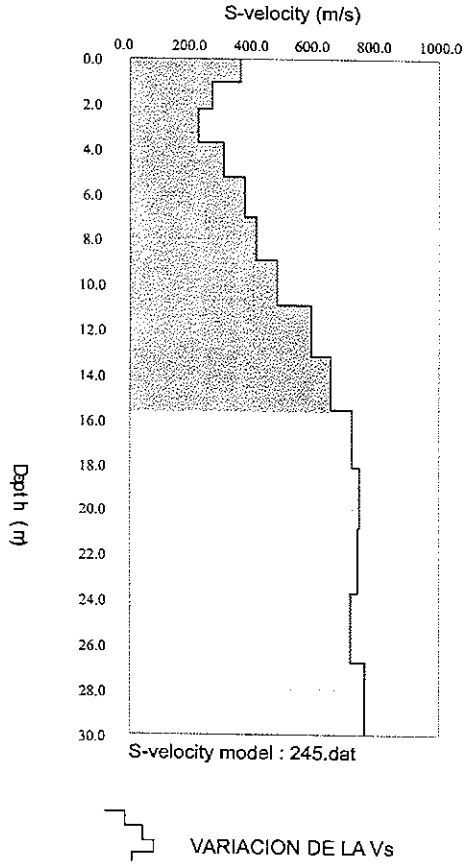
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12604]
012201

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-01
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

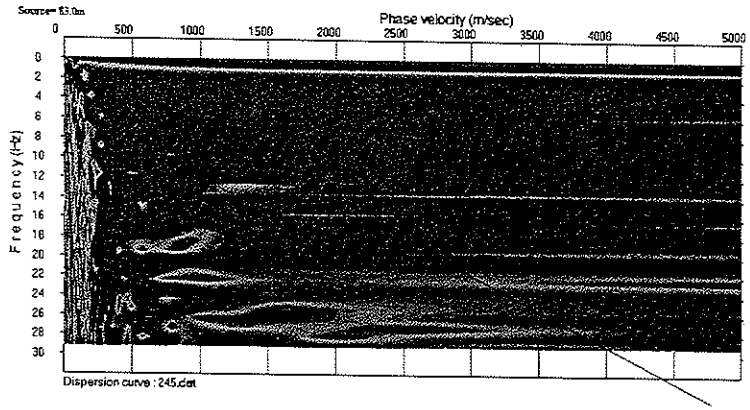
MASW-3'/L4 - MODO INVERSO (14 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

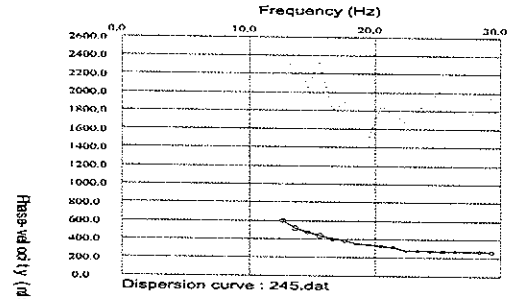


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

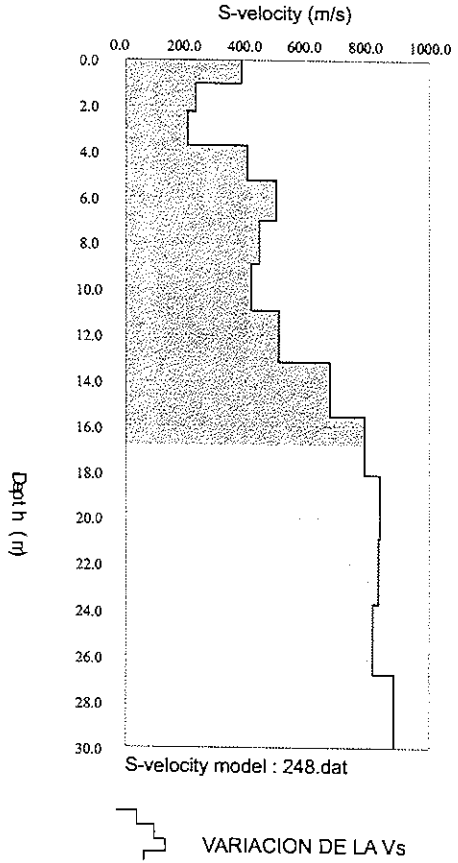
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW		REALIZADO POR: Ing. Rocío Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA
		REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013
			LÁMINA: CD-02

[126961]2

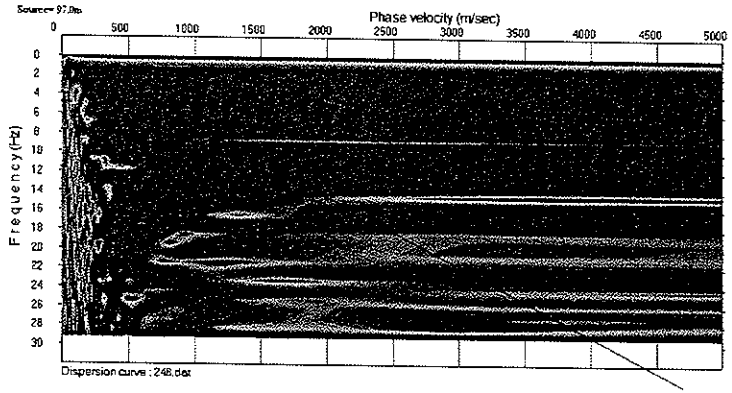
MASW-3'/L4 - MODO INVERSO (28 m)

PERFIL DE VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D

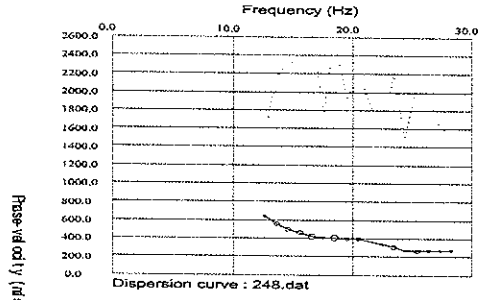


VARIACION DE LA Vs

GRÁFICO VELOCIDAD DE FASE VS FRECUENCIA



CURVA DE DISPERSIÓN



CURVA DE DISPERSIÓN TEORICA

CURVA DE DISPERSIÓN REAL

CURVA REFERENCIAL DE AJUSTE

CLIENTE: Geoconsult	PRESENTADO POR: Geoinstruments	PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE MASW Y REFRACCIÓN SÍSMICA "PROYECTO LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"	
ESTUDIO DE MASW	REALIZADO POR: Ing. Rocio Machaca C.	ESCALA: GRÁFICA	LÁMINA: CD-03
	REVISADO POR: Ing. Freddy Ccallo H.	FECHA: SEPTIEMBRE - 2013	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[126961]

8.4. GALERÍA DE FOTOS

Geoinstruments
International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Foto N° 01: Vista general de la supervisión y toma de datos.



Foto N° 02: Vista del tendido de cables.

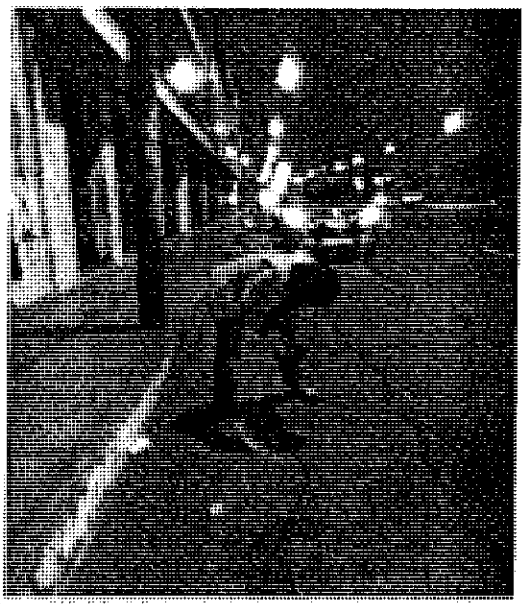


Foto N° 03: Vista de la instalación de geófonos.

Geoinstruments International

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Foto N° 04: Vista en instantes de la generación de una onda sísmica.

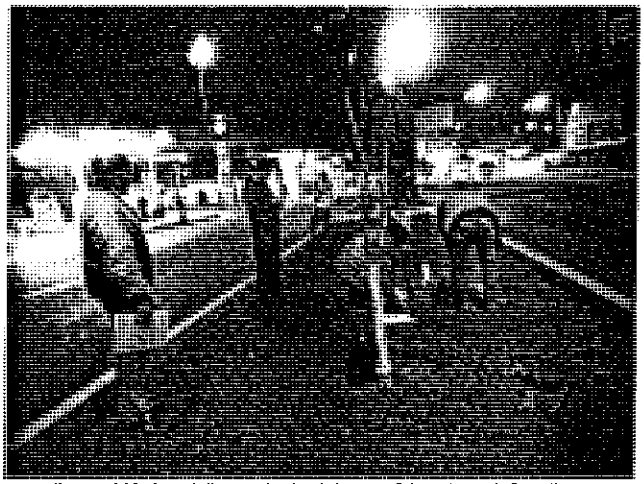


Foto N° 05: Vista de la Línea Sísmica PS-1/L2.



Foto N° 06: Vista de la Línea Sísmica PS-2/L2.

Geoinstruments

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

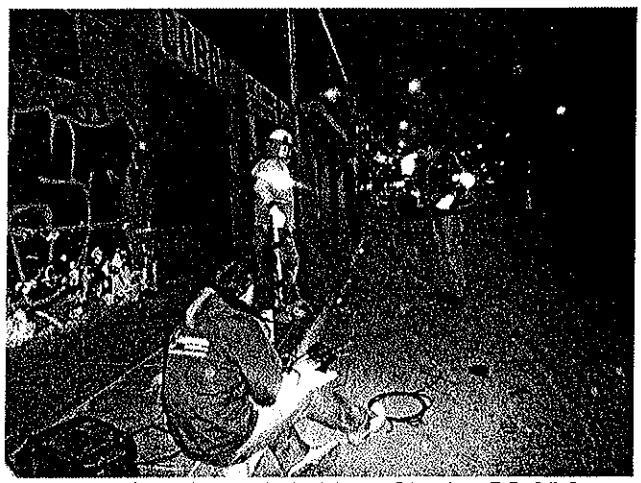


Foto N° 07: Vista de la Línea Sísmica PS-3/L2.



Foto N° 08: Vista de la Línea Sísmica PS-4/L2.



Foto N° 09: Vista de la Línea Sísmica PS-5/L2.

Geoinstruments
International

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Foto N° 10: Vista de la Línea Sísmica PS-6/L2

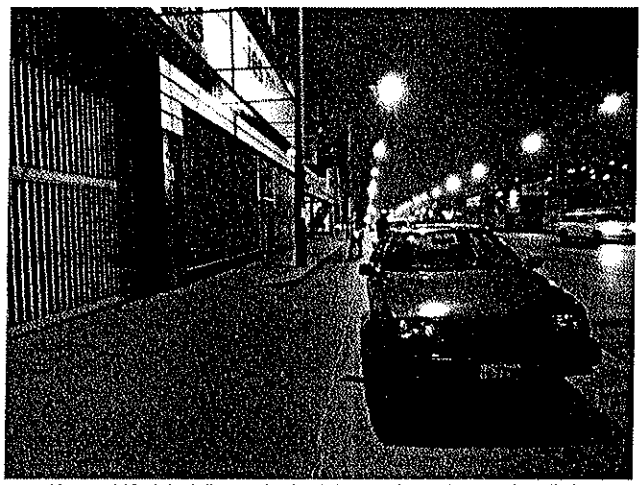


Foto N° 11: Vista de la Línea Sísmica PS-7/L2.

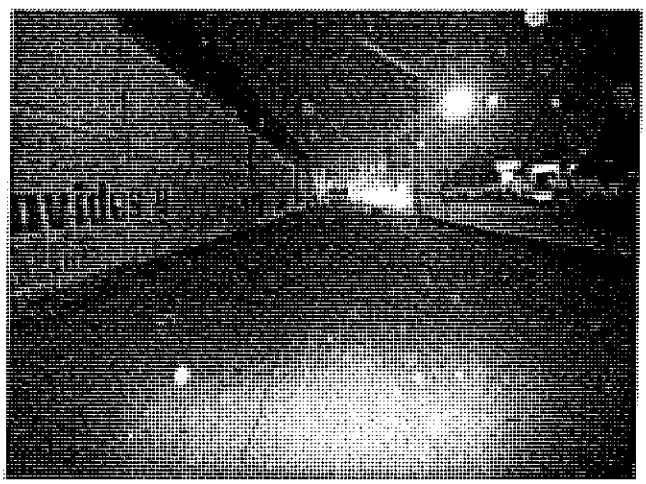


Foto N° 12: Vista de la Línea Sísmica PS-8/L2

Geoinstruments
Internacional

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Foto N° 13: Vista de la Línea Sísmica PS-1/L4.

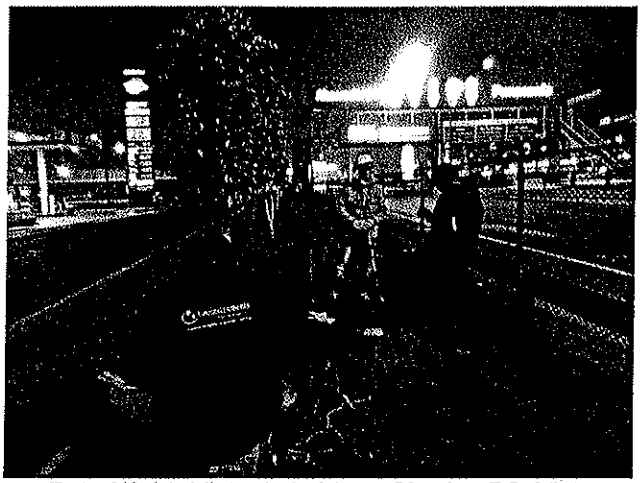


Foto N° 14: Vista de la Línea Sísmica PS-2/L4.

Geoinstruments
International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE

8.5. ECUACIONES MATEMÁTICAS (PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS)

Geoinstruments

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PARÁMETROS PSEUDO DINÁMICOS DEL SUBSUELO (CONSTANTES ELÁSTICAS)

- Módulo de volumen (incompresibilidad volumétrica) (K)
- Módulo de Young (E)
- Primera constante de Lame (λ)
- Módulo de Cizalla (rigidez) (G)
- Coeficiente de Poisson (v)
- Densidad Promedio (ρ)

$$K = \frac{E}{3(1-2v)} \qquad E = 2G(1+v)$$

$$G = pV_s^2 \qquad v = \frac{\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2-2}{2\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2-2}$$

Casos Específicos: Capacidad de Carga (Bearing capacity)

$$q_a = 2{,}4\,(10^{-4})pV_s$$

Relación de Vp/Vs según Poisson (v)

Vp/Vs	1,63	1,73	1,87
σ	0,20	0,25	0,3

Según Ukawa y Fukao 1981 – Huarachi P. 2003

Geoinstruments International

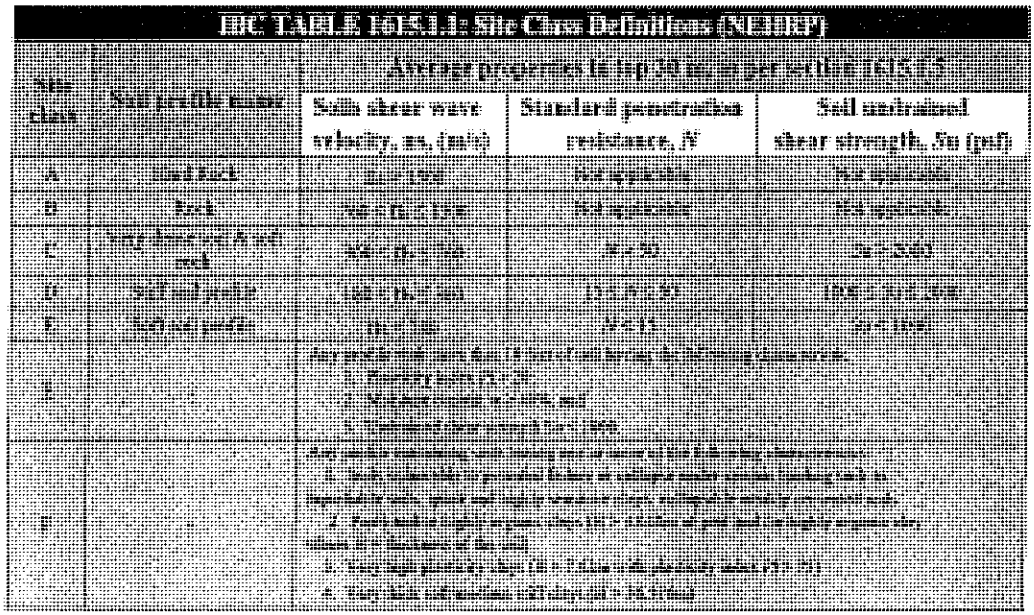
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

8.6. TABLA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (Norma IBC 2000 y NEHRP)

Geoinstruments
International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Caracterización sísmica de suelos, según NEHRP (1993)

Tipo	VS 30 (m/s)	Descripción
A	>1500	Roca dura
B	760 – 1500	Roca
C	360 – 760	Suelo muy denso y Roca Blanda
D	180 – 360	Suelo rígido
E	< 180	Suelo Blando
F	Suelos especiales (licuables, colapsables, arcillas de muy alta plasticidad, suelos orgánicos de más de 3 m de espesor)	

Geoinstruments International

Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

8.7. Tabla de Densidades (Tellford et al, 2001.)

Geoinstruments
International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Densidades de Rocas y Suelos (Tellford et al, 2001)

Tipo de Roca	Rango (g/cm³)	Promedio (g/cm³)	Tipo de Roca	Rango (g/cm³)	Promedio (g/cm³)
Sedimentos			**Rocas Ígneas**		
Regolito	–	1.92	Riolitas	2.35 – 2.70	2.52
Suelo	1.2 – 2.4	1.92	Andesita	2.4 – 2.8	2.61
Arcilla	1.63 – 2.6	2.21	Granito	2.50 – 2.81	2.64
Grava	1.7 – 2.4	2.0	Grano Diorita	2.67 – 2.79	2.73
Arena	1.7 – 2.3	2.0	Porfírica	2.60 – 2.89	2.74
Arenisca	1.61 – 2.76	2.35	Cuarzodiorita	2.62 – 2.96	2.79
Lutitas	1.77 – 3.2	2.40	Diorita	2.72 – 2.99	2.85
Limonitas	1.93 – 2.90	2.55	Lavas	2.80 – 3.00	2.90
Dolomita	2.28 – 2.90	2.70	Diabasa	2.50 – 3.20	2.91
Rocas Sediment. (Promedio)	–	2.50	Basalto	2.70 – 3.30	2.99
Rocas Metamórficas			Gabro	2.70 - 3.50	3.03
Serpentina	2.4 – 3.10	2.78	Peridotitas	2.78 – 3.37	3.15
Cuarzita	2.5 – 2.70	2.60	Rocas Ígneas Ácidas (Promedio)	2.30 – 3.11	2.61
Esquistos	2.39 – 2.9	2.64	Rocas Ígneas Básicas (Promedio)	2.09 – 3.17	2.79
Metawacas	2.6 – 2.7	2.65			
Mármol	2.6 – 2.9	2.75			
Rocas Metamorf. (Promedio)	2.4 – 3.1	2.74			
Pizarra	2.7 – 2.9	2.79			
Gneis	2.59 – 3.0	2.80			
Anfibolita	2.90 – 3.04	2.96			

Tabla 4.2: Densidades de rocas (Telford *et al*,2001)

Geoinstruments International
Av. Arequipa 5103, Miraflores - Lima. Telefax. 511-241-7592

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Tomas Marzo 850 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basico del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	1.70	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica OHYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 ºC.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	3.1	0.6	99.4
N° 6	3.360	3.4	0.7	98.7
N° 8	2.380	6.4	0.8	97.8
N° 10	2.000	2.5	0.5	97.3
N°16	1.190	7.3	1.5	95.9
N° 20	0.840	6.6	0.9	94.9
N° 30	0.590	6.2	1.2	93.7
N° 40	0.426	9.7	1.9	91.8
N° 50	0.297	19.5	2.7	89.1
N° 60	0.177	33.1	6.6	82.4
N° 100	0.149	9.0	1.8	80.6
N° 200	0.074	36.3	7.3	73.4
-200		365.9	73.4	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	36
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	27
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	9
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	38.8
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(6)

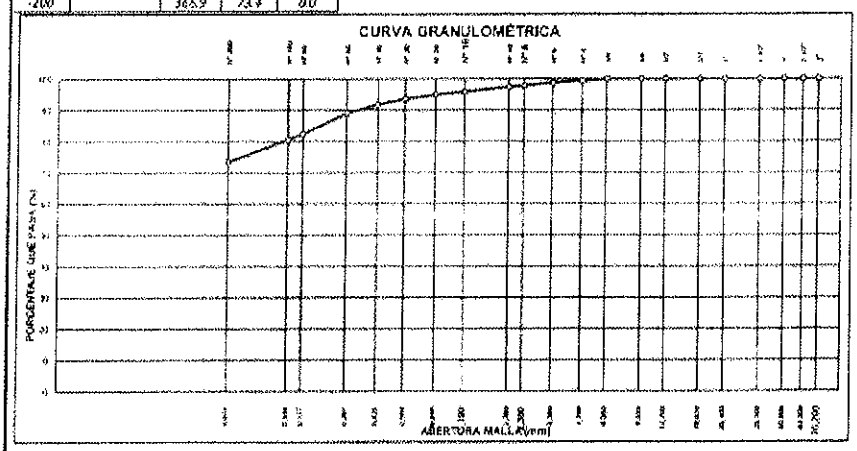
Descripción de la muestra

LIMO

Observaciones

Referencias

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 28252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

Geoconsult S.A.
Consultoría Geotécnica

Av. Francisco Moreno 899 Lince
Teléfon. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

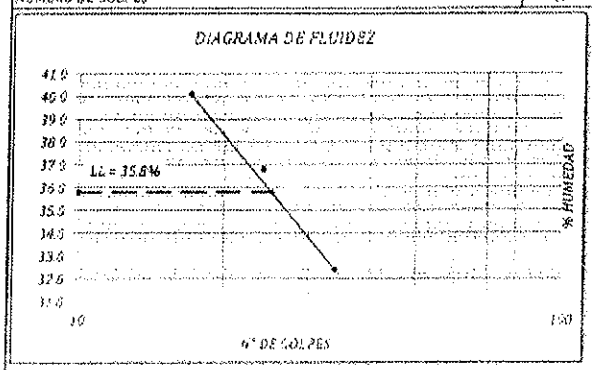
Datos de la Muestra:

CALICATA	C-01	Elaborado por	Omar Cartañeda Lara
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica BAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	32.74	32.76	34.92	13.17	13.47
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	29.74	29.79	29.12	12.53	12.83
PESO AGUA (gr)	3.00	2.97	5.80	0.64	0.64
PESO DE LA LATA (gr)	9.78	10.63	11.42	10.35	11.84
PESO SUELO SECO (gr)	19.96	18.77	17.70	2.18	0.99
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.1	15.8	32.8	29.7	64.9
NUMERO DE GOLPES	17	24	34		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	36
LIMITE PLASTICO (%)	27
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	9

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por: GAJ
Fecha de Emision: 13 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 896 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-01	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A15	7P
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1211.6	1251.9
Peso de suelo seco + tara	grs.	968.9	1000.3
peso de tara	grs.	132.0	120.5
Peso de agua	grs.	242.7	251.6
Peso de suelo seco	grs.	836.9	879.8
Contenido de agua	%	29.0	28.6
Contenido de Humedad (%)		28.8	

Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.)

Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12623]

012220

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 896 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	3.30	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 320 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr.)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	42.8	3.6	96.4
3/4"	19.050	100.2	8.2	87.7
1/2"	12.700	194.3	9.0	78.7
3/8"	9.525	43.6	3.8	75.0
1/4"	6.350	25.1	2.2	72.8
N° 4	4.760	9.3	0.7	72.1
N° 6	3.360	9.2	0.7	71.4
N° 8	2.380	5.5	0.5	70.9
N° 10	2.000	2.5	0.2	70.7
N°16	1.190	7.7	0.7	70.0
N° 20	0.840	4.5	0.4	69.6
N° 30	0.590	5.7	0.5	69.1
N° 40	0.426	5.9	0.5	68.6
N° 50	0.297	5.3	0.5	68.1
N° 80	0.177	11.4	1.0	67.1
N° 100	0.149	2.6	0.2	66.8
N° 200	0.074	15.9	1.4	65.5
-200		757.9	65.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D 4318-05	-
Límite Plástico (%)	ASTM D 4318-05	-
Índice de Plasticidad (%)	ASTM D 4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	66.5
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

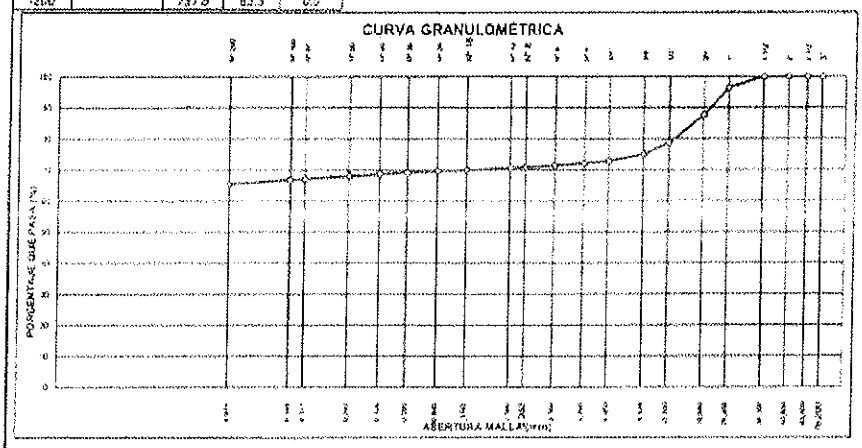
Descripción de la muestra :

LIMO

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Sondeo por : G.A.J.
Fecha de Emisión : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12624]

012221

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 830 Lince
Teléfax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsul@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gamberta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

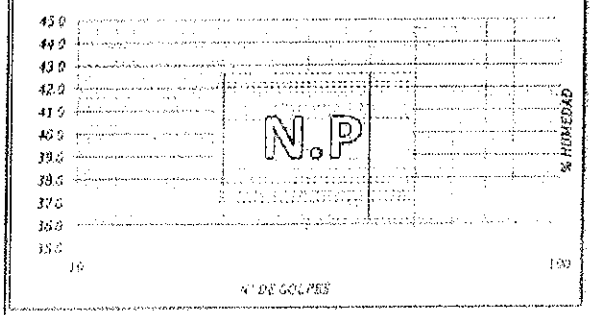
CALICATA	:	C-01	Elaborado por	: Omar Castañeda Cano
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	:	3.3	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica BAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)		N.P			N.P
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NÚMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	-
LIMITE PLASTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : El Lab. de esta Informe asume la exclusividad del solicitante
Cualquier interpretacion ajena a este resultado es responsabilidad de los solicitantes

Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emision : 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moron 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-01	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF (m.)	3.30	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-02		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		11D	A33
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1310.6	1253.3
Peso de suelo seco + tara	grs.	931.8	893.2
peso de tara	grs.	125.7	123.3
Peso de agua	grs.	378.8	360.1
Peso de suelo seco	grs.	806.1	769.9
Contenido de agua	%	47.0	46.8
Contenido de Humedad (%)		46.9	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emisión : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 223-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	3.40	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-03		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG. Capasidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	4.4	0.9	99.1
N° 6	3.360	0.3	0.1	99.1
N° 8	2.360	--	--	99.1
N° 10	2.000	--	--	99.1
N°16	1.190	0.7	0.1	98.9
N° 20	0.840	0.7	0.1	98.8
N° 30	0.590	0.9	0.2	98.6
N° 40	0.426	--	--	98.6
N° 50	0.297	1.7	0.3	98.3
N° 80	0.177	5.6	1.1	97.1
N° 100	0.149	1.9	0.3	96.8
N° 200	0.074	12.9	2.6	94.2
-200		471.1	94.2	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	38.0
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	32.0
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	6.0
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	44.4
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(8)

Descripción de la muestra :

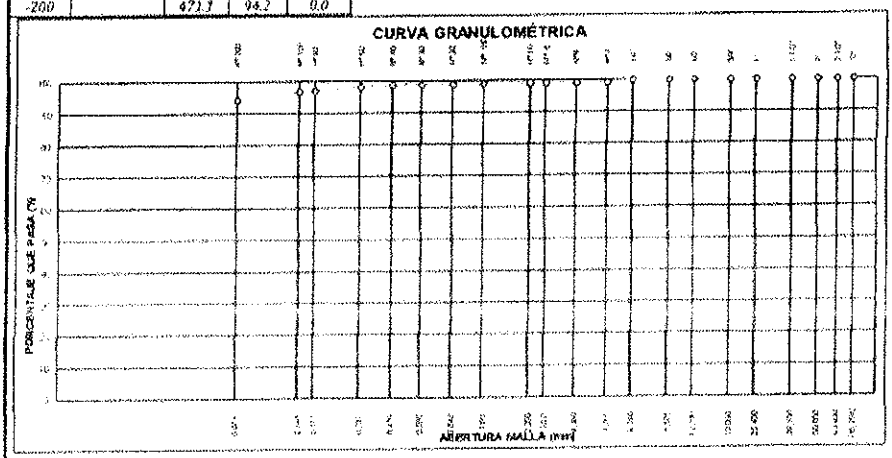
LIMO

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classificacion of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de las interesados
Emitido por : G.A.J
Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

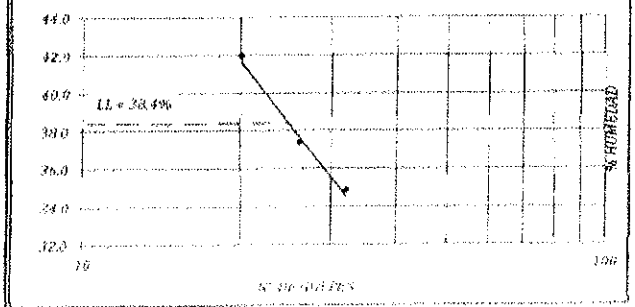
CALICATA	:	C-03	Elaborado por	: Omar Cañañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	5.40	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-03		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	29.59	27.40	25.46	20.31	23.15
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	23.9	22.84	21.80	18.29	20.11
PESO AGUA (gr)	5.79	4.56	3.66	2.03	3.04
PESO DE LA LATA (gr)	10.13	10.65	10.55	11.74	10.93
PESO SUELO SECO (gr)	13.77	12.19	11.62	6.56	9.18
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	42.0	37.4	34.9	30.9	33.1
NUMERO DE GOLPES	20	26	32		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	38.0
LIMITE PLÁSTICO (%)	32.0
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.0

Observaciones : El suelo contiene un contenido de sales menor
Condiciones de la Muestra : Cualquier reclamo sin agenia a este resultados es responsabilidad de los interesados
Procedencia : G.L.
Fecha de Ejecución : 11 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12628]

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

012225

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	3.40	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-03			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		A-2	A-11
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1385.1	1428.8
Peso de suelo seco + tara	grs.	988.8	1022.1
peso de tara	grs.	95.3	103.2
Peso de agua	grs.	396.3	406.7
Peso de suelo seco	grs.	893.5	918.9
Contenido de agua	%	44.4	44.3
Contenido de Humedad (%)		**44.4**	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emision: 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 550 Lince
Teléfax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	: Oscar Castañeda Lima
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	:	3.60	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-04		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 510 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 5	3.360	--	--	100.0
N° 8	2.380	--	--	100.0
N° 10	2.000	9.8	0.2	99.8
N°16	1.190	2.3	0.5	99.3
N° 20	0.840	1.5	0.3	99.0
N° 30	0.590	2.2	0.4	98.6
N° 40	0.426	3.3	0.7	97.9
N° 50	0.297	4.9	1.0	96.9
N° 80	0.177	10.7	2.1	94.8
N° 100	0.149	3.9	0.6	94.2
N° 200	0.075	18.5	3.7	90.5
-200		452.5	90.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	98
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	43
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	5
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	51
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-93	ML
AASHTO	ASTM D 3282-93	A-5(10)

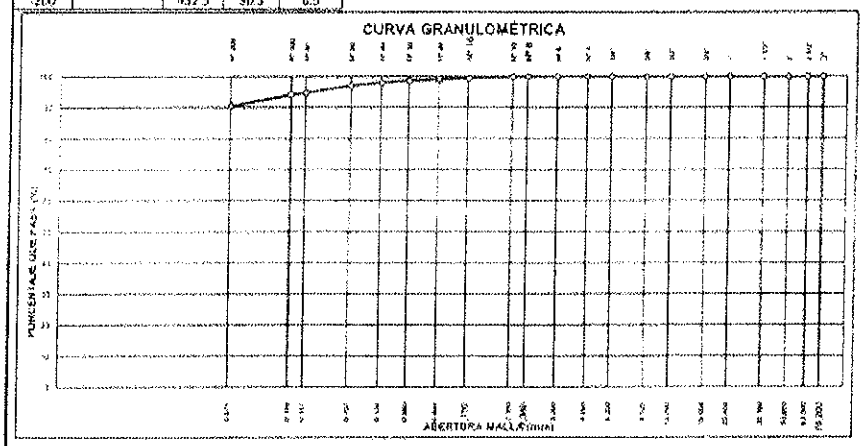
Descripción de la muestra :

LIMO

Observaciones

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por : G.A.J
Fecha de Emisión : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Francisco Moreyra 899 Lince
Teléfon. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

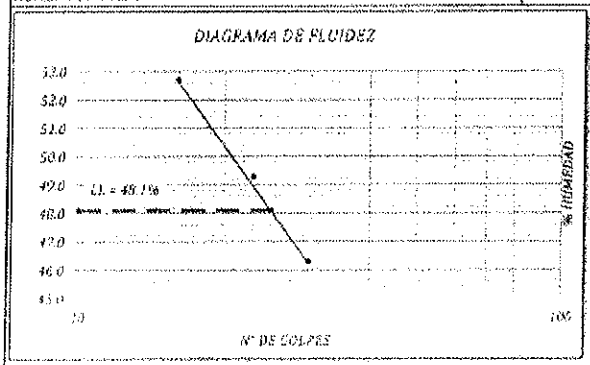
Datos de la Muestra:

CALICATA	: C-01	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 3.60	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-06		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	30.98	29.40	29.45	24.20	25.93
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	25.48	23.54	24.22	19.24	21.10
PESO AGUA (gr)	6.51	5.86	5.23	4.96	4.75
PESO DE LA LATA (gr)	10.93	10.65	10.77	9.38	10.05
PESO SUELO SECO (gr)	12.55	12.89	13.45	10.26	11.33
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	52.7	49.3	46.3	48.7	42.7
NÚMERO DE GOLPES	16	22	30		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LÍQUIDO (%)	48
LIMITE PLASTICO (%)	43
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Ensayado por : S.A.J.
Fecha de Emisión : 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-01		Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2		Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 3.50		Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-04				

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A11	A74
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1185.8	1089.9
Peso de suelo seco + tara	grs.	1130.7	1044.2
peso de tara	grs.	97.6	103.4
Peso de agua	grs.	55.1	45.7
Peso de suelo seco	grs.	1033.1	940.8
Contenido de agua	%	5.3	4.9
Contenido de Humedad (%)		5.1	

Observaciones : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : S.A.J

Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsu@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gamberta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	4.10	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	4.2	0.9	99.1
N° 6	3.360	6.5	0.9	98.7
N° 8	2.360	4.0	0.8	97.4
N° 10	2.000	2.0	0.4	97.0
N°16	1.190	9.0	0.8	96.2
N° 20	0.840	1.0	0.4	95.8
N° 30	0.590	5.9	1.2	94.6
N° 40	0.426	29.5	3.9	88.8
N° 50	0.297	71.2	14.7	74.6
N° 80	0.177	139	24.9	47.8
N° 100	0.149	103	3.7	44.1
N° 200	0.074	58.5	9.7	34.4
-200		172.2	34.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	29.0
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	0.0
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	22.9
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

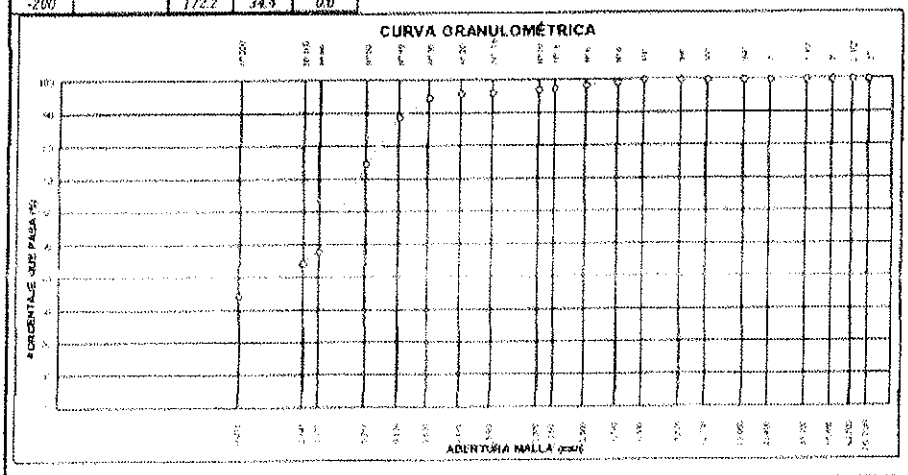
Descripción de la muestra :

ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados G.A.J.

Emitido por

Fecha de Emision: 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telf/fax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

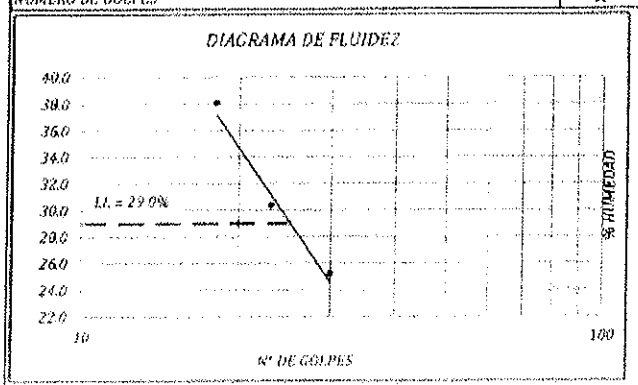
Datos de la Muestra:

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m)	:	4.10	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DATANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 ºC
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (gr)	25.04	23.45	22.30		
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	21.29	20.45	19.85		
PESO AGUA (gr)	3.75	3.00	2.45		
PESO DE LA LATA (gr)	11.45	10.59	10.13	NP	NP
PESO SUELO SECO (gr)	9.84	9.86	9.72		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	38.1	30.4	25.1		
NÚMERO DE GOLPES	18	23	30		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	29.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	0.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : El uso de este informe es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Cualquier interpretación que se haga a partir de este ensayo es responsabilidad de los solicitantes.

Ensayado por : G.A.J.

Fecha de Ensayo : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. · LABORATORIO MECANICA DE SUELOS · Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	4.10	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el ensayo:

* Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
* Horno Electrico Temperatura 110°C
* Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A9	A1
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1779.2	1628.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	1468.2	1344.2
peso de tara	grs.	101.9	110.6
Peso de agua	grs.	311.0	284.0
Peso de suelo seco	grs.	1366.3	1233.6
Contenido de agua	%	22.8	23.0
Contenido de Humedad (%)		22.9	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 990 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01
LINEA	:	L2
PROF. (m.)	:	4.40
MUESTRA	:	M-06

Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 ºC.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
Nº 4	4.760	--	--	100.0
Nº 6	3.360	6.9	1.4	98.6
Nº 8	2.360	7.0	1.4	97.2
Nº 10	2.000	2.8	0.5	96.7
Nº 16	1.190	7.0	1.4	95.3
Nº 20	0.840	2.5	0.5	94.8
Nº 30	0.590	3.5	0.7	94.1
Nº 40	0.426	15.9	3.2	91.9
Nº 50	0.297	35.6	7.3	84.6
Nº 80	0.177	171.9	34.4	50.2
Nº 100	0.149	29.0	5.8	44.4
Nº 200	0.074	97.2	19.4	24.9
<200		124.7	24.9	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	44
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	0
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	27.4
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-2-5(0)

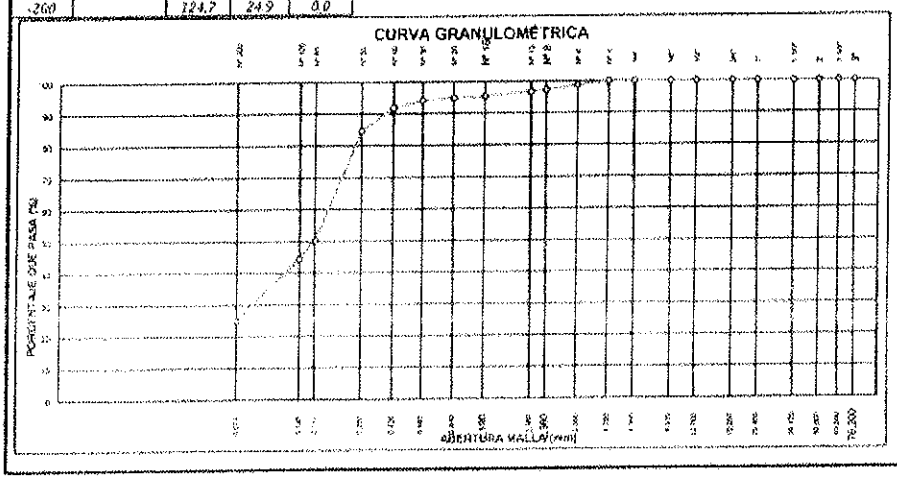
Descripción de la muestra :

ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emisión: 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12636]

012233

Geoconsult S.A.
Consultores generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	4.40	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-06			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		A8	A-8
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1522.2	1285.5
Peso de suelo seco + tara	grs.	1225.0	1029.9
peso de tara	grs.	132.6	100.5
Peso de agua	grs.	297.2	255.6
Peso de suelo seco	grs.	1092.4	929.4
Contenido de agua	%	27.2	27.5
Contenido de Humedad (%)		27.4	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Prolongación Marañón 890 Lima
Telefax (511) 223-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Solicitud S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

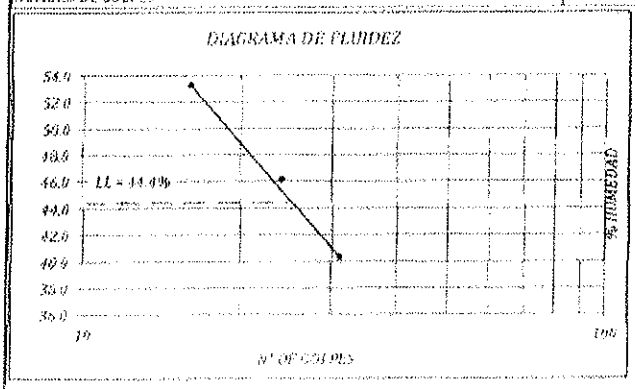
Datos de la Muestra:

CALICATA	:	C-01	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	4.40	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-06			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	25.94	22.37	28.60		
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	20.33	18.50	23.69		
PESO AGUA (gr.)	5.61	3.87	4.91		
PESO DE LA LATA (gr.)	9.8	10.13	9.8	NP	NP
PESO SUELO SECO (gr.)	10.53	8.37	13.89		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	53.3	46.2	35.4		
NUMERO DE GOLPES	16	24	31		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	44
LÍMITE PLÁSTICO (%)	0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : El ensayo se realizó según lo indicado en las normas.

Realizado por : G.A.J.

Fecha de Ensayo : 28 de setiembre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 899 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 Kg.
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Taros de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.250	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
Nº 4	4.760	6.4	1.3	98.7
Nº 6	3.350	3.2	0.6	98.1
Nº 8	2.380	1.1	0.2	98.0
Nº 10	2.000	0.8	0.2	97.8
Nº 16	1.190	3.0	0.6	97.2
Nº 20	0.840	1.5	0.3	96.9
Nº 30	0.590	2.0	0.4	96.5
Nº 40	0.426	1.8	0.4	96.2
Nº 50	0.297	2.1	0.4	95.8
Nº 80	0.177	7.5	1.5	94.2
Nº 100	0.149	1.9	0.4	93.8
Nº 200	0.074	1.9	3.9	90.0
-200		454.2	90.0	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	40
Límite Plastico (%)	ASTM D4318-05	23
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	16
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	22.6
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-6(10)

Descripción de la muestra

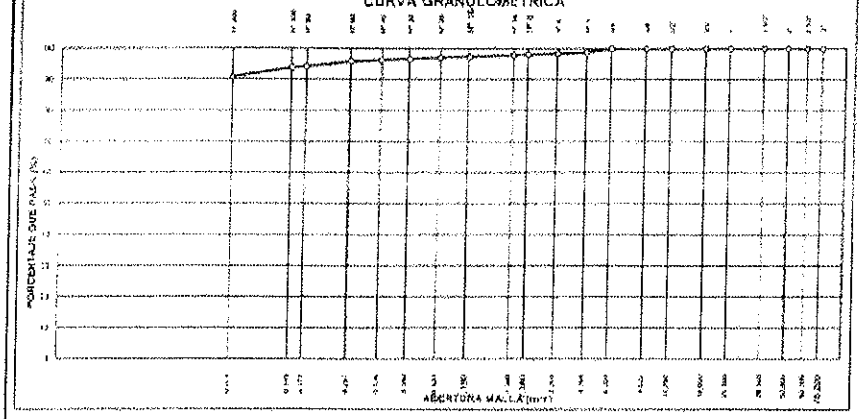
ARCILLA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classificacion of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classificacion of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emision : 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Primo Del Moron 880 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

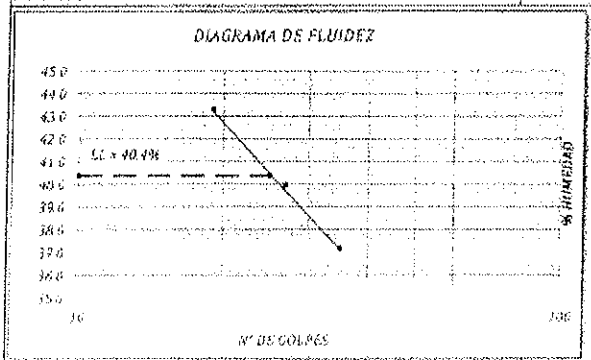
Datos de la Muestra:

CALICATA	: C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 1.40	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 330 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	27.45	25.18	26.51	14.56	13.77
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	22.45	20.85	21.78	13.76	13.21
PESO AGUA (gr)	5.00	4.33	4.73	0.78	0.53
PESO DE LA LATA (gr)	10.89	14.03	11.05	10.00	10.53
PESO SUELO SECO (gr)	11.56	10.82	10.73	3.76	2.69
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	43.3	40.0	37.2	20.7	20.4
NUMERO DE GOLPES	19	27	35		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LÍQUIDO (%)	40
LIMITE PLÁSTICO (%)	21
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	19

Observaciones: El uso de este informe es de exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad exclusiva de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 699 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taros de Aluminio

Recipiente Nº		26-A	2R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1503.8	1354.9
Peso de suelo seco + tara	grs.	1248.0	1122.6
peso de tara	grs.	104.6	100.5
Peso de agua	grs.	255.8	232.3
Peso de suelo seco	grs.	1143.4	1022.1
Contenido de agua	%	22.4	22.7
Contenido de Humedad (%)		22.6	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J.

Fecha de Emisión : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12641]

012238

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	1.70	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-02			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	1.5	0.3	99.7
N° 6	3.360	--	--	99.7
N° 8	2.380	--	--	99.7
N° 10	2.000	--	--	99.7
N°16	1.190	8.9	2.2	99.5
N° 20	0.840	0.7	0.1	99.4
N° 30	0.590	1.0	0.2	99.2
N° 40	0.426	1.8	0.4	98.8
N° 50	0.297	6.5	1.3	97.5
N° 80	0.177	41.7	8.3	89.2
N° 100	0.149	24.8	5.0	84.2
N° 200	0.074	151.9	30.4	53.8
-200		269.2	53.8	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	19
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	6
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	4.9
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

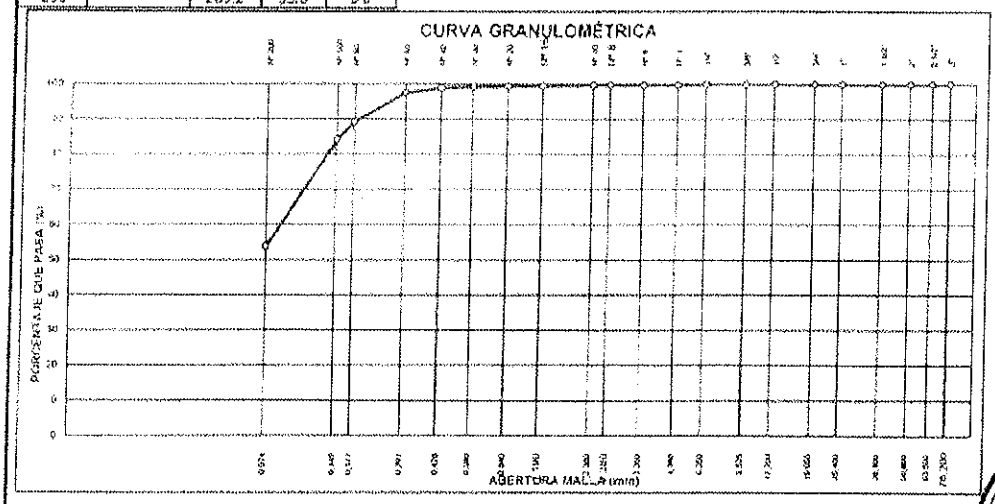
Descripción de la muestra :

LIMO

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

[12642]

012239

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	1.70	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA		M-02			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Horno Electrico Temperatura 110ºC
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		10D	2R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1685.0	1548.9
Peso de suelo seco + tara	grs.	1612.7	1482.5
peso de tara	grs.	135.2	120.1
Peso de agua	grs.	72.3	66.4
Peso de suelo seco	grs.	1477.5	1362.4
Contenido de agua	%	4.9	4.9
Contenido de Humedad (%)		4.9	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

[12643]

012240

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 990 Lince
Telefax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

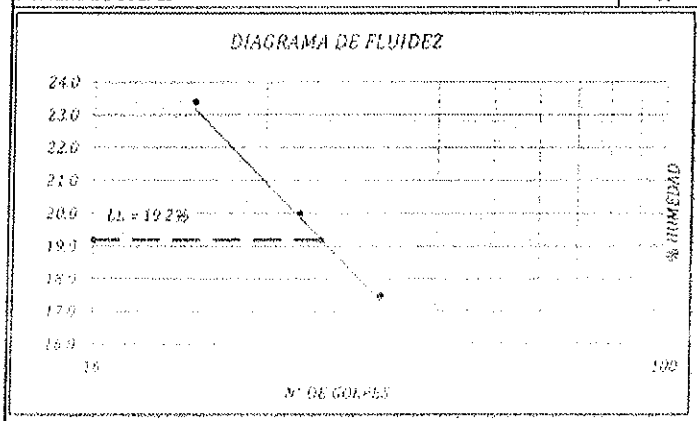
Datos de la Muestra:

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	1.70	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-02			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 ºC
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (gr)	31.72	29.35	28.65		
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	27.64	26.30	25.88		
PESO AGUA (gr)	4.08	3.05	2.77		
PESO DE LA LATA (gr)	10.13	11.05	10.93	NP	NP
PESO SUELO SECO (gr)	17.51	15.25	14.95		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.3	20.0	17.5		
NÚMERO DE GOLPES	15	23	32		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LÍQUIDO (%)	19
LIMITE PLÁSTICO (%)	0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ensayado por: G.A.

Fecha de Ensayo: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Tnte. Mujica Mz. 890 Lote 7
Telfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	2.00	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-03		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTO
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 ºC.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4	6.350	--	--	100.0
Nº 4	4.760	1.3	0.3	99.7
Nº 6	3.360	6.4	0.1	99.6
Nº 8	2.380	0.0	0.1	99.5
Nº 10	2.000	0.2	0.0	99.5
Nº 16	1.190	1.0	0.2	99.3
Nº 20	0.840	0.4	0.1	99.2
Nº 30	0.590	1.3	0.3	98.9
Nº 40	0.425	12.9	2.5	96.5
Nº 50	0.297	48.9	9.8	86.7
Nº 80	0.177	150.4	29.1	56.8
Nº 100	0.149	26.6	5.2	51.4
Nº 200	0.074	102.5	20.5	30.8
-200		154.1	30.8	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Límite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	4.9
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra

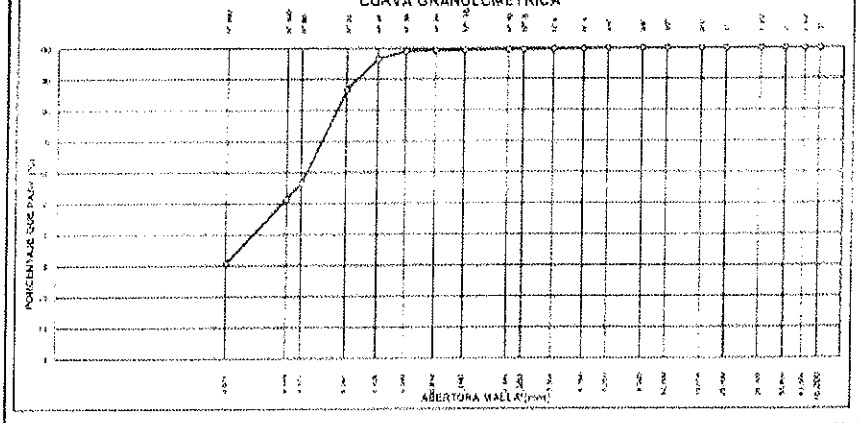
ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación aparte a estos resultados es responsabilidad de las interesados
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emision : 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 950 Lima
Telfax: (511) 222-5313
(511) 222-5154
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A.
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

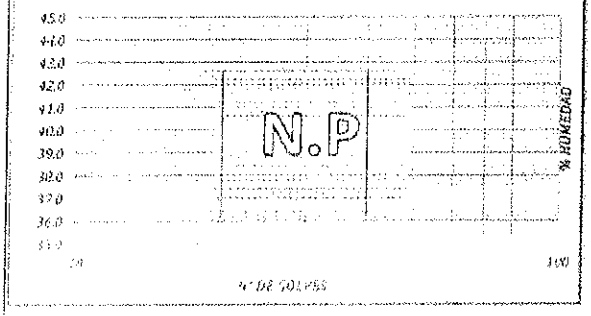
CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	2	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-03		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 210 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Aranadador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nro.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	-.-
LIMITE PLASTICO (%)	-.-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier mala interpretación sobre el mismo resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5153
(511) 223-5154
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	2.00	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-03		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		1-A	A33
Peso de suelo humedo + tara	grs.	977.8	961.1
Peso de suelo seco + tara	grs.	939.5	922.2
peso de tara	grs.	139.5	131.1
Peso de agua	grs	38.3	38.9
Peso de suelo seco	grs.	800.0	791.1
Contenido de agua	%	4.8	4.9
Contenido de Humedad (%)		4.9	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación sobre estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 28252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Tnidad Moran 990 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A.
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	2.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-04		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Varas de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	0.1	0.0	99.9
N° 6	3.360	3.9	1.7	98.5
N° 8	2.380	1.6	0.3	98.2
N° 10	2.000	1.8	0.4	97.8
N° 16	1.190	5.0	1.0	96.8
N° 20	0.840	2.6	0.5	96.3
N° 30	0.590	2.7	0.5	95.7
N° 40	0.426	1.8	0.4	95.4
N° 50	0.297	3.9	0.8	94.6
N° 80	0.177	2.6	0.7	93.9
N° 100	0.149	4.4	0.9	93.0
N° 200	0.075	29.9	6.0	87.0
-200		433.1	87.0	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	36
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	26
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	10
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	12.5
Clasificacion		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(7)

Descripción de la muestra :

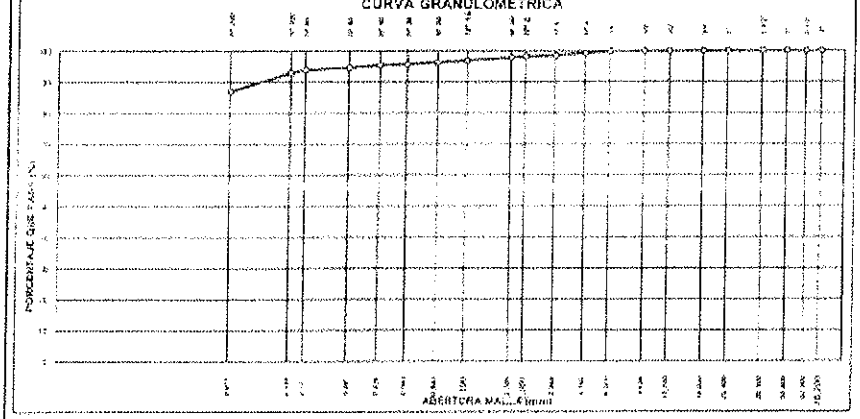
ARCILLA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soil
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water
	Treatment content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÈTRICA



Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Revisado por : C.A.J.

Fecha de Emisión : 29 de octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnia

Av. Trinidad Morán 850 Lince
Telefax: (511) 222-5153
(511) 222-5154
email: geoconsult@terra.com.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

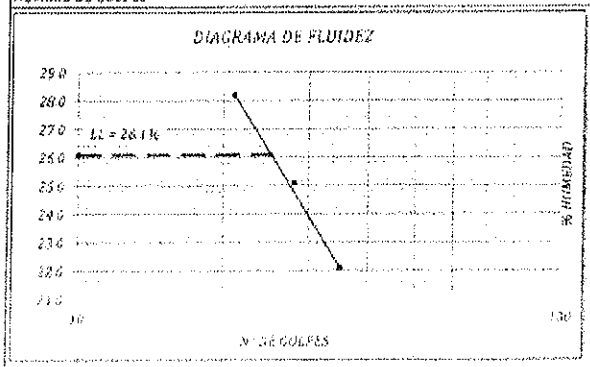
Datos de la Muestra:

CALICATA	: C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Lima
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	: 2.50	Ing. Responsable	:	Ricardo Ríos Berrios
MUESTRA	: M-04			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica OHAUS, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	32.85	30.24	34.49	15.45	15.91
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	27.26	25.15	28.25	14.76	15.12
PESO AGUA (gr.)	5.6	5.09	6.24	0.76	0.8
PESO DE LA LATA (gr.)	9.5	10.09	11.05	9.99	10.02
PESO SUELO SECO (gr.)	16.76	15.06	17.2	4.77	5.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.4	33.8	36.3	15.9	15.7
NUMERO DE GOLPES	33	28	25		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	26
LÍMITE PLÁSTICO (%)	16
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10

Observaciones : El usuario es responsable del uso de la información contenida en este informe.
Cualquier interpretación aparte a la misma, estará fuera de responsabilidad de los intervenidos

Emitido por : CAJ
Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 899 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	2.50	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-04			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		8A	52R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1720.9	1652.6
Peso de suelo seco + tara	grs.	1546.1	1482.9
peso de tara	grs.	141.5	123.3
Peso de agua	grs.	173.9	169.7
Peso de suelo seco	grs.	1404.6	1359.6
Contenido de agua	%	12.4	12.5
Contenido de Humedad (%)		12.5	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Cualquier interpretación aparte a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 22 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. · LABORATORIO MECANICA DE SUELOS · Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	2.90	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-05		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 5 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	6.9	1.4	98.6
3/8"	9.525	4.6	0.9	97.7
1/4"	6.350	12.2	2.4	95.2
N° 4	4.760	7.7	1.5	93.7
N° 5	4.000	5.9	1.2	92.5
N° 8	2.380	4.3	0.8	91.6
N° 10	2.000	3.6	0.7	91.0
N°16	1.190	3.6	0.7	90.3
N° 20	0.840	1.1	0.2	90.1
N° 30	0.590	0.9	0.2	90.0
N° 40	0.426	0.8	0.2	89.9
N° 50	0.297	0.7	0.1	89.8
N° 80	0.177	1.3	0.3	89.5
N° 100	0.149	0.3	0.1	89.5
N° 200	0.074	16.9	3.4	86.1
-200		430.4	86.1	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	8.7
Clasificacion		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1(0)

Descripción de la muestra :

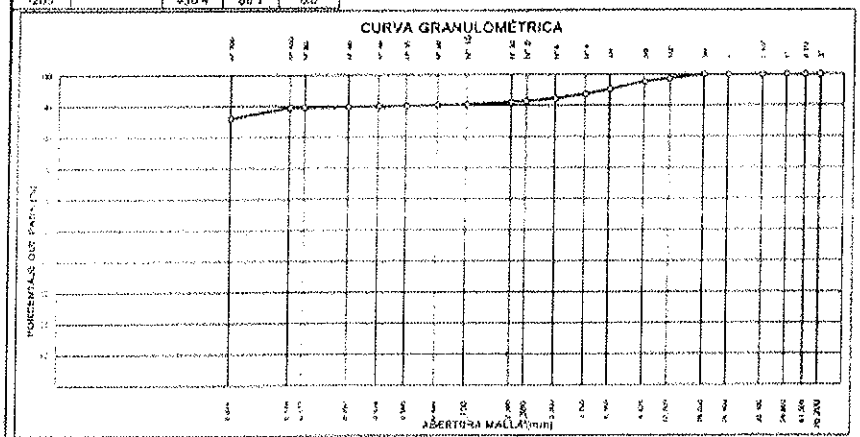
LIMO

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones : El uso de este informe es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Entregado por : G.A.J.
Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultoría Geotécnica

Av. Trinidad Morán 650 Lince
Telfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gamberta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

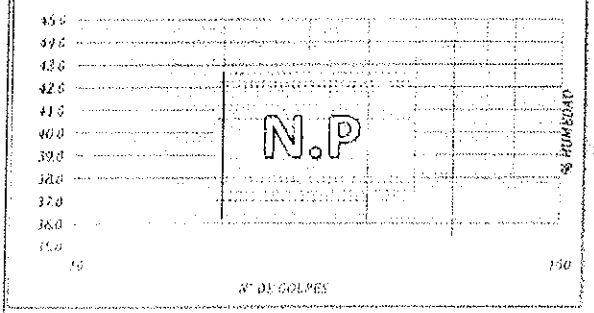
CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	2.9	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-05		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	--
LIMITE PLÁSTICO (%)	--
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: El uso de este informe es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a este resultado es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	2.90	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 5 Kg
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110°C

Recipiente Nº		25-A	A33
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1735.1	1705.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	1603.3	1578.8
peso de tara	grs.	101.9	100.2
Peso de agua	grs.	131.8	126.4
Peso de suelo seco	grs.	1501.4	1478.6
Contenido de agua	%	8.8	8.5
Contenido de Humedad (%)		8.7	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 899 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	3.60	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-06			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	18.0	3.6	96.4
N° 6	3.360	5.4	1.1	95.3
N° 8	2.380	6.1	0.6	94.5
N° 10	2.000	1.3	0.3	94.2
N° 16	1.190	3.4	0.7	93.6
N° 20	0.840	1.2	0.2	93.3
N° 30	0.590	1.1	0.2	93.1
N° 40	0.426	0.9	0.2	92.9
N° 50	0.297	0.8	0.2	92.8
N° 80	0.177	1.4	0.3	92.5
N° 100	0.149	0.4	0.1	92.4
N° 200	0.074	1.5	0.3	92.1
-200		460.5	92.1	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	32
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	20
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	12
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	15.5
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-6(11)

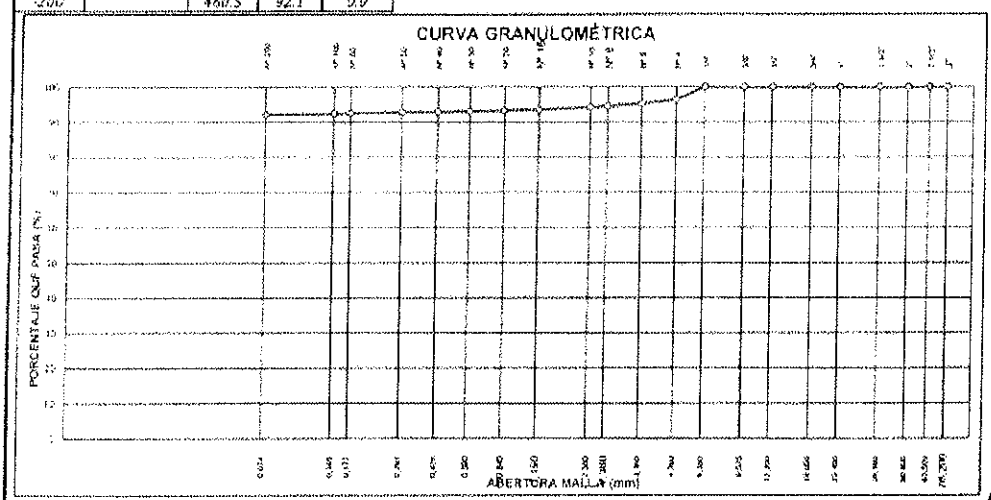
Descripción de la muestra :

ARCILLA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por: G.A.J.
Fecha de Emision: 31 de Octubre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	3.60	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA		M-06			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		3B	3R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1766.6	1880.5
Peso de suelo seco + tara	grs.	1546.0	1642.5
peso de tara	grs.	130.1	100.5
Peso de agua	grs.	220.6	238.0
Peso de suelo seco	grs.	1415.9	1542.0
Contenido de agua	%	15.6	15.4
Contenido de Humedad (%)		15.5	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emision: 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gamberta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

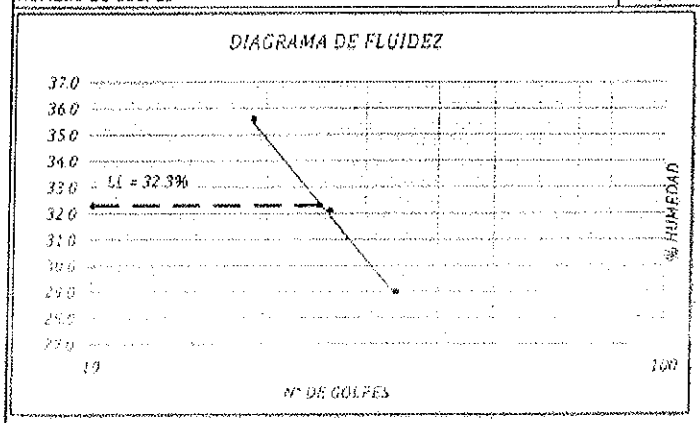
Datos de la Muestra:

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio		Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	3.6	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-06			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (gr.)	31.49	30.29	31.89	14.28	17.05
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	26.12	25.86	27.17	13.53	15.89
PESO AGUA (gr)	5.37	5.49	4.72	0.75	1.16
PESO DE LA LATA (gr)	11.05	11.72	16.89	9.78	10.02
PESO SUELO SECO (gr)	15.07	17.08	14.28	3.75	5.87
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.6	32.1	29.9	20.0	19.8
NÚMERO DE GOLPES	19	26	34		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	32
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	12

Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por : G.A.
Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12656]

012253

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Linca
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Ganibetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 4.30	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-07			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	13.2	2.6	97.3
N° 6	3.360	2.9	0.6	96.8
N° 8	2.380	3.2	0.6	96.1
N° 10	2.000	2.4	0.5	95.6
N°16	1.190	8.6	1.7	93.9
N° 20	0.840	6.8	1.4	92.6
N° 30	0.590	9.4	1.9	90.7
N° 40	0.426	13.0	2.6	88.1
N° 50	0.297	19.6	3.9	84.2
N° 80	0.177	23.9	6.8	77.4
N° 100	0.149	8.4	1.7	75.7
N° 200	0.074	90.9	18.2	57.5
-200		287.6	57.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	29
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	7.9
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

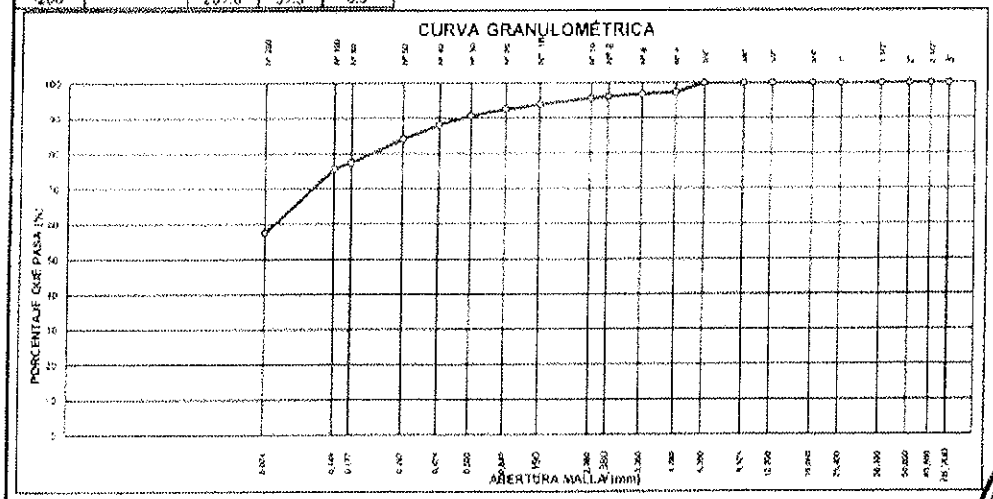
Descripción de la muestra :

LIMO

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J.

Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

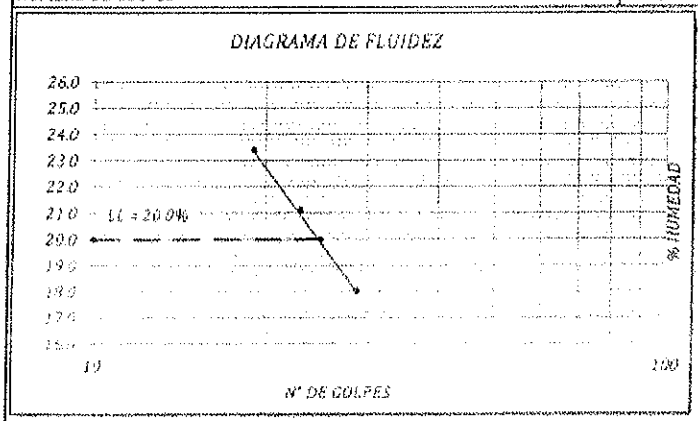
Datos de la Muestra:

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	4.3	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-07			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 ºC
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	27.96	26.43	25.38		
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	24.7	23.68	23.19		
PESO AGUA (gr)	3.26	2.75	2.20	NP	NP
PESO DE LA LATA (gr)	11.65	10.63	10.99		
PESO SUELO SECO (gr)	13.05	13.05	12.21		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.4	21.1	18.0		
NÚMERO DE GOLPES	19	23	29		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	20
LÍMITE PLÁSTICO (%)	0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	0

Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emisión : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 28252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	4.30	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-07			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		11D	3R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1850.0	1759.5
Peso de suelo seco + tara	grs.	1722.8	1642.5
peso de tara	grs.	131.8	120.5
Peso de agua	grs.	127.2	117.0
Peso de suelo seco	grs.	1591.0	1522.0
Contenido de agua	%	8.0	7.7
Contenido de Humedad (%)		7.9	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Vº Bº

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnia

Av. Trinidad Morán 990 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
email: geoconsa@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	29 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	5.00	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-08		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAVANO, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande SUMBELTD
- Tamices USA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr.)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	0.5	1.7	98.3
3/8"	9.525	2.1	0.5	97.8
1/4"	6.350	3.2	0.8	97.2
N° 4	4.760	1.5	0.3	96.9
N° 6	3.360	3.3	0.7	96.2
N° 8	2.380	2.5	0.5	95.7
N° 10	2.000	3.4	0.3	95.4
N°16	1.190	4.7	1.0	94.5
N° 20	0.840	2.6	0.5	92.9
N° 30	0.590	3.3	0.7	92.2
N° 40	0.425	3.5	0.8	92.5
N° 50	0.297	5.7	1.1	91.4
N° 80	0.177	10.4	2.1	89.3
N° 100	0.149	3.3	0.7	88.6
N° 200	0.074	4.2	0.4	88.2
-200		461.1	88.2	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	26
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	23
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	3
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	9.7
Clasificacion		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(9)

Descripción de la muestra :

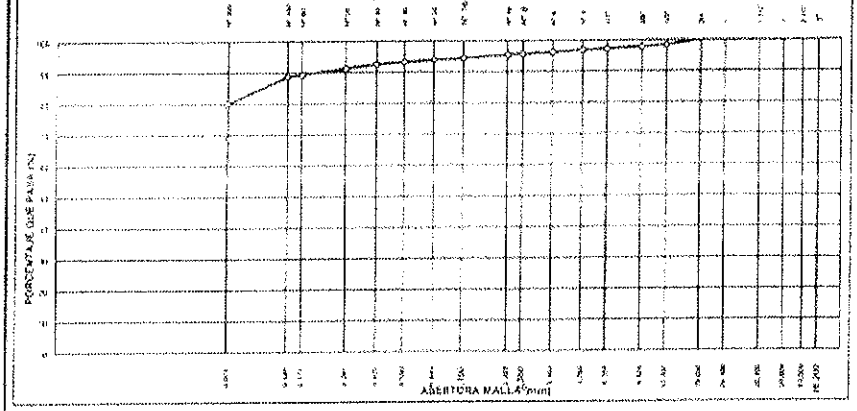
LIMO

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05 — Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05 — Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05 — Classificatrion of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04 — Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05 — Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Remitido por : S.A.I.
Fecha de Emisión : 29 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Prolongación Morán 850 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

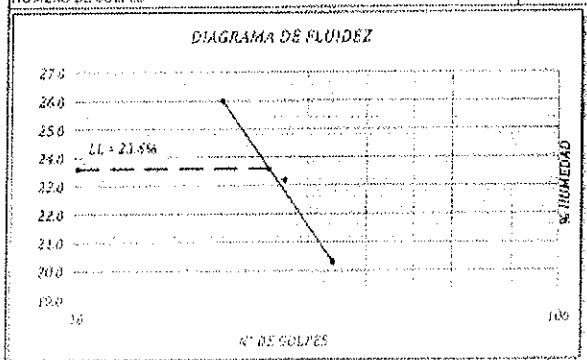
Datos de la Muestra:

CALICATA	C-02	Elaborado por	: Cesar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	5	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-08		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica BAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	36.57	31.79	28.36	13.56	13.75
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	31.16	27.78	24.58	13.03	13.05
PESO AGUA (gr.)	5.41	4.01	3.61	0.53	0.7
PESO DE LA LATA (gr.)	10.33	10.53	11.01	3.02	3.88
PESO SUELO SECO (gr.)	20.83	17.25	13.57	3.01	3.17
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	26.0	23.2	26.6	22.2	22.1
NÚMERO DE GOLPES	29	17	34		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	24
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	2

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo e intransferible. Cualquier reproducción total o parcial de este informe es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	5.00	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-08		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110°C

Recipiente Nº		28A	5G
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1456.8	1682.3
Peso de suelo seco + tara	grs.	1338.3	1542.2
peso de tara	grs.	105.9	110.6
Peso de agua	grs.	118.5	140.1
Peso de suelo seco	grs	1232.4	1431.6
Contenido de agua	%	9.6	9.8
Contenido de Humedad (%)		9.7	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: S.A.J.
Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 28252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 896 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gamberra de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 5.60	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-09			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taros de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
5"	76.200	--	--	100.0
3 1/2"	63.500	--	--	100.0
3"	50.800	--	--	100.0
2 1/2"	38.100	--	--	100.0
2"	25.400	--	--	100.0
1 1/2"	19.050	--	--	100.0
1"	12.700	--	--	100.0
3/4"	9.525	--	--	100.0
1/2"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 5	3.360	--	--	100.0
N° 8	2.380	0.4	0.1	99.9
N° 10	2.000	--	--	99.9
N° 16	1.190	1.5	0.4	99.5
N° 20	0.840	1.3	0.3	99.2
N° 30	0.590	1.7	0.4	98.8
N° 40	0.426	2.1	0.5	98.3
N° 50	0.297	2.4	0.5	98.0
N° 80	0.177	4.3	0.9	97.2
N° 100	0.149	3.2	0.7	96.3
N° 200	0.074	7.9	1.5	95.4
-200		476.9	95.4	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	42
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	27
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	15
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	19.0
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-5 6(17)

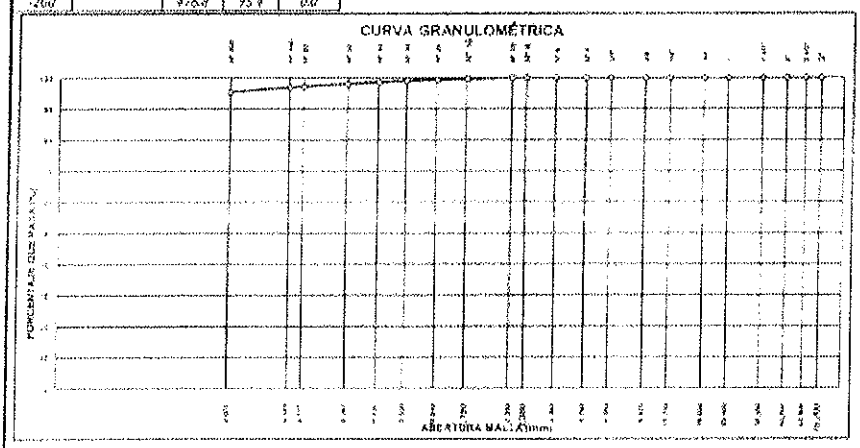
Descripción de la muestra :

LIMO

Observaciones

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emision: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 650 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5154
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

CALICATA	C-02
LINEA	L2
PROF. (m.)	5.6
MUESTRA	M-05

Elaborado por
Responsable Laboratorio
Ing. Responsable

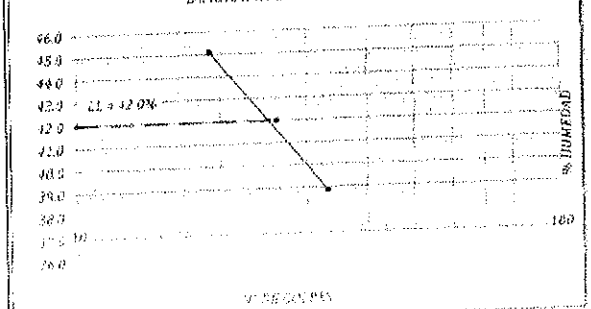
Omar Castañeda Luna
Gustavo Arroyo Jeronimo
Ricardo Rios Berrios

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAHANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	29.29	40.23	37.49	32.42	33.05
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	36.29	51.14	39.68	11.05	12.39
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	5.00	8.91	2.19	9.56	10.62
PESO AGUA (gr)	10.33	10.73	11.01	9.80	10.13
PESO DE LA LATA (gr)	19.96	33.23	19.07	2.06	3.81
PESO SUELO SECO (gr)	15.1	42.0	38.9	27.2	26.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19	25	33		
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	42
LIMITE PLASTICO (%)	27
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	15

Observación :
Entregado por :
Fecha de Entrega :

El uso incorrecto de nuestros resultados de ensayo, cualquier alteración o falsificación hace responsable de las mismas.
G.G.I
24 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 859 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02
LINEA	:	L2
PROF. (m.)	:	5.60
MUESTRA	:	M-09

Elaborado por	Omar Castañeda Luna
Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110°C

Recipiente Nº		A5	12R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1495.4	1529.9
Peso de suelo seco + tara	grs.	1275.9	1302.2
peso de tara	grs.	132.6	120.5
Peso de agua	grs.	219.5	227.7
Peso de suelo seco	grs.	1143.3	1181.7
Contenido de agua	%	19.2	19.3
Contenido de Humedad (%)		19.3	

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Ensayado por: G.A.J.
Fecha de Ensayo: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnia

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	6.00	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-16		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 210 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTO
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
N° 4	4.760	-	-	100.0
N° 5	3.350	-	-	100.0
N° 9	2.180	0.9	0.2	99.8
N° 10	2.000	0.4	0.1	99.8
N°16	1.190	0.8	0.2	99.5
N° 20	0.840	1.5	0.3	99.4
N° 30	0.590	20.4	4.1	95.3
N° 40	0.426	42.2	8.5	86.8
N° 50	0.297	66.0	13.2	73.6
N° 80	0.177	145	29.0	42.6
N° 100	0.149	27.0	5.4	37.2
N° 200	0.074	69.6	13.9	23.3
-200		115.6	23.2	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	6.3
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-06	SM
AASHTO	ASTM D 3282-09	A-2-4(0)

Descripción de la muestra

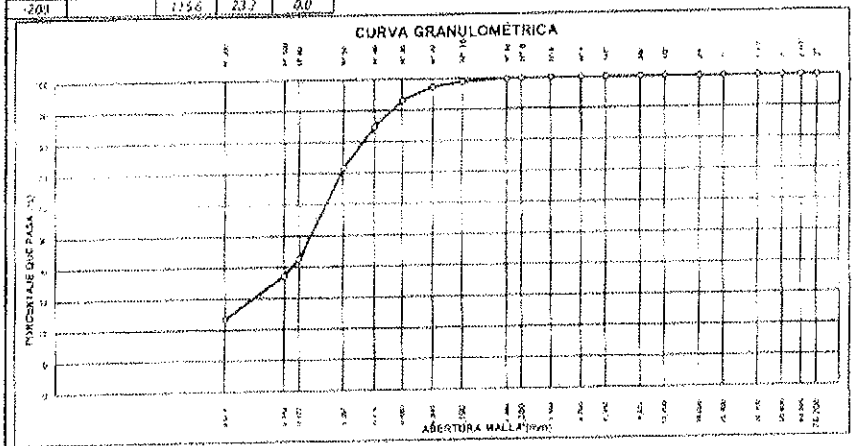
ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-06	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-09	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture, content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observación:

El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados G.A.

Emitido por:

Fecha de Emisión: 29 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Tecnología Manzana 936 Lince
Teléfax: (511) 222-5363
(511) 222-5364
e-mail: geoconsult@terra.com.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/R - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACION	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

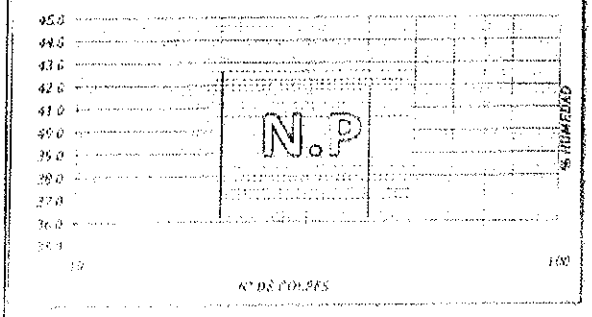
CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Lano
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Geronimo
PROF. (m.)	6	Ing. Responsable	Ricardo Rios Serrios
MUESTRA	M-10		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 320 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 ºC
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nro.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: El uso de este informe queda a exclusivo del solicitante
Cualquier mala utilización exime a esta consultora de responsabilidad de los interesados
Revisado por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. · LABORATORIO MECANICA DE SUELOS · V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocon1@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF (m.)	6.00	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-19		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A8	A33
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1710.9	1580.6
Peso de suelo seco + tara	grs.	1609.1	1487.2
peso de tara	grs.	86.0	131.1
Peso de agua	grs	101.8	93.4
Peso de suelo seco	grs.	1523.1	1356.1
Contenido de agua	%	6.7	6.9
Contenido de Humedad (%)		6.8	

Observacion: El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: S.A.J

Fecha de Emision: 27 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vo Bo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 896 Lince
Telefax: (511) 332-5163
(511) 332-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	5.15	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-11		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronico DAYANG, Capacidad 210 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

AGUJAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P RET (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 5	3.360	0.3	0.1	99.9
N° 8	2.380	1.1	0.2	99.7
N° 10	2.000	1.1	0.2	99.5
N°16	1.190	10.7	2.1	97.3
N° 20	0.840	19.4	3.9	93.5
N° 30	0.590	52.0	10.4	83.1
N° 40	0.426	91.7	18.3	64.7
N° 50	0.297	135.6	27.1	42.8
N° 80	0.177	120.7	24.1	18.5
N° 100	0.149	19.0	3.8	14.7
N° 200	0.074	38.9	7.8	6.9
200		34.4	6.9	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	3.3
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SP-SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-3(0)

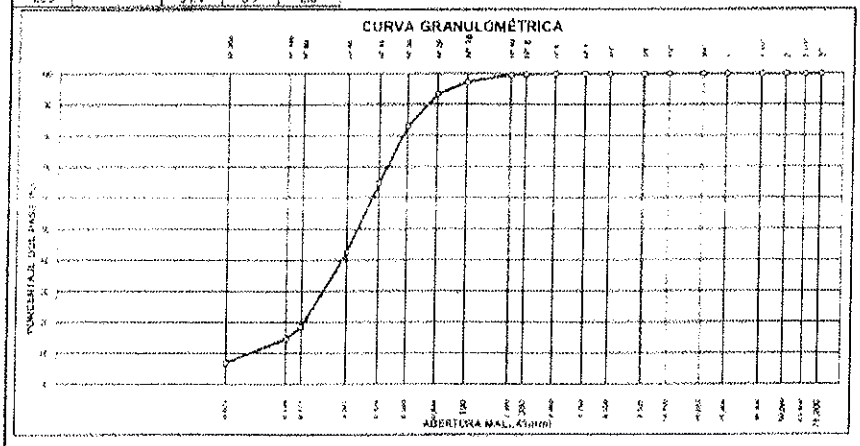
Descripción de la muestra:
ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADUADA

Observaciones:

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classificacion of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classificacion of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por: G.A.J
Fecha de Emision: 29 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Francisco Masías 890 Lince
Teléfon. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocon@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

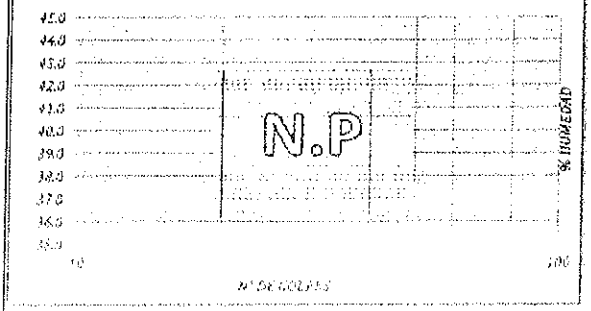
CALICATA	C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Lona
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	6.15	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-11		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica BAYANG, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO (%)	-.-
LIMITE PLASTICO (%)	-.-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observación: El uso de este informe sometido al aceptación de conformidad. Cualquier interpretación distinta a estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por: C.A.J
Fecha de Emisión: 13 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 28252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12670]

012267

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfon: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Oscar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	6.15	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-11		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronico MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A-21	A-14
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1856.4	1779.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	1801.2	1726.6
peso de tara	grs.	129.4	131.1
Peso de agua	grs.	55.2	52.6
Peso de suelo seco	grs.	1671.8	1595.5
Contenido de agua	%	3.3	3.3
Contenido de Humedad (%)		3.3	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emision: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 850 Lince
Telefax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@amauta.rcp.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	6.60	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-12		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTO
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr.)	RET (%)	PASA (%)
3"	75.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	79.0	6.2	93.7
3/4"	19.050	35.4	1.2	92.5
1/2"	12.700	53.6	4.2	88.3
3/8"	9.525	60.5	3.9	84.5
1/4"	6.350	55.6	4.4	80.0
N° 4	4.760	37.2	2.3	77.7
N° 6	3.360	29.6	2.1	75.5
N° 8	2.380	32.8	1.1	74.1
N° 10	2.000	7.6	0.6	73.5
N°16	1.190	20.6	1.6	71.9
N° 20	0.960	13.2	1.0	70.8
N° 30	0.590	22.5	1.8	69.0
N°40	0.426	27.0	2.2	66.9
N° 50	0.297	24.5	1.9	64.9
N° 60	0.177	61.4	4.9	60.1
N° 100	0.149	12.1	0.9	59.2
N° 200	0.074	20.5	1.3	57.8
200		675.3	57.8	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	21.0
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	26.5
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	2.6
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	10.6
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SC
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

Descripción de la muestra

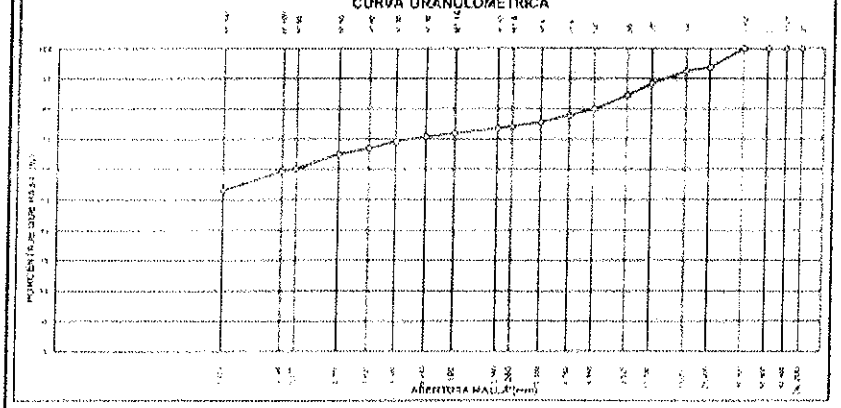
GRAVA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación que se de a estos resultados es responsabilidad de las interesados

Ensayado por: G.A.C

Fecha de Ensayo: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V°B°

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Venezuela Mzna 099 Lote
Teléfon (511) 422-5163
(511) 422-5169
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basico del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N° - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2015
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2015

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

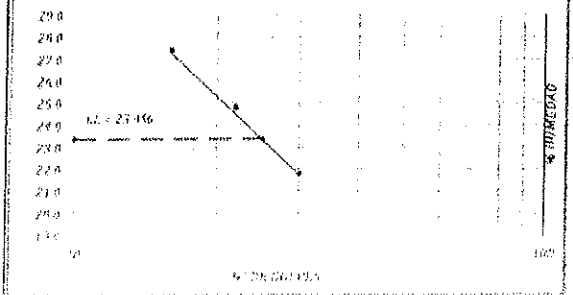
CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Lucas
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	5.60	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-12		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica OAYANG Capacidad 210 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Cuarteador de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO Nro.	3	2	1	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	33.27	32.11	30.42	27.57	28.60
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	28.19	27.06	25.92	24.82	25.89
PESO AGUA (gr.)	4.08	5.05	4.50	2.75	2.71
PESO DE LA LATA (gr.)	11.95	9.85	9.65	10.25	10.25
PESO SUELO SECO (gr.)	17.44	17.21	16.27	14.57	15.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.4	29.3	27.6	18.9	17.3
NUMERO DE GOLPES	36	21	10		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	23.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2.6

Observaciones: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
Los resultados mostrados solo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s).

Ensayado por: G.A.J.
Fecha de Ensayo: 23 de Octubre de 2015

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Oscar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	6.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-12		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MAUS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110ºC
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A3	A-6
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1407.8	1526.3
Peso de suelo seco + tara	grs.	1209.0	1301.2
peso de tara	grs.	126.4	100.5
Peso de agua	grs.	198.8	225.1
Peso de suelo seco	grs.	1082.6	1200.7
Contenido de agua	%	18.4	18.7
Contenido de Humedad (%)		18.6	

Observaciones: El uso de este información es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a este resultado es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5153
(511) 222-5154
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.00	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-13			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	149.1	9.0	91.1
3/4"	19.050	129.0	7.8	83.3
1/2"	12.700	67.9	4.1	79.2
3/8"	9.525	39.1	2.3	76.9
1/4"	6.350	37.6	2.3	74.6
Nº 4	4.750	21.5	1.3	73.3
Nº 6	3.366	20.2	1.2	72.1
Nº 8	2.380	15.7	0.9	71.2
Nº 10	2.000	6.8	0.4	70.8
Nº 16	1.190	14.2	0.9	69.9
Nº 20	0.840	6	0.4	69.5
Nº 30	0.590	5.7	0.3	69.2
Nº 40	0.426	5.6	0.3	68.9
Nº 50	0.297	5.1	0.3	68.6
Nº 80	0.177	7	0.4	68.1
Nº 100	0.149	1.4	0.1	68.1
Nº 200	0.074	32.8	2.0	66.1
-200		1099.5	66.1	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	23
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	18
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	5
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	17.2
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL-ML
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(1)

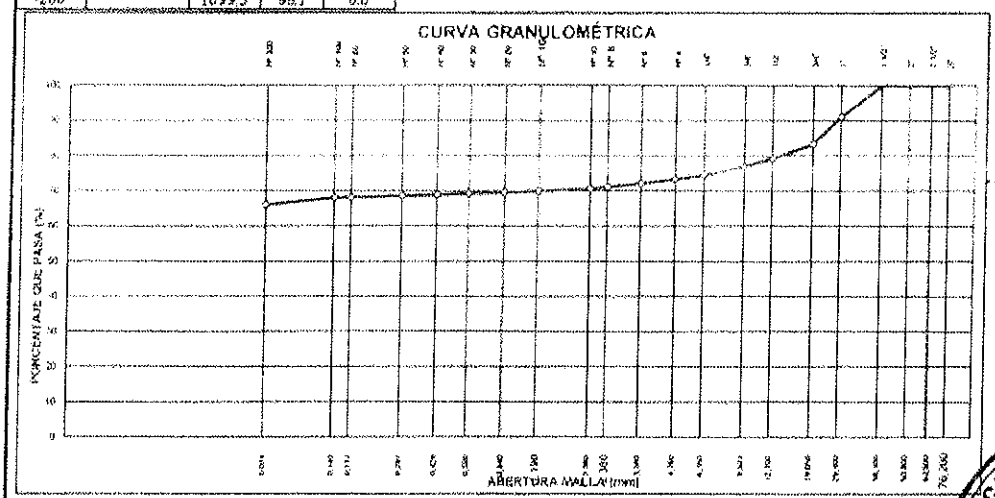
Descripción de la muestra :

ARCILLA LIMOSA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados será responsabilidad de los interesados.
Emitido por : G.A.J
Fecha de Emisión : 31 de Octubre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

[12675]

012272

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.80	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-15			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		A13	A21
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1675.2	1517.7
Peso de suelo seco + tara	grs.	1380.0	1249.9
peso de tara	grs.	104.5	102.5
Peso de agua	grs.	295.2	267.8
Peso de suelo seco	grs.	1275.5	1147.4
Contenido de agua	%	23.1	23.3
Contenido de Humedad (%)		23.2	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

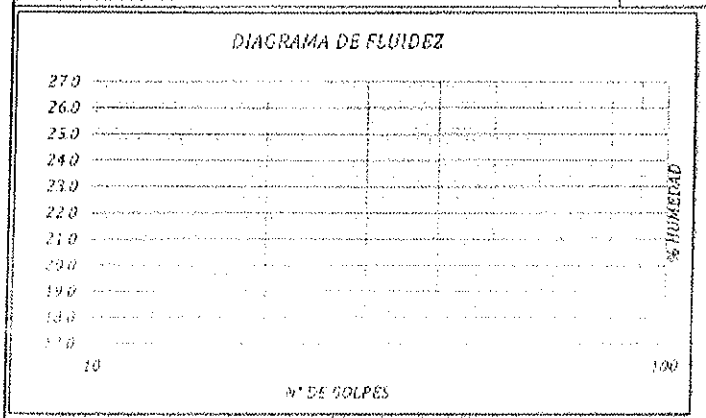
Datos de la Muestra:

CALICATA	: C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 7.80	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-15		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronico DAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)					
PESO DE LA LATA (gr)	-	-	-	NP	NP
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NÚMERO DE GOLPES					



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Ensayado por : G.A.J
Fecha de Ensayo : 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnia

Av. Trinidad Morán 990 Lince
Teléfax: (511) 222-5161
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basico del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Convenio S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Cesar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	7.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-1a		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr
- Equipo de Cocoquerado HUMBOLTO
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr.)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	19.9	1.2	98.8
3/4"	19.050	96.5	5.8	93.0
3/8"	9.525	93.5	5.6	87.4
1/2"	12.700	41.7	2.5	84.9
3/8"	9.525	51.7	3.1	81.8
N° 4	4.760	91.4	5.5	76.3
N° 8	2.380	13.3	0.8	75.5
N° 10	2.000	4.5	0.3	75.2
N° 16	1.190	13.4	0.8	74.4
N° 20	0.840	8.5	0.5	73.9
N° 30	0.590	14.5	0.9	73.0
N° 40	0.426	12.4	0.7	72.3
N° 50	0.297	12.8	0.8	71.5
N° 80	0.177	12.6	1.1	70.4
N° 100	0.149	3.7	0.2	70.2
N° 200	0.074	20.3	1.9	68.3
-200		1099.4	68.3	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	28
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	20
Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	8
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	17.7
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL
AASHTO	ASTM D 3282-93	A-4(4)

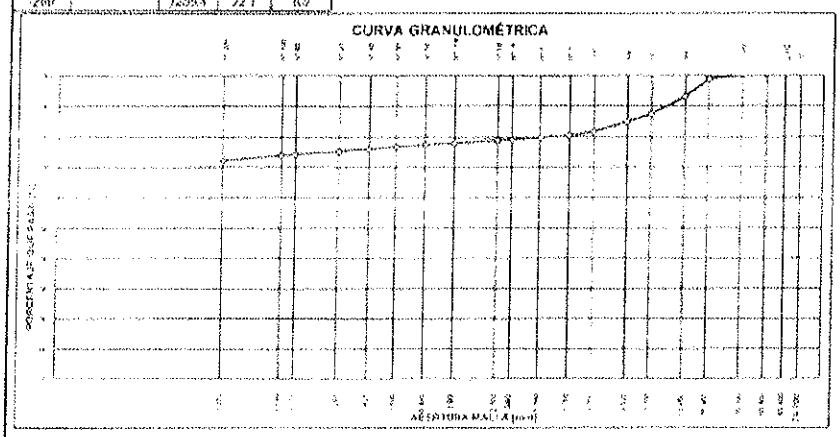
Descripción de la muestra:

ARCILLA

Observaciones:

Referencia

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-06	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-93	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación: El uso de este informe es exclusivo del solicitante. Cualquier observación que se tenga a estos resultados es responsabilidad de la parte interesada.
Ensayado por: G.A.J.
Fecha de Ensayo: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 28252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnicos

Av. Trinidad Morán 850 Lince
Teléfon: (511) 222-5151
(511) 222-5154
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

REFERENCIA : Concesa S/n - COSAPI

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION : 24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO : 25 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

CALICATA C-02
UNICA L2
PROF. (m.) 7.50
MUESTRA M-14

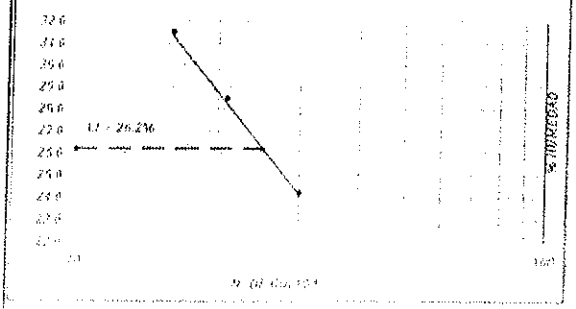
Elaborado por: Omar Castañeda Lima
Responsable Laboratorio: Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Responsable: Ricardo Ruiz Berrios

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DATASIL Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Manivela
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)	32.29	33.09	33.17	15.63	15.65
PESO LATA + SUELO SECO (gr)	27.19	28.02	28.16	14.92	15.26
PESO AGUA (gr)	5.09	5.06	5.01	0.71	0.39
PESO DE LA LATA (gr)	11.95	9.78	10.05	10.27	10.29
PESO SUELO SECO (gr)	16.24	18.24	18.11	4.65	4.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.3	29.3	27.7	17.0	17.6
NUMERO DE GOLPES	16	25	32		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	26
LIMITE PLASTICO (%)	18
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8

Observaciones : Muestra tomada e identificada por el solicitante
Muestra se encuentra almacenada en nuestras instalaciones
Ensayado por : G.A.S.
Fecha de Ensayo : 25 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222 5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	29 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Oscar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m)	7.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-14		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		2-D	2T
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1697.3	1535.5
Peso de suelo seco + tara	grs.	1459.7	1322.7
peso de tara	grs.	131.8	102.6
Peso de agua	grs.	237.6	212.8
Peso de suelo seco	grs.	1327.9	1220.1
Contenido de agua	%	17.9	17.4
Contenido de Humedad (%)		17.7	

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Ensayado por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.80	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-15			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTO
- Tamices USA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 6	3.360	--	--	100.0
N° 8	2.380	--	--	100.0
N° 10	2.000	--	--	100.0
N°16	1.190	--	--	100.0
N° 20	0.840	0.4	0.1	99.9
N° 30	0.590	--	--	99.9
N° 40	0.426	1.8	0.4	99.5
N° 50	0.297	13.1	2.5	96.9
N° 80	0.177	96.5	19.3	77.6
N° 100	0.149	35.8	7.2	70.4
N° 200	0.074	161.1	32.2	38.2
-200		191.1	38.2	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	0
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	0
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	23.2
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

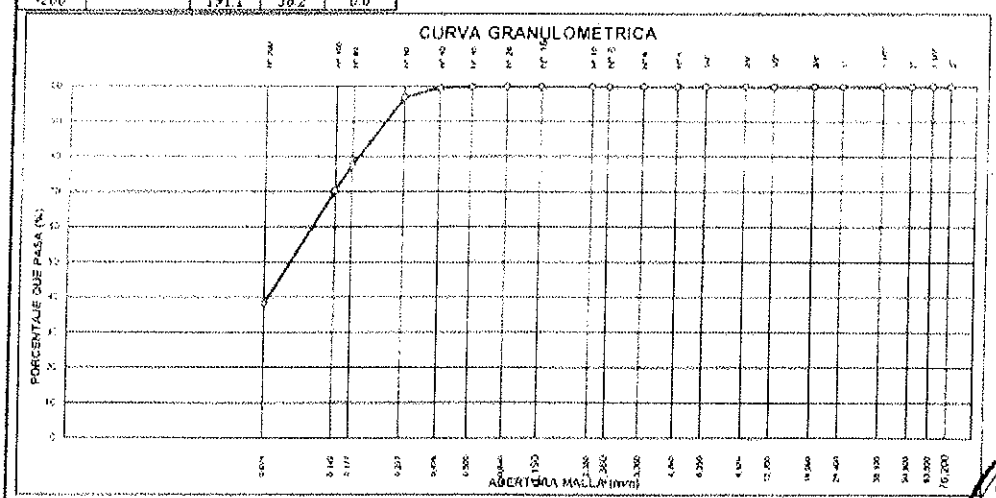
Descripción de la muestra :

ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante. Cualq. uier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 11 de Octubre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

[12681]

012278

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	7.00	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-13		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		A11	A-2
Peso de suelo humedo + tara	grs.	2225.7	1655.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	1915.9	1426.8
peso de tara	grs.	100.0	98.2
Peso de agua	grs.	309.8	228.4
Peso de suelo seco	grs.	1815.9	1328.6
Contenido de agua	%	17.1	17.2
Contenido de Humedad (%)		17.2	

Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5162
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

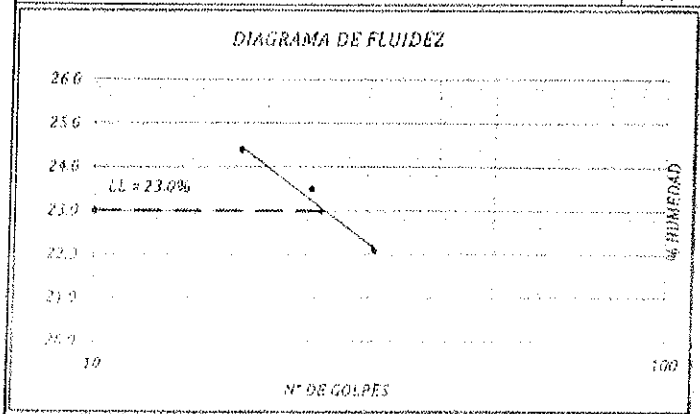
Datos de la Muestra:

CALICATA	:	C-02	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.00	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-13		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAVANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	29.38	27.58	26.46	13.54	13.65
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	25.27	24.50	23.50	13.22	13.17
PESO AGUA (gr)	3.61	3.38	2.95	0.32	0.48
PESO DE LA LATA (gr.)	9.38	9.93	10.13	10.28	10.68
PESO SUELO SECO (gr.)	15.89	14.39	13.37	2.94	2.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.4	23.5	22.1	10.5	19.3
NUMERO DE GOLPES	18	24	31		



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	23
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emisión : 30 de Setiembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Velasco Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocon@telefonica.net.pe

LABORAYORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Concreto S/A - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-02	Elaborado por	Cesar Castañeda Lima
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	: 8.70 - 10.20	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-17		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 210 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices ASA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	77.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
N° 4	4.760	3.0	0.4	99.6
N° 5	4.000	3.5	0.5	99.5
N° 8	2.380	5.1	0.7	99.3
N° 10	2.000	7.0	0.9	99.0
N° 16	1.190	8.6	1.1	98.9
N° 20	0.840	9.7	1.3	98.7
N° 30	0.590	11.5	1.5	98.5
N° 40	0.420	13.6	1.8	98.2
N° 50	0.297	15.8	2.1	97.9
N° 60	0.250	17.4	2.3	97.7
N° 80	0.177	19.5	2.5	97.5
N° 100	0.149	21.3	2.8	97.2
N° 200	0.074	23.6	3.1	96.9
FONDO		745.1	96.9	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	47.0
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	23.0
Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	23.1
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	35.6
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL
AASHTO	ASTM D 3282-93	A-7-6(20)

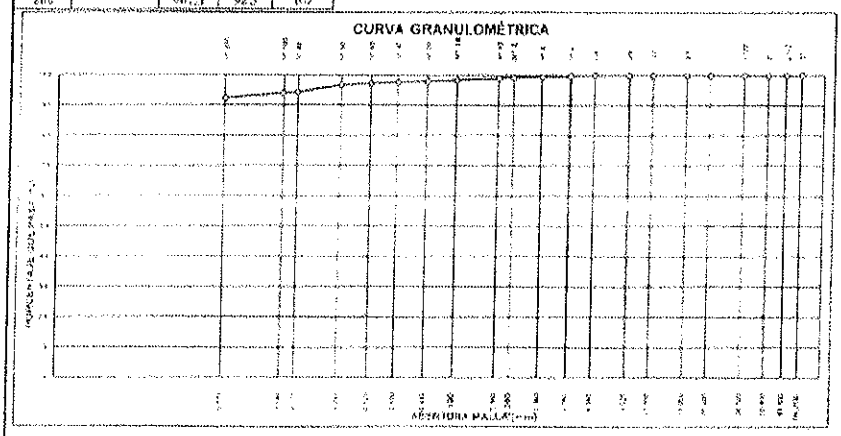
Descripción de la muestra:

ARCILLA

Observaciones:

Referencia:

ASTM D 4216-98	Test Methods for Lab ora Conte, Water Conte, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-98	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 4492-98	Classification of soils for engineering purpose
ASTM D 3282-98	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-98	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ejecutado por: G.A.J.

Fecha de Ensayo: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Tomás Marsano 890 Lince
Teléfax: (511) 422-5167
Tlx. 21282-5154
e-mail: geocon@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotécnicos Complementarios para el Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

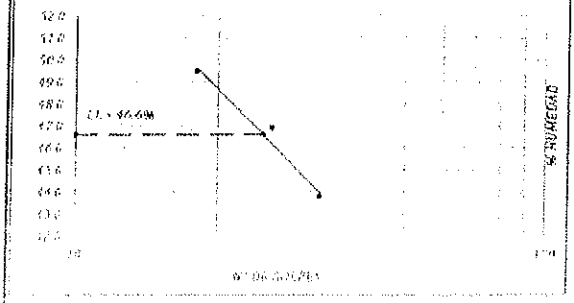
CALICATA	C-02	Muestreado por:	Oscar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio:	Gustavo Arriaga Jesenthano
PROF. (m.)	8.75 - 10.26	Ing. Responsable:	Ricardo Ríos Berrios
MUESTRA	M-13		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electrónica DAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
N° ENSAYO	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	29.45	24.32	26.79	15.86	17.69
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	23.43	20.40	21.76	15.25	17.26
PESO AGUA (gr.)	5.96	4.76	4.93	0.61	0.43
PESO DE LA LATA (gr.)	13.31	5.81	10.05	13.31	13.31
PESO SUELO SECO (gr.)	12.2	10.15	11.59	1.52	1.93
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	48.5	46.9	42.5	26.1	23.5
NUMERO DE GOLPES	18	26	33		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	47.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	23.1

Observaciones: El material en el deposito cubre el rango de la calicata.
Cualquier discrepancia o uso a otros resultados es responsabilidad de los interesados.

Revisado por: R.R.

Fecha de Emisión: 27 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12685]

012282

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A.
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-02	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	8.70 - 10.20	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-17		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS, Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110°C

Recipiente N°		20D	8N
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1526.1	1642.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	1158.6	1243.6
peso de tara	grs.	129.4	120.5
Peso de agua	grs.	367.5	398.6
Peso de suelo seco	grs.	1029.2	1123.1
Contenido de agua	%	35.7	35.5
Contenido de Humedad (%)		35.6	

Observación: Estos datos son información exclusiva del solicitante. Cualquier mala interpretación de estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 28 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26257

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V°B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Tomás Marzo 898 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A.
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	17 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	17 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Lucas
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m)	1.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura a 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	17.1	0.9	99.1
3/4"	19.050	89.4	5.1	55.0
1/2"	12.700	25.5	1.1	53.9
3/8"	9.525	29.2	1.6	52.3
1/4"	6.350	29.2	1.5	51.7
N° 4	4.760	19.4	0.5	50.6
N° 5	3.360	12.0	0.7	50.0
N° 8	2.380	9.2	0.5	49.4
N° 10	2.000	4.0	0.2	49.2
N°16	1.190	12.3	0.6	48.5
N° 20	0.840	5.0	0.4	48.2
N° 30	0.590	11.0	0.6	47.6
N° 40	0.426	21.4	1.6	46.0
N° 50	0.297	25.1	1.8	44.5
N° 80	0.177	285.9	20.6	23.8
N° 100	0.149	52.6	3.7	20.1
N° 200	0.074	225.0	15.7	4.4
200		61.5	4.3	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	NP
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	NP
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	7.8
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-06	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

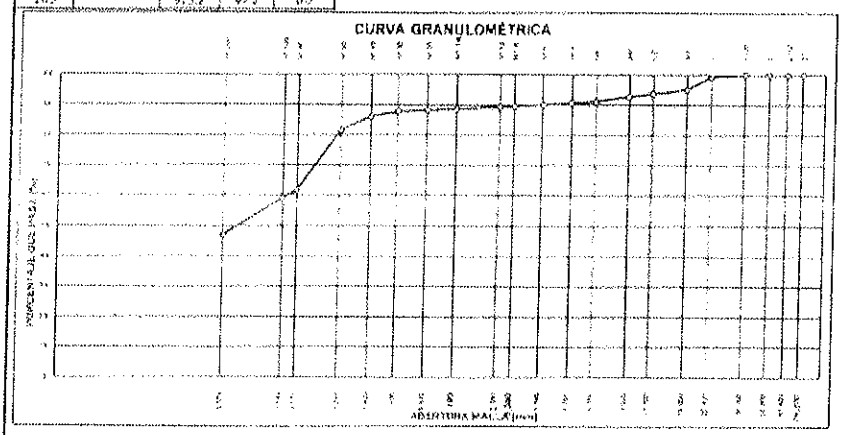
Descripción de la muestra :

ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods for laboratory determination of water
ASTM D 2487-06	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones : El uso de este informe es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ejecutado por : G.A.L.

Fecha de Ensayo : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Geoconsult S.A.
Consultoría • Geotecnia

Av. Arequipa Nº 590 Lima
Teléfono (511) 222-5165
(511) 222-5166
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basico del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	Contrato S/N° - COSAPI
SOLICITANTE	COSAPI S.A
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	17 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	17 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

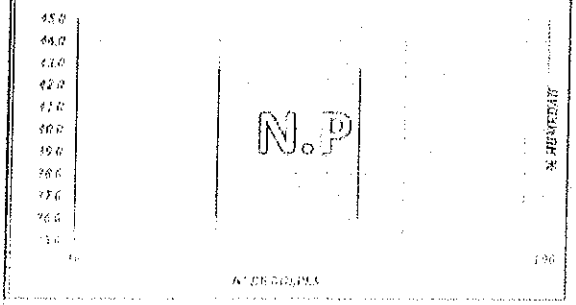
CALICATA	C-03	Ejecutado por	Oscar Coronado Lima
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.90	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica CAYANG Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr)	N.P.			N.P.	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	--
LIMITE PLASTICO (%)	--
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: Ensayos realizados de acuerdo a las normas ASTM y MTC. Los resultados corresponden solo a las muestras ensayadas.

Calculado por: E.A.I.

Fecha de Ensayo: 17 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12688]

012285

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telfax: (511) 222-5155
(511) 222 5164
e-mail. geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	17 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	17 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Geronimo
PROF. (m.)	1.90	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica 5KACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110ºC
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		6-A	10-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1652.3	1564.4
Peso de suelo seco + tara	grs	1542.7	1460.2
peso de tara	grs	124.2	126.1
Peso de agua	grs	109.6	104.2
Peso de suelo seco	grs	1418.5	1334.1
Contenido de agua	%	7.7	7.8
Contenido de Humedad (%)		7.8	

Observación: Uso de este informe sólo es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación aparte a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Entrado por: C.A.J.

Fecha de Emision: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Velasco Astete 899 Surco
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica-data.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	4.60	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3	76.200	--	--	100.0
2 1/2	63.500	--	--	100.0
2	50.800	--	--	100.0
1 1/2	38.100	--	--	100.0
1	25.400	--	--	100.0
3/4	19.050	--	--	100.0
1/2	12.700	--	--	100.0
3/8	9.525	--	--	100.0
1/4	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 5	4.000	3.8	0.4	99.6
N° 8	2.380	6.9	0.7	98.9
N° 10	2.000	--	--	98.9
N° 16	1.190	3.1	0.3	98.6
N° 20	0.840	6.4	0.7	97.9
N° 30	0.590	8.7	0.9	97.0
N° 40	0.426	8.7	1.7	95.3
N° 50	0.297	56.2	10.0	85.4
N° 80	0.177	191.9	38.4	47.0
N° 100	0.149	38.7	7.7	39.3
N° 200	0.074	118.9	23.8	15.5
FONDO		92.5	16.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	5.2
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-93	A-2-4(0)

Descripción de la muestra

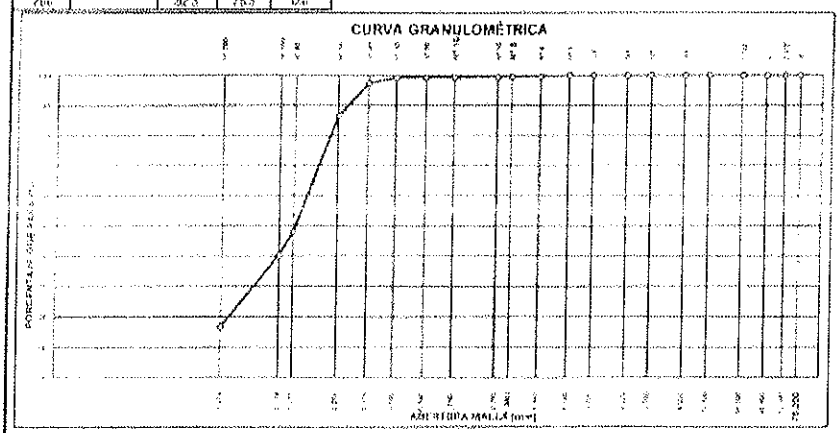
ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencia

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods for laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-93	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of soils for engineering purposes

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones : Ubicación de esta información en los planos del expediente
Cualquier consulta o duda acerca a estos resultados es responsabilidad total de los interesados

Ensayado por : G.A.J.
Fecha de Ensayo : 21 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Cristóbal Moreno 456 Lima
Teléfax: (511) 222-5363
(511) 222-5364
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

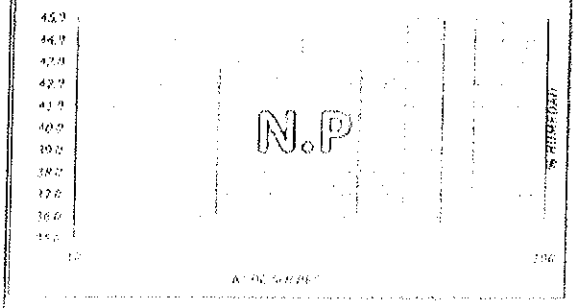
CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Contreras Lima
CAPA	C2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	4.60	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica OHAUS. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Herradera
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Malla Especificada

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	-
LIMITE PLASTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: Muestra proporcionada por el cliente del laboratorio. Cualquier alteración en los datos aquí consignados es responsabilidad de terceros.

Revisado por: E.A.F.

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26253

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 899 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A.
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	12	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	4.60	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-02		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS, Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		11-A	9-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	2831.0	2769.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	2706.9	2650.0
peso de tara	grs.	314.0	319.0
Peso de agua	grs.	124.1	119.2
Peso de suelo seco	grs.	2392.9	2331.0
Contenido de agua	%	5.2	5.1
Contenido de Humedad (%)		5.2	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Cualquier mal interpretación sobre estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ensayado por: C.A.J.

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Tomás Marsano 899 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@redelfonsa.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	Carteta S/N - COSAPI
SOLICITANTE	COSAPI S.A
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	18 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	18 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	5.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-04		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica MARS, Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica OHAUS, Capacidad 310 gr
- Equipo de Tamizado HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr.)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200			100.0
2 1/2"	63.500			100.0
2"	50.800			100.0
1 1/2"	38.100			100.0
1"	25.400			100.0
3/4"	19.050			100.0
1/2"	12.700			100.0
3/8"	9.525			100.0
1/4"	6.350			100.0
N° 4	4.760			100.0
N° 6	3.360			100.0
N° 8	2.380			100.0
N° 10	2.000			100.0
N° 16	1.190			100.0
N° 20	0.840	0.3	0.1	99.9
N° 30	0.590	1.3	0.3	99.6
N° 40	0.426	3.5	1.5	98.1
N° 50	0.297	23.2	9.2	90.9
N° 80	0.177	56.1	13.2	80.7
N° 100	0.149	22.4	4.5	76.2
N° 200	0.074	144.5	28.9	47.3
-200		236.5	47.3	0.0

Resultados de Ensayos:		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	11.3
Clasificacion		
SUCS	ASTM D 2487-06	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

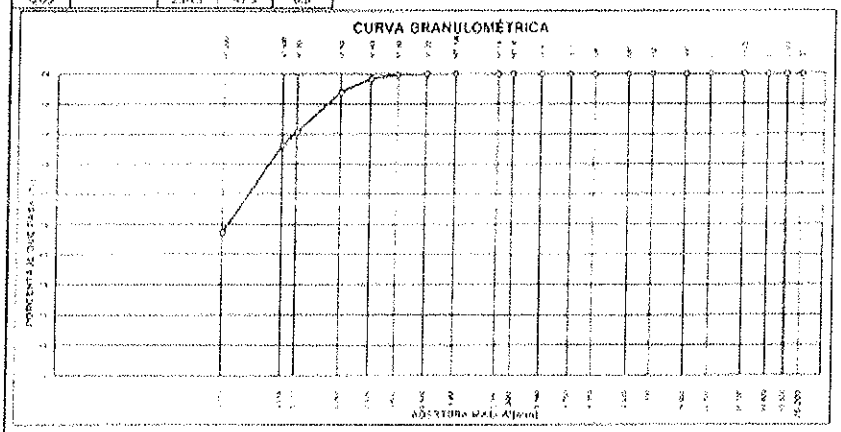
Descripción de la muestra

ARENA LIMOSA

Observaciones

Referencia

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-06	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones: Toda modificación es exclusiva del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ejecutado por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 23 de 9 Enero de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 25252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores y Contratistas

Av. Principal Manzana 098 Lote 6
Teléfono: (51 1) 222-5163
(51 1) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basico del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	18 de septiembre de 2012
FECHA DE ENSAYO	:	18 de septiembre de 2012

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

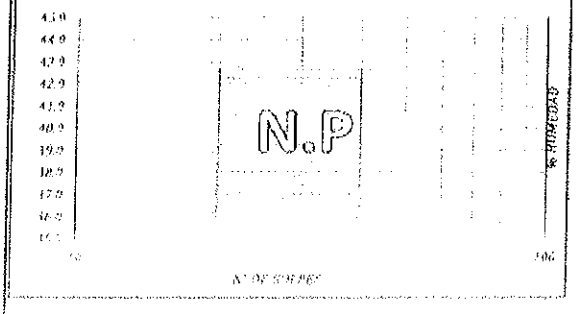
CALICATA	C-03	Elaborado por:	Oscar Cascalheda Lima
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	6.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-04		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DA3606, Capacidad 310 gr
- Copma de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Pidrin Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DEL FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LIQUIDO (%)	--
LÍMITE PLÁSTICO (%)	--
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: Muestra recepcionada en estado natural.
Conforme a la solicitud de ensayo y coordinado con el representante de la empresa.

Condición: C.A.F.
Fecha de Ensayo: 24 de Octubre de 2012

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moron 896 Lince
Telefax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE		COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	18 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	18 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	6.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-04		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110°C

Recipiente Nº		21-A	9-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1795.6	1690.1
Peso de suelo seco + tara	grs.	1622.1	1530.6
peso de tara	grs.	106.7	110.1
Peso de agua	grs.	173.5	159.5
Peso de suelo seco	grs.	1515.4	1420.5
Contenido de agua	%	11.4	11.2
Contenido de Humedad (%)		11.3	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Analizado por: G.A.I

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basico del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	10 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	18 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	: G-03	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF. (m.)	: 0.15	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-05		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Compresion HUMBOLTO
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 6	3.360	--	--	100.0
N° 8	2.380	0.9	0.2	99.8
N° 16	1.000	0.9	0.2	99.6
N° 16	1.180	2.0	0.4	99.2
N° 25	0.840	9.4	1.9	97.3
N° 30	0.590	54.9	11.0	86.4
N° 40	0.425	101.5	20.3	66.1
N° 50	0.297	99.7	19.9	46.1
N° 80	0.177	101.2	20.2	25.9
N° 100	0.149	17.9	3.6	22.3
N° 200	0.074	53.7	10.7	11.6
-200		57.9	11.6	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	5.8
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SW-SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra :

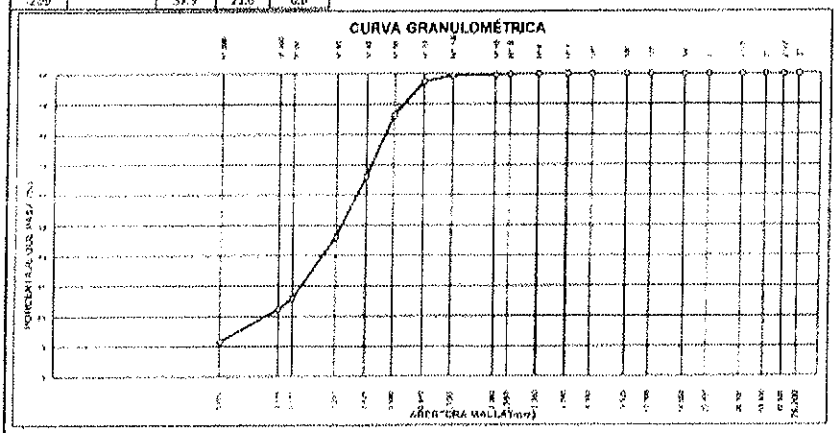
ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADADA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Clasification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by m ass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observacion : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación sobre o estos resultados es responsabilidad de las interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 990 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocon@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Concreto S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	18 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	18 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

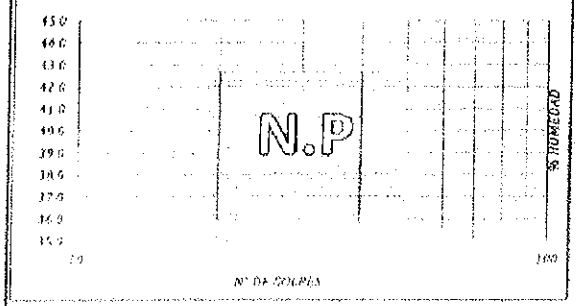
CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Lima
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	0.15	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-05		

Equipo empleado en el Ensayo.

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO Nº.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	--
LIMITE PLÁSTICO (%)	--
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : Al cabo de este tiempo no se encuentra del suficiente
Cualquier interpretación aparte a este ens... Nosotros no respondemos de no ocurrencia...
Ensayado por : GAJ
Fecha de Ensayo : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambatta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	10 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	18 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-03	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	8.15	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110ºC
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		16-A	10-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1771.2	1697.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	1694.6	1620.3
peso de tara	grs.	118.8	115.2
Peso de agua	grs.	76.6	76.9
Peso de suelo seco	grs.	1575.9	1505.1
Contenido de agua	%	4.9	5.1
Contenido de Humedad (%)		5.0	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emision: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Civiles

Av. Trinidad Morán 650 Lince
Telfax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jerónimo
PROF (m.)	B.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-06		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg
- Balanza Electronico OAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Comagrande HUM90LTO
- Tamices USA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C.
- Tarros de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	--	--	100.0
1"	25.400	--	--	100.0
3/4"	19.050	--	--	100.0
1/2"	12.700	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
1/4"	6.350	--	--	100.0
N° 4	4.760	--	--	100.0
N° 6	3.360	--	--	100.0
N° 8	2.380	--	--	100.0
N° 10	2.000	0.2	0.0	99.9
N°16	1.190	5.3	1.1	98.9
N° 20	0.840	17.7	3.5	95.3
N° 30	0.590	85.1	17.0	78.3
N° 40	0.426	102.0	20.6	57.7
N° 50	0.297	115.2	23.0	34.7
N° 80	0.177	64.5	12.9	21.8
N° 100	0.149	5.7	1.1	20.7
N° 200	0.074	11	2.2	18.5
200		12.3	2.5	16.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	2.7
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SP
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

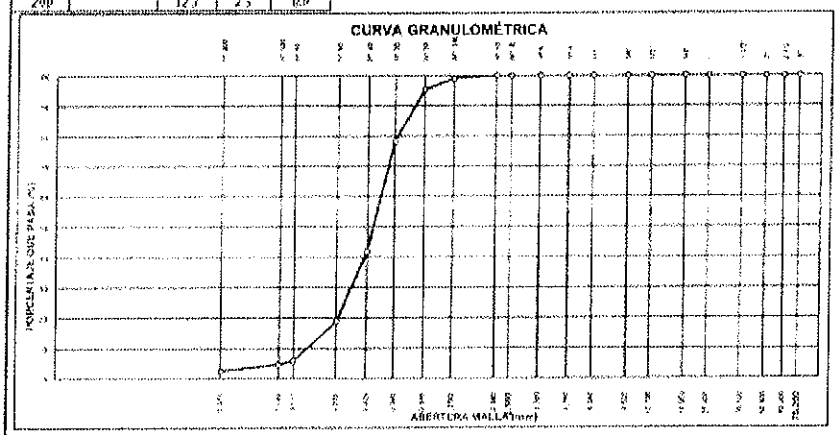
Descripción de la muestra :

ARENA POBREMENTE GRADUADA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación aparte a estos resultados es responsabilidad de las interesadas
Emitido por: GAJ
Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Teniente Marina 850 Lima
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@terra.com.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

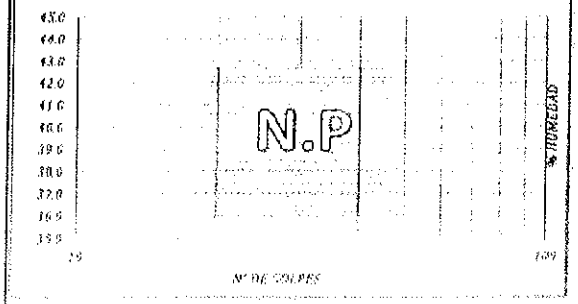
CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	0.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-06		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NÚMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	--
LÍMITE PLÁSTICO (%)	--
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo de este Cliente. Cualquier interpretación, error o omisión son de responsabilidad de los interesados.

Ensayado por: G.A.J.

Fecha de Ensayo: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	8.50	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-06		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110ºC
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		13-A	14V
Peso de suelo humedo + tara	grs.	801.8	735.1
Peso de suelo seco + tara	grs.	787.6	720.1
peso de tara	grs.	140.8	100.6
Peso de agua	grs.	14.2	15.0
Peso de suelo seco	grs.	646.8	619.5
Contenido de agua	%	2.2	2.4
Contenido de Humedad (%)		2.3	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moron 850 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Generada S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Fecondino
PROF. (m.)	8.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-07		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taros de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
N° 4	4.760	-	-	100.0
N° 5	3.360	-	-	100.0
N° 8	2.380	-	-	100.0
N° 10	2.000	0.4	0.1	99.9
N°16	1.190	0.3	1.3	98.1
N° 20	0.840	29.5	5.8	92.3
N° 30	0.590	133.5	26.7	65.6
N° 40	0.426	149.5	29.9	35.7
N° 50	0.297	96.7	19.3	16.4
N° 60	0.177	54.6	10.9	5.5
N° 100	0.149	5.0	1.0	4.5
N° 200	0.074	9.4	1.9	2.5
200		12.7	2.6	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	2.8
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SP
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1-b(0)

Descripción de la muestra

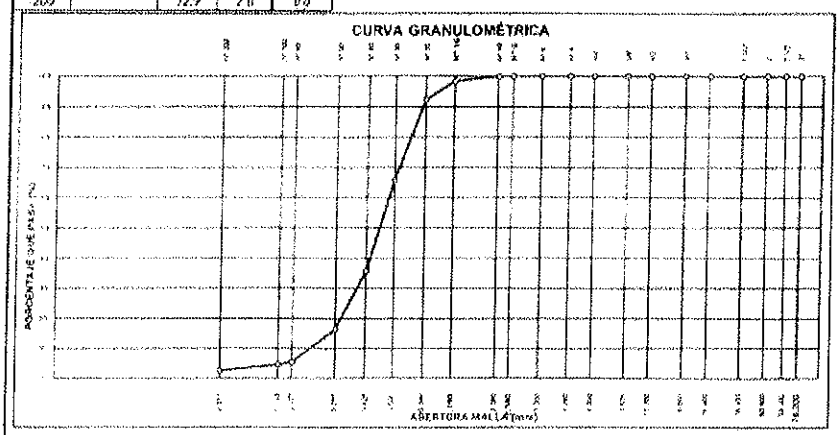
ARENA POBREMENTE GRADUADA

Observaciones

Referencia:

ASTM D4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por : S.A.I.
Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Tomás Marsano 939 Lima
Teléfono (511) 222-5143
(511) 222-5144
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

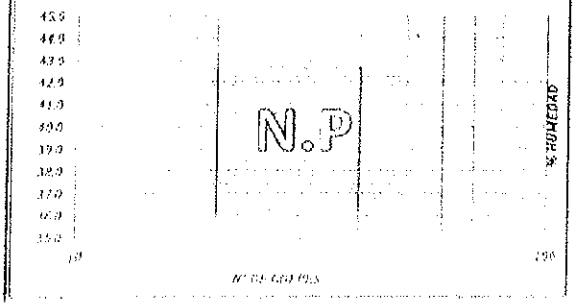
CALICATA	C-03	Elaborado por	Oscar Castañeda Lima
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	0.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica OAYANS, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt.
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P.			N.P.	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	-
LIMITE PLASTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones: El uso de esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Cualquier alteración invalida el presente certificado.
Elaborado por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 27 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocon1@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	0.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-07		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		17-A	15-C
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1709.9	1750.1
Peso de suelo seco + tara	grs.	1667.5	1710.8
peso de tara	grs.	122.3	130.0
Peso de agua	grs.	42.4	39.3
Peso de suelo seco	grs.	1545.2	1580.8
Contenido de agua	%	2.7	2.5
Contenido de Humedad (%)		2.6	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ensayado por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GeoconsuIt S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 896 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	5.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-08		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS, Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronico OHAUS, Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	..	..	100.0
2 1/2"	63.500	..	..	100.0
2"	50.800	..	..	100.0
1 1/2"	38.100	..	..	100.0
1"	25.400	..	..	100.0
3/4"	19.050	..	..	100.0
1/2"	12.700	..	..	100.0
3/8"	9.525	..	..	100.0
1/4"	6.350	..	..	100.0
N° 4	4.760	..	..	100.0
N° 6	3.360	..	..	100.0
N° 8	2.380	..	..	100.0
N° 10	2.000	..	..	100.0
N° 16	1.190	3.0	0.6	99.4
N° 20	0.860	9.6	1.9	97.4
N° 30	0.590	42.6	8.5	88.9
N° 40	0.426	122.1	24.4	64.5
N° 50	0.297	170.2	33.6	46.9
N° 80	0.177	117.8	23.6	17.3
N° 100	0.149	19.1	3.8	13.5
N° 200	0.074	46.5	9.5	5.0
-200		24.9	5.0	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	3.6
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-06	SP
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-3(0)

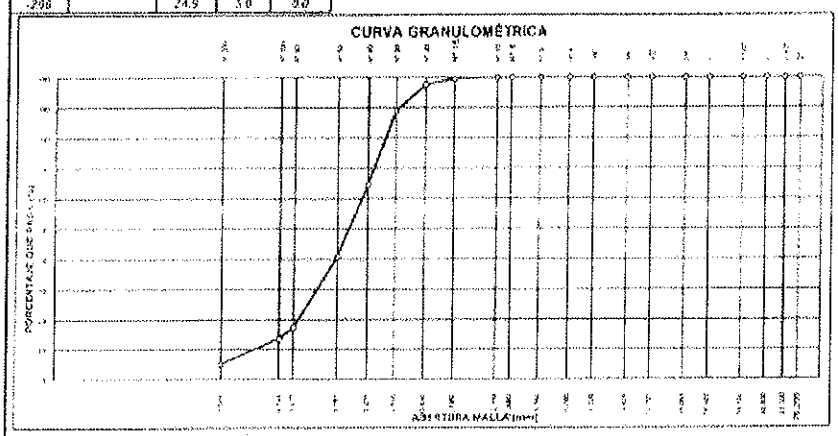
Descripción de la muestra

ARENA POBREMENTE GRADADA

Observaciones

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-06	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-06	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones: Copia de esta información se excluye su uso exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Ensayado por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Primavera Mayor (Oe) Lima
Telefax: (511) 222-5162
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO		Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Concreto S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

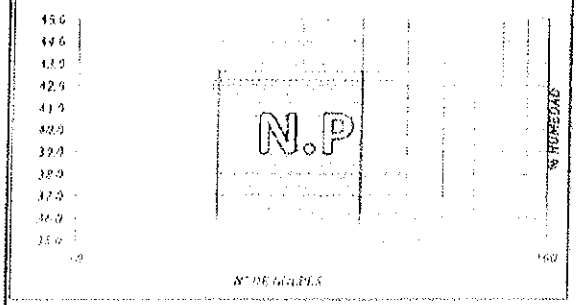
CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	3.40	Ing. Responsable	Ricardo Ríos Berrios
MUESTRA	M-08		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NÚMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	--
LÍMITE PLÁSTICO (%)	--
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observación: El material cae en la clasificación de excelente del subrasante
Cualquier uso indebido exime responsabilidad a esta empresa de cualquier consecuencia
Comentario: GAJ
Fecha de Emisión: 27 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-63	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	9.40	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-98		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		11-A	9-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	2657.8	2689.3
Peso de suelo seco + tara	grs.	2576.6	2605.1
peso de tara	grs	283.0	280.1
Peso de agua	grs.	81.2	84.3
Peso de suelo seco	grs	2293.6	2325.0
Contenido de agua	%	3.5	3.6
Contenido de Humedad (%)		3.6	

Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Realizado por : G.A.J

Fecha de Emisión : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 894 Lince
Telefax: (511) 222-5162
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	: C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jaramillo
PROF. (m.)	: 9.80-9.90	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-09		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica MACS, Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 510 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
N° 4	4.750	-	-	100.0
N° 6	3.360	-	-	100.0
N° 8	2.380	1.1	0.1	99.9
N° 10	2.000	0.9	0.1	99.8
N°16	1.190	4.5	0.9	98.9
N° 20	0.840	5.5	1.1	97.8
N° 30	0.590	16.9	3.3	94.5
N° 40	0.426	17.9	3.6	90.9
N° 50	0.297	29.9	5.9	84.7
N° 80	0.177	88.3	17.6	67.1
N° 100	0.149	27.2	5.5	61.6
N° 200	0.074	95.8	19.1	42.5
-200		212.5	42.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	10.8
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SM
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

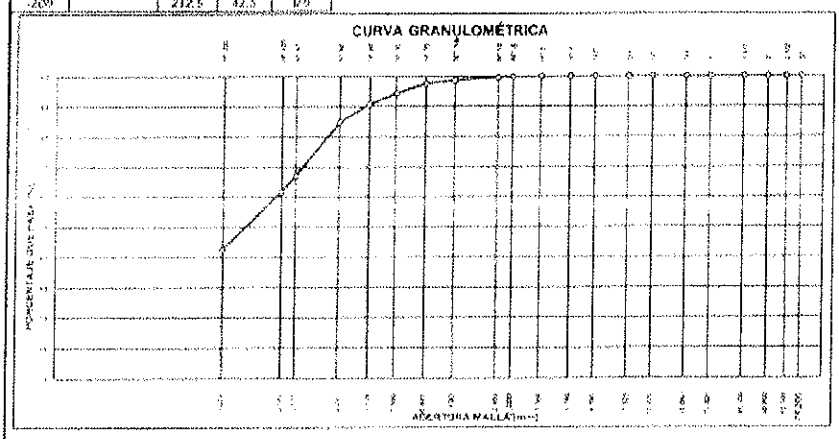
Descripción de la muestra :

ARENA LIMOSA

Observaciones :

Referencias:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación hecha a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Ensayado por: G.A.J.

Fecha de Ensayo: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 2E[illegible]

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trapiche Arroyo 800 Lince
Telfax (511) 222 5163
(511) 222 5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - CGSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	30 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

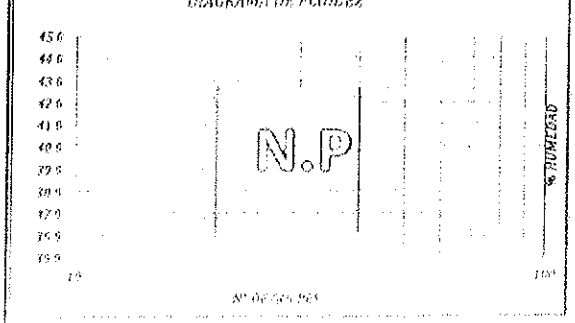
CALICATA	C-07	Elaborado por :	Gener Castañeda Lizana
LINEA	L2	Responsable Laboratorio :	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	9.80 Y 9.90	Ing. Responsable :	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-09		

Equipo empleado en el Ensayo.

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 110 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Aranalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
CGSAPI Nº					
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LÍQUIDO (%)	-
LIMITE PLÁSTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : Ensayo de caracterización realizado según lo solicitado
Conclusión : Cualquier discrepancia sobre estos resultados es responsabilidad de los interesados
Emitido por : GSA
Fecha de Ensayo : 23 de Setiembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V°B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	19 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	19 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-03	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	9.80-9.90	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-05		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 5 Kg.
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		2-A	10-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1866.9	1825.3
Peso de suelo seco + tara	grs.	1597.2	1560.1
peso de tara	grs.	100.1	110.2
Peso de agua	grs.	269.7	265.2
Peso de suelo seco	grs.	1497.1	1449.9
Contenido de agua	%	18.0	18.3
Contenido de Humedad (%)		**18.2**	

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Ensayado por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26257

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 950 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	29 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-04	Elaborado por	: Omar Castañeda Lapa
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.70	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica MACS, Capacidad 6 kg
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET (gr.)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	-	-	100.0
2 1/2"	63.500	-	-	100.0
2"	50.800	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
N° 4	4.760	-	-	100.0
N° 6	3.360	-	-	100.0
N° 8	2.380	-	-	100.0
N° 10	2.000	-	-	100.0
N°16	1.190	0.2	0.1	99.9
N° 20	0.840	0.4	0.1	99.8
N° 30	0.590	0.4	0.1	99.7
N° 40	0.426	1.5	0.3	99.4
N° 50	0.297	1.5	0.3	99.1
N° 80	0.177	2.9	0.6	98.6
N° 100	0.149	0.8	0.2	98.4
N° 200	0.074	9.5	1.9	96.5
-200		482.5	96.5	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	34.0
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	22.5
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	11.5
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	20.1
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	CL
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-6(12)

Descripción de la muestra

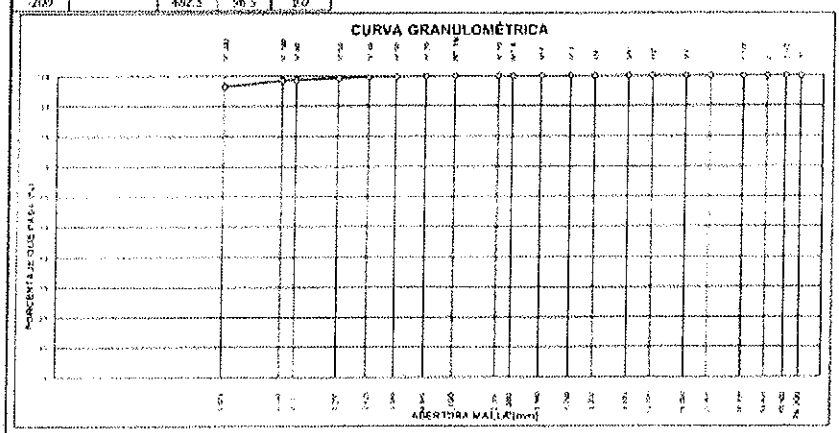
ARCILLA

Observaciones

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación aparte a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emision: 24 de octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Tnte. Del Huron 899 Lince
Telefax: (511) 222-5161
(511) 222-5164
e-mail: geocon@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gamberta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de Septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

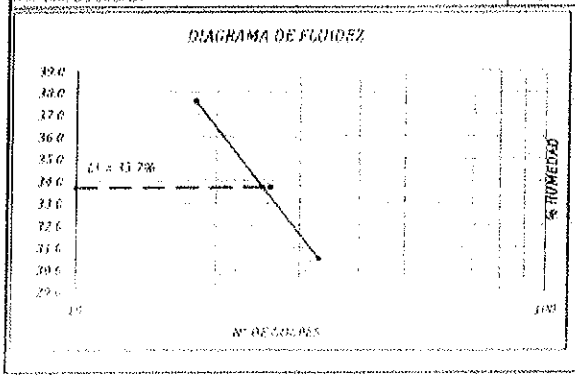
Datos de la Muestra:

CALICATA	C-04	Elaborado por:	Omar Castañeda Lopez
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.15	29.34	31.79	25.75	25.91
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)	25.89	24.55	26.66	24.52	22.78
PESO AGUA (gr.)	5.26	4.79	4.78	1.27	3.13
PESO DE LA LATA (gr.)	10.09	10.11	12.81	9.06	8.79
PESO SUELO SECO (gr.)	15	14.32	15.65	14.56	13.99
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.1	33.5	30.5	22.5	22.4
NUMERO DE GOLPES	18	26	33		



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LIMITE LIQUIDO (%)	34.0
LIMITE PLASTICO (%)	22.5
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.6

Observaciones: Los resultados de este informe solo se refieren a las muestras de referencia.
Cualquier reproducción de este resultado, sin autorización escrita de los responsables de [illegible] constituye un delito.
Coordinado por: G.A.J.
Fecha de Emisión: 31 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 30252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	28 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-04	Elaborado por	Oscar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	1.70	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-01		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110°C
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		A-7	B3
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1630.7	1669.9
Peso de suelo seco + tara	grs.	1382.9	1406.3
peso de tara	grs.	132.5	107.2
Peso de agua	grs.	247.8	263.5
Peso de suelo seco	grs.	1250.4	1299.1
Contenido de agua	%	19.8	20.3
Contenido de Humedad (%)		20.1	

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Elaborado por: G.A.J.

Fecha de Emisión: 29 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnia

Av. Tricentenario Mz.C Lote 6
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	C-04	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jerezano
PROF. (m.)	2.30	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	..	..	100.0
2 1/2"	63.500	..	..	100.0
2"	50.800	..	..	100.0
1 1/2"	38.100	..	..	100.0
1"	25.400	..	..	100.0
3/4"	19.050	..	..	100.0
1/2"	12.700	..	..	100.0
3/8"	9.525	..	..	100.0
1/4"	6.350	..	..	100.0
N° 4	4.760	5.1	1.0	99.0
N° 6	3.360	3.3	0.7	98.3
N° 8	2.360	0.8	0.2	98.5
N° 10	2.000	0.5	0.1	98.4
N°16	1.190	1.4	0.3	98.1
N° 20	0.840	0.6	0.1	98.0
N° 30	0.590	0.5	0.1	97.9
N° 40	0.426	0.5	0.2	97.7
N° 50	0.297	2.1	0.4	97.3
N° 60	0.177	14.7	2.9	94.4
N° 100	0.149	9.3	1.9	92.5
N° 200	0.074	53.3	10.7	73.9
-200		369.3	73.9	0.0

Resultados de Ensayos		
Limite Liquido (%)	ASTM D4318-05	-
Limite Plastico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	9.1
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	SC
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-4(0)

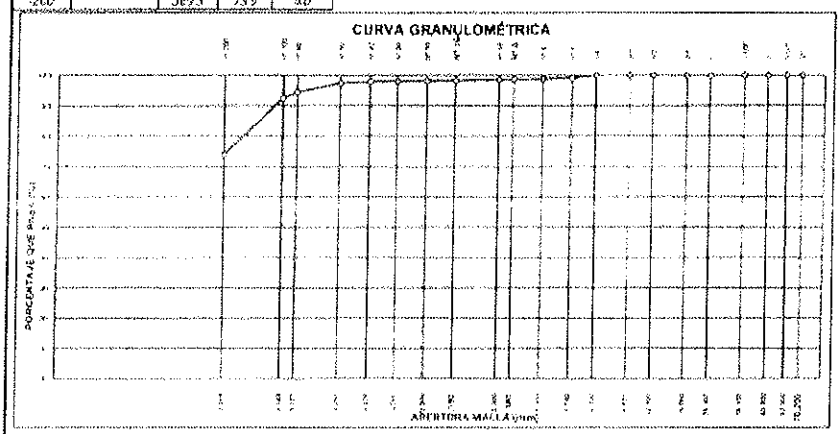
Descripción de la muestra:

GRAVA ARENOSA CON FINOS ARCILLOSOS

Observaciones:

Referencia:

ASTM D4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Ensayado por: C.A.J.
Fecha de Emisión: 25 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Teniente Cesar Lopez Rojas 201 Lima
Telefax: (511) 222-5343
(511) 222-5344
e-mail: geoconsult@terra.com.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

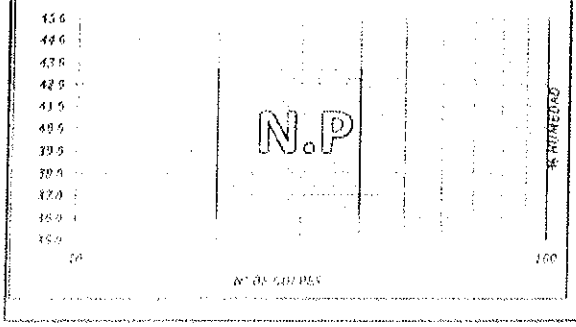
CALICATA	: C-04	Elaborado por :	Omar Castañeda Lama
LINEA	: L2	Responsable Laboratorio :	Gustavo Arriaga Jeronimo
PROF. (m.)	: 2.30	Ing. Responsable :	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	: M-02		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica OHAUS. Capacidad 310 gr.
- Tapiz de Cloruro de Humedad
- Horno Electrico Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr.)					
PESO AGUA (gr.)	N.P			N.P	
PESO DE LA LATA (gr.)					
PESO SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NÚMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	-
LÍMITE PLÁSTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a estas conclusiones es responsabilidad de los interesados
Ensayado por : E.A.J
Fecha de Emisión : 27 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	24 de septiembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	26 de septiembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	C-04	Elaborado por	Omar Castañeda Luna
LINEA	L2	Responsable Laboratorio	Gustavo Arroyo Jaramillo
PROF. (m.)	2.30	Ing. Responsable	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	M-07		

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg.
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110°C

Recipiente Nº		A9	A-13
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1670.5	1602.6
Peso de suelo seco + tara	grs.	1539.8	1481.1
peso de tara	grs.	124.2	113.5
Peso de agua	grs.	130.7	121.5
Peso de suelo seco	grs.	1415.6	1367.6
Contenido de agua	%	9.2	8.9
Contenido de Humedad (%)		9.1	

Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Cualquier interpretación aparte a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J.

Fecha de Emision : 23 de Octubre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 2[illegible]

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.40 - 7.60	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-03			

Equipo empleado en el ensayo:

* Balanza Electronica MACS. Capacidad 6 Kg
* Horno Electrico Temperatura 110ºC
* Taras de Aluminio

Recipiente Nº		4-A	7-B
Peso de suelo humedo + tara	grs.	2064.2	1655.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	2000.8	1605.5
peso de tara	grs.	100.5	102.6
Peso de agua	grs.	63.4	49.7
Peso de suelo seco	grs.	1900.3	1502.9
Contenido de agua	%	3.3	3.3
Contenido de Humedad (%)		3.3	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por : G.A.J

Fecha de Emision : 18 de Noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocon@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotécnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.40 - 7.60	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-03			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD.
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
3 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	3055.0	13.4	86.6
1"	25.400	4332.0	19.0	67.6
3/4"	19.050	2025.0	8.9	58.7
1/2"	12.700	2442.0	10.7	48.0
3/8"	9.525	1085.0	4.8	43.2
1/4"	6.350	1295.0	5.7	37.5
N° 4	4.760	603.0	2.6	34.9
N° 6	3.360	37.7	1.9	33.0
N° 8	2.380	22.6	1.6	31.4
N° 10	2.000	12.4	0.9	30.5
N°16	1.190	36.1	2.5	28.0
N° 20	0.840	24.3	1.7	26.3
N° 30	0.590	50.1	3.5	22.8
N° 40	0.426	98.4	4.8	18.0
N° 50	0.297	80.5	5.5	12.4
N° 80	0.177	23.3	5.1	7.3
N° 100	0.149	8.1	0.6	6.7
N° 200	0.076	23.3	1.6	5.1
-200		73.2	5.1	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Indice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	3.3
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	GP-GM
AASHTO	ASTM D 3282-0a	A-1-a(0)

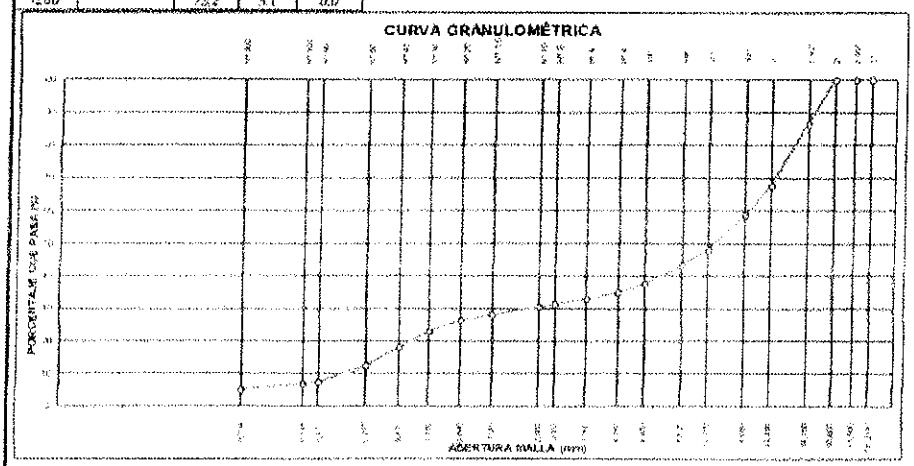
Descripción de la muestra :

GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADUADA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 7216-05	Standard test methods for classifiction of water (moisture) content of soil and rock by mass



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Observaciones: El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación, ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por: G.A.J.

Fecha de Emision: 18 de Noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26292

GEOCONSULT S.A.

Geoconsult S.A.

Av. Trivalle Mzna 890 Libro
Teléfax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - CONAPI
SOLICITANTE	:	CONAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

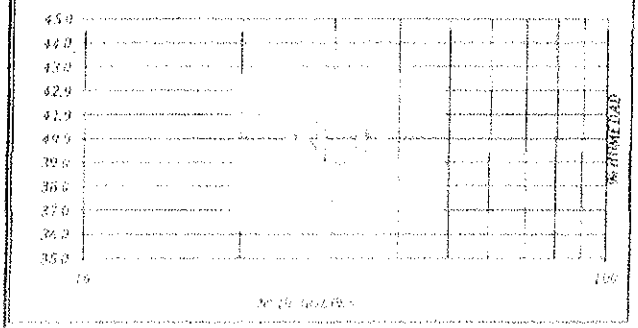
CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omer Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	7.40 - 7.60	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG, Capacidad 110 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico, Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
ENSAYO No	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)					
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LIMITE LIQUIDO (%)	-
LIMITE PLÁSTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Observaciones : [illegible]
Muestra proporcionada por el cliente y datos recolectados en campo por [illegible]
Ensayado por : [illegible]
Fecha de Emisión : 14 de noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE [illegible]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	8.60 - 9.10 m.	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-04			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 kg
- Taras de Aluminio
- Horno Electrico Temperatura 110ºC

Recipiente Nº		27-r	25A
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1795.2	1688.6
Peso de suelo seco + tara	grs.	1674.2	1571.2
peso de tara	grs.	104.4	106.2
Peso de agua	grs.	121.0	117.4
Peso de suelo seco	grs.	1569.8	1465.0
Contenido de agua	%	7.7	8.0
Contenido de Humedad (%)		7.9	

Observación: El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Emitido por : LAS

Fecha de emisión : 19 de Noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores y contratistas

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsu@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	9.60 - 9.10 m.	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-04			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	3277	14.2	85.8
1"	25.400	4331.0	18.8	66.9
3/4"	19.050	2014.0	8.8	58.2
1/2"	12.700	2454.0	10.7	47.5
3/8"	9.525	1055.0	4.6	42.9
1/4"	6.350	1255.0	5.5	37.5
N° 4	4.760	587.0	2.6	34.9
N° 6	3.360	29.1	2.0	32.9
N° 8	2.380	25.4	1.8	31.1
N° 10	2.000	10.9	0.8	30.3
N° 16	1.190	34.5	2.4	27.9
N° 20	0.840	26.3	1.9	26.1
N° 30	0.590	52.0	3.6	22.5
N° 40	0.426	70.4	4.9	17.6
N° 50	0.297	82.1	5.7	11.8
N° 80	0.177	79.4	5.5	6.2
N° 100	0.149	7.2	0.5	5.8
N° 200	0.074	25.6	1.8	4.0
-200		57.5	4.0	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	7.9
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	GP
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

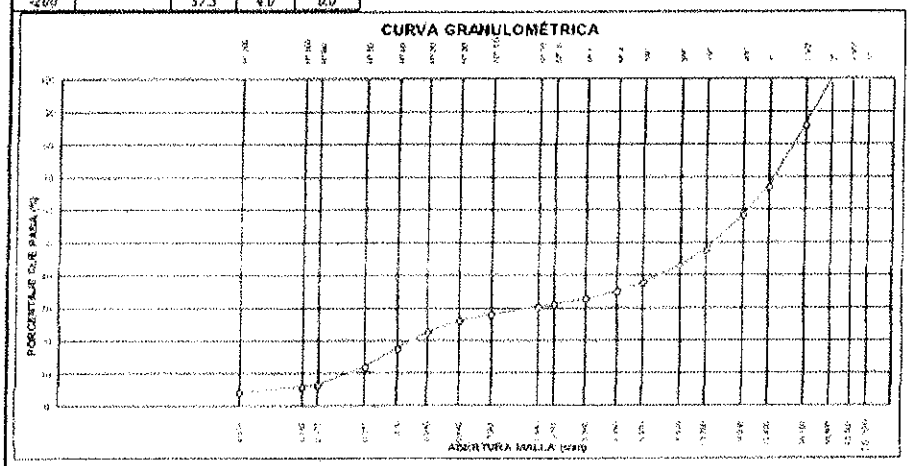
Descripción de la muestra :

GRAVA POBREMENTE GRADUADA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classifications of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante. Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.
Emitido por : G.A.J.
Fecha de Emisión : 18 de noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax (511) 222-5183
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A.
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	14 de noviembre de 2015
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

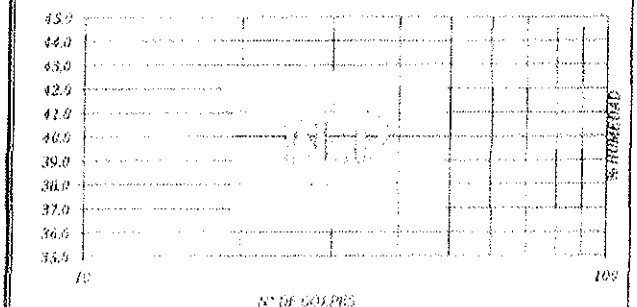
CALICATA	:	C-64	Elaborado por	: Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	: Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	8.60 - 9.10 m.	Ing. Responsable	: Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-04		

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr.
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO Nº	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)					
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NÚMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	-.-
LÍMITE PLÁSTICO (%)	-.-
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

[illegible]

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12722]
012319

Geoconsult S.A.
Consultores - Geotecnia

Av. Trinidad Moran 899 Lince
Telefax. (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216 / MTC E108-2000

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	9.10 - 10.00	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el ensayo:

- Balanza Electronica MACS Capacidad 6 Kg
- Horno Electrico Temperatura 110ºC
- Taras de Aluminio

Recipiente Nº		18A	14R
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1741.1	1845.5
Peso de suelo seco + tara	grs.	1582.2	1682.2
peso de tara	grs.	102.6	100.5
Peso de agua	grs.	158.9	163.3
Peso de suelo seco	grs.	1479.6	1581.7
Contenido de agua	%	10.7	10.3
Contenido de Humedad (%)		10.5	

Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

Emitido por: G.A.J

Fecha de Emisión : 19 de Noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. V° B° LABORATORIO MECANICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEP.	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E107-2000

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CALICATA	:	C-04	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m.)	:	9.10 - 10.00	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronic MACS. Capacidad 6 kg.
- Balanza Electronica DAYANG. Capacidad 310 gr
- Equipo de Casagrande HUMBOLTD
- Tamices USA
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C.
- Taras de Aluminio

MALLAS SERIE AMERICAN	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET (%)	PASA (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2 1/2"	63.500	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	1268	12.8	87.1
1"	25.400	1786.0	18.1	69.1
3/4"	19.050	757.0	7.7	61.4
1/2"	12.700	919.0	9.3	52.1
3/8"	9.525	525.0	5.3	46.8
1/4"	6.350	570.0	5.8	41.0
N° 4	4.760	282.0	2.9	38.2
N° 5	3.360	33.1	2.4	35.8
N° 8	2.380	21.6	1.6	34.2
N° 10	2.000	9.6	0.7	33.5
N°16	1.190	32.4	2.5	31.0
N° 20	0.840	25.5	1.9	29.0
N° 30	0.590	42.1	3.2	25.8
N° 40	0.426	71.3	5.4	20.4
N° 50	0.297	93.6	7.1	13.2
N° 80	0.177	73.2	5.6	7.7
N° 100	0.149	9.4	0.7	6.9
N° 200	0.074	31	2.4	4.6
-200		59.0	4.6	0.0

Resultados de Ensayos		
Límite Líquido (%)	ASTM D4318-05	-
Límite Plástico (%)	ASTM D4318-05	-
Índice de Plasticidad (%)	ASTM D4318-05	NP
Cont. de Humedad (%)	ASTM D 2216-05	10.5
Clasificación		
SUCS	ASTM D 2487-05	GP
AASHTO	ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

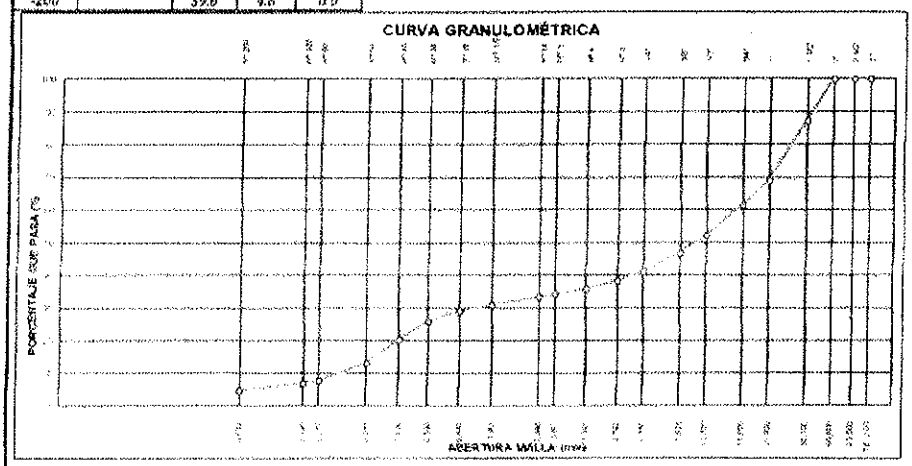
Descripción de la muestra :

GRAVA POBREMENTE GRADUADA

Observaciones :

Referencia:

ASTM D 4318-05	Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D 2216-05	Test methods laboratory determination of water
ASTM D 2487-05	Classification of soils for engineering purposes
ASTM D 3282-04	Standard practice for classification of soils
ASTM D 2216-05	Standard test methods for classification of water (moisture) content of soil and rock by mass



Observación. : El uso de esta información es un fuerte del solicitante
Cualquier interpretación que se haga de estos resultados es responsabilidad de los interesados
Elaborado por : GAJ
Fecha de Emisión : 18 de Noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A.
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Morán 886 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	:	Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
REFERENCIA	:	Contrato S/N - COSAPI
SOLICITANTE	:	COSAPI S.A
UBICACIÓN	:	DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	14 de noviembre de 2013
FECHA DE ENSAYO	:	14 de noviembre de 2013

LIMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / MTC E110-2000 / MTC E111-2000

Datos de la Muestra:

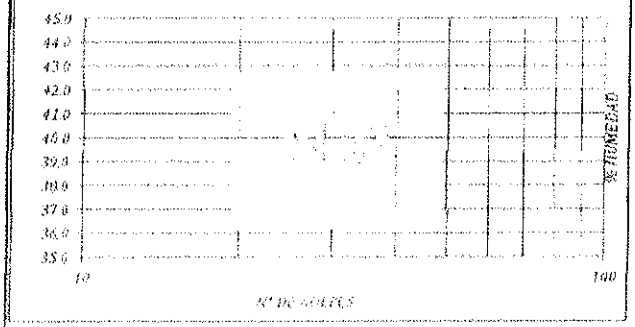
CALICATA	:	C-64	Elaborado por	:	Omar Castañeda Luna
LINEA	:	L2	Responsable Laboratorio	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
PROF. (m)	:	9.10 - 15.00	Ing. Responsable	:	Ricardo Rios Berrios
MUESTRA	:	M-05			

Equipo empleado en el Ensayo:

- Balanza Electronica DAYAN. Capacidad 510 gr
- Equipo de Casagrande Humboldt
- Horno Electrico. Temperatura 110 °C
- Acanalador
- Capsulas de Aluminio
- Vidrio Esmerilado

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)					
PESO LATA + SUELO SECO (gr)					
PESO AGUA (gr)					
PESO DE LA LATA (gr)					
PESO SUELO SECO (gr)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO (%)	-
LÍMITE PLÁSTICO (%)	-
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Omar Castañeda Luna
Elaborado por
G.A.J.
14 de Noviembre de 2013

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo
- Molde
- Balanza Electronica Electronic
- Varilla

Tecnico	:	Johan Polick Medina
Responsable	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing Especialista	:	Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	:	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-1
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.70
1.-	Peso del Molde (gr)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr)	1,459.2
3.-	Peso de la Muestra (gr)	1,326.7
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.276

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-1
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,236.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,103.8
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.061

OBSERVACIONES Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12726]

012323

Geoconsult S.A.
Consultoria Generales
Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo			
Molde	Tecnico	:	Johan Pollick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	:	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	:	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-1
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	3.30
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,390.1
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,257.6
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Maxima (gr/cc)	1.209

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-1
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	3.30
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,188.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,056.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.015

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultoría Geotécnica

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:			
Molde	Tecnico	Johan Polack Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-1
	Muestra	M-3
	Profundidad (m)	3.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,212.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,079.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.038

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-1
		M-3
	Profundidad (m)	3.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,036.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	903.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	0.869

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax (511) 222-6163
(511) 222-5164
e-mail: geocona@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:		
Molde	Tecnico	Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-1
	Muestra	M-4
	Profundidad (m)	3.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,456.3
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,323.8
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Maxima (gr/cc)	1.273

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-1
	Muestra	M-4
	Profundidad (m)	3.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,226.2
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,093.7
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.052

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotecnicos

Av. Trinidad Moran 899 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:
Molde
Balanza Electronica Electronic
Varilla

Tecnico : Johan Polack Medina
Responsable : Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista : Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-1
	Muestra	M-5
	Profundidad (m)	4.10
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,873.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,740.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.674

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-1
	Muestra	M-5
	Profundidad (m)	4.10
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,597.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,465.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.409

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. · LABORATORIO MECANICA DE SUELOS · V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 850 Lince
Telefax: (511) 222-5153
(511) 222-6184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:	
Molde	
Balanza Electronica Electronic	
Varilla	
Tecnico	Johan Polck Medina
Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista	Ricarco Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-1
	Muestra	M-6
	Profundidad (m)	4.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,843.2
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,710.7
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.645

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-1
	Muestra	M-6
	Profundidad (m)	4.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,570.8
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,438.3
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.383

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 28252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12731]

012328

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5153
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambotta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:
- Molde
- Balanza Electronica Electronic
- Varilla

Tecnico	: Johan Polick Medina
Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,703.1
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,570.6
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.510

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,491.8
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,359.3
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.307

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Morán 893 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo.
Molde
Balanza Electronica Electronic
Varilla

Tecnico : Johan Police Medina
Responsable : Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista : Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	1.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,092.0
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,959.5
4.-	Volumen de Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Maxima (g/cc)	1.884

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	1.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,877.0
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,744.5
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (g/cc)	1.677

OBSERVACIONES : Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de las interesadas

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12733]

012330

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Moran 896 Lince
Telefax: (511) 222-5183
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 02 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:
- Molde
- Balanza Electronica Electronic
- Varilla

Tecnico	: Johan Polack Medina
Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	: 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-3
	Profundidad (m)	2.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,157.2
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	2,024.7
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.947

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-3
	Profundidad (m)	2.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,919.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,786.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.718

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 893 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:		
Molde	Tecnico	: Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-4
	Profundidad (m.)	2.50
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,893.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,760.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.693

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-4
	Profundidad (m)	2.50
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,642.1
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,509.6
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.452

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - V°B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12735]

012332

Geoconsult S.A.
Consultores Especiales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		Tecnico	: Johan Polick Medina
Molde		Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	: 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-5
	Profundidad (m)	2.90
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,980.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,848.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.777

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-5
	Profundidad (m)	2.90
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,733.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,601.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.540

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12736]

012333

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:			
Molde		Tecnico	Johan Polck Medina
Balanza Electronica Electronic		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-6
	Profundidad (m)	3.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,862.7
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,730.2
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.664

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-6
	Profundidad (m)	3.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,646.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,514.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.456

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12737]

012334

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telf/fax: (511) 223-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		Técnico	Johan Pollok Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jarcimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-7
	Profundidad (m)	4.30
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,115.1
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,982.6
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Maxima (gr/cc)	1.906

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-7
	Profundidad (m)	4.30
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,847.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,715.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.649

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V°B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:	Tecnico: Johan Polick Medina
Molde	Responsable: Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic	Ing. Especialista: Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla	Fecha de Ensayo: 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-8
	Profundidad (m)	5.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,877.7
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,745.2
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Maxima (gr/cc)	1.678

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-8
	Profundidad (m)	5.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,677.8
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,545.3
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.486

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:			
Molde		Tecnico	Johan Portal Medina
Balanza Electronica Electronic		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-9
	Profundidad (m)	5.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,633.1
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,500.6
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.443

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-9
	Profundidad (m)	5.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,476.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,343.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.292

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12740]

012337

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax. (511) 222-5165
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		
Molde	Tecnico	Johan Porick Medina
Balanza Electronica Electronic	Resconsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	09 de Octubre de 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-10
	Profundidad (m)	6.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,080.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,948.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.873

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-10
	Profundidad (m)	6.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,873.3
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,740.8
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.674

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Asesorías Geotécnicas

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:		Tecnico	Johan Pollok Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-11
	Profundidad (m)	6.15
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,141.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	2,009.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.932

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-11
	Profundidad (m)	6.15
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,923.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,791.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.723

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 25252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		Tecnico	Johan Polick Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-12
	Profundidad (m)	6.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,920.0
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,787.5
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (grs/cc)	1.719

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-12
	Profundidad (m)	6.60
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,608.7
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,476.2
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (grs/cc)	1.419

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26[illegible]

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Asesorías Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:			
Molde		Técnico	Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-13
	Profundidad (m)	7.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,204.8
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	2,072.3
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.993

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-13
	Profundidad (m)	7.00
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,940.3
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,807.8
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.738

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Vº Bº

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax. (511) 222-5183
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo			
Molde	Técnico	:	Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	:	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	:	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	:	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-14
	Profundidad (m.)	7.50
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,914.6
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,782.3
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.714

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-14
	Profundidad (m)	7.50
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,603.7
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,471.2
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.415

OBSERVACIONES : Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 20257

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Moran 880 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@terra.com.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 08 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo			
Molde	Tecnico	Jonan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	08 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-15
	Profundidad (m)	7.80
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,046.6
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,914.1
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.840

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-15
	Profundidad (m)	7.80
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,758.0
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,625.5
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Minima (gr/cc)	1.563

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax: (511) 222-5183
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:		Tecnico	: Jonar Rollik Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-2
	Muestra	M-17
	Profundidad (m)	8.70 - 10.20
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,670.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,538.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.479

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-2
	Muestra	M-17
	Profundidad (m)	8.70 - 10.20
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,416.6
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,284.1
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.235

OBSERVACIONES : Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultoría Geotécnica

Av. Trinidad Morán 880 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:	Tecnico	Johan Polick Medina
Molde	Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic	Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla	Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.90
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,172.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	2,040.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.962

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.90
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,928.8
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,796.3
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.727

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26.052

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Moran 890 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:			
Molde	Tecnico	Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Vanka	Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	4.60
1 -	Peso del Molde (gr.)	132.5
2 -	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,097.1
3 -	Peso de la Muestra (gr.)	1,964.6
4 -	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5 -	Densidad Máxima (g/cc)	1.889

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	4.60
1 -	Peso del Molde (gr.)	132.6
2 -	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,843.9
3 -	Peso de la Muestra (gr.)	1,711.4
4 -	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5 -	Densidad Mínima (g/cc)	1.646

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 223-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre de 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		Técnico	Johan Polick Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Vanila		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-4
	Profundidad (m)	6.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,991.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,859.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.788

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-4
	Profundidad (m)	6.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,775.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,643.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.580

OBSERVACIONES : Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultoría en Geotecnia

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Teléfax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 05 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:
- Molde
- Balanza Electronica Electronic
- Varilla

Tecnico	: Johan Polack Medina
Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-5
	Profundidad (m)	8.15
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,201.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	2,069.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.989

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-5
	Profundidad (m)	8.15
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,977.6
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,845.1
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.774

OBSERVACIONES: Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 28252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013
FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		Tecnico	Johan Polick Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-6
	Profundidad (m)	8.50
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,077.3
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,944.8
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.870

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-6
	Profundidad (m)	8.5
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,898.6
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,766.1
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.698

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26257

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Asociados

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5183
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 08 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:	
Molde	
Balanza Electronica Electronic	
Varilla	
Tecnico	Johan Polick Medina
Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-7
	Profundidad (m)	8.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,083.0
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,950.5
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.875

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-7
	Profundidad (m)	8.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,909.7
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,777.2
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.709

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.

Av. Trinidad Moran 880 Lince
Telefax (511) 222-5165
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 06 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:
- Molde
- Balanza Electronica Electronic
- Varilla

Tecnico	: Johan Polick Medina
Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
Fecha de Ensayo	: 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-8
	Profundidad (m)	9.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,143.4
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	2,010.9
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.934

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-8
	Profundidad (m)	9.40
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,938.3
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,805.8
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.736

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12754]

012351

Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 880 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:		
Molde	Tecnico	: Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Vanilla	Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	: 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-3
	Muestra	M-9
	Profundidad (m)	9.80 - 9.90
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	2,091.9
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,959.4
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.884

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-3
	Muestra	M-9
	Profundidad (m)	9.80 - 9.90
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,870.1
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,737.6
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.671

OBSERVACIONES : Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Geotécnicos

Av. Trinidad Morán 890 Lince
Telefax: (511) 222-5183
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S.A.

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo:		
Molde	Tecnico	: Johan Polick Medina
Balanza Electronica Electronic	Responsable	: Gustavo Arroyo Jeronimo
Varilla	Ing. Especialista	: Ricardo Enrique Rios Berrios
	Fecha de Ensayo	: 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-4
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,712.0
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,579.5
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (gr/cc)	1.519

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-4
	Muestra	M-1
	Profundidad (m)	1.70
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,536.6
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,404.1
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (gr/cc)	1.350

OBSERVACIONES: Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 20253

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12756]

012353

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Moran 690 Lince
Telefax: (511) 222-5163
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

SOLICITANTE : COSAPI S A

UBICACIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCIÓN : 24 de Septiembre del 2013

FECHA DE INICIO : 09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - DENSIDAD MINIMA ASTM D-4253 D-4254

Equipo empleado en el Ensayo		Tecnico	Johan Polick Medina
Molde		Responsable	Gustavo Arroyo Jeronimo
Balanza Electronica Electronic		Ing. Especialista	Ricardo Enrique Rios Berrios
Varilla		Fecha de Ensayo	09 de Octubre del 2013

DENSIDAD MAXIMA - ASTM D-4253

	Calicata	C-4
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	2.30
1.-	Peso del Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso del Molde + Muestra (gr.)	1,910.2
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,777.7
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Máxima (g/cc)	1.709

DENSIDAD MINIMA - ASTM D-4254

	Calicata	C-4
	Muestra	M-2
	Profundidad (m)	2.30
1.-	Peso de Molde (gr.)	132.5
2.-	Peso de Molde + Muestra (gr.)	1,678.5
3.-	Peso de la Muestra (gr.)	1,546.0
4.-	Volumen del Molde (cc.)	1,040.0
5.-	Densidad Mínima (g/cc)	1.487

OBSERVACIONES Cualquier interpretacion ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 28252

GEOCONSULT S.A. LABORATORIO MECANICA DE SUELOS V° B°

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12757]

Geoconsult S.A.
Consultores Generales
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Av. Triborel Moran 890 Lima
Teléfax: (511) 222-5183
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

012354

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACION / CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD
ASTMD 1557

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

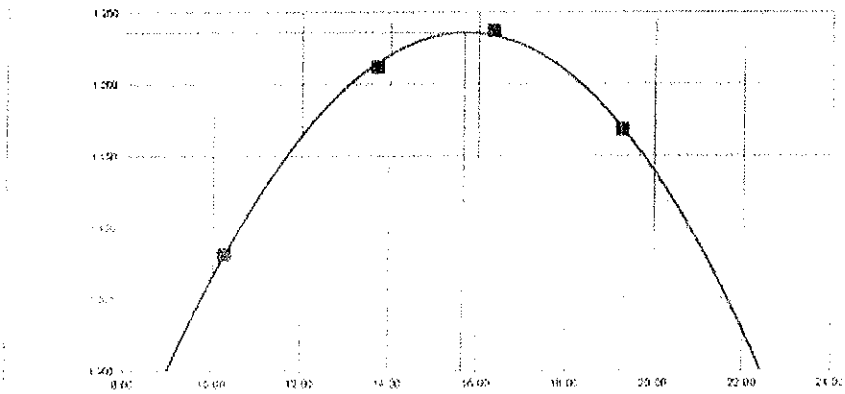
SOLICITANTE : COSAPI

UBICACIÓN : LIMA

Progresiva : NO APLICA
Calicata : C-1 M - 1
Profundidad : 1.70 mt
Peso del Pisón : 10 libras
Volumen Molde : 943.00 cm3

Nº de Capas : 6
Método : "A"
Nº Golpes por Capa : 25
Altura de caida : 18

ENSAYO Nº	1		2		3		4	
Peso muestra húmeda + molde (g)	3,200		3,376		3,434		3,390	
Peso del Molde (g)	2,076.00		2,076.00		2,076.00		2,076.00	
Peso muestra húmeda (g /cm3)	1,124.00		1,300.40		1,357.60		1,314.00	
Densidad Húmeda (g/cm3)	1.192		1.379		1.440		1.393	
Tarro Nº	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso muestra húmeda + tara (g)	581.10	669.10	607.10	751.10	575.10	678.05	558.80	574.98
Peso muestra seca + tara (g)	530.10	609.58	548.70	675.20	511.90	601.20	489.50	502.30
Peso del agua (g)	51.00	59.52	58.40	75.90	63.20	76.85	69.30	72.68
Peso tarro (g)	31.38	32.54	124.83	120.50	125.50	130.10	129.80	125.50
Peso muestra seca (g)	498.72	577.04	423.87	554.70	386.40	471.10	359.70	376.80
Contenido de humedad (%)	10.23	10.31	13.78	13.68	16.36	16.31	19.27	19.29
Contenido de humedad Promedio (%)	**10.27**		**13.73**		**16.34**		**19.28**	
Densidad seca (gr/cm3)	**1.081**		**1.212**		**1.237**		**1.168**	



Densidad Seca Máxima
1.238 gr/cm3

Conten. Optimo de Humedad
15.7 %

Fecha de Emisión : 16 Oct. 13
Observación : El uso de este informe es exclusivo del solicitante
Recibo Por : G.A.J.
Archivo : R.R.B.

RICARDO ENRIQUE RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Morán 850 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE CBR - ASTM D-1883

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2
y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao
CLIENTE : COSAPI

Progresiva : [illegible] km. UBICACION : LIMA
Calicata : C-1 M - 1 CONTRATO : SIN NUMERO
Profundidad : 1.70 mt. FECHA : 18-Oct-13
Tecnico : G. ARROYO

Molde N°	1		2		3	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA:	SIN SATUR.	SATURADA	SIN SATUR.	SATURADA	SIN SATUR.	SATURADA
Peso molde + suelo humedo	10023	10695	10891	11964	11100	12293
Peso del molde	7010	7010	6887	6887	7213	7213
Peso del suelo húmedo	3013	3685	4004	5077	3887	5080
Volumen del molde	2105	2105	2919	2919	2919	2919
Densidad húmeda	1.431	1.751	1.372	1.739	1.332	1.740
% humedad	15.73	41.49	15.76	46.73	15.71	51.19
Densidad seca	1.237	1.237	1.185	1.185	1.151	1.151

Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tara + suelo humedo	231.6	418.20	351.60	218.20	193.60	268.30	222.33	231.89	375.85
Tara + suelo seco	211.4	366.10	268.80	201.10	181.10	213.30	205.50	214.40	283.30
Peso de agua	20.2	52.10	82.80	17.10	12.50	55.00	16.83	17.49	92.55
Peso de la tara	84.00	32.07	69.23	91.60	102.50	95.60	98.10	103.30	102.50
Peso de suelo seco	127.4	334.03	199.57	109.50	78.60	117.70	107.40	111.10	180.80
% de Humedad	15.86	15.60	41.49	15.62	15.90	46.73	15.67	15.74	51.19
Promedio % de Humedad	15.73		41.49	15.76		46.73	15.71		51.19

PENETRACION

Penetracion	Carga Estandar	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3		
pulg.	lb/pulg2	Dial	Correccion		Dial	Correccion		Dial	Correccion	
0.025		3	15.0	5	2	10.0	3	1	5.0	2
0.050		8	40.0	13	5	25.0	8	3	15.0	5
0.075		11	55.0	18	9	45.0	15	7	35.0	12
0.100	1000	14	80.0	27	12	60.0	20	12	60.0	20
0.150		21	114.9	38	17	98.3	33	15	90.0	30
0.200		32	174.8	58	25	140.0	47	20	110.7	37
0.250		42	228.0	76	33	179.0	60	27	154.0	51
0.300		51	268.3	89	40	218.0	73	34	184.6	62
0.400		68	357.5	119	55	298.0	99	47	251.0	84
0.500		88	454.5	152	72	378.5	126	60	320.3	107

EXPANSION

Fecha	Hora	Dial		EXPANSION		Dial		EXPANSION		Dial		EXPANSION	
		Pulg.	mm.	mm.	%	Pulg.	mm.	mm.	%	Pulg.	mm.	mm.	%
31-Oct-13	11:45:00 a.m.	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
01-Nov-13	11:45:00 a.m.	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.025	0.025	0.022
02-Nov-13	11:45:00 a.m.	0.005	0.127	0.127	0.11	0.008	0.212	0.212	0.182	0.014	0.356	0.356	0.307
03-Nov-13	11:45:00 a.m.	0.010	0.254	0.254	0.22	0.017	0.423	0.423	0.365	0.027	0.686	0.686	0.591
04-Nov-13	11:45:00 a.m.	0.015	0.381	0.381	0.33	0.025	0.635	0.635	0.547	0.040	1.016	0.008	0.007
		0.000											

Fecha de Ensayo : 18-Oct-13
Observación : El uso de este informe, con fines publicitarios, sin autorización del solicitante
Vo.Bo. : G. A. T.
Revisado : R. R. B.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12759]

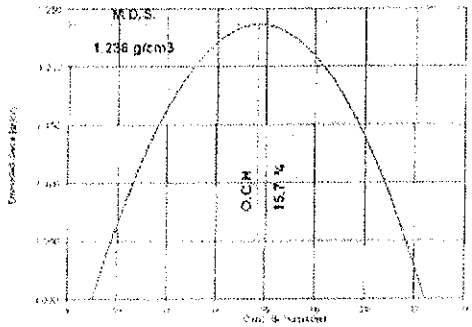
012356

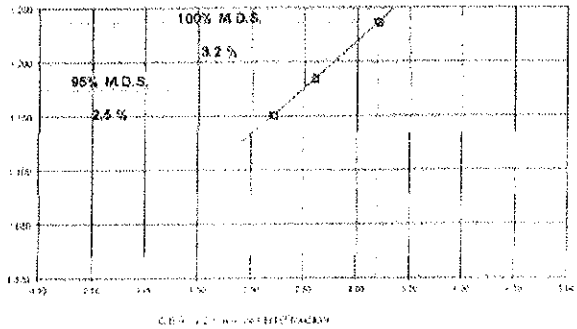
Geoconsult S.A.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Av. Trinidad Morán 880 Lince
Telefax (511) 222-5163
(511) 222-5164
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

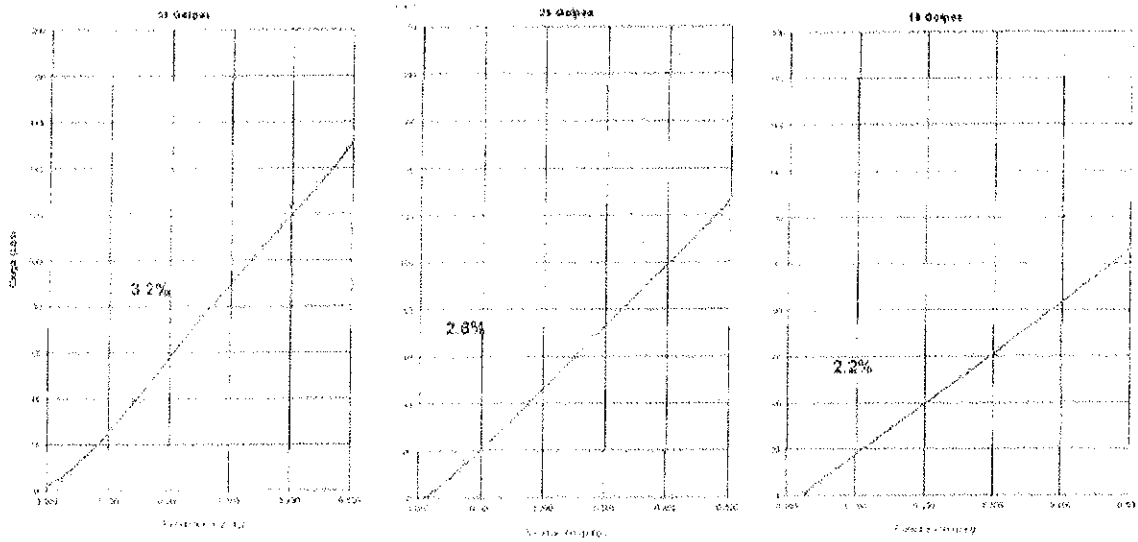
INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE CBR - ASTM D-1883

PROYECTO	: Estudios Geotécnicos Complementarios para el Proyecto Línea 2 y Ramal Avenida Faucett - Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao	METODO DE COMPACTACION ASTM D-1557							A
		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)							1.236
		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							15.7
CLIENTE	: COSAPI	CBR AL 100 % DE M.S.D. (%)							3.2
		CBR AL 95 % DE M.D.S. (%)							2.5
UBICACION	: LIMA	PASA MALLA	3/4"	100	Nº4	(%)	99.4		
		SUCS	ML	LL.	38	LP.	27	IP	9
Calicata	: C-1 M - 1 Profundidad 1.70 mt	ASSHTO	A-4(6)						
Progresiva	: NO APLICA Km	EMBEBIDO		4 dias		EXPANSION (%)			0.33
Contrato	: SIN NUMERO Fecha: 16-Oct-13	ABSORCION %		--		% W PENETRAC.			--







Fecha de Ensayo : 16-Oct-13
Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
Hecho Por : C. A.
Revisado : R. R. B.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
LABORATORIO DE MECANICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Geoconsult S.A.
Consultores Generales
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Av. Trinidad Moran 690 Lince
Telefax: (511) 222-6183
(511) 222-6184
e-mail: geoconsult@telefonica.net.pe

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE COMPACTACION / CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD
ASTMD 1557

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

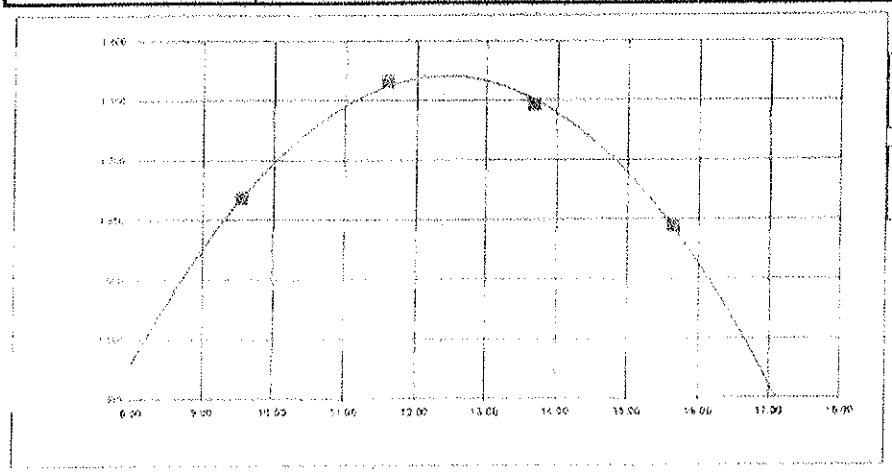
SOLICITANTE : COSAPI

UBICACIÓN : LIMA

Progresiva : NO APLICA
Calicata : C-1 M - 5
Profundidad : 4.10 mt
Peso del Pison : 10 libras
Volumen Molde : 943.00 cm3

Nº de Capas : 6
Método "A"
Nº Golpes por Capa 25
Altura de caida 18

ENSAYO Nº	1		2		3		4	
Peso muestra húmeda + molde (g)	3,800		3,933		3,947		3,870	
Peso del Molde (g)	2,076.00		2,076.00		2,076.00		2,076.00	
Peso muestra húmeda (g /cm3)	1,724.00		1,857.00		1,871.00		1,794.00	
Densidad Humeda (g/cm3)	1.828		1.969		1.984		1.902	
Tarro Nº	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso muestra húmeda + tara (g)	625.30	669.10	711.10	790.11	705.80	827.90	676.60	674.20
Peso muestra seca + tara (g)	581.10	622.30	650.50	720.10	631.60	736.60	602.30	599.60
Peso del agua (g)	44.20	46.80	60.60	70.01	74.20	89.30	74.30	74.60
Peso tarro (g)	120.50	131.10	124.83	120.50	85.96	90.15	129.80	120.50
Peso muestra seca (g)	460.60	491.20	525.67	599.60	545.64	646.45	472.50	479.10
Contenido de humedad (%)	9.60	9.53	11.53	11.68	13.60	13.77	15.72	15.57
Contenido de humedad Promedio (%)	**9.57**		**11.61**		**13.69**		**15.65**	
Densidad seca (gr/cm3)	**1.668**		**1.766**		**1.747**		**1.644**	



Densidad Seca Máxima
1.770 gr/cm3

Conten. Optimo de Humedad
12.4 %

Fecha de Emisión : 18-Oct-12
Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante
Hecha Por : G.A.
Revisado : R.R.B.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12761]

012358

Geoconsult S.A.
Av. Trinidad Moran 893 Lince
Teléfax: (511) 222-5165
(511) 222-5164
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE CBR - ASTM D-1883

PROYECTO : Estudios Geotecnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2
y Ramal Av. Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao

CLIENTE : COSAPI

Progresiva : [illegible] km. UBICACIÓN : LIMA

Calicata : C-1 M - 5 CONTRATO : SIN NUMERO

Profundidad : 4.10 mt. FECHA : 18-Oct-13

Tecnico : G. ARROYO

Molde N°	1		2		3	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA:	SIN SATUR.	SATURADA	SIN SATUR.	SATURADA	SIN SATUR.	SATURADA
Peso molde + suelo humedo	11118	11475	11050	11592	11000	11675
Peso del molde	6930	6930	7000	7000	7050	7050
Peso del suelo humedo	4188	4545	4050	4592	3950	4625
Volumen del molde	2105	2105	2105	2105	2100	2100
Densidad humeda	1.990	2.159	1.924	2.181	1.881	2.202
% humedad	12.42	22.01	12.46	27.52	12.41	31.61
Densidad seca	1.770	1.770	1.711	1.711	1.673	1.673

Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tara + suelo humedo	491	421.19	324.20	471.95	552.81	552.50	438.20	441.42	548.90
Tara + suelo seco	442.9	381.10	277.40	429.90	502.20	455.60	399.90	402.60	441.21
Peso de agua	48.1	40.09	46.80	42.05	50.61	96.90	38.30	38.82	107.69
Peso de la tara	49.43	63.30	64.76	93.30	95.20	103.50	92.30	88.90	100.50
Peso de suelo seco	393.47	317.80	212.64	336.60	407.00	352.10	307.60	313.70	340.71
% de Humedad	12.22	12.61	22.01	12.49	12.43	27.52	12.45	12.37	31.61
Promedio % de Humedad	12.42		22.01	12.46		27.52	12.41		31.61

PENETRACION

Penetracion pulg	Carga Estandar lb/pulg2	Molde N° 1 Dial	Correccion		Molde N° 2 Dial	Correccion		Molde N° 3 Dial	Correccion	
0.025		9	45.0	15	6	25.0	8	4	20.0	7
0.050		14	80.0	27	12	60.0	20	10	50.0	17
0.075		25	140.0	47	18	102.4	34	14	80.0	27
0.100	1000	37	201.3	67	26	147.0	49	22	119.0	40
0.150		62	329.2	110	44	238.0	79	36	195.7	65
0.200		87	446.0	149	62	329.2	110	51	268.3	89
0.250		111	576.0	192	80	418.0	139	66	347.0	116
0.300		135	698.1	233	98	510.6	170	81	422.0	141
0.400		187	951.0	317	133	690.7	230	110	571.0	190
0.500		245	1254.3	418	175	899.0	300	145	748.1	249

EXPANSION

Fecha	Hora	Dial Pulg.	Dial mm.	EXPANSION mm.	EXPANSION %	Dial Pulg.	Dial mm	EXPANSION mm.	EXPANSION %	Dial Pulg.	Dial mm.	EXPANSION mm.	EXPANSION %
31-Oct-13	11:45:00 a.m.												
01-Nov-13	11:45:00 a.m.												
02-Nov-13	11:45:00 a.m.												
03-Nov-13	11:45:00 a.m.												
04-Nov-13	11:45:00 a.m.												

Fecha de Emision: 18-Oct-13
Observaciones: El uso de esta información es de entera responsabilidad del solicitante
Revisado Por: G.A.J.
Realizado: R.R.B.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 26252

GEOCONSULT S.A.
G. Arroyo
JEFE DE LABORATORIO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12762]
012359

Geoconsult S.A.
Consultores Generales
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

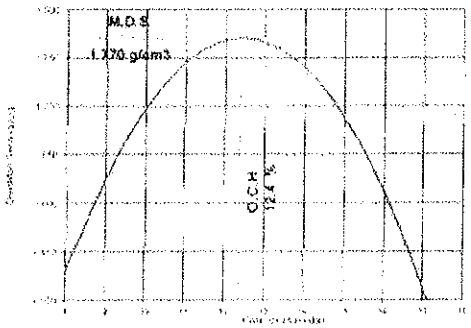
Av. Trinidad Moran 580 Lince
Telefax: (511) 222-5182
(511) 222-5184
e-mail: geocons@telefonica.net.pe

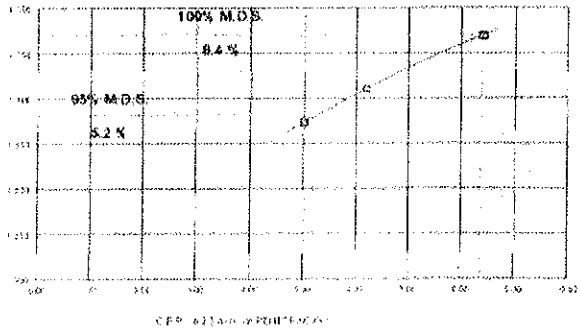
INFORME DE ENSAYO

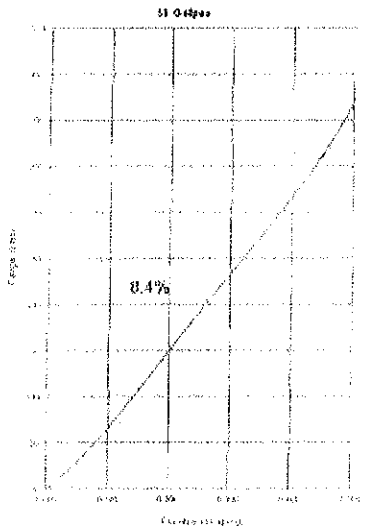
ENSAYO DE CBR - ASTM D-1883

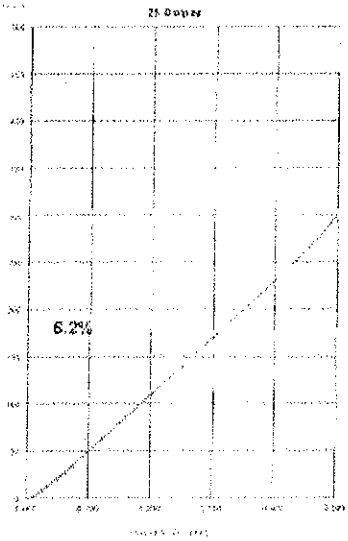
PROYECTO : Estudios Geotécnicos Complementarios para el Proyecto Linea 2 y Ramal Avenida Faucett - Av. Gambetta de la Red Basica del Metro de Lima y Callao									
CLIENTE : COSAPI									
UBICACIÓN : LIMA									
Calicata : C-1 M - 5 Profundidad : 4.10 mt									
Progresiva : NO APLICA Km.									
Contrato : SIN NUMERO Fecha : 18-Oct-13									

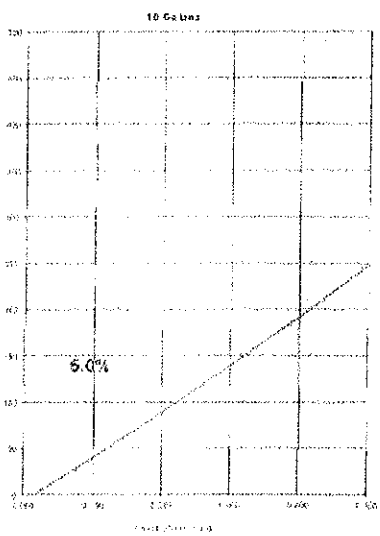
METODO DE COMPACTACION ASTM D-1557							A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)							1.770
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							12.4
CBR AL 100 % DE M.S.D. (%)							8.4
CBR AL 95 % DE M.D.S. (%)							5.2
PASA MALLA 3/4"		100	N°4	(%)		99.1	
SUCS	SM	LL.	29	LP.	0	IP	NP
ASSHTO	A-2-4(0)						
EMBEBIDO		4 dias		EXPANSION (%)			0.00
ABSORCION %		--		% W PENETRAC.			--











Fecha de Ejecución : 18-Oct-13
Observación : El uso de este Membrete es exclusivo del laboratorio.
Ensayo Por : G.A.J.
Revisado : R.R.B.

RICARDO ENRIQUE
RIOS BERRIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26252

GEOCONSULT S.A.
SUELOS MECANICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

Tomo	Contenido
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES
	Apéndice 1: Planos
	A.3. TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO
	Apendice 1: Planos
TOMO 3	A.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO
	Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
	Apéndice 2: Registros de calicatas
	Apéndice 3: Ensayos de permeablilidad in situ
	Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
	Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
	Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5. TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1. Diseño del Trazado
	Apéndice 1:Planos
TOMO 6	A.5.2 Tipo de Superestructura de vía
	Apéndice 1:Planos
	A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas
	Apéndice 1: Planos
	A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía
	Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5. Estudio de ruido y vibraciones
	Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6. TUNEL
	A.6.1. Memoria descriptiva general de túneles
	Apéndice 1: Planos
	A.6.2. Selección del diámetro del túnel
	Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos
	Apéndice 2. Planos de secciones tipo
	Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3. Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal
	Apéndice1.Planos
	A.6.4. Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
	Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
	Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
	Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
	Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
	A.6.5. Selección de TBM
TOMO 8	A.6.6. Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1. Pozos de ataque para TBM
	Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
	Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
	Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
	Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2. Logística TBM
	Apéndice 1: Planos
	A.6.7. Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.
	Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
	Apendice 2: Cálculos de subsidencias de la L4
	Apéndice 3. Planos
	A.6.8. Sistema de Monitoreo y Auscultación.
	Apendice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9. Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
	Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
	Apendice 2. CálculosTerceras Vías
	Apendice 3. Cálculos ramales Santa Anita
	Apéndice 4. Planos
	A.6.10. Excavación en caverna
	Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
	Apéndice 2.Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
		Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
		Apéndice 4. Planos
TOMO 10	A.7.	**ESTACIONES DE PASAJEROS**
	A.7.1.	**Memoria Descriptiva General por estación**
		Apéndice 1: Planos definición funcional
	A.7.2.	**Arquitectura por tipología de estación.**
		Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
	A.7.3.	**Excavación y tratamiento de consolidación por tipología**
		Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
TOMO 11	A.7.4.	**Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.**
		Apendice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
		Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
		Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
TOMO 12	A.7.5.	**Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.**
		Apéndice 1.Cálculos de evacuación
		Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
		Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
	A.7.6.	**Instalaciones ferroviarias en estación**
	A.7.6.1	Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2	Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3	Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4	Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5	Sistema de señalización
	A.7.6.6	Dimensionamiento de torniquetes
TOMO 13	A.7.7.	**Simulaciónes del flujo de pasajeros**
		Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
		Apéndice 2.Informes de simulación
	A.7.8	**Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación**
	A.7.8.1.	Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2.	Hidrología y drenaje
		Apéndice 1: Planos
	A.8.	**INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA**
	A.8.	**Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana**
		Apendice 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1.	**Estaciones Línea 2**
		Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
	A.8.2.	**Estaciones Línea 4**
		Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
TOMO 14	A.8.3.	**Soluciones de Ingenieria**
	A.8.4.	**Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2**
	A.8.5.	**Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4**
	A.8.6.	**Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)**
		Apéndice 1: Planos
	A.9.	**PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIOAS DE EMERGENCIA**
	A.9.1.	**Memoria descriptiva general**
	A.9.2.	**Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller**
		Apéndice 1: Equipos
		Apéndice 2: Planos generales
TOMO 15	A.9.3	**Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia**
	A.9.3.1.	**Arquitectura de los Patios Taller.**
		Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2.	**Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia**
		Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4	**Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia**
	A.9.4.1.	**Estructuras de los Patios Taller.**
		Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2.	**Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia**
		Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5	**Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes**
	A.9.5.1.	**Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller**
	A.9.5.2.	**Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos**
		Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
		Apendice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freatico
		Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatico
	A.9.6.	**Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres**
	A.9.6.1.	**Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
TOMO 16		Apéndice 1: Planos
	A.9.6.2.	**Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.**
	A.9.6.3.	**Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.**
	A.9.7.	**Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia**
	A.10.	**DESVÍOS**
		Apéndice 1: Planos macrodesvíos
	B	DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1	**Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento**
		Equipos
	B.1.a.1	**Selección de procedencia y tecnología**
	B.1.a.2	**Seguridad, oportunidad y optimización**
	B.1.a.3	**Gestiones y ruta crítica**
		Gestiones. Transporte a pie de obra
		Gestiones. Importación
		Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje
		Ruta crítica.Cronograma de suministro
		Materiales
	B.1.b.1	**Selección de procedencia y tecnología**
	B.1.b.2	**Seguridad, oportunidad y optimización**
	B.1.b.3	**Gestiones y ruta crítica**
		Gestiones. Transporte a pie de obra
		Gestiones. Importación
		Gestiones. Acopios
		Ruta crítica.Cronograma de suministro
TOMO 17	C	DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1	INSTALACIONES FERROVIARIAS
	C.1.1.	**Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía**
		Apéndice 1: Planos
	C.1.2.	**Instalaciones ferroviarias**
		Diseño
	C.1.2.1	**Señalización y control**
	C.1.2.2	**Puertas de andén**
	C.1.2.3	**Mando y control centralizado**
	C.1.2.3.1	SCADA-DWH
	C.1.2.3.2	IWS
	C.1.2.3.3	Service Availability
	C.1.2.4	**Control de pasajeros**
	C.1.2.5	**Sistema de Alimentación**
	C.1.2.6	**Sistema de tracción eléctrica**
	C.1.2.7	**Sistemas de telecomunicaciones**
	C.1.2.7.1	Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2	Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3	Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4	Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5	Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6	Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7	Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8	Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9	Subsistema Data Communication System (DCS)
	C.1.2.7.10	Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11	Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12	Subsistema de a bordo
	C.1.2.8	**Puesto Central de comando y control**
	C.1.2.9	**PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA**
		Suministro e instalación
	C.1.2.10	**Suministro e istalación**
TOMO 18	C.2	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS
	C.2.1.	**Diseño de las instalaciones no ferroviarias**
		Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19		Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20		Apéndico 1: Cálculos
TOMO 21		Apéndice 1: Cálculos
		Apéndice 2: Planos
TOMO 22		Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
TOMO 22	C.2.2.	Suministro e instalacion
TOMO 23	D	DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1	DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
	D.1.1.	Configuración del tren
	D.1.2.	Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
	D.1.3.	Gálibo
	D.1.4.	Capacidad de transporte del tren
	D.1.5.	Características de los trenes
	D.1.6.	Prestaciones de los trenes
	D.1.7.	Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
	D.1.8.	Salidas de emergencia del tren
	D.1.9.	Composición estructural de las cajas
	D.1.10.	Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
	D.1.11.	Design Book
TOMO 24	E	METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.1.a	Memoria descriptiva
	E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles
		Metodología constructiva de las obras civiles
		Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
		Metodología constructiva con tuneladora
		Estrategia del uso de tuneladoras,Planta de dovelas
	E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
	E.1.b	Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
	E.1.c	Listado de equipos y herramientas especiales
	E.1.d	Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2	RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3	LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F	ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.	Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H	PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1	PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2	TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4	FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5	PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6	FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7	PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8	PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9	DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10	PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11	PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1	ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2	INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3	TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4	EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5	TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6	AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7	PERSONAL REQUERIDO
	I.8	LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012364

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
	I.9	OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1.	Plan General de Calidad.
		Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2.	Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3.	Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4.	Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5.	Plan de Calidad del Material Rodante
	J.1.6.	Plan de Calidad en Explotación
	J.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1.	Gestión Ambiental
	K.1.1.1	Gestión Ambiental Diseño y Construcción
		Apendice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
		Apendice 2: Matrices ambientales
		Apendice 3: Fichas ambientales
		Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
		Apendice 5: Plan de gestión de residuos
		Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
		Apendice 7: Informe de evaluación arqueológica
		Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos
		Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica
		Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
		Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
		Apendice 8: Planos de gestión ambiental
		Apendice 9: Planos arqueología
TOMO 28	K.1.1.2	Gestión Ambiental Explotación
		Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
	K.1.2.	Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
		Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2	Plan de Seguridad y Salud en Explotación
		Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L	PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M	MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE DPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.
	M.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
	N.1.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS
	N.2.	HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.	ESTUDIOS BÁSICOS
	O.1.1.	Topografía de detalle
		Apéndice 1: Planos
TOMO 30	O.1.2	Estudio geotécnico
		Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
		Apendice 2: Registro de calicata
		Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apendice 5: Planos
	O.1.3.	Análisis de riesgo sísmico
		Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
		Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excendencia para aceleración espectral T=0 s.
		Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme
TOMO 31		Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico
		Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias
		Apéndice 1: Planos
	O.2.	GEOMETRIA (Trazado)
	O.2.1.	Trazado de las vías
		Apéndice 1: Planos
	O.3	TÚNELES
	O.3.1.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos
	O.3.2.	Diseño de las secciones tipo de túnel
		Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
		Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
		Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
		Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea
		Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles.
		Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias.
		Apéndice 7. Planos
TOMO 32	O.3.3	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres)
		Apéndice 1:Cálculos de ramales Santa Anita
		Apéndice 2:Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación)
		Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1.	Memoria descriptiva de las estaciones
		Apéndice 1. Planos
	O.4.2.	Arquitectura de estaciones
	O.4.3.	Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
		Apéndice 1. Cálculos de evacuación
		Apéndice 2: Planos
		Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
TOMO 33	O.4.4.	Estructuras
		Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
		Apéndice 3. Planos
	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional
		Apéndice 1: Planos
	O.5.2	Excavaciones y muros de contención. Estructuras
TOMO 35		Apéndice 1:Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita
		Apéndice 1:Planos
	O.5.4	Plan de movimiento de tierras
	O.6	CRONOGRAMA
	O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012366

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64448 -01A- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 04 DE NOVIEMBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34804)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 14 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

IDENTIFICACION DE MUESTRA:

MUESTRA: S-01 - L2, N.F. 3.05
FECHA DE MUESTREO: 15 / 10 / 2013

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	NORMA
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	779	NTP 339 071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	373	NTP 339.074 / ASTM D 516
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	165	NTP 339.076 / ASTM D 512
SOLIDOS EN SUSPENSION	p.p.m	1020	ASTM D5907

OBSERVACIÓN : Muestra de agua provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Ley de Propiedad Intelectual - INDECOPI DS 822 - 1993).

REGISTRO LEM N° : Ens. 3 / 13
FECHA DE ENSAYO : Del 08 al 13 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ
Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64448 -01B- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 04 DE NOVIEMBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34804)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 14 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

IDENTIFICACION DE MUESTRA:

MUESTRA: S-03 - L4, N.F. 20.43

FECHA DE MUESTREO: 15 / 10 / 2013

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	NORMA
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	483	NTP 339.071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	320	NTP 339.074 / ASTM D 516
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	73	NTP 339.076 / ASTM D 512
SOLIDOS EN SUSPENSION	p.p.m	38	ASTM D5907

OBSERVACIÓN Muestra de agua provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Ley N° 822 - Ley sobre el Derecho de Autor)

FECHA DE ENSAYO : Del 08 al 13 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64251 - 01 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 16 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34509)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127 / ASTM D2216

MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
SHELBY N°02 S8/L2 M. INALTERADA	5.75 - 6.75	15.9
SHELBY N°01 S8/L2 M. INALTERADA	3.45 - 4.05	24.6

OBSERVACIONES :

1).-Muestras tomadas e identificadas por el Peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI - 2° ed. 1998)

FECHA DE ENSAYO : Del 29 al 30 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64251 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 16 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34509)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

MUESTRA	SHELBY N°02 S8/L2 M.INALTERADA
PROF. (m)	5.75 - 6.75

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	99.8
N°20	99.1
N°40	91.5
N°60	67.0
N°140	33.8
N°200	30.4

% LIMITE LÍQUIDO	NP
% LÍMITE PLÁSTICO	NP
% ÍNDICE PLÁSTICO	NP

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

[illegible]	SM
NOMBRE DE GRUPO	ARENA LIMOSA

OBSERVACIÓN
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. L V E
FECHA DE ENSAYO : Del 05 al 08 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

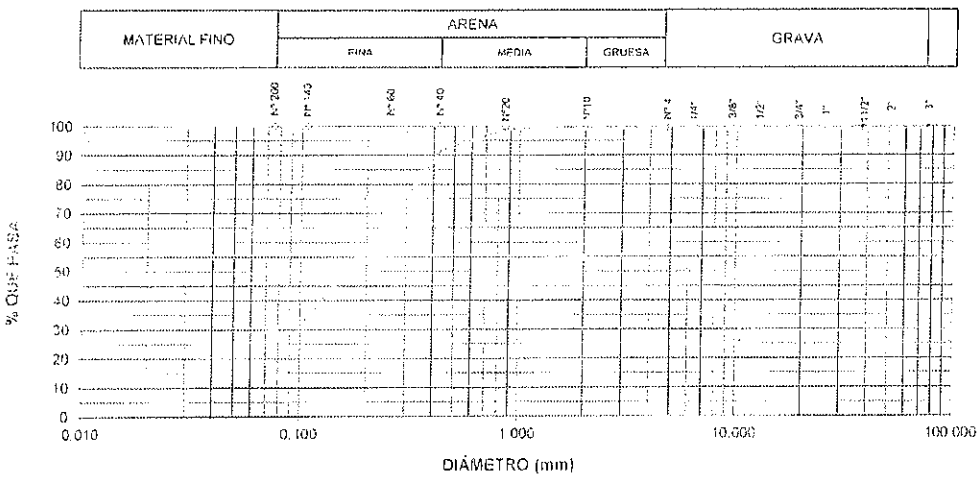
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64251 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S A INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 16 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34509)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

MUESTRA	SHELBY N°02 S8/L2 M.INALTERADA
PROF. (m)	5.75 - 6.75

Curva Granulométrica



OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no debera reproducirse sin la autorizacion escrita del Laboratorio
SENCICO la reproduccion sera sancionada [illegible]

[illegible]
PERSONA DE ENSAYO

[illegible]

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64251 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 16 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34509)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

MUESTRA	SHELBY N°01 S8/L2 M.INALTERADA
PROF. (m)	3.45 - 4.05

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/6"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	99.5
N°20	98.8
N°40	97.7
N°60	95.1
N°140	81.0
N°200	75.8

% LÍMITE LÍQUIDO	25
% LÍMITE PLÁSTICO	16
% ÍNDICE PLÁSTICO	9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

OBSERVACIÓN
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004 1993)

HECHO POR : Téc. J.V.V
FECHA DE ENSAYO : Del 12 al 13 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

PERÚ

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

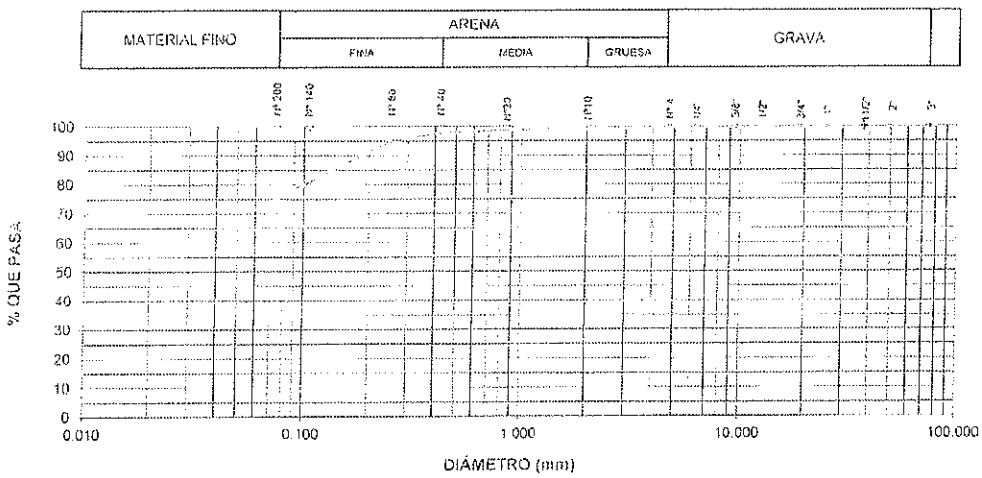
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64251 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 16 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT N° 040 - 34509)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

MUESTRA	SHELBY N°01 S8/L2 M.INALTERADA
PROF. (m)	3.45 - 4.05

Curva Granulométrica



OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente informe no podrá reproducirse en forma parcial sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad para PERÚ COMPRAS (OSCE 1993)

HECHO POR: Téc. J.V.V.
FECHA DE ENSAYO: Del 12 al 13 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (PAG. 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64251 -03- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 16 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34509)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

NTP 339.139 / BS1377

MUESTRA	PROF. (m)	PESO VOLUMÉTRICO (g/cm3)
SHELBY N° 02 S8/L2 M. INALTERADA	5.75 - 6.75	1.668
SHELBY N° 01 S8/L2 M. INALTERADA	3.45 - 4.05	1.902

OBSERVACIONES :

1.-Muestra provista e identificada por el peticionario
2.-Se realizó el ensayo con el método de **MEDICIÓN LINEAL.**

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI. GP 004: 1993).

HECHO POR : Téc. J.V.V.
FECHA DE ENSAYO : Del 28 al 29 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

Expediente N°	: 64252 -01- 2013
Peticionario	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Atención	: ING. DANIELE BASSI
Proyecto	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
Ubicación	: LIMA - CALLAO
F. de recepción de muestra	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de solicitud	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de cancelación	SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34503)
Fecha de emisión	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS
NTP 339.154 / ASTM D2435

DATOS DE LA MUESTRA:

MUESTRA	SHELBY N° 02 S8/L2 M INALTERADA
PROFUNDIDAD (m)	5.75 - 6.75
Condición de la muestra	: REMOLDEADA

	DATOS INICIALES	DATOS FINALES
Humedad (%)	15.8	21.4
Peso específico seco (g/cm3)	1.44	1.64
Relación de vacíos	0.843	0.617
Grado de saturación (%)	49.7	67.1

Peso específico relativo de sólidos Gs = 2.65
Indice de compresibilidad, Cc 0.190

INCREMENTO DE CARGA kPa	RELACIÓN DE VACÍOS INSTANTÁNEA	COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN (cm2/min)
0	0.843	---
25	0.795	0.2905
50	0.759	0.2157
100	0.713	0.2002
200	0.656	0.2314
400	0.598	0.2004
100	0.607	---
25	0.617	

Observaciones
1) Muestra provista e identificada por el peticionario.
2) -A solicitud del peticionario el espécimen de ensayo fue remoldeado a la densidad del Peso Volumétrico (según el expediente N°64251-03-2013)
3) Los coeficientes de consolidación se calcularon siguiendo el método analítico de Sivaram y Swamee (1977)
4) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc.J.V.V
FECHA DE ENSAYO: Del 29 de Octubre al 13 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

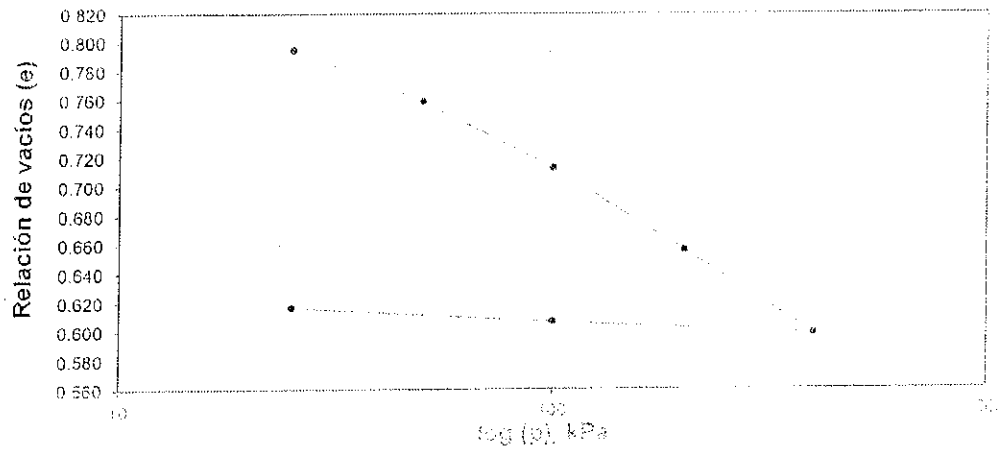
Expediente N°	: 64252 -01- 2013
Peticionario	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Atención	: ING. DANIELE BASSI
Proyecto	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
Ubicación	: LIMA - CALLAO
F. de recepción de muestra	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de solicitud	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de cancelación	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34503)
Fecha de emisión	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS
NTP 339.154 / ASTM D2435

DATOS DE LA MUESTRA:

MUESTRA	: SHELBY N° 02 S8/L2 M. INALTERADA
PROFUNDIDAD (m)	: 5.75 - 6.75
Condición de la muestra	: REMOLDEADA

Curva de compresibilidad



Observaciones
1) Muestra provista e identificada por el peticionario
2) -A solicitud del peticionario el espécimen de ensayo fue remoldeado a la densidad del Peso Volumétrico
3) Los coeficientes de consolidación se calcularon siguiendo el método analítico de Sivaram y Swamee (1977).
4) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc.J.V.V.
FECHA DE ENSAYO: Del 29 de Octubre al 13 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64252 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34503)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
SHELBY N°02 S8/L2 M INALTERADA	5.75 - 6.75	2.5

OBSERVACIÓN : Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004 :1993)

HECHO POR : L.V.E.
FECHA DE ENSAYO : Del 05 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64252 -03- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34503)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
NTP 339.171 / ASTM D3080

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :

MUESTRA : SHELBY N°01 S8 / L2 M. INALTERADA
PROF. (m) : 3.45 - 4.05
CONDICIÓN : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
VELOCIDAD DE CORTE : 0,5 mm/min

Especimen N°	I	II	III
DATOS INICIALES			
Lado del anillo (mm)	60.00	60 00	60.00
Altura Inicial de muestra (mm)	20.00	20.00	20.00
Area del anillo (cm2)	36.00	36.00	36.00
Densidad húmeda inicial (gr/cm3)	1.902	1 902	1.902
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1 527	1 527	1.527
Cont. de humedad inicial (%)	24.6	24.6	24 6
DATOS FINALES			
Altura final de muestra (mm)	18 52	18.22	18.12
Densidad húmeda final (gr/cm3)	1.995	2.004	2.010
Densidad seca final (gr/cm3)	1.649	1.676	1.685
Cont. de humedad final (%)	21.0	19.6	19.3
Esfuerzo normal (kg/cm²)	0.56	1 11	1.67
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm²)	0.37	0.72	1.01

RESULTADOS:

Angulo de fricción (ϕ) 29.7 °
Cohesión (c) 0.07 kg/cm2

1).-Muestra provista e identificada por el peticionario
2).-A solicitud del peticionario los especimenes de ensayo fueron remoldeados al densidad del Peso Volumétrico (según el expediente N°64251-03-2013)

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. J.V.V
FECHA DE ENSAYO : Del 07 al 13 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

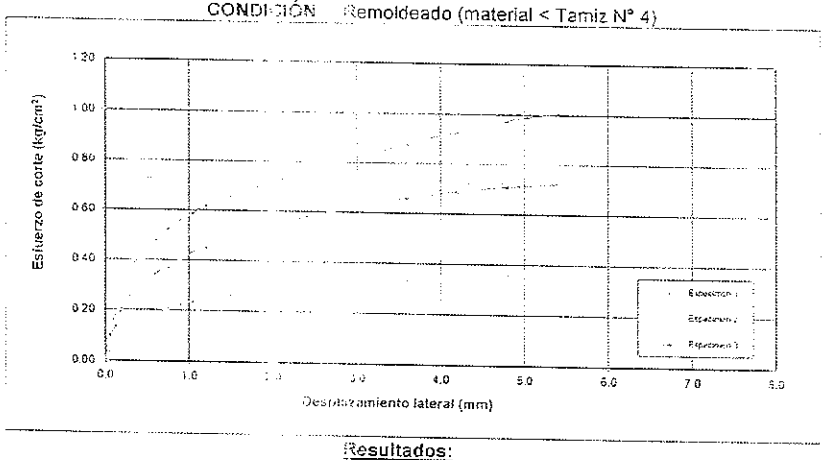
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO
INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64252 -03- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

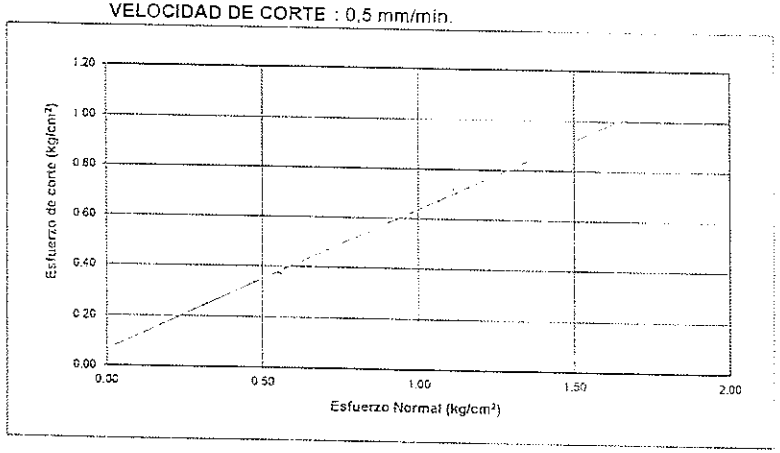
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
NTP 339.171 / ASTM D3080

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA	SHELBY N°01 S8 / L2 M. INALTERADA
PROF. (m)	3.45 - 4.05
CONDICIÓN	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)



VELOCIDAD DE CORTE : 0,5 mm/min.



Resultados:

Ángulo de fricción (ϕ)	26.7°
Cohesión (c)	0.07 kg/cm2

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1994)

TÉCNICO LSA-LEM: Téc. J.V.V.
FECHA DE ENSAYO: Del 07 al 13 de Noviembre del 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

[12782]
012379

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64252 -04- 2013
PETICIONARIO	. COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34503)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 13 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

MUESTRA	SHELBY N°02 S8/L2 M. INALTERADA	SHELBY N°01 S8/L2 M INALTERADA
PROF. (m)	5.75 - 6.75	3.45 - 4.05
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	840	1529

OBSERVACIONES:

1) -Muestra provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : L.V.E.
FECHA DE ENSAYO Del 21 de Octubre al 05 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

[12784]

012381

PERÚ

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64676 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34873)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
S7/L2	M - 1	20 70	0.8
S2/L2	M - 1	30 15	2.3

OBSERVACIONES : Muestras provistas e identificadas por el Peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : L.V.E

FECHA DE ENSAYO : Del 24 al 26 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 01 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
OBRA	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
S8/L2	M - 1	3.00 - 3.45	10.1
S2/L2	M - 1	29.65	39.4
S7/L2	M - 1	22.85 - 22.96	12.7
S2/L2	M - 1	26.85	22.3
S1/L2	M - 1	6.00	4.4

OBSERVACIONES

1).-Muestras tomadas e identificadas por el Peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 : 1993)

HECHO POR : L.V.E.
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNIA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S8/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	3.00 - 3.45

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	100.0
N°20	100.0
N°40	98.5
N°60	95.6
N°140	80.5
N°200	78.1

% LÍMITE LÍQUIDO	25
% LÍMITE PLÁSTICO	18
% ÍNDICE PLÁSTICO	7

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	CL - ML
NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA LIMOSA CON ARENA

OBSERVACIÓN
1 -Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI FARRO
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

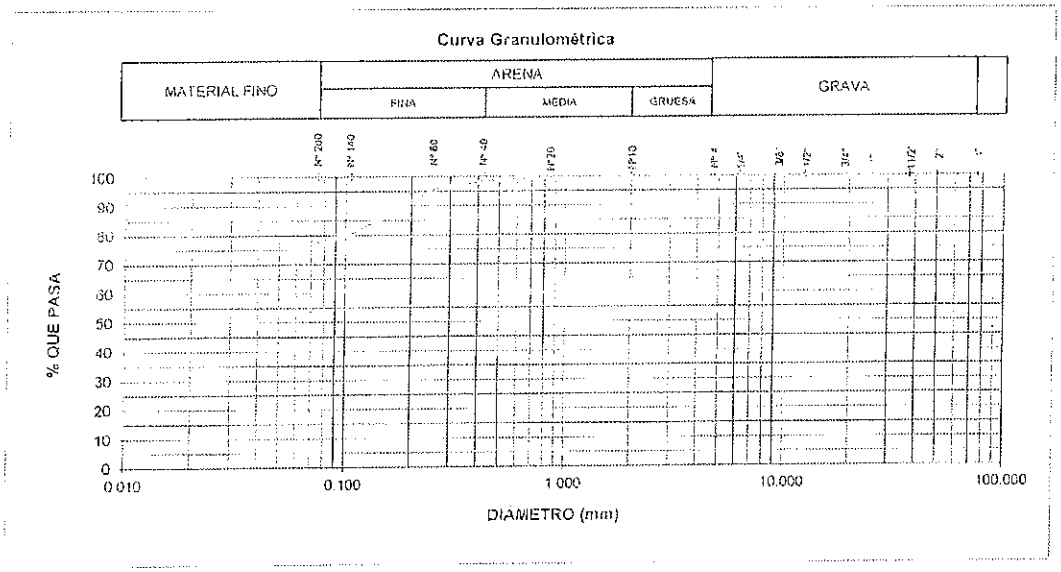
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S8/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	3.00 - 3.45



OBSERVACION
1. Muestra proveída e identificada por el peticionario.

El presente documento no debe ser usado sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004:1993).

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	29.65

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	99.2
N°20	98.2
N°40	97.9
N°60	97.6
N°140	96.8
N°200	96.0

% LÍMITE LÍQUIDO	40
% LÍMITE PLÁSTICO	22
% ÍNDICE PLÁSTICO	18

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	CL
NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

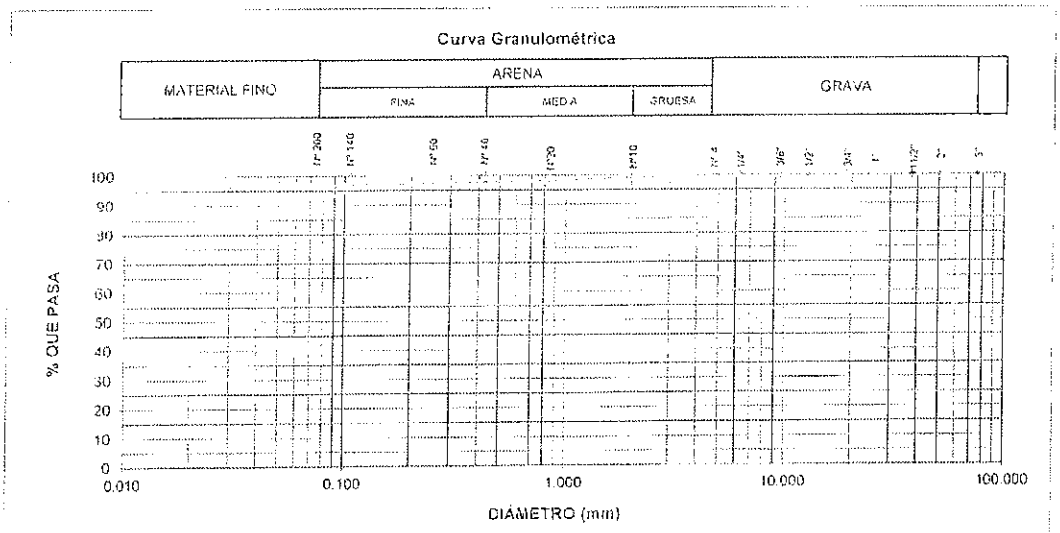
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	29.65



OBSERVACIÓN
Muestra [illegible]

[illegible] salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004:1993)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02C - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S7/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	22.85 - 22.96

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	81.4
3/8"	81.4
1/4"	80.3
N°4	79.0
N°10	73.8
N°20	55.8
N°40	37.4
N°60	27.8
N°140	18.1
N°200	15.7

% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	SM
NOMBRE DE GRUPO	ARENA LIMOSA CON GRAVA

OBSERVACIÓN:
1 -Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

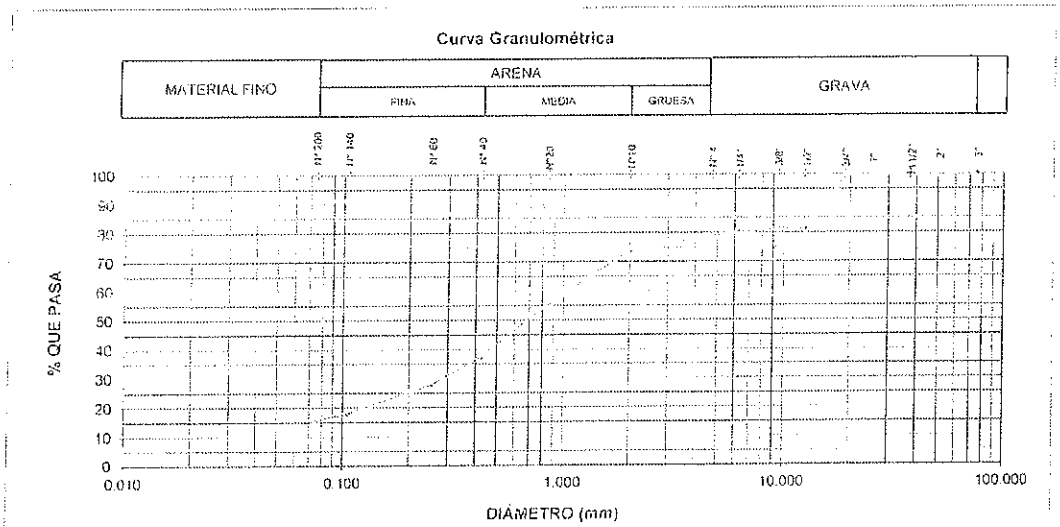
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02C - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCION S A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F DE RECEPCIÓN MUESTRA	SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S7/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	22.85 - 22.96



OBSERVACIÓN:
* Muestra proporcionada e identificada por el peticionario

Salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI - DP 001:1995)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02D - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	26.85

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	99.5
N°20	98.2
N°40	94.2
N°60	86.0
N°140	53.9
N°200	42.0

% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	SM
NOMBRE DE GRUPO	ARENA LIMOSA

OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

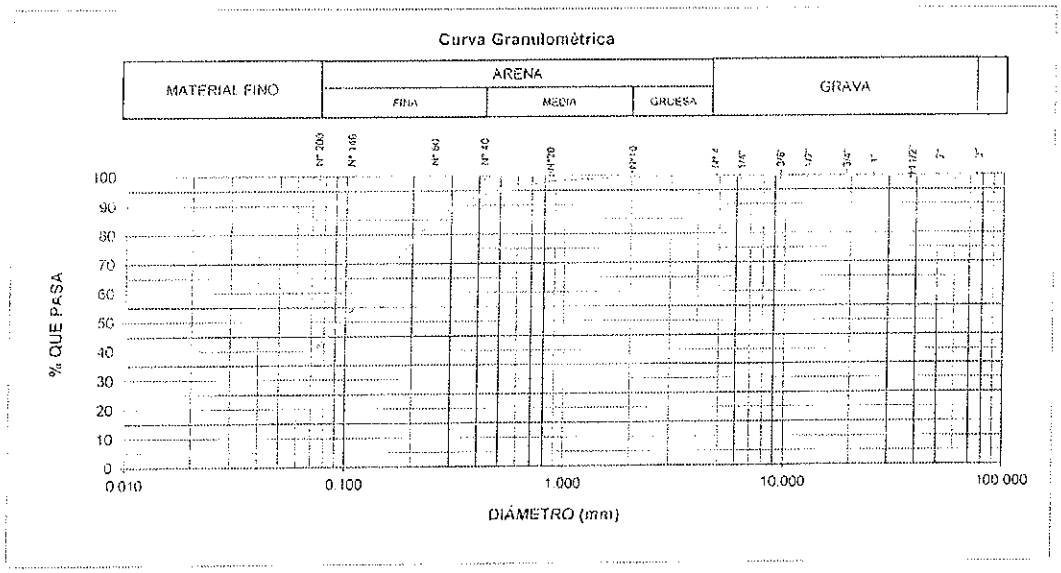
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 02D - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	26.85



OBSERVACIÓN:
- Muestra proporcionada e identificada por el peticionario

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización del SENCICO, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI-GT 002:1993)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE ENSAYO N° [illegible] (página 01 de 02)

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
ATENCIÓN:	[illegible]
PROYECTO:	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO "[illegible] AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN:	LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	San Borja, 14 de octubre del 2013
FECHA DE SOLICITUD:	San Borja, 14 de octubre del 2013
FECHA DE CONTRATO:	San Borja, 14 de octubre del 2013 (FAC. N° 040 - 34934)
FECHA DE EMISIÓN:	San Borja, 17 de octubre del 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S1/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	6.00

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
[illegible]	100.0
[illegible]	100.0
1"	91.3
3/4"	88.8
1/2"	86.4
N°4	79.2
N°10	65.3
N°20	51.2
N°40	40.9
N°80	34
N°140	29
N°200	25.9

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

OBSERVACIONES:
[illegible]

[illegible]

[illegible]

Ing. VANNA GUFFANTE BARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

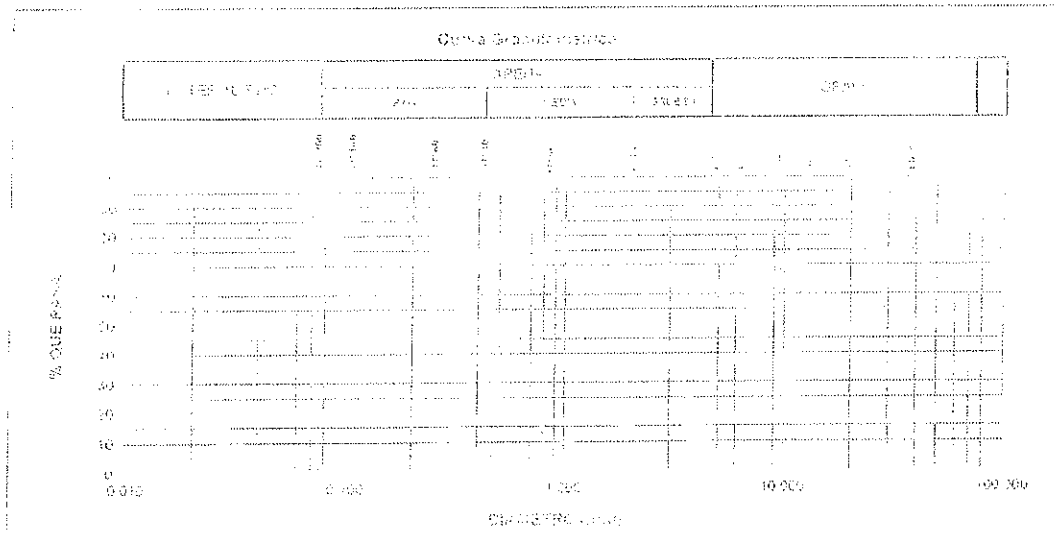
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	[illegible] - 013 - 2013
PETICIONARIO	CONSORCIO INGENIERÍA CONSULTORES S.A.
ATENCIÓN	ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCION MUESTRA	SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACION	SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (Rec. N° 0390 - 3483)
FECHA DE EMISION	SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S1-C2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	6.00



[illegible]

[illegible]

RECIBO POR [illegible]

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ
Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64277 - 03 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	DE LIMA Y CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34634)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
S8/L2	M - 1	3.00 - 3.45	2.5
S2/L2	M - 1	29.65	2.0
S2/L2	M - 1	26.85	2.7

OBSERVACIONES : Muestras provistas e identificadas por el Peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio
para fines de carácter comercial. Solo podrá ser reproducido en su totalidad.

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64278 - 01 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34635)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	29.65

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p p m) NTP 339.178 / AASHTO T290	541

OBSERVACIONES:

1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR . L.V.E.
FECHA DE ENSAYO . Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GIUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64278 - 02 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
OBRA	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34635)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
S1/L2	M - 1	3.00 - 3.45	2.5
S7/L2	M - 1	20.70	28.0
S2/L2	M - 1	30.15	33.3
S2/L2	M - 1	2.50	38.2

OBSERVACIONES

1) -Muestras tomadas e identificadas por el Peticionario

El presente documento no debera reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI - GP 004 1993)

HECHO POR : L.V.E.
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (PAG. 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: **64254 -01- 2013**
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34506)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO

NTP 339.139 / BS1377

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	PESO VOLUMÉTRICO (g/cm3)
S2 / L2 SHELBY N° 01	M. INALTERADA (TUBO)	3.75 - 4.25	1.680

OBSERVACIONES :
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario
2.-Se realizó el ensayo con el método de **MEDICIÓN LINEAL.**
3.-La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 13 al 14 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANIA GIL SANTIBAÑEZ
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N° : 64254 -02- 2013
PETICIONARIO : COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN : ING. DANIELE BASSI
PROYECTO : ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34506)
FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO

ASTM D 2166 / NTP 339.167

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA :

CALICATA : S2 / L2 SHELBY N° 01
MUESTRA : M. INALTERADA (TUBO)
PROFUNDIDAD (m): 3.75 - 4.25
CONDICIÓN: REMOLDEADA

DATOS INICIALES:

Diámetro	7.11	cm	Contenido de humedad	14.7 %
Altura	14.17	cm	Densidad húmeda	1.680 g/cm3
			Densidad seca	1.465 g/cm3

Deform. unit.(%)	Esf. axial (kg/cm2)	Deform. unit.(%)	Esf. axial (kg/cm2)	Deform. unit.(%)	Esf. axial (kg/cm2)
0.00	0.00	0.99	2.10	1.98	3.22
0.07	0.01	1.06	2.31	2.05	3.26
0.14	0.05	1.13	2.49	2.12	3.26
0.21	0.17	1.20	2.61	2.19	3.23
0.28	0.33	1.27	2.70	2.26	3.17
0.35	0.47	1.34	2.72	2.33	3.10
0.42	0.63	1.41	2.80	2.40	2.96
0.49	0.77	1.48	2.87	2.47	2.86
0.56	0.94	1.55	2.90	2.54	2.75
0.63	1.09	1.62	2.99	2.61	2.64
0.71	1.30	1.69	3.01	2.68	2.56
0.78	1.59	1.76	3.07	2.75	2.46
0.85	1.78	1.83	3.14	2.82	2.33
0.92	1.96	1.90	3.18	2.89	...

OBSERVACIONES:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario.
2).-A solicitud del peticionario el espécimen de ensayo fue remoldeado a la densidad del Peso Volumétrico (según el expediente N°64254-01-2013)
3.-La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 14 al 15 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANINA QUEZADA PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
JUAN BASABE GARCIA
APODERADO LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64254 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34506)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

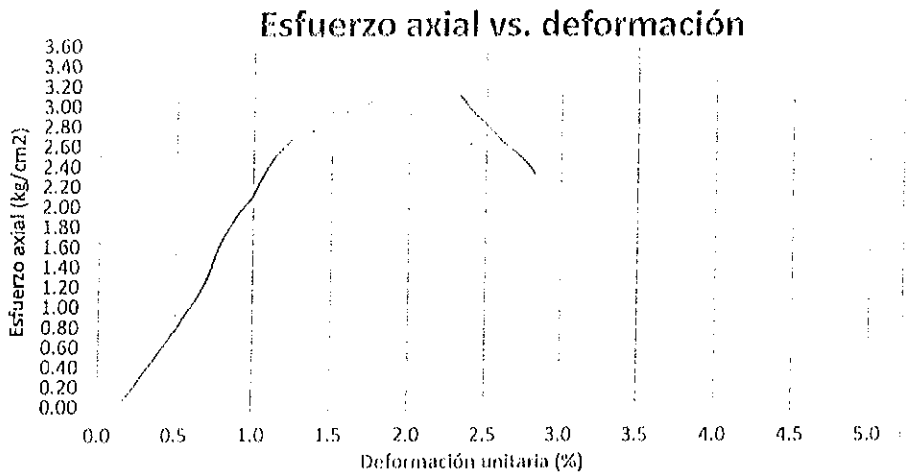
MÉTODO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO

NTP 339.167 / ASTM D2166

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA :

CALICATA : S2 / L2 SHELBY N° 01
MUESTRA : M. INALTERADA (TUBO)
PROFUNDIDAD (m): 3.75 - 4.25
CONDICIÓN: REMOLDEADA

Resistencia a la compresión máxima (qu):	3.26	kg/cm2
Cohesión (c):	1.63	kg/cm2



OBSERVACIONES:

1.-Muestra provista e identificada por el peticionario.

2).-A solicitud del peticionario el espécimen de ensayo fue remoldeado a la densidad del Peso Volumétrico (según el expediente N°64254-01-2013)

3.-La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 14 al 15 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUILIANI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64278 - 03A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC N° 040 - 34635)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S7/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	20.70

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	98.9
N°20	97.8
N°40	93.5
N°60	57.1
N°140	15.5
N°200	13.2

% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% INDICE PLÁSTICO	N.P.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	SM
NOMBRE DE GRUPO	ARENA LIMOSA

OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004:1993).

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

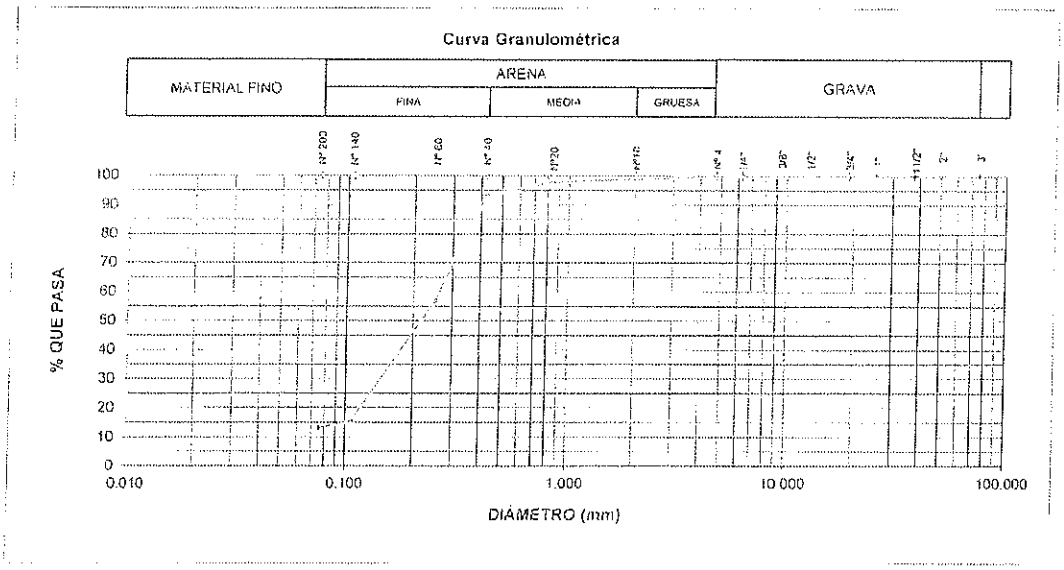
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64278 - 03A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC N° 040 - 34635)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S7/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	20.70



OBSERVACIÓN
1.-Muestra proveída e identificada por el peticionario

Salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004:1995)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64278 - 03B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34635)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	30.15

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	100.0
N°20	100.0
N°40	100.0
N°60	99.8
N°140	99.6
N°200	99.3

% LÍMITE LÍQUIDO	54
% LÍMITE PLÁSTICO	26
% ÍNDICE PLÁSTICO	28

CLASIFICACION DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	CH
NOMBRE DE GRUPO	ARCILLA ALTA PLASTICIDAD

OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI .GP 004 1993)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

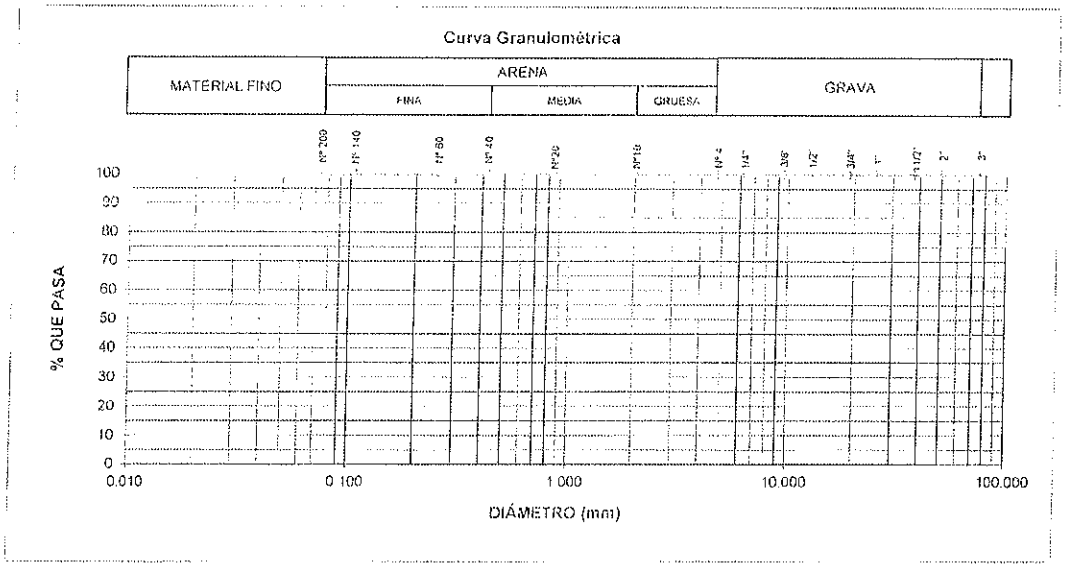
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64278 - 03B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FAC. N° 040 - 34635)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

CALICATA	S2/L2
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	30.15



OBSERVACIÓN
- Muestra provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio.
salvo que la reproducción sea en su totalidad (LEY PERUANA INDECOPI DP 004 1993)

HECHO POR : L.V.E
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64279 - 01 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	DE LIMA Y CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34636)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C-4/L2	M - 2	8.60 - 9.10	2.5

OBSERVACIONES : Muestras provistas e identificadas por el Peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : L.V.E.
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64279 - 02 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	. SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 24 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34636)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 07 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C-4/L2
MUESTRA	M - 2
PROF. (m)	8.60 - 9.10

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p p m) NTP 339.178 / AASHTO T290	276

OBSERVACIONES:
1).-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : L.V.E.
FECHA DE ENSAYO : Del 04 al 06 de Noviembre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012405

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64250 -01- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMALAV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34506)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C - 1	M - 1	3.30	17.1
C - 1	M - 2	4.10	3.5
C - 1	M - 3	4.40	3.2

OBSERVACIÓN : Muestras provistas e identificadas por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 24 al 28 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64250 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34506)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C - 1	C - 1	C - 1
MUESTRA	M - 1	M - 2	M - 3
PROF. (m)	3.30	4.10	4.40

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	12688	8120	5686

OBSERVACIONES:

1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64246 -01- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34505)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C - 2	M - 6	8.70 - 10.20	1.9

OBSERVACIÓN : Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 24 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64246 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34505)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C - 2
MUESTRA	M - 6
PROF. (m)	8.70 - 10.20

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	521

OBSERVACIONES:
1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64239 -01- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34503)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA
ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C - 2	M - 1	1.40	2.4
C - 2	M - 2	1.70	1.4
C - 2	M - 3	2.50	2.0
C - 2	M - 4	5.00	1.5
C - 2	M - 5	7.00	1.7

OBSERVACIÓN : Muestras provistas e identificadas por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 24 al 28 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12813] 012410

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N° : 64239 -02- 2013
PETICIONARIO : COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN : ING. DANIELE BASSI
PROYECTO : ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA : SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD : SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34503)
FECHA DE EMISION : SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C - 2	C - 2	C - 2	C - 2	C - 2
MUESTRA	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4	M - 5
PROF. (m)	1.40	1.70	2.50	5.00	7.00
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	837	309	607	436	916

OBSERVACIONES:
1).-Muestras provistas e identificadas por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 28 de Octubre del 2013

Ing. YANINA QUISPANTI PARI
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64238 -01- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34505)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C - 3	M - 1	4.60	2.0
C - 3	M - 2	8.70	0.6

OBSERVACIÓN : Muestras provistas e identificadas por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 24 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012412

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64230 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34505)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C - 3	C - 3
MUESTRA	M - 1	M - 2
PROF. (m)	4.60	8.70

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	140	105

OBSERVACIONES:

1).-Muestras provistas e identificadas por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 28 de Octubre del 2013

Ing. JANNA GUEVARA PARI
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64237 -01- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34505)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C - 4	M - 1	1.70	5.4

OBSERVACIÓN : Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 24 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANIA ORTIZ ANTEZANA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

012414

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64237 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34505)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C - 4
MUESTRA	M - 1
PROF. (m)	1.70

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	1968

OBSERVACIONES:
1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GIUFFANTI
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012415

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

Expediente N°	: 64128 -01A- 2013
Peticionario	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Atención	: ING. DANIELE BASSI
Proyecto	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
Ubicación	: LIMA - CALLAO
F. de recepción de muestra	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de solicitud	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de cancelación	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34431)
Fecha de emisión	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS
NTP 339.154 / ASTM D2435

DATOS DE LA MUESTRA:

CALICATA	: C - 1 / L2
MUESTRA	: M. INALTERADA
PROFUNDIDAD (m)	: 3.65 - 3.90
Condición de la muestra	: INALTERADA

	DATOS INICIALES	DATOS FINALES
Humedad (%)	41.8	41.6
Peso específico seco (g/cm3)	1.09	1.23
Relación de vacíos	1.409	1.133
Grado de saturación (%)	77.7	77.4

Peso específico relativo de sólidos Gs = 2.62
Indice de compresibilidad, Cc 0.518

INCREMENTO DE CARGA kPa	RELACIÓN DE VACÍOS INSTANTÁNEA	COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN (cm2/min)
0	1.409	---
25	1.400	0.1303
50	1.389	0.0505
100	1.361	0.0809
200	1.233	0.1523
400	1.077	0.1788
100	1.103	---
25	1.133	---

Observaciones:
1) Muestra provista e identificada por el peticionario.
2) El especimen fue tallado de la muestra inalterada
3) Los coeficientes de consolidación se calcularon siguiendo el método analítico de Sivaram y Swamee (1977).
4) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc.Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO: Del 14 al 24 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

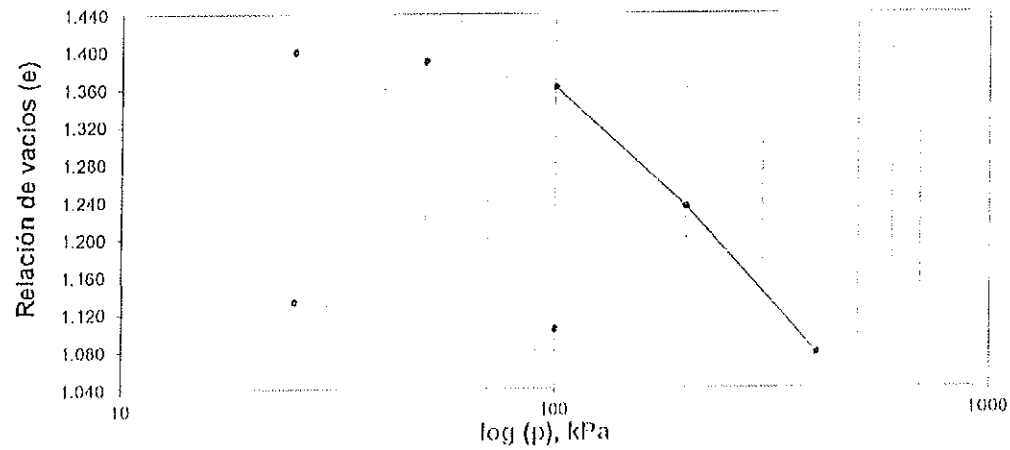
Expediente N°	: 64128 -01A- 2013
Peticionario	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Atención	: ING. DANIELE BASSI
Proyecto	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
Ubicación	: LIMA - CALLAO
F. de recepción de muestra	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de solicitud	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de cancelación	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34431)
Fecha de emisión	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS
NTP 339.154 / ASTM D2435

DATOS DE LA MUESTRA:

CALICATA	: C - 1 / L2
MUESTRA	: M. INALTERADA
PROFUNDIDAD (m)	: 3.65 - 3.90
Condición de la muestra	: INALTERADA

Curva de compresibilidad



Observaciones:
1) Muestra provista e identificada por el peticionario.
2) El especimen fue tallado de la muestra inalterada
3) Los coeficientes de consolidación se calcularon siguiendo el método analítico de Sivaram y Swamee (1977).
4) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc.Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO: Del 14 al 24 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARIAS
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

Expediente N°	: 64128 -01B- 2013
Peticionario	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Atención	: ING. DANIELE BASSI
Proyecto	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
Ubicación	: LIMA - CALLAO
F. de recepción de muestra	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de solicitud	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de cancelación	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34431)
Fecha de emisión	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS
NTP 339.154 / ASTM D2435

DATOS DE LA MUESTRA:

CALICATA	: S2 / L2 SHEYBY N° 01
MUESTRA	: M. INALTERADA (TUBO)
PROFUNDIDAD (m)	: 3.75 - 4.25
Condición de la muestra	: REMOLDEADA

	DATOS INICIALES	DATOS FINALES
Humedad (%)	14.7	22.7
Peso específico seco (g/cm3)	1.46	1.54
Relación de vacíos	0.776	0.687
Grado de saturación (%)	49.2	76.2

Peso específico relativo de sólidos Gs =	2.60
Indice de compresibilidad, Cc	0.210

INCREMENTO DE CARGA kPa	RELACIÓN DE VACÍOS INSTANTÁNEA	COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN (cm2/min)
0	0.776	---
25	0.770	0.1111
50	0.765	0.0354
100	0.753	0.0929
200	0.729	0.0837
400	0.666	0.1629
100	0.675	---
25	0.687	---

Observaciones:
1) Muestra provista e identificada por el peticionario.
2).-A solicitud del peticionario el espécimen de ensayo fue remoldeado a la densidad del Peso Volumétrico (según el expediente N°64254-01-2013)
3) Los coeficientes de consolidación se calcularon siguiendo el método analítico de Sivaram y Swamee (1977).
4) La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.
5) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc.Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO: Del 14 al 24 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Ing. VANINA GUIFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

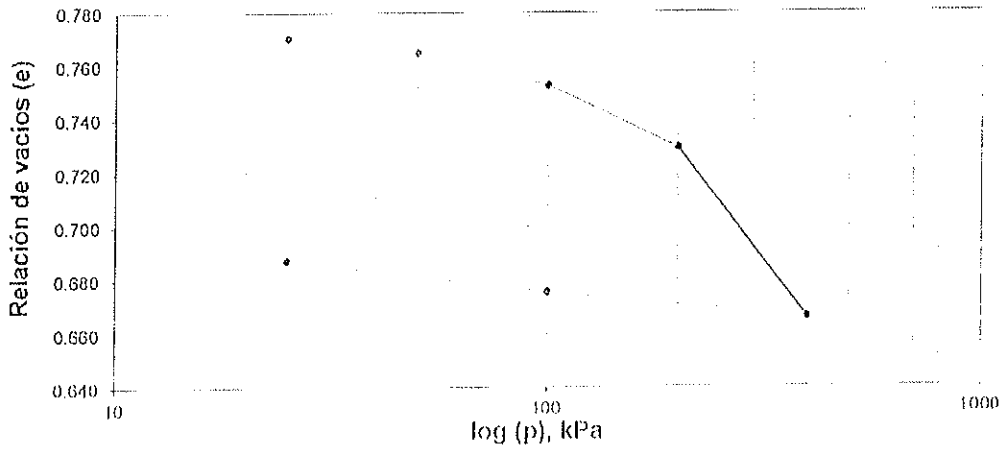
Expediente N°	: 64128 -01B- 2013
Peticionario	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Atención	: ING. DANIELE BASSI
Proyecto	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
Ubicación	: LIMA - CALLAO
F. de recepción de muestra	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de solicitud	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
Fecha de cancelación	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34431)
Fecha de emisión	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE SUELOS
NTP 339.154 / ASTM D2435

DATOS DE LA MUESTRA:

CALICATA	: S2 / L2 SHEYBY N° 01
MUESTRA	: M. INALTERADA (TUBO)
PROFUNDIDAD (m)	: 3.75 - 4.25
Condición de la muestra	: REMOLDEADA

Curva de compresibilidad



Observaciones:
1) Muestra provista e identificada por el peticionario.
2).-A solicitud del peticionario el espécimen de ensayo fue remoldeado a la densidad del Peso Volumétrico
3) Los coeficientes de consolidación se calcularon siguiendo el método analítico de Sivaram y Swamee (1977).
4) La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.
5) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

HECHO POR : Téc.Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO: Del 14 al 24 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUIFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 DE 01)

EXPEDIENTE N°	: 64120 -02- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MATERIAL	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34131)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA ASTM D2974

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (%)
C - 1 / I2	M. INALTERADA	3.65 - 3.90	7.1
S2/L2 SHELBY N°01	M. INALTERADA (TUBO)	3.75 - 4.25	7.6

OBSERVACIÓNES :

1).-Muestras provistas e identificadas por el peticionario

2).-La muestra S2/L2 SHELBY, presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 22 al 23 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANIA GUEVARA PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64128 -03A- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34431)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
NTP 339.171 / ASTM D3080

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :

CALICATA : C-1 / L2
MUESTRA : M. INALTERADA
PROF. (m) : 3.65 - 3.90
CONDICIÓN : Muestra inalterada
VELOCIDAD DE CORTE : 0,5 mm/min.

Especimen N°	I	II	III
DATOS INICIALES			
Lado del anillo (mm)	60.00	60.00	60.00
Altura Inicial de muestra (mm)	20.00	20.00	20.00
Area del anillo (cm2)	36.00	36.00	36.00
Densidad húmeda inicial (gr/cm3)	1.665	1.665	1.665
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.074	1.075	1.078
Cont. de humedad inicial (%)	55.12	54.90	54.50
DATOS FINALES			
Altura final de muestra (mm)	19.77	19.19	18.64
Densidad húmeda final (gr/cm3)	1.884	1.795	1.745
Densidad seca final (gr/cm3)	1.086	1.120	1.156
Cont. de humedad final (%)	73.42	60.22	50.93
Esfuerzo normal (kg/cm²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm²)	0.45	0.68	0.96

RESULTADOS:

Ángulo de fricción (ϕ): 24.6 °
Cohesion (c) : 0.18 kg/cm2

OBSERVACIONES:

1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.
2).-Los especimenes de ensayo fueron Tallados de la muestra inalterada

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 18 al 21 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUE FANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

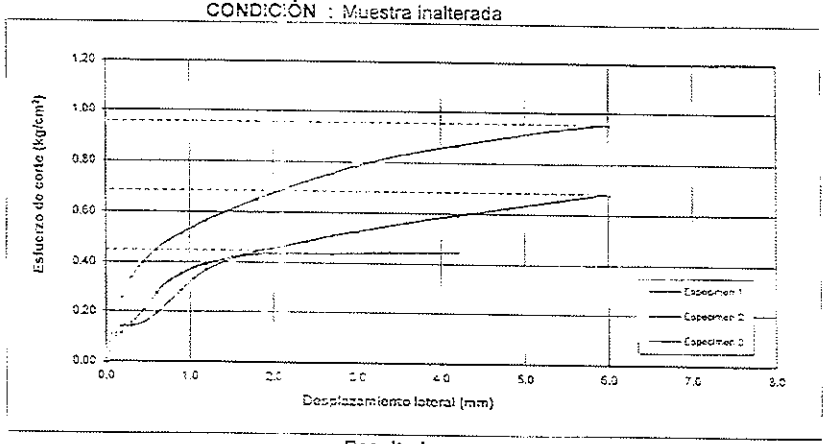
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO
INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64128 -03A- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

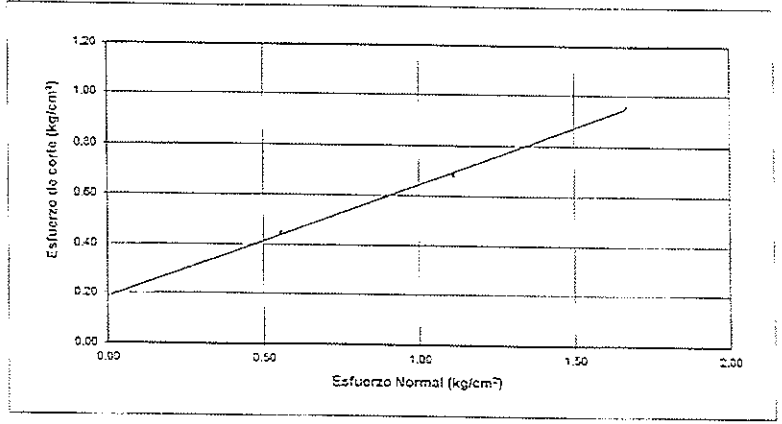
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
NTP 339.171 / ASTM D3080

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

CALICATA : C-1 / L2
MUESTRA : M. INALTERADA
PROF. (m) : 3.85 - 3.90
CONDICIÓN : Muestra inalterada



VELOCIDAD DE CORTE : 0,5 mm/min.



Resultados:

Angulo de fricción (ϕ)	24.6°
Cohesión (c)	0.18 kg/cm2

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 18 al 21 de Octubre del 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

[12824]
012421

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64128 -03B- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34431)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
NTP 339.171 / ASTM D3080

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :

CALICATA	: S2 / L2 SHELBY N°1
MUESTRA	: M. INALTERADA (TUBO)
PROF. (m)	: 3.75 - 4.25
CONDICIÓN	: Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
VELOCIDAD DE CORTE	: 0,5 mm/min.

Especimen N°	I	II	III
DATOS INICIALES			
Lado del anillo (mm)	60.00	60.00	60.00
Altura Inicial de muestra (mm)	20.00	20.00	20.00
Area del anillo (cm2)	36.00	36.00	36.00
Densidad húmeda inicial (gr/cm3)	1.680	1.680	1.680
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.465	1.465	1.465
Cont. de humedad inicial (%)	14.70	14.70	14.70
DATOS FINALES			
Altura final de muestra (mm)	19.92	19.65	19.28
Densidad húmeda final (gr/cm3)	1.859	1.847	1.893
Densidad seca final (gr/cm3)	1.471	1.491	1.519
Cont. de humedad final (%)	26.43	23.90	24.61
Esfuerzo normal (kg/cm²)	0.56	1.11	1.67
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm²)	0.52	0.93	1.23

RESULTADOS:

Ángulo de fricción (ϕ):	32.4 °
Cohesion (c) :	0.19 kg/cm2

OBSERVACIONES:

1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.
2).-A solicitud del peticionario los especímenes de ensayo fueron remoldeados al densidad del Peso Volumétrico (según el expediente N°64254-01-2013)
3).-La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 22 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

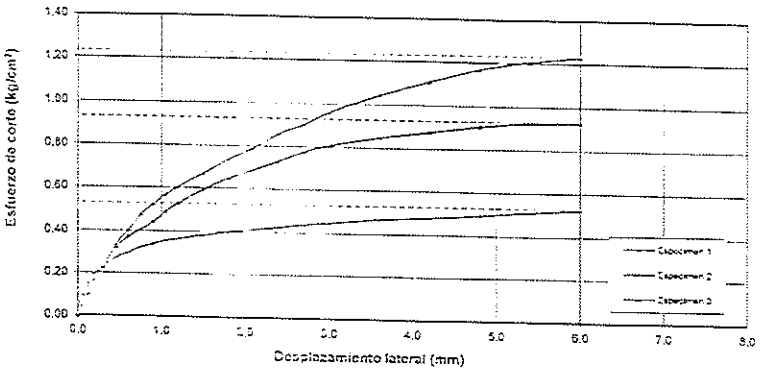
EXPEDIENTE N°	: 64128 -03B- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

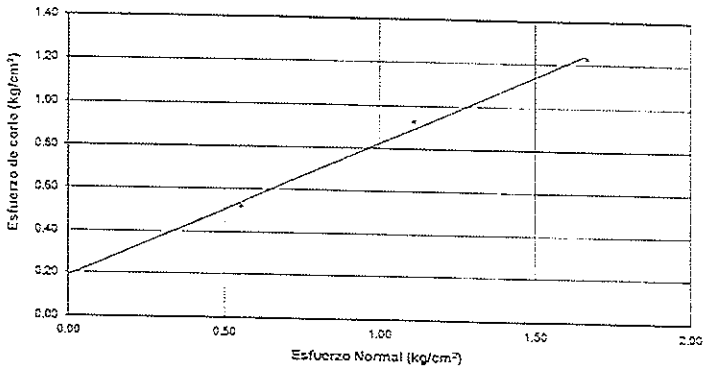
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
NTP 339.171 / ASTM D3080

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

CALICATA : S2 / L2 SHELBY N°1
MUESTRA : M. INALTERADA (TUBO)
PROF. (m) : 3.75 - 4.25
CONDICIÓN : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

VELOCIDAD DE CORTE : 0.5 mm/min.





Resultados:

Angulo de fricción (ϕ)	32.4°
Cohesión (c)	0.19 kg/cm2

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

TÉCNICO LSA-LEM : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 21 al 22 de Octubre del 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

[12826] 012423

PERÚ
Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64138 -04- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34431)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	C-1 / L2	S2 / L2 SHELBY N°01
MUESTRA	M. INALTERADA	M. INALTERADA (YUBO)
PROF. (m)	3.65 - 3.90	3.75 - 4.25

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	8926	17544

OBSERVACIONES:
1).-Muestras provistas e identificadas por el peticionario.
2).-La muestra S2/L2 SHELBY, presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Octubre del 2013

Ing. VANIA CURTANI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012425

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64127 - 01 - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127 / ASTM D2216

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1 / L2	M. INALTERADA	3.65 - 3.90	45.7
S2 / L2 SHELBY N°01	M. INALTERADA (TUBO)	3.75 - 4.25	14.7

OBSERVACIONES :

1).-Muestras tomadas e identificadas por el Peticionario

2).-La muestra S2/L2 SHELBY, presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 14 al 15 de Octubre del 2013.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. MARIA GUTIANTI PARRA
Jefa del Laboratorio de Ensayos Especiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64127 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	C-1 / L2
MUESTRA	M. INALTERADA
PROF. (m)	3.65 - 3.90

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	98.0
N°20	95.7
N°40	92.2
N°60	82.9
N°140	70.6
N°200	69.3

% LÍMITE LÍQUIDO	46
% LÍMITE PLÁSTICO	29
% ÍNDICE PLÁSTICO	17

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	MI
NOMBRE DE GRUPO	LIMO ARENOSO

OBSERVACIÓN:
1.- Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde.
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Ing. VANNA GUILLÉN PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

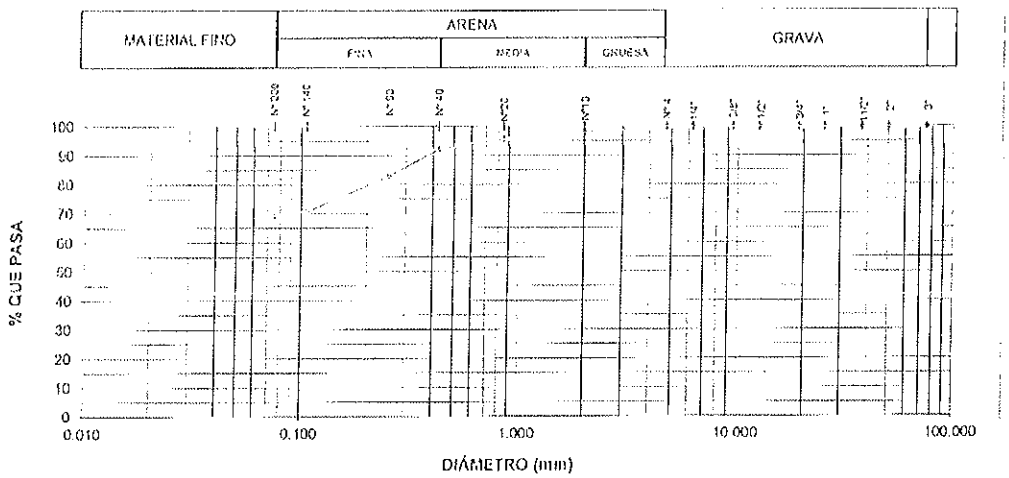
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64127 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

CALICATA	C-1 / L2
MUESTRA	M. INALTERADA
PROF. (m)	3.65 - 3.90

Curva Granulométrica



OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde.
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA CORTANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12831]

012428

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64127 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM D422

CALICATA	S2 / L2 SHELBY N° 01
MUESTRA	M. INALTERADA (TUBO)
PROF. (m)	3.75 - 4.25

TAMIZ	% QUE PASA
3"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
N°4	100.0
N°10	100.0
N°20	97.1
N°40	87.5
N°60	63.2
N°140	43.5
N°200	41.9

% LÍMITE LÍQUIDO	34
% LÍMITE PLÁSTICO	22
% ÍNDICE PLÁSTICO	12

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS (ASTM D2487)	SC
NOMBRE DE GRUPO	ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario
2.-La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde.
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Octubre del 2013

Ing. VANIA CURI ANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

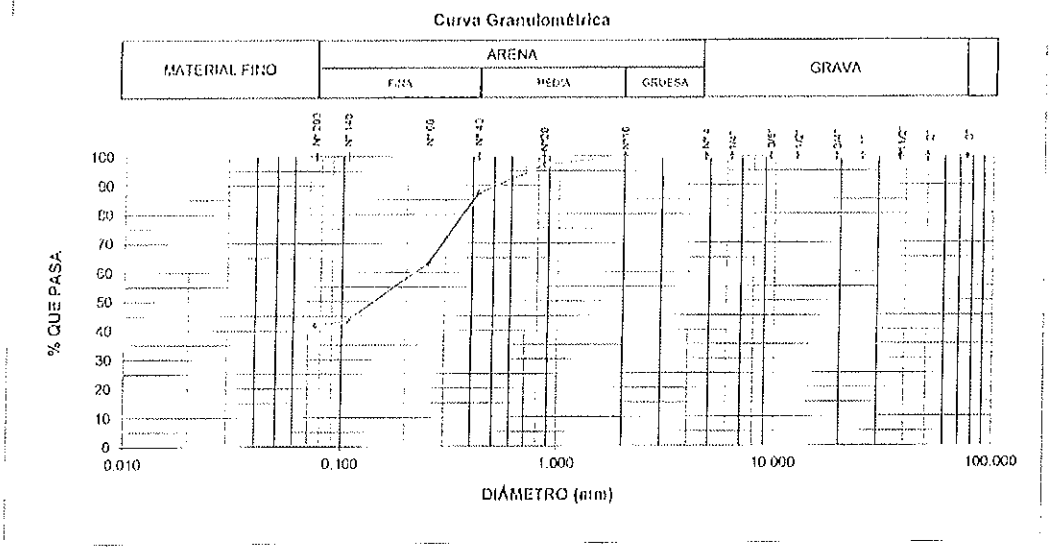
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 02 de 02)

EXPEDIENTE N°	: 64127 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
F.DE RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

CALICATA	S2 / L2 SHELBY N° 01
MUESTRA	M. INALTERADA (TUBO)
PROF. (m)	3.75 - 4.25



OBSERVACIÓN:
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario
2. La muestra presenta la identificación de hora inicio 3:24, hora fin: 3:29 pm - presión inicial 1050 PSI presión final 1000 psi.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde.
FECHA DE ENSAYO : Del 17 al 22 de Octubre del 2013

Ing. VANNA CHIANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Servicio Nacional de
Capacitación para la Industria
de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

EXPEDIENTE N° : 04127 -03- 2013
PETICIONARIO : COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN : ING. DANIELE BASSI
PROYECTO : ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO

ASTM D 2166 / NTP 339.167

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA :

CALICATA : C-1 / L2
MUESTRA : M. INALTERADA
PROFUNDIDAD (m): 3.65 - 3.90
CONDICIÓN: INALTERADA

DATOS INICIALES:

Diámetro	6.93	cm	Contenido de humedad	45.4	%
Altura	14.17	cm	Densidad húmeda	1.536	g/cm3
			Densidad seca	1.057	g/cm3

Deform. unit.(%)	Esf. axial (kg/cm2)	Deform. unit.(%)	Esf. axial (kg/cm2)	Deform. unit.(%)	Esf. axial (kg/cm2)
0.00	0.00	0.71	1.07	1.41	0.69
0.07	0.07	0.78	1.02	1.48	0.67
0.14	0.22	0.85	0.91	1.55	0.66
0.21	0.35	0.92	0.87	1.62	0.64
0.28	0.47	0.99	0.82	1.69	0.64
0.35	0.60	1.06	0.78	1.76	0.63
0.42	0.71	1.13	0.77	1.83	0.62
0.49	0.82	1.20	0.74	1.90	0.62
0.56	0.92	1.27	0.72	1.98	0.61
0.63	1.01	1.34	0.70	2.05	0.60

OBSERVACIONES
1.-Muestra provista e identificada por el peticionario.
2.-El Especimen fue Tallado de la muestra inalteradada.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI GP 001: 1993)

HECHO POR : Téc. Javier Valorio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 14 al 15 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANIA CUTANDA BARRA
Jefe (e) del Laboratorio de
Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO [illegible] SAN ROSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERU | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 02)

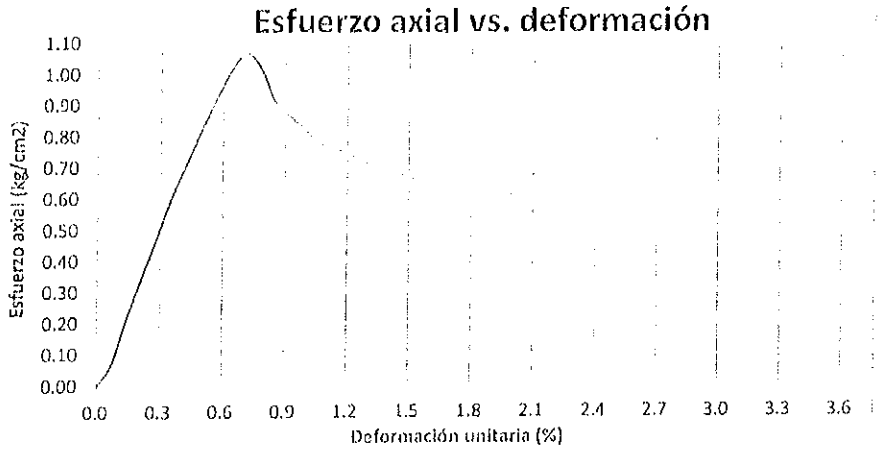
EXPEDIENTE N°	: 64127 -03- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 11 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34456)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 29 DE OCTUBRE DEL 2013

MÉTODO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO
NTP 339.167 / ASTM D2166

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA :

CALICATA : C-1 / L2
MUESTRA : M. INALTERADA
PROFUNDIDAD (m): 3.65 - 3.90
CONDICIÓN: INALTERADA

Resistencia a la compresión máxima (qu):	1.07	kg/cm2
Cohesión (c):	0.53	kg/cm2



OBSERVACIONES
1.- Muestra provista e identificada por el peticionario.
2.-El Especimen fue Tallado de la muestra inalteradada.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio,salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004: 1993)

HECHO POR : Tèc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 14 al 15 de Octubre del 2013

Ing. VANESA DE SANTI PARRA
Jefa del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Lima 07 de Noviembre del 2013

Carta N°160/13/LMR/UNI

Señores:
COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.
Presente.-

De nuestra consideración

Sírvase encontrar adjunto los resultados de los ensayos del Laboratorio de Mecánica de Rocas correspondientes al proyecto "**Estudios Geotécnicos Complementarios para el Proyecto Línea 2 y Ramal**" Ubicado en el Departamento Lima - Provincia Lima - Distrito Callao.

Atentamente,

Ing. Elvis Valencia Chávez
Jefe del Laboratorio Mecanica de Rocas
Universidad Nacional de Ingeniería

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25. Apartado 1301 -Perú
Telefax: (511) 382-4557 e-mail lmrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

INFORME N° 160/13/LMR/UNI

ENSAYOS DE COMPRENSION SIMPLE
ENSAYO DE CONSTANTES ELASTICAS
ENSAYOS A LA TRACCION INDIRECTA
ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

Solicitado por:

COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.

Muestra:
Testigos Diamantinos

Fecha
Noviembre -2013

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú
Telefax (511) 382-4557 e-mail lmrfiqmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D2938

Los resultados son los siguientes:

Muestra	*Diámetro (cm.)*	*Altura (cm.)*	*Carga (KN.)*	*Resistencia a la Compresión Simple (Kg./cm²)*	*Resistencia a la Compresión Simple (MPa)*
S-8 L2 36.45-36.62	*6.38*	*11.35*	*429.60*	*1354.11*	*132.70*
S-8 L2 39.70-39.88	*6.39*	*12.46*	*475.62*	*1511.27*	*148.10*

Observación: Estandarizado según Protodyakonov ($^L/_D = 2$)

ENSAYOS A LA TRACCION INDIRECTA

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D2938, con el resultado siguiente:

Muestra	*Diámetro (cm.)*	*Altura (cm.)*	*Carga (KN.)*	*Resistencia a la Compresión Simple (Kg./cm²)*	*Resistencia a la Compresión Simple (MPa)*
S-8 L2 36.45-36.62					
S-8 L2 39.70-39.88	*6.38*	*2.35*	*20.20*	*2064.99091*	*8.60*

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25. Apartado 1301-Perú
Telefax. (511) 382-4557 e-mail: lmrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

ENSAYO DE CONSTANTES ELASTICAS

El ensayo se realizo según la norma ASTM D3148

El resultado siguiente:

Muestra	*Diámetro (cm.)*	*Altura (cm.)*	*Modulo (GPa)*	*Relación Poisson*
S-8 L2 37.35-37.51	*4.94*	*12.10*	*14.15*	*0.29*

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL

El ensayo se realizo según la norma ASTM D5731-02.

El resultado siguiente:

Muestra	*W (mm)*	*D (mm)*	*De (mm)*	*Carga (KN.)*	*$I_{s(50)}$ (Kg/cm^2)*	*Resistencia a la Compresión Simple (MPa)*
	60	*40*	*55.28*	*1100*	*0.38*	*9.08*
	60	*35*	*51.71*	*1000*	*0.38*	*9.30*
S-8/L2 34.20-34.33	*65*	*50*	*64.33*	*1400*	*0.38*	*9.28*
	60	*50*	*63.23*	*1200*	*0.40*	*9.83*
	60	*35*	*51.71*	*1000*	*0.38*	*9.30*
					Promedio	*9.37*

Av. Túpac Amarú N° 210. Lima 25, Apartado 1301-Perú
Telefax: (511) 382-4557 e-mail lmrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Mecánica de Rocas

Muestra	*W (mm)*	*D (mm)*	*De (mm)*	*Carga (KN.)*	$I_{s\,(50)}$ *(Kg/cm²)*	*Resistencia a la Compresión Simple (MPa)*
	65	*50*	*64.33*	*24100*	*6.61*	*158.54*
	55	*40*	*52.93*	*17390*	*6.37*	*156.04*
S-8/L2 36.65-36.90	*55*	*50*	*59.17*	*19920*	*6.14*	*150.36*
	60	*40*	*55.28*	*18390*	*6.30*	*154.26*
	60	*40*	*55.28*	*19010*	*6.51*	*159.46*
					Promedio	*155.73*

Nota.

- La empresa solicitante es responsable de la toma de muestra en campo.
- La información correspondiente a las muestras fue proporcionada por el cliente.

Ing. Elvis Valencia Chávez
Jefe del Laboratorio Mecánica de Rocas
Universidad Nacional de Ingeniería

Av. Túpac Amaru N° 210. Lima 25, Apartado 1301-Perú
Telefax (511) 382-4557 e-mail: lmrfignm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

GRAFICOS

CONSTANTES ELASTICAS

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Telefax: (511) 382-4557 e-mail: imrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)

1800	
1600	
1400	
1200	
1000	
800	
600	
400	
200	
0	
	0.0000
	0.0020
	0.0040
	0.0060
	0.0080
	0.0100

Deformación Unitaria

Constantes Elasticas
S-8L2 37.35-37.51M-1

Deformacion Diametral

Deformacion Axial

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Telefax: (511) 382-4557 e-mail: lmrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

FOTOS

COMPRESION UNIAXIAL

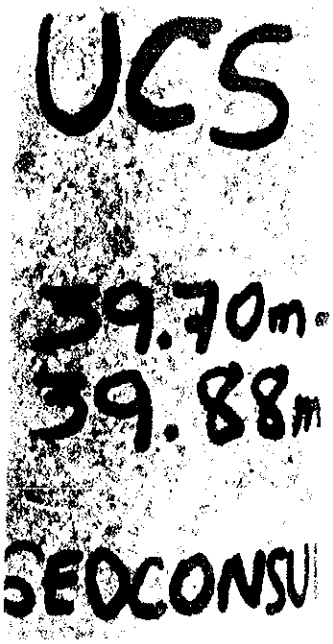
Av. Túpac Amarú N° 210. Lima 25, Apartado 1301-Perú
Telefax (511) 382-4557 e-mail: lnrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN PASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012440

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Mecánica de Rocas

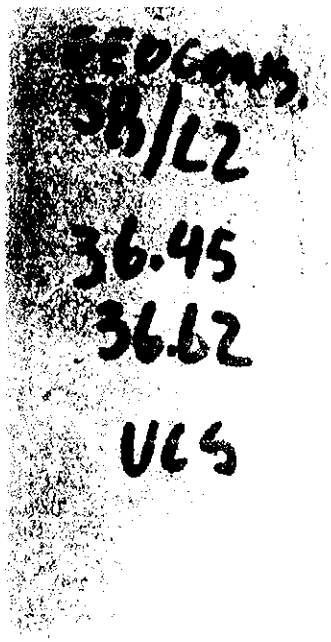
ANTES



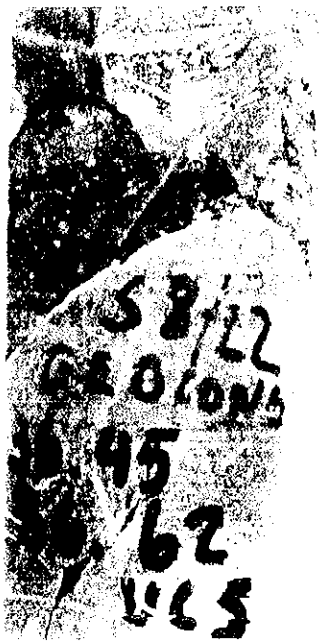
DESPUES



ANTES



DESPUES



Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Telefax: (511) 382-4557 e-mail lmrfigmm@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL
LABORATORIO N° 21 - INVESTIGACIÓN Y QUÍMICA APLICADA

012441

INFORME TECNICO
N ° 011-5LAB.21-13

SOLICITANTE	:	COSAPI SA
REGISTRO	:	S13-872
MUESTRA	:	SONDAJE S-2 L2 P=18.30-21.50m Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
OBRA	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMENTARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
ENSAYO	:	ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA	:	08-11-13

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	REPORTE	METODO
SULFATOS como Ion SO_4^{-2}, ppm	414,63	ASTMD516
SULFUROS, ppm	1,89	
REACTIVIDAD A LOS ALCALISIS, mili mol/L	550	ASTMC289
SiO2, mili mol / L	36,12	

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

ING. CESAR J. OSORIO CARRERA
Jefe del LAB.21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú - Apdo 1301
Telf.: 481-0662 Telefax: 481-7919 - E-mail: jefaturalab.21@gmail.com

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
012442
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL
LABORATORIO N° 21 - INVESTIGACIÓN Y QUÍMICA APLICADA

INFORME TECNICO
N ° 011-4LAB.21-13

SOLICITANTE	:	COSAPI SA
REGISTRO	:	S13-873
MUESTRA	:	CALICATA C-4 L2 P=8.60-9.60m Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
OBRA	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMENTARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
ENSAYO	:	ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA	:	08-11-13

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	REPORTE	METODO
SULFATOS como Ion SO_4^{-2}, ppm	579,00	ASTMD516
SULFUROS, ppm	0,11	
REACTIVIDAD A LOS ALCALISIS, mili mol/L	505	ASTMC289
SiO2, mili mol / L	29,67	

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

ING. CESAR J. OSORIO CARRERA
Jefe del LAB.21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú - Aptdo. 1301
Telf.: 481-0662 Telefax: 481-7019 - E-mail: jefaturalab.21@gmail.com

[12846]

012443

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL

LABORATORIO N° 21 - INVESTIGACIÓN Y QUÍMICA APLICADA

INFORME TECNICO
N ° 011-6LAB.21-13

SOLICITANTE	:	COSAPI SA
REGISTRO	:	S13-874
MUESTRA	:	SONDAJE S-4 L2 M-1 P=15.00-25.00m Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
OBRA	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMENTARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
ENSAYO	:	ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA	:	08-11-13

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	REPORTE	METODO
SULFATOS como Ion SO_4^{-2}, ppm	786,49	ASTMD516
SULFUROS, ppm	1,21	
REACTIVIDAD A LOS ALCALISIS, mili mol/L	480	ASTMC289
SiO2, mili mol / L	51,1	

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente

ING. CESAR J. OSORIO CARRERA
Jefe del LAB.21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN SASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú - Apdo 1301
Telf.: 481-0662 Telefax: 481-7919 - E-mail: jefaturalab.21@gmail.com

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 Mecánica de Suelos y Pavimentos
Av. Tupac Amaru N° 210 Lima 25 - Perú Telf. N° 481-3042 Central Telefónica 481-1070 Anexo 317

INFORME N° S13-873

SOLICITANTE	:	COSAPI
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
FECHA	:	08 DE NOVIEMBRE, 2012

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-4 L-2
Prof. (m.) : 8.60-9.60

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO ASTM C-88

AGREGADO GRUESO

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL AGREGADO GRUESO

Pérdidas (%) : 3.984

N°	Tamaño	%	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)
						Peso (gr)	(%)		
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 500	-	-	-	-	-	-
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300	3124.7	3102.2	22.5	0.72	30.9	0.223
	2" a 1 1/2"	40	2000 ±200	2050.6	1975.5	75.1	3.66	35.0	1.282
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50	-	-	-	-	-	-
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50	1010.7	950.2	60.5	5.99	12.9	0.772
	1" a 3/4"	33	500 ± 30	512.5	452.2	60.3	11.77	9.2	1.082
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10	-	-	-	-	-	-
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	671.2	602.4	68.8	10.25	6.1	0.625
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5					3.6	
4	3/8" a N°4		300 ± 5					2.3	
	TOTALES							100.0	3.984

ANÁLISIS CUALITATIVO DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño	Alteración de Partículas Después del Ensayo								N° inicial de Partículas
	Rajadas		Agrietadas		Laminadas (escamosas)		Desintegradas		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
2 1/2" a 2"									10
2" a 1 1/2"									15
1 1/2" a 1"									19
1" a 3/4"	1	3.4	1	3.4					29

Nota: Los resultados son emitidos únicamente al Solicitante
Ejecutó: Ayll. Alejandro
Revisó: Ing. S. Chang Chang

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 3 - Mecánica de Suelos y Pavimentos
Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 481-3842 Central Telefónica 481-1070 Anexo 308

INFORME N° S13-873

SOLICITANTE : COSAPI
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA : 08 DE NOVIEMBRE, 2012

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-4 L-2
Prof. (m.) : 8.60-9.60

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C- 131

Gradación : A
Revoluciones : 500
Desgaste : 15.8%

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución *Téc. V. Canales L.*
Revisión *Ing. L. Chang Chang*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos
Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú - Telef. 481 3840 Central Telefónica 481-0070 Anexo 3

INFORME N° S13-872

SOLICITANTE : COSAPI
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA : 08 DE NOVIEMBRE, 2012

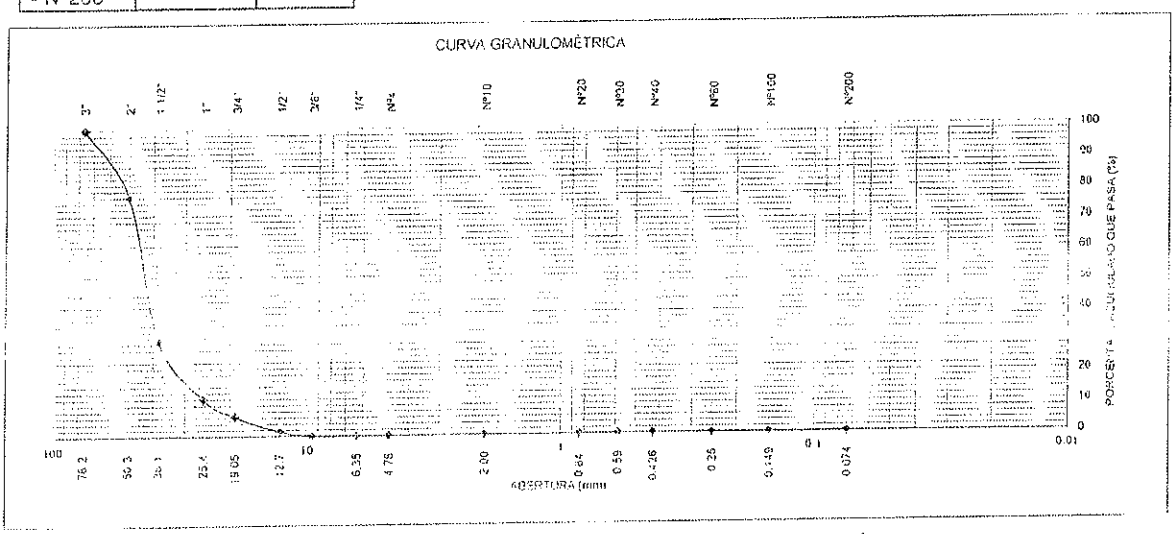
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : S-2 L-2
Prof. (m.) : 18.30-21.50

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	22.0	22.0	78.0
1 1/2"	38.100	46.8	68.8	31.2
1"	25.400	19.2	87.9	12.1
3/4"	19.050	5.7	93.7	6.3
1/2"	12.700	4.9	98.5	1.5
3/8"	9.525	1.5	100.0	0.0
1/4"	6.350	-	100.0	0.0
N°4	4.760	-	100.0	0.0
N°10	2.000	-	100.0	0.0
N°20	0.840	-	100.0	0.0
N°30	0.590	-	100.0	0.0
N°40	0.426	-	100.0	0.0
N°60	0.250	-	100.0	0.0
N°100	0.149	-	100.0	0.0
N°200	0.074	-	100.0	0.0
- N°200		-		

% grava	:	----
% arena	:	100.0
% finos	:	0.0



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución *Téc. J. Huambo Ch.*
Revisión *Ing. L. Chang Chang*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos
Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú - Apartado Postal 4191 - Central Telefónica 481-1070 - Anexo 302

INFORME N° S13-874

SOLICITANTE : COSAPI
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA 08 DE NOVIEMBRE, 2012

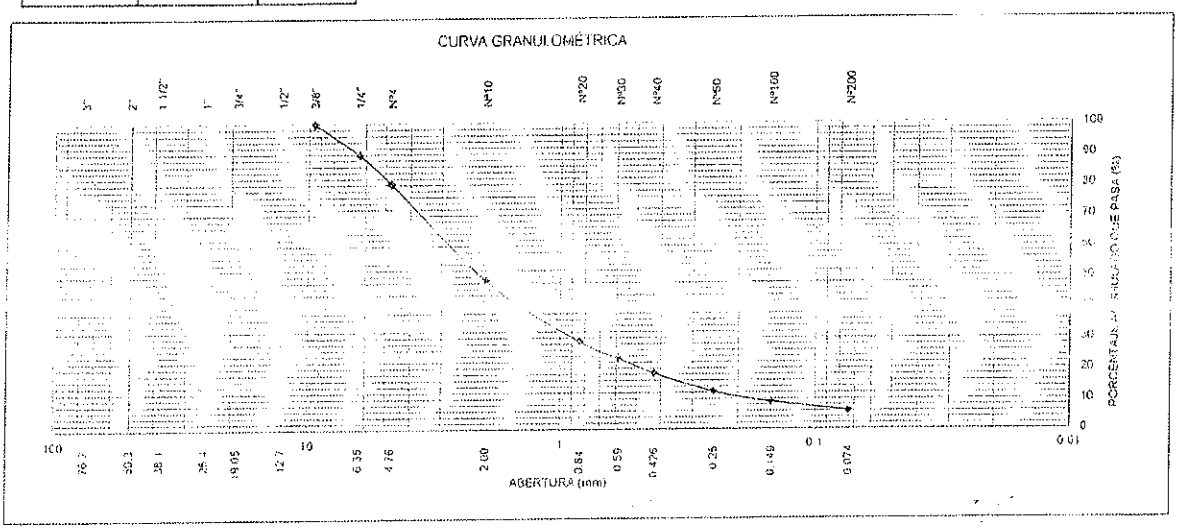
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-4 L-2
Muestra : Muestra de Chancado de Gravas
Prof. (m.) : 8.60-9.60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	10.2	10.2	89.8
N°4	4.760	9.5	19.6	80.4
N°10	2.000	31.6	51.3	48.8
N°20	0.840	19.9	71.2	28.8
N°30	0.590	5.6	76.7	23.3
N°40	0.426	4.8	81.6	18.4
N°60	0.250	6.0	87.6	12.4
N°100	0.149	3.3	90.9	9.1
N°200	0.074	2.9	93.8	6.2
- N°200		6.2		

% grava	:	19.6
% arena	:	74.2
% finos	:	6.2



Nota Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución Téc. J. Huambo Ch
Revisión Ing. L. Chang Chang.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos
Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú - Telf.: 481-3840 - Central Telefónica 481-1070 - Anexo 208

INFORME N° S13-874

SOLICITANTE	:	COSAPI
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
FECHA	:	08 DE NOVIEMBRE, 2012

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata	:	C-4 L-2
Muestra	:	Muestra de Chancado de Gravas
Prof. (m.)	:	8.60-9.60

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

Agregado	:	Fino
Equivalente de Arena (%)	:	79

Nota. La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.

Revisión : Ing. L. Chang Chang.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos
Av. Tupac Amaru N° 210 Lima 25 - Perú Telefax 481-0070 Anexo 302

INFORME N° S13-874

SOLICITANTE : COSAPI
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA : 08 DE NOVIEMBRE, 2012

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : S-4 L-2
Muestra : M-1
Prof. (m.) : 15.00-25.00

ENSAYO DE ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES ASTM C- 131

Gradación : A
Revoluciones : 500
Desgaste : 16.1%

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución *Téc. V. Canales I.*
Revisión *Ing. L. Chang Chang.*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 3 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

INFORME N° S13-874

SOLICITANTE	:	COSAPI
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
FECHA	:	08 DE NOVIEMBRE, 2012

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata	:	S-4 L-2
Muestra	:	M-1
Prof. (m.)	:	15.00-25.00

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO ASTM C-88

AGREGADO GRUESO

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL AGREGADO GRUESO — **Pérdidas (%) : 3.847**

N°	Tamaño	%	Peso Requerido (gr.)	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Correqidas (%)
						Peso (gr)	(%)		
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 500	-	-	-	-	-	-
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300	3105.2	3075.6	29.6	0.95	15.4	0.147
	2" a 1 1/2"	40	2000 ±200	2042.1	1987.2	54.9	2.69	33.3	0.895
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50	-	-	-	-	-	-
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50	1032.4	980.5	51.9	5.03	43.7	2.197
	1" a 3/4"	33	500 ± 30	510.7	453.2	57.5	11.26	5.4	0.608
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10	-	-	-	-	-	-
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	-			-	2.0	-
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5	-	-	-	-	0.2	-
4	3/8" a N°4		300 ± 5						
	TOTALES							100.0	3.847

ANÁLISIS CUALITATIVO DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño	Alteración de Partículas Después del Ensayo								N° inicial de Partículas
	Rajadas		Agrietadas		Laminadas (escamosas)		Desintegradas		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
2 1/2" a 2"									9
2" a 1 1/2"									14
1 1/2" a 1"									19
1" a 3/4"	1	3.3							30

Revisado por: Ing. Ricardo Zevallos Ordoñez
Ejecutó: Tec. J. Rodriguez T.
Procesó: Bach. K. Chávez Chiang

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° [illegible] de Suelos y Pavimentos

INFORME N° S13-674

SOLICITANTE : COSAPI
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV FAUCETT - AV GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN : LIMA - CALLAO
FECHA : 08 DE NOVIEMBRE, 2012

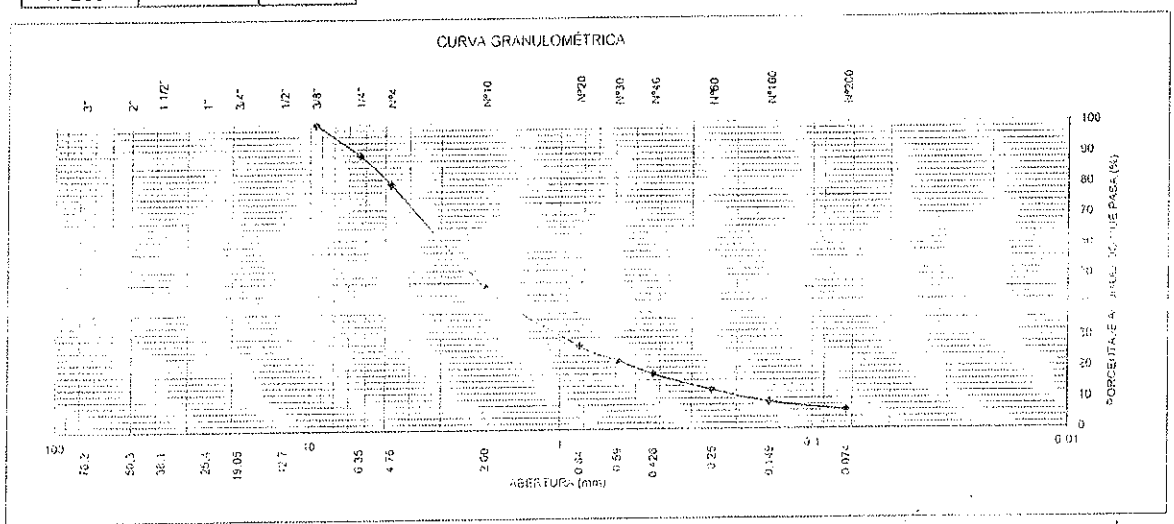
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : S-4 L-2
Muestra : M-1 (Muestra de Chancado de Gravas)
Prof. (m.) : 15.00-25.00

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	10.1	10.1	89.9
N°4	4.760	9.5	19.6	80.4
N°10	2.000	33.7	53.3	46.7
N°20	0.840	19.3	72.6	27.4
N°30	0.590	5.0	77.6	22.4
N°40	0.426	4.5	82.1	17.9
N°60	0.250	5.2	87.2	12.8
N°100	0.149	3.9	91.1	8.9
N°200	0.074	2.8	93.9	6.1
- N°200		6.1		

% grava	:	19.6
% arena	:	74.3
% finos	:	6.1



Nota Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución *Téc. J. Huambo Ch.*
Revisión *Ing. L. Chong Chang*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 "Mecánica de Suelos y Pavimentos"

INFORME N° S13-874

SOLICITANTE : COSAPI
PROYECTO ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN LIMA - CALLAO
FECHA 08 DE NOVIEMBRE, 2012

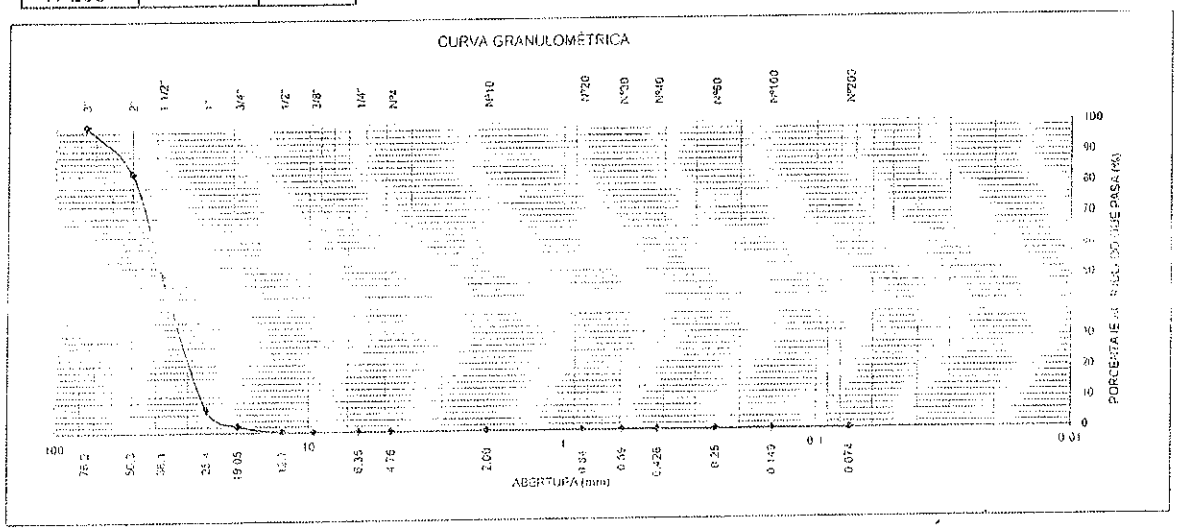
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : S-4 L-2
Muestra : M-1
Prof. (m.) : 15.00-25.00

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	15.4	15.4	84.6
1 1/2"	38.100	33.3	48.6	51.4
1"	25.400	43.8	92.4	7.6
3/4"	19.050	5.4	97.8	2.2
1/2"	12.700	2.0	99.8	0.2
3/8"	9.525	0.2	100.0	0.0
1/4"	6.350	-	100.0	0.0
N°4	4.760	-	100.0	0.0
N°10	2.000	-	100.0	0.0
N°20	0.840	-	100.0	0.0
N°30	0.590	-	100.0	0.0
N°40	0.426	-	100.0	0.0
N°60	0.250	-	100.0	0.0
N°100	0.149	-	100.0	0.0
N°200	0.074	-	100.0	0.0
- N°200		-		

% grava	:	----
% arena	:	100.0
% finos	:	0.0



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución *Tec. J. Huambo Ch.*
Revisión *Ing. L. Chang Chang.*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

012453

INFORME N° S13-874

SOLICITANTE	:	COSAPI
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO COMPLEMETARIO PARA EL PROYECTO DE LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	:	LIMA - CALLAO
FECHA	:	08 DE NOVIEMBRE, 2012

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata	:	S-4 L-2
Muestra	:	M-1 (Muestra de Chancado de Gravas)
Prof. (m.)	:	15.00-25.00

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419

Agregado	:	Fino
Equivalente de Arena (%)	:	78

Nota. La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. J. Huambó Ch.

Revisión : Ing. L. Chang Chang

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12857]

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

012454

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	64810 - 2013
PETICIONARIO	COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	ING. ARTURO ESPINO MARAV.
PROYECTO	LICITACIÓN METRO DE LIMA Y CALLAO LINEA 2 PAMAL 4
UBICACIÓN	AV. FAUCET - GAMBETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	SAN BORJA, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	SAN BORJA, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2013 (FACT. N° 045 - 95013)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2013

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

IDENTIFICACION DE MUESTRA:

DESCRIPCIÓN: S4 (L4 - SONDAJE
MUESTRA: AGUA
PROF. (m): 29.97

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	NORMA
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO	[illegible]	568	[illegible]
CONTENIDO DE SULFATOS	[illegible]	312	[illegible]
CONTENIDO DE CLORUROS	[illegible]	71	[illegible]
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	[illegible]	503	ASTM D5907

OBSERVACIÓN: Muestra de agua proporcionada e identificada por el peticionario

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. NORMA PERUANA INACCOPI GP 004:1997.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012455

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64253 -01A- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34504)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

IDENTIFICACION DE MUESTRA:

CALICATA: C - 1 / L2
MUESTRA: AGUA
PROF. (m): 4.90

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	NORMA
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	4981	NTP 339.071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	2420	NTP 339.074 / ASTM D 516
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	2453	NTP 339.076 / ASTM D 512
SOLIDOS EN SUSPENSION	p.p.m	1762	ASTM D5907

OBSERVACIÓN : Muestra de agua provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004 : 1993)

TECNICO LSA-LEM : Tec. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 23 al 28 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012456

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64253 -01B- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34504)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

IDENTIFICACION DE MUESTRA:

CALICATA: C - 2 / L2
MUESTRA: AGUA
PROF. (m): 8.55

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	NORMA
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	881	NTP 339.071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	592	NTP 339.074 / ASTM D 516
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	190	NTP 339.076 / ASTM D 512
SOLIDOS EN SUSPENSION	p.p.m	966	ASTM D5907

OBSERVACIÓN : Muestra de agua provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004 : 1993)

TECNICO LSA-LEM : Tec. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 23 al 28 de Octubre del 2013

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012457

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	: 64253 -01C- 2013
PETICIONARIO	: COSAPI S.A. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
ATENCIÓN	: ING. DANIELE BASSI
PROYECTO	: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL PROYECTO LINEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO
UBICACIÓN	: LIMA - CALLAO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: SAN BORJA, 10 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 14 DE OCTUBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 15 DE OCTUBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34504)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 28 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

IDENTIFICACION DE MUESTRA:

CALICATA: S2 / L2
MUESTRA: AGUA
PROF. (m): 9.00

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	NORMA
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (RESIDUO SÓLIDO)	p.p.m	1307	NTP 339.071
CONTENIDO DE SULFATOS	p.p.m	725	NTP 339.074 / ASTM D 516
CONTENIDO DE CLORUROS	p.p.m	435	NTP 339.076 / ASTM D 512
SOLIDOS EN SUSPENSION	p.p.m	588	ASTM D5907

OBSERVACIÓN : Muestra de agua provista e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI GP 004 : 1993)

TECNICO LSA-LEM : Tec. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 23 al 28 de Octubre del 2013

ING. VANNA GUFFANTI PARRA
Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

IGERSA
INGENIERÍA - GEOLOGÍA Y GEOTÉCNICA

COSAPI S.A.
CONSORCIO METRO DE LIMA

PROYECTO : METRO DE LIMA
UNIDAD DE OBRA : LÍNEA L2.
UBICACIÓN : ATE VITARTE - SANTA ANITA - LIMA
CONSULTOR : *IGERSA*

Resumen de Ensayos Geotécnicos Básicos

Ubicación	Fecha	Sondeos y Calicatas		Muestra	Granulometría - % Acumulado Que Pasa																		Gravedad Específica	Dens. Natural	Hum. Natural	Plasticidad		Abrasión (Grueso)	Equiv. De Arena	Durabilidad. (SO_4Mg)	Compactación Proctor Modificado - CBR.			Análisis Químico					Clasificación
		N°	Prof. (m)		12"	10"	8"	6"	3"	2"	1-½"	1"	3/4"	3/8"	# 4	#8	# 10	# 16	# 30	# 40	# 50	# 100	# 200				LL.	IP.				Dens. Máx. Seca	Hum. Optima	CBR.	SST.	SO_4	Cl	Mat. Org.	pH	SUCS
Coordenadas																							(Gs.)	(Gr/cc).	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(pmm)	(ppm)		
																														95% / 100%								
SONDEO:																																						
N: 8'669,910																																						
E: 291,200	Sept. 2013	S-12/L2	25.0 á 40.0	ARIDOS					100,0	88,5	72,8	31,0	15,8	9,0	7,9	7,6		7,2	6,1		3,8	1,8		2,670					6,0	54,0						874,0				
Alt. 388 (Aprox)																																						
			15,0	AGUA																														2,679.00	595.71	303.53		7.27	
CALICATAS:																																						
: N 8'666,151	Sept. 2013.	C-5/L2.	1.20 á 4.0	SUELO					100,0	91,0	79,0	58,0	44,0	34,0	26,0		22,0			13,0			1,0				NT.	NP.				2,09	7,58	55.01 / 81.17				3,65		GP+S.
: E 285,023			3.50 á 3.65	SUELO																				2,632	1,879	2,41												
: 263 (Aprox)			8.0 á 10.0	SUELO	100,0	100,0	88,0	65,0	54,0	38,0	28,0	21,0	18,0	13,0	11,0		10,0			6,0			0,0							31,0					662,0			3,24		
				ARIDOS						100,0	76,9	62,8	51,3	34,7	25,6	20,2		17,8	13,1		5,1	1,6		2,630					11,0											
: N 8'666,997	Sept. 2013	C-9/L2.	3.0 á 3.15	SUELO																				2,654	1,773	2,62												
: E 286,915																																						
: 290 (Aprox.)																																						
: N 8'669,298	Sept. 2013	C-10/L2.																																				
: E 290,394																																						
: 360 (aprox.)																																						
: N 8'669,780	Sept. 2013	C-11/L2.	1.5 á 1.65	SUELO																					1,130	10,76												
: E 290,841																																						
: 367 (Aprox.)																																						
: N 8'669,910	Sept. 2013	C-12/L2.	3.0 á 3.15	SUELO																				2,652	1,534	5,88												
: E 291,200																																						
: 388 (aprox.)																																						

Lima, 07 de Octubre del 2013.

PROYECTO N° 09-13/IG.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

IGEBSA

COSAPI
INGENIERIA Y
CONSTRUCCION

012459

COSAPI S.A.

METRO DE LIMA – LÍNEA L2.

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN EN MUESTRAS DE SUELO

INGENIERIA GEOTECNICA RUIZ S.A.
INGENIERIA-GEOTECNICA-SERVICIOS A LA CONSTRUCCION

Lima, Septiembre del 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

IGERSA

Consultoria - Asesoria - Supervisión

Servicios a la Construcción

DENSIDAD IN SITU

NORMA ASTM D 1556

COSAPI INGENIERIA Y CONSTRUCCION

PROYECTO:	METRO DE LIMA L2
SOLICITA:	COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
REALIZADO:	*IGERSA*
UBICACIÓN:	VITARTE - LIMA
MATERIAL:	Suelo Natural
FECHA	Septiembre del 2013

EXCAVACION		C-5	C-9	C-11	C-12		
COORDENADA NORTE:		8'666,151	8'666,997	8'669,780	8'669,940		
COORDENADA ESTE:		285,023	286,912	290,841	291,200		
ALTITUD msnm:		263	293	367	388		
DENSIDAD Nº:	Nº	DN-1	DN-1	DN-1	DN-12		
PROFUNDIDAD PRUEBA	(m)	3.50	3.00	1.50	3.00		

Peso del frasco + arena	(g)	6530	6571	6584	6525		
Peso del frasco + arena queda	(g)	3186	2111	3010	2417		
Peso de arena Hueco + Cono	(g)	3344	4460	3574	4108		
Peso de arena en cono	(g)	1206	1206	1206	1206		
Peso de arena en el hueco	(g)	2138	3254	2368	2902		
Densidad de la arena	(g/cm^3)	1.36	1.36	1.36	1.36		
Volúmen del hueco	(cm^3)	1572	2393	1741	2134		
Peso del suelo Humedo	(g)	3025	4353	2180	3465		
Peso de grava >3/4"	(g)	1182	2563		2460		
Peso Especifico de Grava	(g/cm^3)	2.64	2.64		2.64		
Volumen de grava	(cm^3)	448	971		932		
Peso de suelo <3/4"	(g)	1843	1790		1005		
Volumen de suelo <3/4"	(cm^3)	1124	1422		1202		
Densidad del suelo húmedo	(g/cm^3)	**1.924**	**1.819**	**1.252**	**1.624**		
Contenido de humedad	(%)	2.41%	2.62%	10.76%	5.88%		
Densidad del suelo seco	(g/cm^3)	**1.879**	**1.773**	**1.130**	**1.534**		
Grava Retenida tamiz 3/4"	(%)	39	59	0	71		

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216

Recipiente + S. Humedo	246.80	238.60	180.40	208.50		
Recipiente + S. Seco	241.80	233.50	167.10	199.40		
Peso del Agua	5.00	5.10	13.30	9.10		
Peso del Recipiente	34.20	39.20	43.50	44.60		
Peso del S. Seco	207.60	194.30	123.60	154.80		
% de Humedad	**2.41%**	**2.62%**	**10.76%**	**5.88%**		

Pedro Reyes Hidalgo
TEC. EJECUTOR

Eduardo Ruiz Rodriguez
ING. RESPONSABLE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12864]

012461

COSAPI

IGERSA

Consultoria - Asesoria - Supervisión
Servicios a la Construcción

PESO ESPECÍFICO DE SOLIDOS

NORMA ASTM D 854-58

PROYECTO	: METRO DE LIMA L2
SOLICITA	: COSAPI S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN
REALIZADO	: *IGERSA*
PROCEDEDNCIA	: Calicatas C-5 / C-9 / C-12
MUESTRA	: Densidad Natural
UBICACIÓN	: Vitarte - Lima
FECHA	: Septiembre del 2013

Material:	TERRENO NATURAL		
Calicata:	C - 5	C - 9	C - 12
Muestra:	DN-1	DN-1	DN-1
Profundida:	3.50 - 3.65m.	3.00 - 3.15m.	3.00 - 3.15m.
Ws	552.7	637.0	238.7
Vi	400.0	450.0	370.0
Vf	610.0	690.0	460.0
Vd	210.0	240.0	90.0
Peso Especifico:	**2.632**	**2.654**	**2.652**

Peso Especifico Promedio:	**2.646**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12865]

012462

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
DCR-LMS 380/2013

Solicitante : IGERSA — Calicata : C- 5 L 2

Proyecto : Metro de Lima - Linea L 2 — Muestra : MAB

Ubicación : Distrito Ate Vitarte y Santa Anita — Profundidad : 8.00-10.00m

Fecha : La Molina, 30 de septiembre de 2013 — Tec. : FMQ

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 / ASTM - D 422

MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA
10"	254.00	100
8"	203.20	88
6"	152.40	65
3"	76.20	54
2"	50.80	38
1 ½"	38.10	28
1"	25.40	21
3/4"	19.05	18
3/8"	9.525	13
Nº 4	4.750	11
Nº 10	2.000	10
Nº 20	0.850	9
Nº 40	0.425	6
Nº 60	0.250	3
Nº 140	0.106	1
Nº 200	0.075	0

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM - D 427 / D 4318

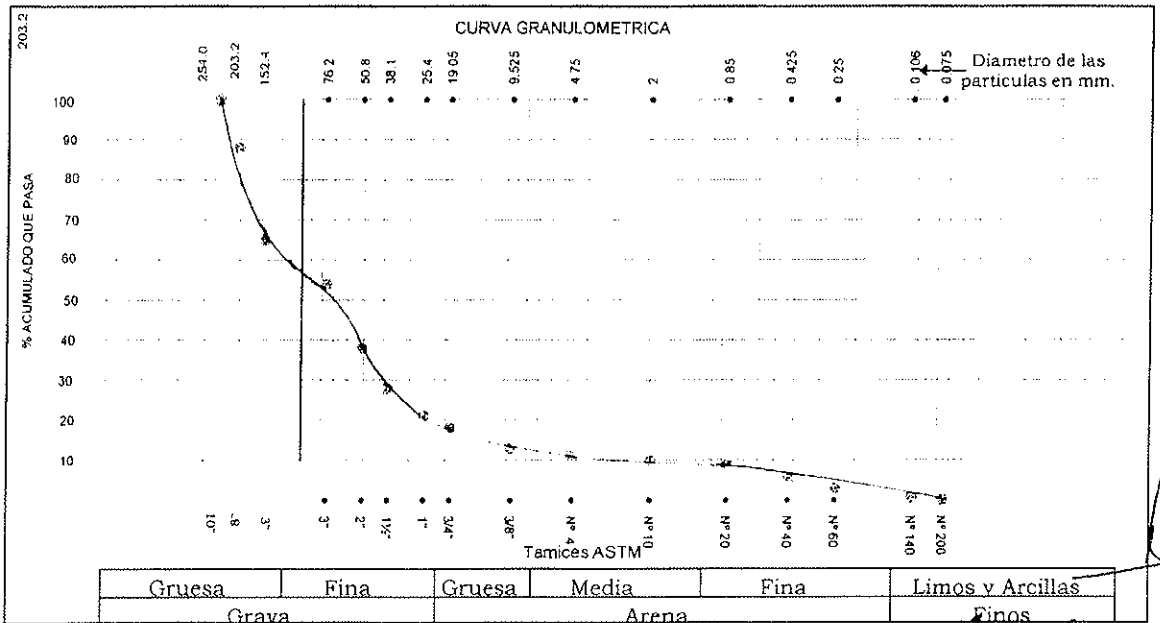
Limite liquido	(%)	NT
Limite plastico	(%)	NP
Indice plastico	(%)	-
Limite de contraccion	(%)	-

Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282

Coeficiente de :		
-Uniformidad		
-Curvatura		
Material :		
-Grava	%	77
-Arena	%	11
-Finos	%	0
Clasificacion :		
-AASHTO		
-SUCS		GP
Nombre de grupo:		

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216

Humedad natural	(%)	1.62



NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Email: mecanicadesuelos_unalm@lamolina.edu.pe Av. La Molina s/n La Molina
Telefax: 349-5679

012463

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURARES
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
DCR - 380/2013

ENSAYO DE CBR
ASTM D 1883

SOLICITANTE	:	IGERSA
PROYECTO	:	Metro de Lima - Linea L - 2
UBICACIÓN	:	Distrito Ate Vitarte y Santa Anita
CALICATA	:	C - 5 L 2
MUESTRA	:	MAB PROFUNDIDAD : 1.20-4.00m
		Fecha 30/09/2013

Molde N°		1		3		2	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		10	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12057	12013	11756	12025	12121	12321
Peso de molde	(gr)	6842	6652	6868	6868	7740	7740
Peso del suelo húmedo	(gr)	5215	5362	4915	5157	4381	4581
Volumen del molde	(cm3)	2317	2317	2317	2317	2317	2317
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.251	2.314	2.121	2.226	1.891	1.977
Densidad seca	(gr/cm3)	2.08	2.04	1.97	1.95	1.75	1.75
Tarro N°							
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	198.1	221.6	266.5	192.3	254.3	268.5
Tarro + Suelo seco	(gr)	175.8	196.3	250.0	171.3	237.5	179.3
Peso del Agua	(gr)	12.30	25.31	16.55	21.00	17.27	21.73
Peso del tarro	(gr)	22.61	11.25	35.67	23.26	29.40	12.23
Peso del suelo seco	(gr)	153.0	185.0	214.3	148.0	208.2	166.0
Humedad	(%)	8.04	13.68	7.72	14.19	8.29	13.09
Expansiòn	(%)						

°PROCTOR MODIFICADO-MTC - 115 - 200 "C"

Nº Capa		5	5	5
Golpes por capa Nº		56	56	56
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	11243	11386	11397
Peso de molde	(gr)	6612	6612	6612
Peso del suelo húmedo	(gr)	4631	4774	4785
Volumen del molde	(cm3)	2124	2124	2124
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.180	2.248	2.253
Densidad seca	(gr/cm3)	2.07	2.09	2.05
Tarro Nº				
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	231.7	250.2	229.7
Tarro + Suelo seco	(gr)	220.9	234.3	210.2
Peso del Agua	(gr)	10.79	15.99	19.43
Peso del tarro	(gr)	14.26	23.21	13.02
Peso del suelo seco	(gr)	206.6	211.0	197.2
Humedad	(%)	5.22	7.58	9.85

PENETRACION

PENETRACION	MOLDE Nº	1			MOLDE Nº	3			MOLDE Nº			
	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
pulg	Dial (div)	Lb	Lb/pul²	%	Dial (div)	Lb	Lb/pul²	%	Dial (div)	Lb	Lb/pul²	%
0.000	0	0			0	0			0	0		
0.025	81	280			25	189			25	189		
0.050	192	758			72	545			61	462		
0.075	362	1379			142	1000			98	742		
0.100	578	2435	0.81	81.2	198	1638	0.55	54.6	131	992	0.33	33.1
0.150	822	3409			274	2386			159	1402		
0.200	957	4735			446	3333			244	1856		
0.300					564	4273			358	2697		
0.400									454	3394		
0.500												

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe de Lab. Mec. de Suelos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12867]

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Email: mecanicadesuelos_unalm@lamolina.edu.pe
Telefax: 349-5679
Av. La Molina s/n La Molina

012464

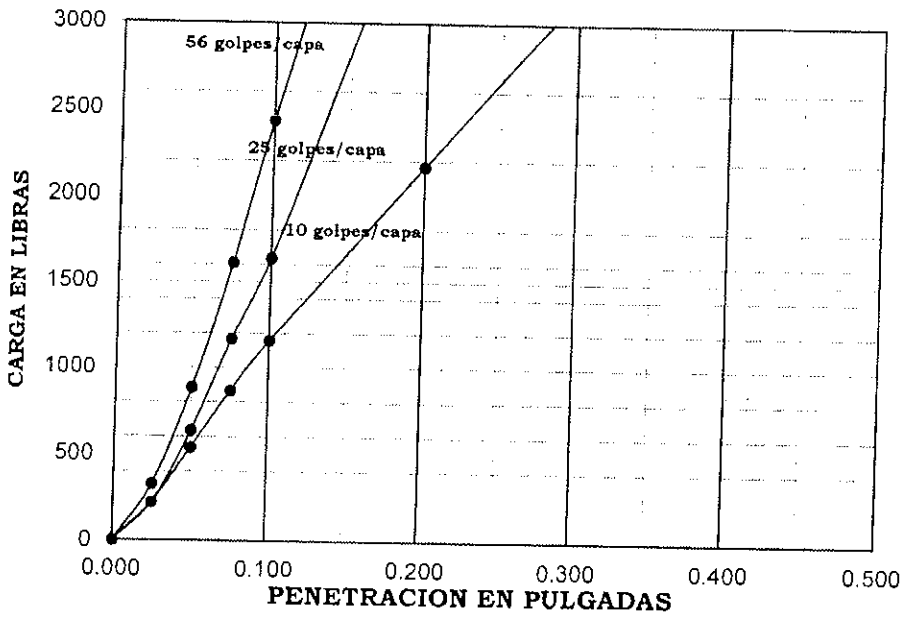
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

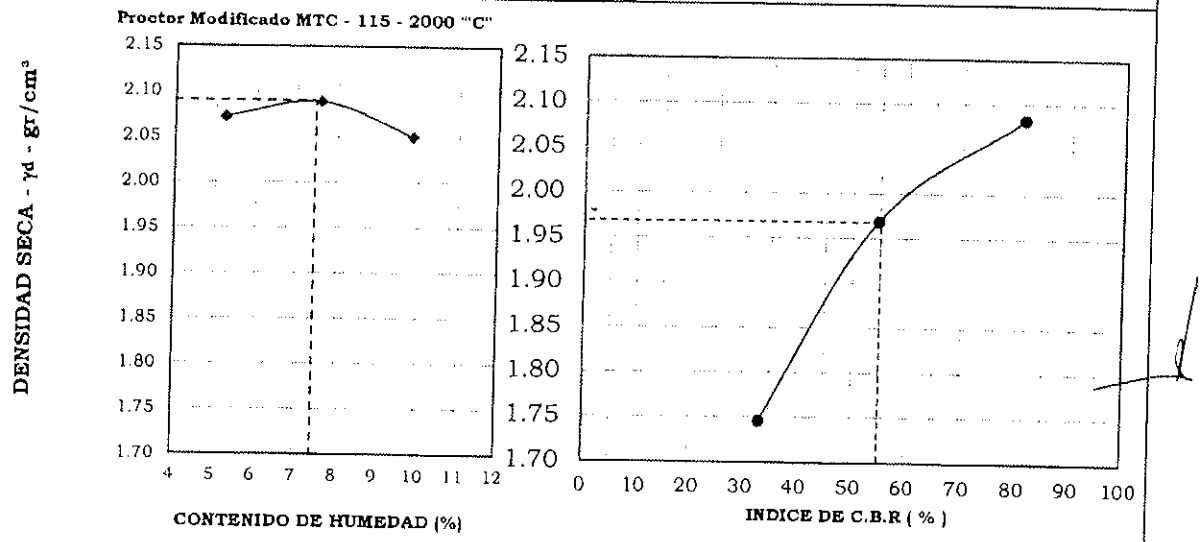
ENSAYO DE C.B.R. ASTM D - 1883

Solicitante	:	**IGERSA**	Expediente: **DCR-LMS 380/2013**
Proyecto	:	**Metro de Lima - Linea L - 2**	
Ubicación	:	**Distrito Atc Vitarte y Santa Anita**	*Tecnico* *FMQ*
Calicata	:	**C - 5 L 2**	
Muestra	:	**MAB** Profundidad : **1.20-4.00m**	**Fecha** **30/09/2013**

Densidad Seca Máxima	:	2.09	gr/cm³
Humedad Optima	:	7.58	%
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	55.02	%
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	81.17	%
Expansión	:	.	%

Ing. Hermes Valdivia A.
Jefe del Lab. de Mec. de Suelos





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

012465

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES RURALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
DCR-LMS 380/2013

Solicitante : IGERSA
Proyecto : Metro de Lima - Linea L- 2
Ubicación : Distrito Ate Vitarte y Santa Anita
Fecha : La Molina, 30 de septiembre de 2013

Calicata : C - 5 L 2
Muestra : MAB
Profundidad : 1.20-4.00m
Tec. : FMQ

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 / ASTM - D 422

MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA
3"	76.20	100
2"	50.80	91
1 ½"	38.10	79
1"	25.40	58
3/4"	19.05	44
3/8"	9.525	34
Nº 4	4.750	26
Nº 10	2.000	22
Nº 20	0.850	19
Nº 40	0.425	13
Nº 60	0.250	6
Nº 140	0.106	1
Nº 200	0.075	1

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM - D 427 / D 4318

Limite liquido	(%)	NT
Limite plastico	(%)	NP
Indice plastico	(%)	-
Limite de contraccion	(%)	-

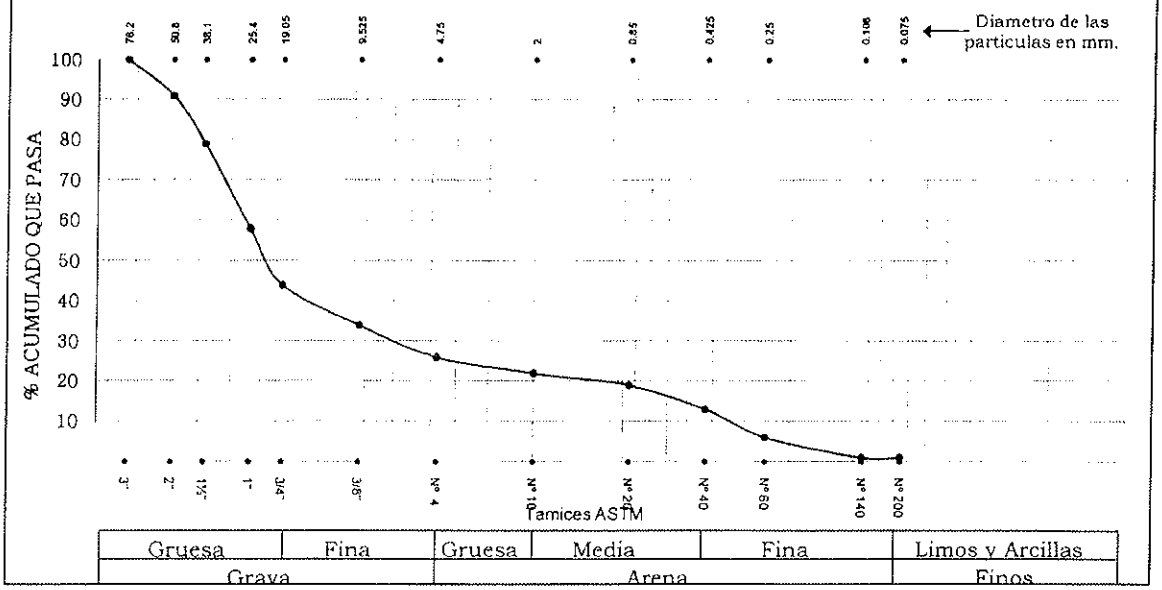
Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282

Coeficiente de :		
-Uniformidad		76.65
-Curvatura		4.37
Material :		
-Grava	%	74
-Arena	%	25
-Finos	%	1
Clasificacion :		
-AASHTO		
-SUCS		GP con arena
Nombre de grupo:		

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216

Humedad natural	(%)	2.28

CURVA GRANULOMETRICA



Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limos y Arcillas
Grava		Arena			Finos

NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante.

Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta
Jefe del Lab. De Mec. De Suelos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

IGEBSA

COSAPI
INGENIERIA Y
CONSTRUCCION

COSAPI S.A.

METRO DE LIMA – LÍNEA L2.

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN EN MUESTRAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO

INGENIERIA GEOTECNICA RUIZ S.A.

INGENIERIA-GEOTECNICA-SERVICIOS A LA CONSTRUCCION

Lima, Septiembre del 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento | Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	**: 64016 -01- 2013**
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LINEA L2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. N° 040 - 34241)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 04 DE OCTUBRE DEL 2013

EQUIVALENTE DE ARENA - NTP 339.146 / ASTM D2419

UBICACIÓN	MUESTRA	EQUIVALENTE DE ARENA %
S-12/L2-MUESTRA DE SONDEO	AGREGADO GLOBAL	54
C-5/L2-MUESTRA DE CALICATA	AGREGADO ZARANDEADO	31

OBSERVACIÓN :

1).-Muestra tomada e identificada por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI :GP 004:1993).

HECHO POR : Tèc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 03 al 04 de Octubre del 2013

ING. VICTOR CANCHO VALDEZ
Jefe de laboratorio de Ensayo de Materiales (e)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012468

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 64015 - 01A - 2013
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LÍNEA L 2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. No. 040-034242)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013

INFORME DE ENSAYO (PAG. 01 DE 01)

Código	NTP 400.012-2001
Titulo	AGREGADOS. Análisis granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global.
Código	ASTM C 136-2005
Titulo	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

SEGUN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO GLOBAL PROCEDE DE LA :

S - 12 / L 2 MUESTRA DE SONDEO - AGREGADO GLOBAL

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3 1/2 pulg	88.900	0.0	100.0
3 pulg	76.200	0.0	100.0
2 1/2 pulg	63.500	0.0	100.0
2 pulg	50.800	11.5	88.5
1 1/2 pulg	38.100	15.7	72.8
1 pulg	25.400	41.8	31.0
3/4 pulg	19.050	15.2	15.8
1/2 pulg	12.700	5.9	9.9
3/8 pulg	9.525	0.9	9.0
N° 4	4.750	1.1	7.9
N° 8	2.360	0.4	7.6
N°16	1.180	0.3	7.2
N° 30	0.600	1.1	6.1
N° 50	0.300	2.4	3.8
N° 100	0.150	1.9	1.8
FONDO		1.8	0.0
		TMN (pulg)	2 "

TMN = TAMANO MAXIMO NOMINAL

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993).

TECNICO LAC-LEM J.B.S
FECHA DE ENSAYO : 2013/10/01

P.CH

ING. VÍCTOR CANCHO VALDEZ
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES (e)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012469

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 64015 - 01B - 2013
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LÍNEA L 2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. No. 040-034242)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013

INFORME DE ENSAYO (PAG. 01 DE 01)

Código	NTP 400.012-2001
Titulo	AGREGADOS. Análisis granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global
Código	ASTM C 136-2005
Titulo	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

SEGUN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO GLOBAL PROCEDE DE LA :
C - 5 / L 2 MUESTRA DE CALICATA - AGREGADO ZARANDEADO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3 1/2 pulg	88.900	0.0	100.0
3 pulg	76.200	0.0	100.0
2 1/2 pulg	63.500	0.0	100.0
2 pulg	50.800	0.0	100.0
1 1/2 pulg	38.100	23.1	76.9
1 pulg	25.400	14.1	62.8
3/4 pulg	19.050	11.5	51.3
1/2 pulg	12.700	11.2	40.1
3/8 pulg	9.525	5.4	34.7
N° 4	4.750	9.0	25.6
N° 8	2.360	5.5	20.2
N°16	1.180	2.4	17.8
N° 30	0.600	4.7	13.1
N° 50	0.300	7.9	5.1
N° 100	0.150	3.6	1.6
FONDO		1.6	0.0
		TMN (pulg)	1 1/2 "

TMN = TAMANO MAXIMO NOMINAL

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993).

TECNICO LAC-LEM J.B.S
FECHA DE ENSAYO 2013/10/01

P.CH

ING. VÍCTOR CANCHO VALDEOS
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES (e)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012470

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 64015 - 02A - 2013
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LÍNEA L 2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. No. 040-034242)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 1 DE 1)

Código	: NTP 400.020:2002
Título	: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles
Código	: ASTM C 535:2009
	: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

CANTERA	TMN (pulg)	GRADACIÓN N° ESFERAS	UNIFORMIDAD	ABRASIÓN %
S - 12 / L 2 MUESTRA SONDEO AGREGADO GLOBAL	2"	2 - 12	0.24	6

DONDE:

TMN = TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

NOTA : El agregado global fue cortado por el tamiz N° 4 para separar la parte gruesa de la fina.

OBSERVACIONES

_ Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

_ El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993).

TÉCNICO LAC-LEM J.B.S

FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 2013/10/01

P.CH

ING. VÍCTOR CANCHO VALDEZ
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES (e)

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012471

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 64015 - 02B - 2013
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LÍNEA L 2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. No. 040-034242)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 01 DE OCTUBRE DEL 2013

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 1 DE 1)

Código	: NTP 400.020:2002
Título	: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles
Código	: ASTM C 535:2009
	: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

CANTERA	TMN (pulg)	GRADACIÓN N° ESFERAS	UNIFORMIDAD	ABRASIÓN %
C - 5 / L 2 MUESTRA CALICATA AGREGADO ZARANDEADO	1 1/2 "	2 - 12	0.28	11

DONDE:

TMN = TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

NOTA : El agregado global fue cortado por el tamiz N° 4 para separar la parte gruesa de la fina.

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993).

TÉCNICO LAC-LEM J.B.S

FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO 2013/10/01

P.CH

ING. VÍCTOR CANCHO VALDEOS
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES (e)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN RABABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012472

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 64015 - 03A - 2013
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LÍNEA L 2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. No. 040-034242)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013

INFORME DE ENSAYO (PAG. 01 DE 01)

Código	NTP 400.022:2002
Título	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino
Código	ASTM C128:2007
Título	Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate
Código	NTP 400.021:2002
Título	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso
Código	ASTM C127:2007
Título	Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate

SEGÚN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO GLOBAL PROCEDE DE LA :

S - 12 / L 2 MUESTRA SONDEO - AGREGADO GLOBAL

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.67
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	2.70
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.9

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993).

TÉCNICO LAC-LEM.	J.B.S
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2013/10/01
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2013/10/03

P CH

ING. VÍCTOR CANCHO VALDEOS
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES (e)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012473

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO

LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE N°	: 64015 - 03B - 2013
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LIMA LÍNEA L 2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. No. 040-034242)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 03 DE OCTUBRE DEL 2013

INFORME DE ENSAYO (PAG. 01 DE 01)

Código	NTP 400.022:2002
Titulo	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso especifico y absorción del agregado fino
Código	ASTM C128:2007
Titulo	Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate
Código	NTP 400.021:2002
Titulo	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso especifico y absorción del agregado grueso
Código	ASTM C127:2007
Titulo	Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate

SEGÚN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO GLOBAL PROCEDE DE LA :

C - 5 / L 2 MUESTRA DE CALICATA - AGREGADO ZARANDEADO

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.63
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	2.67
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.3

OBSERVACIONES:

Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: G004 : 1993).

TÉCNICO LAC-LEM	: J.B.S
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	2013/10/01
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2013/10/03

P CH

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ING. VÍCTOR CANCHO VALDEOS
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES (e)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

IGERSA

COSAPI
INGENIERIA Y
CONSTRUCCION

012474

COSAPI S.A.

METRO DE LIMA – LÍNEA L2.

ENSAYOS QUÍMICOS EN MUESTRAS DE SUELO Y AGUA

INGENIERIA GEOTECNICA RUIZ S.A.
INGENIERIA-GEOTECNICA-SERVICIOS A LA CONSTRUCCION

Lima, Septiembre del 2013

Estudio N° 009-13/IG.

INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PERÚ | Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento | Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

012475

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME DE RESULTADOS (Página 01 de 01)

EXPEDIENTE N°	**: 64016-02-2013**
PETICIONARIO	: IGERSA
ATENCIÓN	: ING. EDUARDO RUIZ RODRIGUEZ
OBRA	: METRO DE LINEA L2
UBICACIÓN	: VITARTE Y SANTA ANITA - LIMA
F. RECEPCIÓN MUESTRA	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE SOLICITUD	: SAN BORJA, 26 DE SETIEMBRE DEL 2013
FECHA DE CANCELACIÓN	: SAN BORJA, 27 DE SETIEMBRE DEL 2013 (FACT. N°040-34241)
FECHA DE EMISIÓN	: SAN BORJA, 04 DE OCTUBRE DEL 2013

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

CALICATA	S-12/L2-MUESTRA DE SONDEO	C-5/L2-MUESTRA DE CALICATA
MUESTRA	AGREGADO GLOBAL	AGREGADO ZARANDEADO

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (p.p.m) NTP 339.178 / AASHTO T290	**874**	**662**

OBSERVACIONES:

1).-Muestra provista e identificada por el peticionario.
2).-A solicitud del peticionario el ensayo se realizó al material fino.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI : GP 004 :1993).

HECHO POR : Téc. Javier Valerio Valverde
FECHA DE ENSAYO : Del 03 al 04 de Octubre del 2013

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ING. VICTOR CANCHO VALDEOS
Jefe de laboratorio de Ensayo de Materiales (e)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 001508

ANALISIS DE AGUA - SALES

SOLICITANTE : IGERSA
PROYECTO : Metro de Lima - Línea L2
UBICACIÓN : Santa Anita - Vitarte, Lima
RESP. ANALISIS : Tec. Nelson Guerreros Pardo
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 11 de Octubre del 2013

N° Lab.	N° Campo	S.S.T. (mg/L)	Cl^- (mg/L)	$SO^=_4$ (mg/L)	pH
1508	S - 12 / L2 AGUA SUBTERRANEA Prof. 14.60 - 15.50 mt.	2,679.00	303.53	595.71	7.27

ING. RICARDO [illegible] NALVARTE
JEFE DE LABORATORIO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012476

[12879]

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 022769

ANALISIS DE SUELO - SALES

SOLICITANTE : IGERSA
PROYECTO : Metro de Lima Linea L2
UBICACIÓN : Lima
RESP. ANALISIS : Tec. Nelson Guerreros Pardo
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 04 de Octubre del 2013

N° Lab.	N° Campo	M.O. (%)
22769	C-5 L2 Prof. 1.20 - 4.00 mt.	3.65

Métodos
Materia orgánica: Método de calcinación

CONSORCIO HUACHO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAB GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
ING. RICARDO APAOLLA NALVARTE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ing. Agrícola

[12880]

012477

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 022770

ANALISIS DE SUELO - SALES

SOLICITANTE : IGERSA
PROYECTO : Metro de Lima Linea L2
UBICACIÓN : Lima
RESP. ANALISIS : Tec. Nelson Guerreros Pardo
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 04 de Octubre del 2013

N° Lab.	N° Campo	M.O. (%)
22770	C-5 L2 Prof. 8.00 - 10.00 mt.	3.24

Métodos
Materia orgánica: Métoco de calcinación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO
ING. RICARDO APAOLLA NALVARTE
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ing. Agrícola
UNALM

[12881]

012473

MR & ASOCIADOS S.A.C
Ingenieros Consultores

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

RESUMEN CONSOLIDADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Proyecto:	GEOTECNIA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA
Cliente:	COSAPI INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.
Ubicación:	LÍNEA 4 - AV. FAUCETT

N° Proyecto:	ES-1317
Cuadro N°	1317-02
Pagina :	1 de 1
Revisado por :	C.A.S.

RESUMEN CONSOLIDADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDAJE	Profundidad (m)	SUCS	W%	Gs	Límites de Atterberg			Ensayo de consolidación			Resistencia a la Compresión Simple (Kg/cm2)	Proctor Modificado		CBR		Sales Solubles Totales (PPM)	Materia Orgánica (%)	Sulfatos Solubles - SO_4/SO_4 (PPM)	Muestra de Agua			Absorción de Agua		Est. Ácidos a disoluciones de sulfato de magnésico		Abrasión %	Reactividad mili mol/L	Sulfuros %	Equivalente de Arena %
					LL	LP	IP	Pc(kg/cm²)	Cc	Cs	Qu (kg/cm2)	Densidad Seca (g/cc)	OCH %	95% MDS	100% MDS				Sales Solubles Totales (PPM)	Cloruro Solubles	Sulfatos Solubles	Grava %	Arena %	Grueso	Fino				
C-01 L4	4.10 - 4.50	GP-GM	5.0		20	17	3																					
	8.50 - 8.50	GP			NP	NP	NP																					
	9.00 - 9.90																2.18	7.39										
	9.00 - 9.50	SP-SM			NP	NP	NP															0.86	1.36				450	0.031	
C-02 L4	4.10 - 5.50	ML	17.3		NP	NP	NP					1.668	10.60	5.00	17.5		2.26	74.51										
	8.50 - 8.50	GP	3.9		NP	NP	NP																					
	9.50 - 10.00	GP	2.0		NP	NP	NP					2.22	4.85	60.00	95.00		1.54	4.56						8.65	5.56	12.7			25%
S-01 L4	1.50 - 1.70	SM	12.6		19.97	16.4	3.57										1.69	183.05										
	11.60 - 12.00	ML	44.6		47.31	29.59	17.72										7.03	250.54										
	12.00 - 12.45	SM	25.0																									
	13.20 - 13.60	MH	36.8		50.21	32.51	17.69										4.82	6.5										
	13.60 - 14.05	MH	61.4		105	60	45											477.91										
	14.90 - 15.35	ML	43.7		52.19	35.88	16.31																					
	12.00 - 27.00																	13.09				1.43	1.60					
	3.50																		4330	313.89	881.74						300	0.019	57%
S-02 L4	21.00 - 21.45	MH	41.5		84	51	33										4.74	68.43										
	21.85 - 22.05	SM	27.7	2.66	30	27	3	1.9	0.0267		3.64							26.77										
	22.70 - 22.85	ML	36.6		38	29	9										5.15	38.94										
	24.70 - 25.15	SM	14.7		NP	NP	NP											38.06										
	8.90																		1450	300.24	256.89							

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12882]

012479

MR & ASOCIADOS S.A.C.
Ingenieros Consultores
Laboratorio de Mecánica de Suelos

CONTROL DE COMPACTACIÓN

PROYECTO:	GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LINEA 2 Y TRAMO DE LA LINEA 4 DEL METRO DE LIMA			E.S.:	1317
CLIENTE:	COSAPI SA			Cuadro : 1317 - 06	
UBICACIÓN:	AV. ELMER FAUCETT - CALLAO				
CAPA:	-			CALCULO:	E.Y.H.
REALIZADO:	E.Y.H.	REVISADO:	F.O.M.	FECHA:	sep-13

DENSIDAD DE CAMPO

(ASTM D-1556 / NTP339.143)

Sondaje		C - 01	C - 02				
Profundidad (m.)		8.50	8.50				
1	Peso de agua total (gr.)	8500	8500				
2	Peso de agua sobrante (gr.)	1700	1880				
3	Peso de agua empleada (gr.) (1)-(2)	6800	6620				
4	Peso de agua en el anillo (gr.)	0	0				
5	Peso de agua en el hueco (gr.) (3)-(4)	6800	6620				
6	Densidad del agua (gr/cm³)	1.00	1.00				
7	Volúmen del hueco (cm³) (5)/(6)	6800	6620				
8	Peso de tara + suelo húmedo (gr.)	16755	15540				
9	Peso de tara (gr.)	0	0				
10	Peso del suelo húmedo (gr.) (8)-(9)	16755	15540				
11	Densidad húmeda (gr/cm³) (10)/(7)	2.46	2.35				

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216 / NTP339.127)

Tara N°		10	12				
12	Peso de tara + suelo húmedo (gr.)	18730.0	15540.0				
13	Peso de tara + suelo seco (gr.)	18240.0	15235.0				
14	Peso del agua (gr.) (12)-(13)	490.0	305.0				
15	Peso de tara (gr.)	1975.0	0.0				
16	Peso del suelo seco (gr.) (13)-(15)	16265.00	15235.00				
17	Contenido de humedad (%) (14)/(16)*100	3.01	2.00				
18	Densidad seca (gr/cm³) (11)/(1+(17)	2.39	2.30				

Observaciones: .....

.....

.....

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

HOJA : 1
DE : 1

PROYECTO :	GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA	N° : 01317	UBICACIÓN : AV. ELMER FAUCETT		FECHA : 04-10-13
CLIENTE :	COSAPI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.	OPERADOR : M. L. CH.	REVISADO : V.B.Z.		CUADRO 1317-09

SONDAJE	Prof. (m)	Porcentaje Acumulado que Pasa la Malla														γ (gr/cc)		LL	LP	IP	w	SUCS	OBSERV	Gs	Gs
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#60	#140	#200	Hum.	Seca	%	%	%	%			(grava)	(finos)
S - 01	13.60 - 14.05											100.0	98.5	98.0	97.8			105	60	46	61.44	MH			

COMSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12884]

012481

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

HOJA : 1

DE : 1

PROYECTO :	GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA	N° : 01317	UBICACIÓN : AV. ELMER FAUCETT		FECHA 12-10-13
CLIENTE :	COSAPI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.	OPERADOR : M. L. CH.	REVISADO : V.B.Z.		CUADR 1317-12

SONDAJE	Prof. (m)	Porcentaje Acumulado que Pasa la Malla														γ (gr/cc)		LL	LP	IP	w	SUCS	OBSERV	Gs (grava)	Gs (finos)
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#10	#20	#40	#60	#140	#200	Hum.	Seca	%	%	%	%				
S2 - L4	21.00 - 21.45								100.0	99.7	99.2	98.1	95.5	88.0	83.4			84	51	33	41.52	MH			
S2 - L4	21.85 - 22.05									100.0	99.6	96.6	84.4	52.8	43.3			30	27	3	27.65	SM			
S2 - L4	22.20 - 22.65								100.0	96.4	92.2	89.7	87.0	77.1	58.5			38	29	9	36.62	ML			
S2 - L4	24.70 - 25.15								100.0	97.6	96.7	92.6	73.8	34.6	24.4			NP	NP	NP	14.65	SM			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12885]

012482

MR & Asociados S.A.C.
Ingenieros Consultores

CLIENTE:	COSAPI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.			
PROYECTO:	GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA			
UBICACION:	AV. ELMER FAUCETT - CALLAO			
ESTUDIO:	ES - 1317	REALIZADO POR:	M. L. CH.	*9 Sep 2013*
FECHA:	24 Sep 2013	REVISADO POR:	F.O.M	*24 Sep 2013*
TIPO DE EXPLORACIÓN:	CALICATA	CUADRO	1317-07	*Hoja 1 de 2*

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D422 - D4318 - D427 - D2487 - D3282)

Sondaje	C - 01	C - 01	C - 01	C - 02	C - 02
Muestra	1	Densidad	2	1	Densidad
Profundidad (m)	4.10 - 4.50	8.50 - 8.50	9.00 - 9.50	4.10 - 5.50	8.50 - 8.50

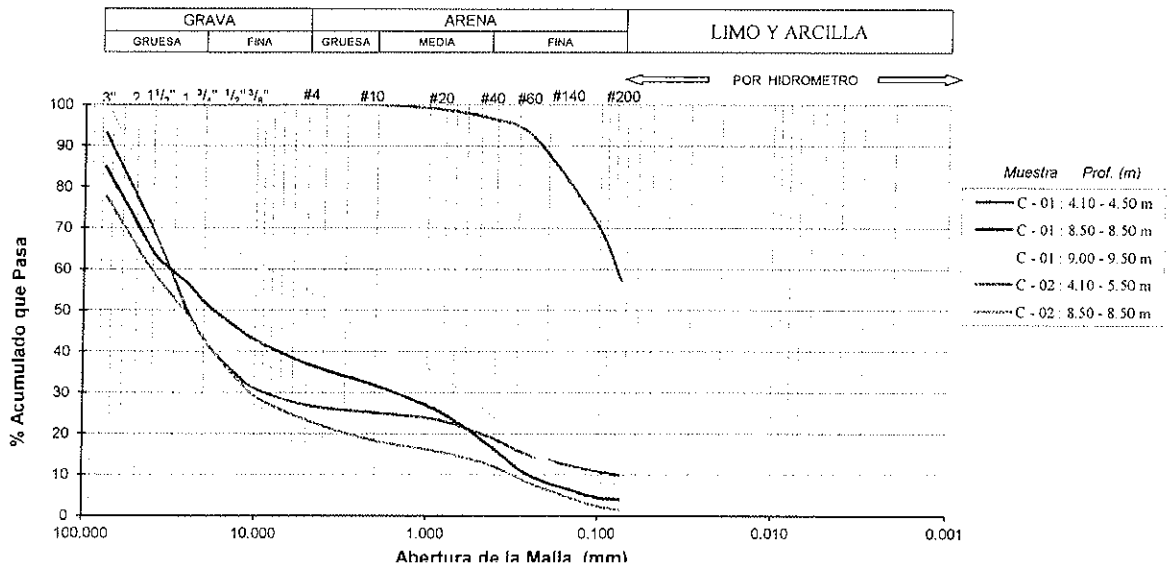
Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)				
3"	76.200	92.89	84.72	99.97	100.00	77.79
2"	50.800	78.03	71.56	85.96	100.00	65.47
1½"	38.100	67.28	62.77	78.68	100.00	57.86
1"	25.400	50.16	56.66	72.49	100.00	48.87
3/4"	19.050	41.49	51.09	68.61	100.00	41.34
1/2"	12.700	34.03	45.59	63.88	100.00	32.94
3/8"	9.525	30.44	42.18	60.60	100.00	28.42
N°004	4.750	26.67	36.61	53.71	100.00	22.86
N°010	2.000	25.05	31.65	42.78	100.00	18.25
N°020	0.850	23.29	25.39	33.95	98.79	15.63
N°040	0.425	19.08	16.90	24.29	96.44	12.32
N°060	0.250	14.66	9.77	15.59	92.26	7.88
N°140	0.106	10.98	4.66	8.43	71.44	2.49
N°200	0.075	9.87	3.90	7.26	57.19	1.34

CLASIFICACIÓN	
Prof.(m)	SUCS
C - 01	
4.10 - 4.50	GP - GM : Grava mal graduada con limo y arena
C - 01	
8.50 - 8.50	GP : Grava mal graduada con arena
C - 01	
9.00 - 9.50	SP - SM : Arena mal graduada con limo y arena
C - 02	
4.10 - 5.50	ML : Limo arenoso
C - 02	
8.50 - 8.50	GP : Grava mal graduada con arena

Distribución Granulométrica					
Coeficiente de Uniformidad Cu	410.14	4.00	70.01	-	128.21
Coeficiente de Curvatura Cc	30.76	0.49	0.36	-	8.34
D_{10}	0.08	7.93	0.13	-	0.32
D_{30}	8.78	11.14	0.64	-	10.54
D_{60}	32.07	31.70	8.96	0.08	41.32

Límites de Consistencia						
Límite Líquido (LL)	(%)	20	NP	0	NP	NP
Límite Plástico (LP)	(%)	17	NP	0	NP	NP
Índice Plástico (IP)	(%)	4	NP	0	NP	NP
Límite de Contracción (LC)	(%)					
Contenido de Humedad	(%)	5.0			17.3	3.9

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & Asociados S.A.C.
Ingenieros Consultores

CLIENTE:	COSAPI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.				
PROYECTO:	GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA				
UBICACION:	AV. ELMER FAUCETT - CALLAO				
ESTUDIO:	ES - 1317	REALIZADO POR:	M. L. CH.	*9 Sep 2013*	
FECHA:	24 Sep 2013	REVISADO POR:	F.O.M	*24 Sep 2013*	
TIPO DE EXPLORACIÓN:	CALICATA	CUADRO	1317-08	*Hojo 2 de 2*	

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D422 - D4318 - D427 - D2487 - D3282)

Sondaje	C - 02
Muestra	2
Profundidad (m)	9.50 - 10.00

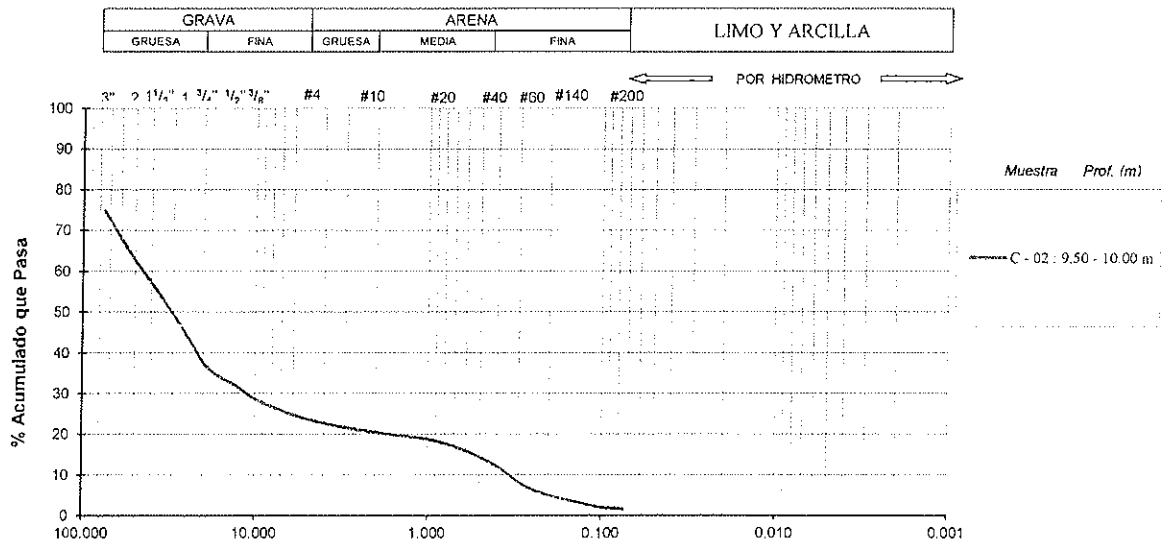
Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)
3"	76.200	74.73
2"	50.800	62.90
1½"	38.100	55.70
1"	25.400	44.55
3/4"	19.050	36.28
1/2"	12.700	31.58
3/8"	9.525	28.04
N°004	4.750	23.35
N°010	2.000	20.39
N°020	0.850	18.04
N°040	0.425	12.70
N°060	0.250	6.33
N°140	0.106	2.19
N°200	0.075	1.55

Distribución Granulométrica	
Coeficiente de Uniformidad Cu	133.24
Coeficiente de Curvatura Cc	8.12
D_{10}	0.34
D_{30}	11.17
D_{60}	45.24

Límites de Consistencia		
Límite Líquido (LL)	(%)	NP
Límite Plástico (LP)	(%)	NP
Índice Plástico (IP)	(%)	NP
Límite de Contracción (LC)	(%)	
Contenido de Humedad	(%)	2.0

CLASIFICACIÓN	
Prof.(m)	SUCS
C - 02	
9.50 - 10.00	GP : Grava mal graduada con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

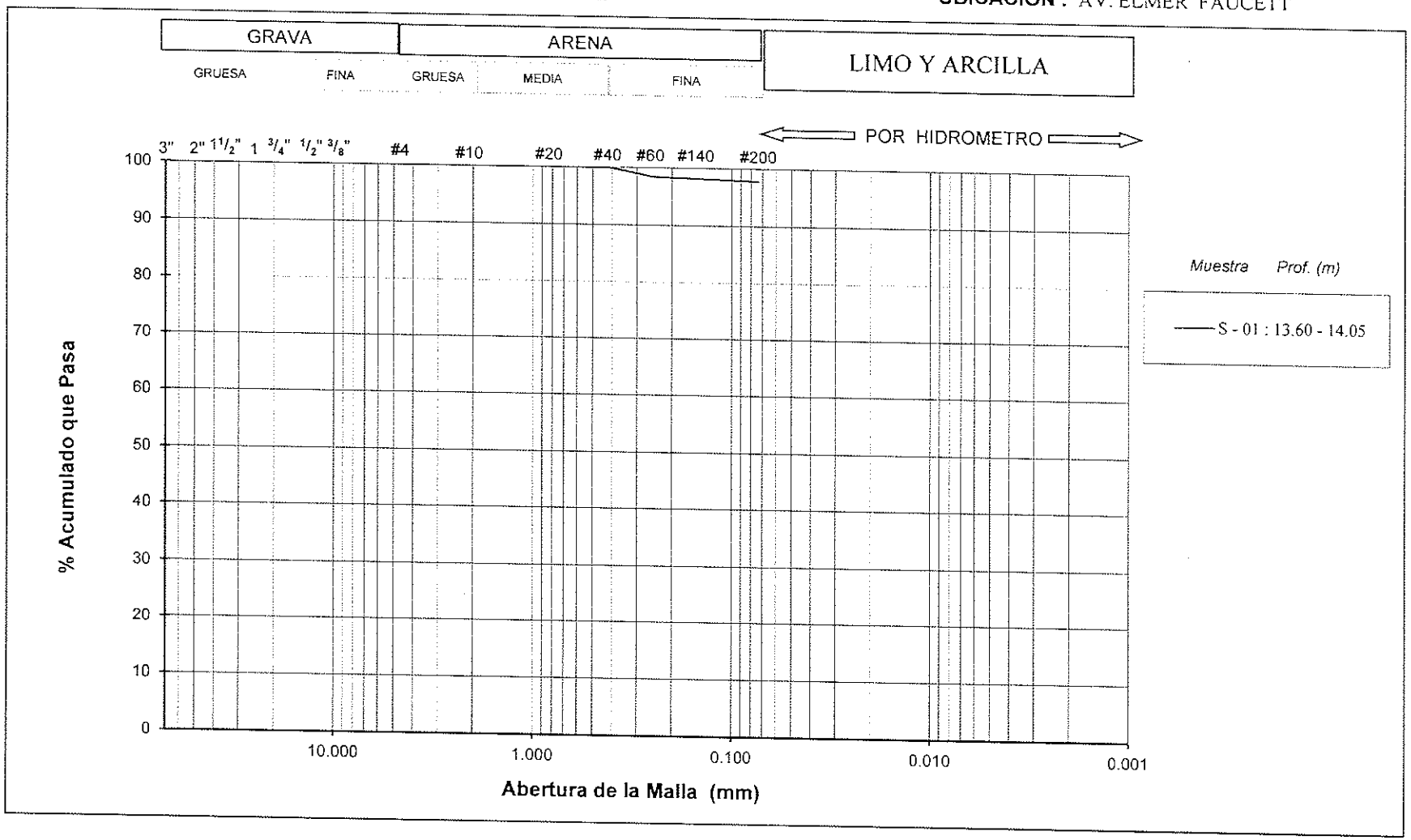
Análisis Granulométrico por Tamizado

PROYECTO : GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA

CLIENTE : COSAPI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.

N° : 01317

UBICACIÓN : AV. ELMER FAUCETT



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12888]
012435

Lámina N° 1317-11

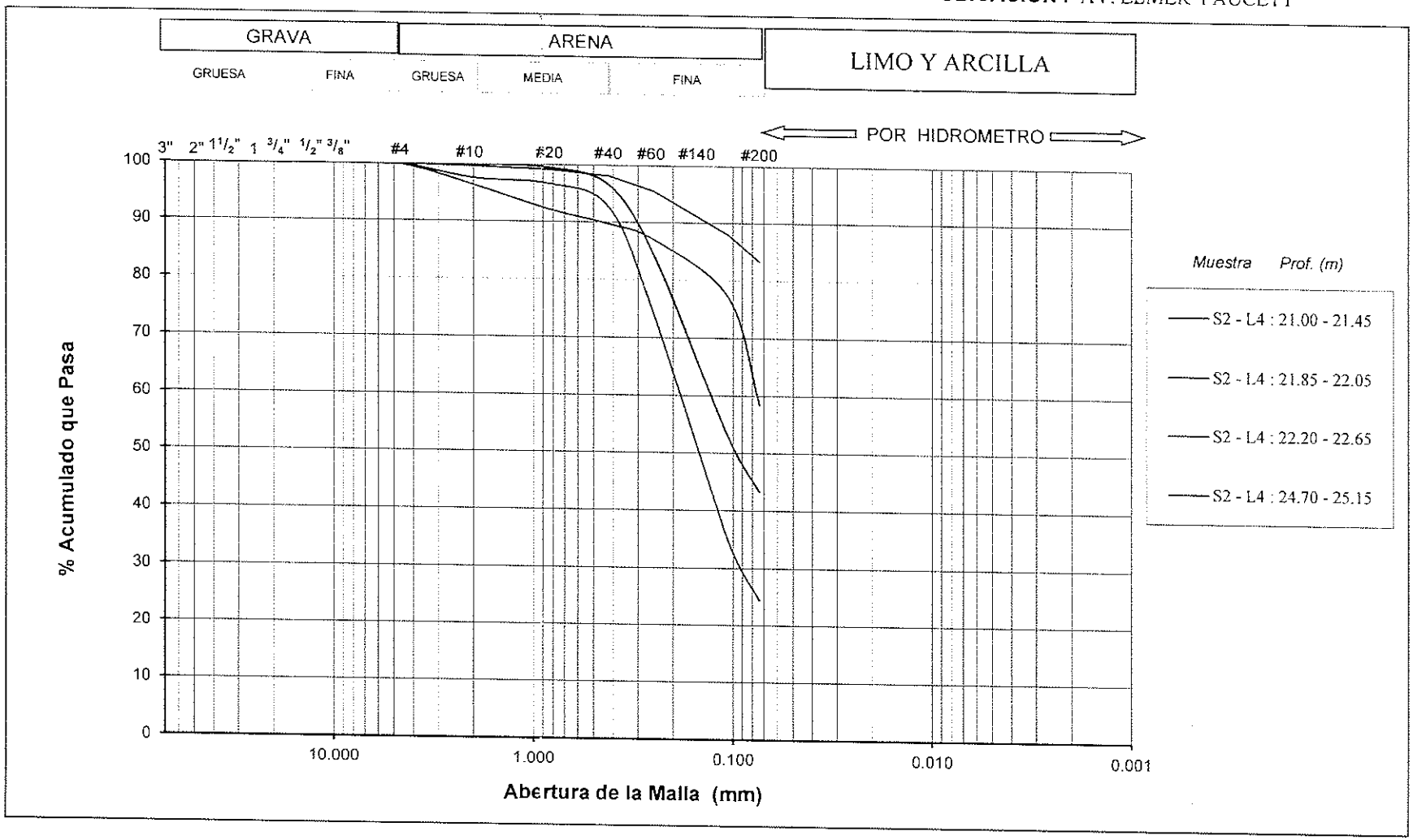
Análisis Granulométrico por Tamizado

PROYECTO : GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA LA OFERTA DE LA LÍNEA 2 Y TRAMO DE LA LÍNEA 4 DEL METRO DE LIMA

CLIENTE : COSAPI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.

N° : 01317

UBICACIÓN : AV. ELMER FAUCETT



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12889]
012436

Lámina N° 1317-12

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

INFORME N° 237 - 13' LP y EM

SOLICITANTE: MRA
PROYECTO: ES - 1317 GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO DE LIMA
UBICACIÓN: AV. ELMER FAUCETT
MUESTRA: SONDAJE: C-2 L4 - MAB - PROFUNDIDAD: 9:50 - 10:00
ENSAYO: Desgaste por medio de la Máquina de los Ángeles - ASTM C 535
FECHA: La Molina, 16 de Octubre del 2013

RESULTADO DEL ANALISIS

ABRASION - GRADACION "A"

Malla Pasa - Retenido	Peso Inicial gr.	Peso Inicial Total (gr.)	Peso Retenido Malla N° 12 (gr.)
1 1/2" - 1"	1245	4922	4320
1" - 3/4"	1242		
3/4" - 1/2"	1211		
1/2" - 3/8"	1224		

% DE DESGASTE MAQUINA DE LOS ANGELES 12.2 %

Ing. Alfonso Cerna Vasquez
Jefe del Lab. De Materiales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12891]

0012488

obci SRL

SERVICIOS DE LABORATORIO
AGUA - SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Solicitante	MRA	Elaboró	H.H.L.
Proyecto	ES-1317 GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO	Revisó	H.H.L.
		Técnico	H.H.Ñ.
Ubicación	AV. ELMER FAUCETT	Fecha	21-oct-13

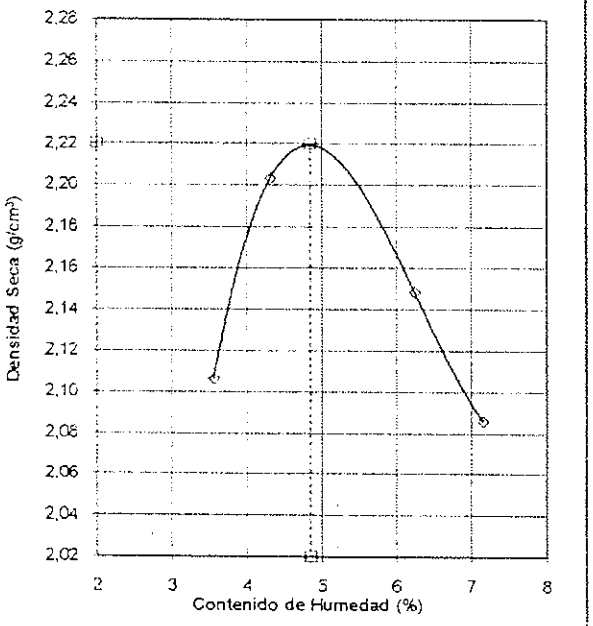
Sondaje	C-2 L4
Tipo de Muestra	MAB
Profundidad (m)	9,50 - 10,00

Próctor Modificado - ASTM D 1557 (C)
compactado en 5 capas - pison de 4,548 kg - altura de 45,5 cm

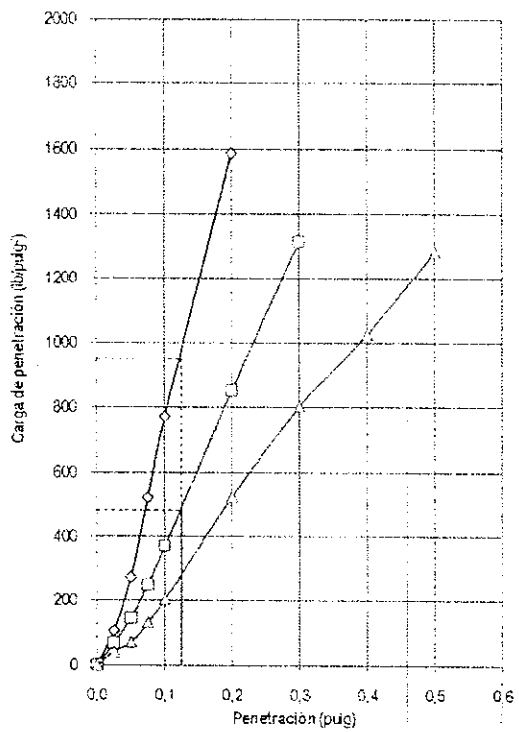
Densidad	2,11	2,20	2,15	2,09
Humedad	3,55	4,32	6,24	7,15

MDS = 2,220 g/cm³ *OCH = 4,85 %*

CURVA DE COMPACTACION



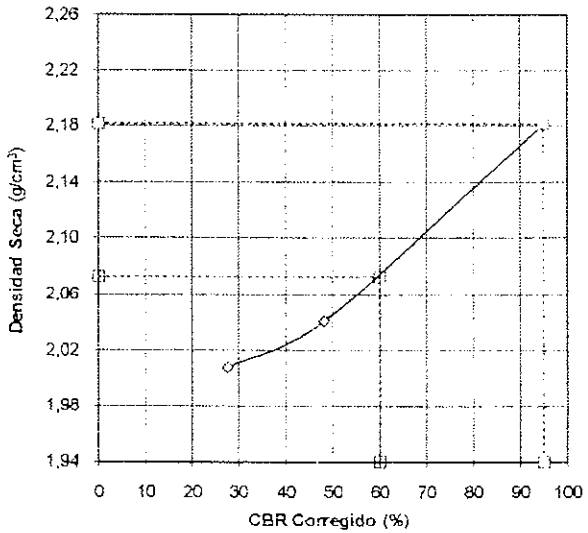
CURVAS DE PENETRACION



Razón de Soporte California (CBR) - ASTM D 1883

Condición de la Muestra	4 días de saturación
Sobrecarga	10 libras (4,55 kg)
Expansión Máxima	0,00 %
CBR (95% de la MDS y 0,1" de penetración) =	*60,0 %*
CBR (100% de la MDS y 0,1" de penetración) =	*95,0 %*

DENSIDAD SECA - CBR



Observaciones:

José Diaz 388 – Urb. Santa Beatriz – Lima
Tel: 332 6929 Nextel: 400*0474 RPM: *375 865
E-mail: obcisrl@hotmail.com

SEVERO HECTOR HUAPAYA LUYO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 67812

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAJAS
REPRESENTANTE

obci SRL

SERVICIOS DE LABORATORIO
AGUA - SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Solicitante	MRA	Elaboró	J.C.C.V.
Proyecto	ES-1317 GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO	Revisó	H.H.L.
		Técnico	H.H.Ñ.
Ubicación	AV. ELMER FAUCETT	Fecha	21-oct-13
Sondaje	C-2 L4		
Tipo de Muestra	MAB		
Profundidad (m)	9,50- 10,00		

Ensayo de Inalterabilidad de los Agregados Gruesos - ASTM C 88

Solución: Sulfato de Magnesio

Tamiz Pasa - Retiene	Peso Antes del Ensayo	Peso Despues del Ensayo	% Escalonado Original	% Perdida Despues del Ensayo	% de Perdida Corregida
3" - 2½"	----	----	----	----	----
2½" - 2"	2760	2636	13,6	4,49	0,61
2" - 1½"	1820	1812	23,8	0,44	0,10
1½" - 1"	1016	920	18,8	9,45	1,77
1" - 3/4"	498	432	13,9	13,25	1,84
3/4" - 1/2"	662	618	16,6	6,65	1,10
1/2" - 3/8"	330	288	6,0	12,73	0,76
3/8" - N°4	308	204	7,3	33,77	2,47
TOTALES	7394	6910	100,0	----	8,65

Ensayo de Inalterabilidad de los Agregados Finos - ASTM C 88

Solución: Sulfato de Magnesio

Tamiz Pasa - Retiene	Peso Antes del Ensayo	Peso Despues del Ensayo	% Escalonado Original	% Perdida Despues del Ensayo	% de Perdida Corregida
3/8" - N° 4	100	91,63	22,8	8,37	1,91
N° 4 - N° 8	100	93,30	18,8	6,70	1,26
N° 8 - N° 16	100	94,54	15,0	5,46	0,82
N° 16 - N° 30	100	96,26	18,1	3,74	0,68
N° 30 - N° 50	100	98,11	14,7	1,89	0,28
N° 50 - N° 100	100	94,16	10,7	5,84	0,62
< N° 100	----	----	----	----	----
TOTALES	600	568,00	100,0	----	5,56

Observaciones

SEVERO HUGO AGUAYO LUYO
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 67313

Formato A08-01/10

José Diaz 388 – Urb. Santa Beatriz – Lima
Tel: 332 9929 Nextel 400*0474 RPM *475 965
E-mail: obcisrl@hotmail.com

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12893]

012430

obci SRL

SERVICIOS DE LABORATORIO
AGUA - SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Solicitante	MRA	Elaboró	H.H.L.
Proyecto	ES-1317 GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO	Revisó	H.H.L.
		Técnico	H.H.Ñ.
Ubicación	AV. ELMER FAUCETT	Fecha	21-oct-13

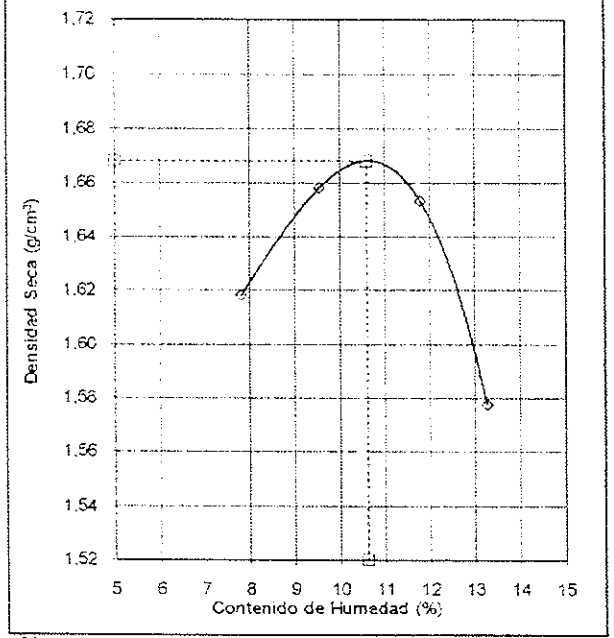
Sondaje	C-2 L4
Muestra	M - 1
Profundidad (m)	4,10 - 5,50

Próctor Modificado - ASTM D 1557 (A)
compactado en 5 capas - pison de 4,548 kg - altura de 45,5 cm

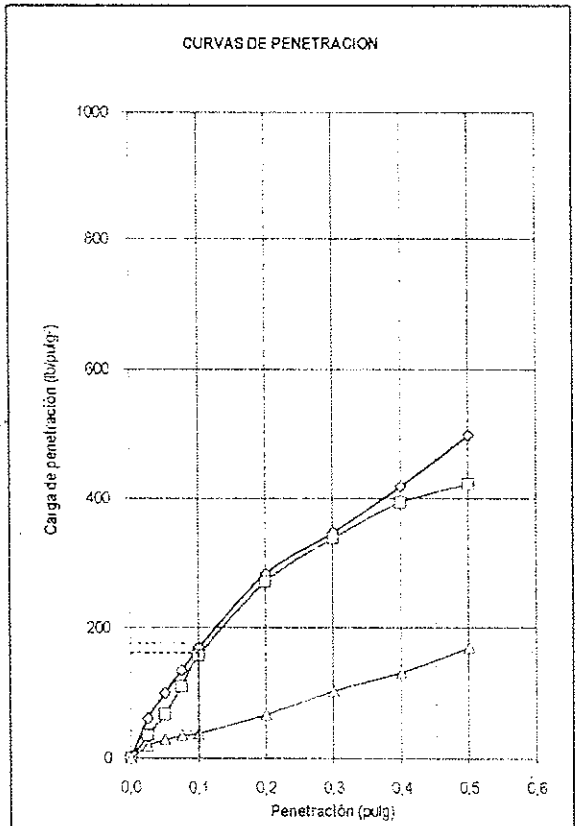
Densidad	1,62	1,66	1,65	1,58
Humedad	7,79	9,53	11,79	13,26

MDS = 1,668 g/cm³ *OCH = 10,60 %*

CURVA DE COMPACTACION



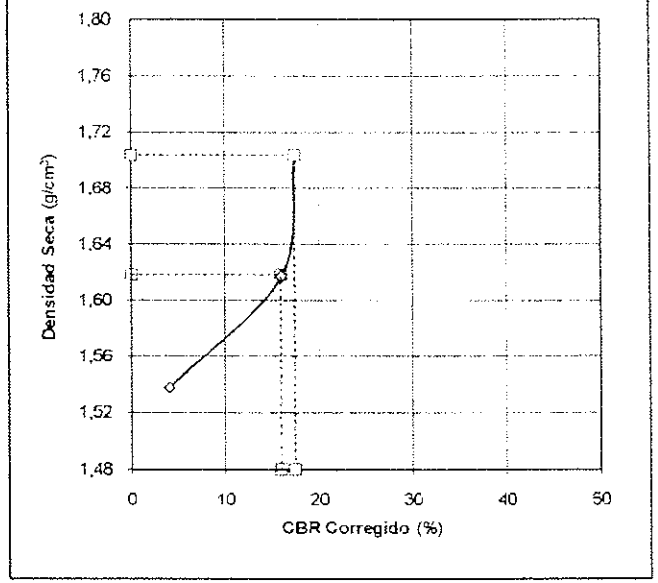
CURVAS DE PENETRACION



Razón de Soporte California (CBR) - ASTM D 1883

Condición de la Muestra	*4 días de saturación*
Sobrecarga	*10 libras (4,55 kg)*
Expansión Máxima	*0,22 %*
CBR (95% de la MDS y 0,1" de penetración) =	***16,0 %***
CBR (100% de la MDS y 0,1" de penetración) =	***17,5 %***

DENSIDAD SECA - CBR



Observaciones:

José Diaz 388 – Urb. Santa Beatriz – Lima
Tel: 332 6929 Nextel: 400*0474 RPM: *375 865
E-mail: obcisrl@hotmail.com

SEVERO HECTOR HUAPAYA LUYO
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 87813

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 381/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
381	S-02 L4 Prof.: 24.70 – 25.15 m	38.06

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 376/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
376	S – 2 L4 Prof.: 22.20 -22.65 m	5.15	38.94

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 380/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
380	S-02 L4 Prof.: 21.80 – 22.00 m	26.77

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contre muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 383/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 14/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
383	S-01 L4 Prof.: 13.60 – 14.05 m	477.91

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 14 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE ARBVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369.

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 379/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %
379	C – 1 L4 Prof.: 9.00 – 9.90 m	2.18

Métodos Utilizados:
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO

NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 378/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles SO_4"ppm
378	C – 2 L4 Prof.: 4.10 - 5.50 m	2.26	24.51

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 377/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles SO_4"ppm
377	C – 2 L4 Prof.: 9.50 -10.00 m	1.54	4.56

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 383/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 14/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles SO_4 ppm
383	S-01 L4 Prof.: 13.60 – 14.05 m	477.91

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 14 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE ARBVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369.

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 380/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
380	S-02 L4 Prof.: 21.80 – 22.00 m	26.77

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis sa guarda una contra muestre la cual es mantanida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 376/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
376	S – 2 L4 Prof.: 22.20 -22.65 m	5.15	38.94

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante, Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra le cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 381/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles SO_4 ppm
381	S-02 L4 Prof.: 24.70 – 25.15 m	38.06

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 377/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles SO_4"ppm
377	C – 2 L4 Prof.: 9.50 -10.00 m	1.54	4.56

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 378/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
378	C – 2 L4 Prof.: 4.10 - 5.50 m	2.26	24.51

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitanta.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 379/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 11/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %
379	C – 1 L4 Prof.: 9.00 – 9.90 m	2.18

Métodos Utilizados:
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 11 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA Y SUELO

NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUIMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenide en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12908]

012505

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 394/2013

Solicitante : COSAPI
Presentación : MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida : SUELO
Proyecto : GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación : Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción : 23/10/2013
Referencia del Cliente : Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
394	S1 L4 Prof.: 13.20 – 13.60 m	4.82	6.50

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 23 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datc solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cu mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 400/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EN BOTELLA DE VIDRIO Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: AGUA
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 25/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sales Solubles Totales ppm	Cloruro Solubles Cl^- ppm	Sulfatos solubles $SO_4^=$ ppm
400	S1 L4, M – 02 Prof.: 8.90 m.	1,450.00	300.24	256.89

Métodos Utilizados:
Sales solubles totales : NTP 339. 152
Cloruros solubles : NTP 339. 178
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 25 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12910]

012507

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 388/2013

Solicitante : COSAPI
Presentación : MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida : SUELO
Proyecto : GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación : Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción : 18/10/2013
Referencia del Cliente : Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
388	C-1 L4 Prof.: 9.00 – 9.90 m	7.39

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177

Chorrillos, 18 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAZAN GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cua mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

MR & ASOCIADOS S.A.C.
INGENIEROS CONSULTORES
DEPARTAMENTO DE ENSAYOS FISICO QUIMICO DE AGUA Y SUELO

INFORME DE ANALISIS DE AGUA ENSAYO N° 392/2013

Solicitante	: COSAPI
Presentación	: MUESTRA EMBOLSADA Y BIEN ASEGURADA
Muestra Recibida	: SUELO
Proyecto	: GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA OFERTA DE LA LINEA 2 Y4 DEL METRO DE LIMA
Ubicación	: Av. ELMER FAUCETT - CALLAO
Fecha de Recepción	: 23/10/2013
Referencia del Cliente	: Muestreada por el Técnico E.Y.H de MR & ASOCIADOS S.A.C.

N° LAB.	Identificación de la muestra	Materia Orgánica %	Sulfatos Solubles $SO_4^=$ ppm
392	S1 L4 Prof.: 1.50 – 1.70 m	1.69	183.05

Métodos Utilizados:
Sulfatos solubles : NTP 339. 177
Materia Orgánica : AASHTO T267-86 Perdida por Ignición

Chorrillos, 23 de Octubre del 2013

MR & ASOCIADOS S.A.C.
LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA Y SUELO
NORE AREVALO FLORES
INGENIERA QUÍMICA
REG. CIP N° 115369

NOTA: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra en el envase proporcionado por el solicitante. Los datos del solicitante, los relativos al producto y la identificación de la muestra también han sido proporcionados por el cliente. El uso que dé a estos resultados también es responsabilidad exclusiva del cliente. Al empezar los análisis se guarda una contra muestra la cual es mantenida en el área de almacén por un espacio de 3 meses para algún reclamo del solicitante.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAUME GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

obci SRL

SERVICIOS DE LABORATORIO
AGUA - SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Solicitante	MRA	Elaboró	H.H.L.
Proyecto	ES-1317 GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO	Revisó	H.H.L.
		Técnico	H.H.Ñ.
Ubicación	AV. ELMER FAUCETT	Fecha	7-nov-13

Equivalente de Arena - ASTM D 2419			
Sondaje	-		
Profundidad (m)	12,00 - 22,00		
Tipo de Muestra	Arena de trituración de gravas		
Especimen N°	1	2	3
Hora de entrada a saturación	09:15	09:17	09:19
Hora de salida de saturación	09:25	09:27	09:29
Hora de entrada a decantación	09:27	09:29	09:31
Hora de salida de decantación	09:47	09:49	09:51
Altura del nivel de material fino (cm)	4,1	4,0	4,1
Altura del nivel arena (cm)	3,3	3,3	3,3
Equivalente de arena (%)	81,0	83,0	81,0
Equivalente de arena promedio	82%		

Observaciones

La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Formato A06-02/10

José Díaz 388 – Urb. Santa Beatriz – Lima
Tel: 332 6929 Nextel: 400*0474 RPM: *375 865
E-mail: obcisrl@hotmail.com

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

obci SRL

SERVICIOS DE LABORATORIO
AGUA - SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Solicitante	MRA	Elaboró	H.H.L.
Proyecto	ES-1317 GEOTECNICA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO	Revisó	H.H.L.
		Técnico	H.H.Ñ.
Ubicación	AV. ELMER FAUCETT	Fecha	7-nov-13

Equivalente de Arena - ASTM D 2419			
Sondaje	C-2 L4		
Profundidad (m)	9,50 - 10,00		
Tipo de Muestra	Arena de tamizado		
Especímen N°	1	2	3
Hora de entrada a saturación	10:05	10:07	10:09
Hora de salida de saturación	10:15	10:17	10:19
Hora de entrada a decantación	10:17	10:19	10:21
Hora de salida de decantación	10:37	10:39	10:41
Altura del nivel de material fino (cm)	12,1	12,2	12,0
Altura del nivel arena (cm)	2,9	3,0	2,9
Equivalente de arena (%)	24	25	25
Equivalente de arena promedio	**25%**		

Observaciones

La muestra ha sido proporcionada e identificada por el solicitante

Formato A06-02/10

José Díaz 388 – Urb. Santa Beatriz – Lima
Tel: 332 6929 Nextel: 400*0474 RPM: *375 865
E-mail: obcisrl@hotmail.com

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Química y Textil
Laboratorio N° 15 Quimica General

INFORME TECNICO
N ° 017-LAB. 15-13

SOLICITANTE	:	MR & ASOCIADOS SAC
RUC	:	20101766382
MUESTRA	:	S-1 L4 P=12,0-22,0m TEST GP Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
OBRA	:	ES-1317 GEOTECNIA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO DE LIMA
UBICACIÓN	:	AV. ELMER FAUCETT
CLIENTE	:	COSAPI
ENSAYO	:	ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA	:	21-10-13

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	REPORTE
REACTIVIDAD ARIDO-ALCALI, mili mol/L Método ASTMC295 y ASTMC289	300
SULFUROS, % Espectrofotométro	0,019

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,

ING. BERTHA CARDENAS VARGAS
Jefe del LAB.15

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Apartado 1301 - Peru
Telf.: 381-3849 Anexo34 / 381-3866? Telefax: 481-7919 / Central UNI 481-1070
E-mail: jefaturalab 15@gmail.com - lab15_fiqt@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Química y Textil

Laboratorio N° 15 Química General

INFORME TECNICO

N.° 016-LAB. 15-13

SOLICITANTE	:	MR & ASOCIADOS SAC
RUC	:	20101766382
MUESTRA	:	C-1 L4 P=9,0-9,9m MA GP ARENAS MEDIAS Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
OBRA	:	ES-1317 GEOTECNIA COMPLEMENTARIA PARA LA LINEA 2 Y 4 DEL METRO DE LIMA
UBICACIÓN	:	AV. ELMER FAUCETT
CLIENTE	:	COSAPI
ENSAYO	:	ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA	:	21-10-13

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	REPORTE
REACTIVIDAD ARIDO-ALCALI, mili mol/L Método ASTMC295 y ASTMC289	450
SULFUROS, % Espectrofotométro	0,031

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

ING. BERTHA CARDENAS VARGAS
Jefe del LAB.15

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Apartado 1301 - Perú
Telf : 381-3849 Anexo34 / 381-3867 Telefax: 481-7919 / Central UNI 481-1070
E-mail: jefaturalab.15@gmail.com / lab15_fiqt@uni.edu.pe

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
Ensayos Geotécnicos, S.A.
Nicolás Copérnico, 12 Polg. Ind. CODEIN
28940-FUENLABRADA – MADRID
Telf: 91-606.88.54 Fax: 609.88.55

Laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación:
Ensayos de Geotecnia (GT)
Ensayos de Viales (VS)
Ensayos de Hormigón Estructural (EH)
Ensayos de Aguas

TRABAJO Nº: 13271

PETICIONARIO: Empresa: AYESA
Domicilio Pº De la Castellana nº 130, 6º
28046 MADRID
AT: D.Guillermo Martínez

DENOMINACIÓN: Obra: LICITACIÓN METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4.
Situación: PERÚ.

TIPO DE MUESTRA: ROCA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: Fecha: 07/10/13
Entregada por el peticionario en el laboratorio de CEPASA

ENSAYOS SOLICITADOS :

Brasileño (UNE 22950-2)
Abrasividad Cerchar (NF P94-430-1)
Índice de perforabilidad D.R.I. (NTNU 13A-98)
Índice de Schimazek (prEn-22952)
Estudio petrográfico (UNE 932-3)

CEPASA Ensayos Geotécnicos, S.A. dispone de un Sistema de Calidad y Gestión Medioambiental certificado de acuerdo a las normas ISO 9001 y 14001 por Bureau Veritas Certification.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

RESISTENCIA A TRACCIÓN

Determinación indirecta- Ensayo Brasileño (UNE 22950-2)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. PERU
INDICATIVO:	13271
FECHA:	18/10/2013

MUESTRA	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm^2)
C-1 L4 9,00-9,90	2,22	4,49	2242,7	143,24
C-4 L2 8,60-9,60	2,13	4,48	1559,7	104,05
C-5 L2 8,00-10,00	2,51	4,50	2711,6	152,83
S-2 L2 18,30-21,50	3,14	6,31	4138,8	132,98
S-12 L2 25,00-35,00	3,52	6,30	7492,6	215,09
S-1 L4 12,00-22,00	3,15	6,30	2222,3	71,29
S-4 L2 15,00-25,00	3,49	6,31	6330,5	183,00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A

ABRASIVIDAD CERCHAR
(NF P94-430-1)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
FECHA:	18-10-2013

MUESTRA	Ensayo nº	A_{IN}	$A_{IN\ medio}$
C-1 L4 9.00-9.90	1	3.0	3.0
	2	3.0	
C-4 L2 8.60-9.60	1	1.0	1.0
	2	1.0	
C-5 L2 8.00-10.00	1	2.9	2.8
	2	2.7	
S-2 L2 18.30-21.50	1	2.4	2.3
	2	2.2	
S-12 L2 25.00-35.00	1	3.5	3.5
	2	3.5	
S-1 L4 12.00-22.00	1	4.6	4.6
	2	4.6	
S-4 L2 15.00-25.00	1	3.8	3.8
	2	3.8	

Indice	Clasificación
0,3 - 0,5	Muy poco abrasiva
0,5 - 1	Poco abrasiva
≈ 1	Medianamente abrasiva
1 - 2	Abrasiva
2 - 4	Muy abrasiva
4 - 6	Extremadamente abrasiva
6 - 7	Cuarzo

El ensayo de Abrasividad Cerchar se lleva a cabo con un taladro de acero que termina en un cono de ángulo en el vértice de 90º, sometida a un empuje de 7 kg. La muestra se desplaza bajo la punta del taladro 1 cm.

Para determinar la abrasividad se mide el diámetro del plano de desgaste que sufre la punta del taladro producido por el rozamiento. Para medir el plano de desgaste se utiliza un instrumento óptico de aumento suficiente.

La medida se expresa en 0.1 mm y se adopta como índice de abrasividad. ($A_{IN\ medio}$)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

INDICE DE PERFORABILIDAD D.R.I.

(NTNU 13A-98)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. PERU
INDICATIVO:	13271
FECHA:	18/10/2013

MUESTRA	Índice de fragilidad S_{20} (%)	Índice de perforabilidad S_J (1/10mm)	D.R.I.
C-1 L4 9,00-9,90	37,96	22,98	41
C-4 L2 8,60-9,60	49,74	20,70	55
C-5 L2 8,00-10,00	39,16	23,30	43
S-2 L2 18,30-21,50	52,67	29,30	58
S-12 L2 25,00-35,00	47,26	15,08	49
S-1 L4 12,00-22,00	41,91	20,23	44
S-4 L2 15,00-25,00	42,32	16,70	44

Clasificación	Indice D.R.I.
Extremadamente bajo	21
Muy bajo	28
Bajo	37
Medio	49
Alto	65
Muy alto	86
Extremadamente alto	114

4/19

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

ÍNDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
MUESTRA:	C-1 L4 9,00-9,90 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo		100	0
Feldespato potásico	35	35	1225
Plagioclasa	30	35	1050
Calcita		4,9	0
Moscovita		3,6	0
Biotita		3,6	0
Anfíbol	20	23	0
Óxidos metálicos	15	50	750
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	3025

Clasificación:

MONZONITA

$Q = [\Sigma M^*F_M]/100$ (%)

Q = 30,25 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ
1	330	11	250	21	210	31	230	41	180
2	240	12	260	22	200	32	340	42	290
3	210	13	230	23	290	33	320	43	270
4	350	14	340	24	260	34	280	44	170
5	360	15	380	25	210	35	210	45	130
6	200	16	260	26	250	36	340	46	170
7	210	17	260	27	220	37	250	47	120
8	210	18	270	28	130	38	240	48	180
9	100	19	140	29	120	39	190	49	190
10	120	20	150	30	100	40	130	50	100

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ d = 223,80 (µ) d = 0,02238 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 143,24$ (kg/cm^2) δ_T = 14,05 (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **$F = [Q.d_T.d]/10$ (kN/m)** **F = 0,951 (kN/m)**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5/19

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ÍNDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
MUESTRA:	C-4 L2 8,60-9,60 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo	20	100	2000
Feldespato potásico	30	35	1050
Plagioclasa	30	35	1050
Arcillas	15	4	60
Moscovita		3,6	0
Biotita		3,6	0
Anfíbol	5	23	0
Óxidos metálicos		50	0
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	4160

Clasificación:

CONGLOMERADO POLIMÍCTICO

$Q = [\Sigma M*F_M]/100$ (%)

Q = 41,60 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ
1	230	11	220	21	210	31	160	41	170
2	210	12	390	22	70	32	130	42	250
3	80	13	200	23	400	33	120	43	240
4	170	14	90	24	220	34	410	44	170
5	150	15	70	25	420	35	230	45	360
6	120	16	160	26	240	36	440	46	370
7	110	17	140	27	100	37	220	47	180
8	220	18	130	28	220	38	90	48	180
9	430	19	120	29	90	39	150	49	130
10	210	20	100	30	180	40	220	50	120

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ d = 200,80 (µ) d = 0,02008 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 104,05$ (kg/cm^2) δ_T = 10,20 (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **$F = [Q.d_T.d]/10$ (kN/m)** **F = 0,852 (kN/m)**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6/19

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

ÍNDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
MUESTRA:	C-5 L2 8,00-10,00 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo	35	100	3500
Feldespato potásico	20	35	700
Plagioclasa	35	35	1225
Arcillas		4	0
Moscovita		3,6	0
Biotita		3,6	0
Anfíbol		23	0
Óxidos metálicos	10	50	500
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	5925

Clasificación:

MICROCONGLOMERADO

$Q = [\Sigma M^*F_M]/100$ (%)

$Q =$ 59,25 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ
1	90	11	90	21	130	31	200	41	120
2	190	12	80	22	120	32	220	42	150
3	200	13	230	23	100	33	90	43	240
4	230	14	80	24	220	34	210	44	100
5	240	15	160	25	230	35	110	45	140
6	230	16	170	26	120	36	110	46	70
7	230	17	260	27	140	37	220	47	150
8	210	18	190	28	250	38	240	48	180
9	130	19	170	29	130	39	200	49	80
10	250	20	220	30	160	40	190	50	120

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ $d =$ 167,80 (µ) $d =$ 0,01678 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 152,83$ (kg/cm^2) $\delta_T =$ 14,99 (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **F = [Q. d_T.d] /10 (kN/m)** **F = 1,490 (kN/m)**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

ÍNDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
MUESTRA:	S-2 L2 18,30-21,50 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo	5	100	500
Feldespato potásico	35	35	1225
Plagioclasa	30	35	1050
Arcillas		4	0
Moscovita		3,6	0
Biotita		3,6	0
Anfíbol	20	23	0
Óxidos metálicos	10	50	500
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	3275

Clasificación:

TONALITA

$Q = [\Sigma M^*F_M]/100$ (%)

$Q =$ 32,75 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ
1	110	11	120	21	80	31	110	41	100
2	100	12	130	22	70	32	120	42	110
3	90	13	90	23	90	33	130	43	130
4	90	14	100	24	90	34	150	44	150
5	100	15	110	25	80	35	190	45	140
6	110	16	130	26	70	36	100	46	120
7	120	17	100	27	90	37	150	47	160
8	130	18	90	28	90	38	170	48	180
9	90	19	90	29	100	39	120	49	190
10	100	20	90	30	110	40	140	50	130

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ $d =$ 115,00 (µ) $d =$ 0,01150 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 132,98$ (kg/cm^2) $\delta_T =$ 13,04 (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **$F = [Q.d_T.d]/10$ (kN/m)** **$F =$ 0,491 (kN/m)**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

8/19

ÍNDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
MUESTRA:	S-12 L2 25,00-35,00 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo	20	100	2000
Feldespato potásico		35	0
Plagioclasa	30	35	1050
Arcillas	10	4	40
Moscovita		3,6	0
Biotita		3,6	0
Anfíbol	25	23	0
Óxidos metálicos	15	50	750
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	3840

Clasificación:

TONALITA

$Q = [\Sigma M^*F_M]/100$ (%)

Q = 38,40 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ
1	70	11	100	21	80	31	120	41	120
2	80	12	90	22	70	32	90	42	120
3	90	13	90	23	90	33	120	43	100
4	100	14	100	24	100	34	90	44	90
5	120	15	110	25	110	35	100	45	70
6	120	16	100	26	100	36	100	46	80
7	130	17	100	27	90	37	90	47	190
8	100	18	90	28	70	38	80	48	100
9	90	19	90	29	90	39	70	49	80
10	110	20	110	30	100	40	90	50	70

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ d = 97,20 (μ) d = 0,00972 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 215,09$ (kg/cm^2) $\delta_T = 21,09$ (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **$F = [Q.d_T.d]/10$ (kN/m)** **F = 0,787 (kN/m)**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12925]

012522

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

INDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CLIENTE: AYESA
TRABAJO: LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO: 13271
MUESTRA: S-1 L4 12,00-22,00 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo	20	100	2000
Feldespato potásico	45	35	1575
Plagioclasa	15	35	525
Arcillas		4	0
Moscovita		3,6	0
Biotita	10	3,6	36
Clorita	5	1	0
Óxidos metálicos	5	50	250
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	4386

Clasificación:

GRANITO DE FELDESPATO ALCALINO

$Q = [\Sigma M^*F_M]/100$ (%)

Q = 43,86 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ	MEDIDA Nº	TAMAÑO μ
1	500	11	150	21	375	31	275	41	175
2	275	12	200	22	350	32	250	42	300
3	400	13	325	23	250	33	225	43	300
4	375	14	300	24	225	34	225	44	400
5	125	15	125	25	175	35	200	45	325
6	250	16	175	26	175	36	225	46	250
7	300	17	250	27	225	37	300	47	425
8	225	18	225	28	200	38	250	48	500
9	250	19	175	29	250	39	275	49	550
10	275	20	300	30	300	40	250	50	600

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ d = 280,50 (μ) d = 0,02805 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 71,29$ (kg/cm^2) δ_T = 6,99 (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **$F = [Q.d_T.d]/10$ (kN/m)** **F = 0,860 (kN/m)**

10/19

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

ÍNDICE DE SCHIMAZEK
(prEN-22952)

CLIENTE:	AYESA
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU
INDICATIVO:	13271
MUESTRA:	S-4 L2 15,00-25,00 **FECHA:** 18/10/2013

MINERAL	M (%)	FACTOR MINERAL F_M	M* F_M
Cuarzo	25	100	2500
Feldespato potásico	45	35	1575
Plagioclasa	10	35	350
Arcillas		4	0
Moscovita		3,6	0
Biotita	10	3,6	36
Clorita	5	1	0
Óxidos metálicos	5	50	250
Materia orgánica		27	0
Granates		186	0
		TOTAL Σ M* F_M =	4711

Clasificación:

GRANITO DE FELDESPATO ALCALINO

$Q = [\Sigma M^*F_M]/100$ (%)

$Q =$ 47,11 (%)

MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ	MEDIDA Nº	TAMAÑO µ
1	450	11	650	21	500	31	625	41	750
2	575	12	575	22	300	32	550	42	225
3	800	13	625	23	475	33	600	43	225
4	525	14	350	24	800	34	325	44	475
5	500	15	425	25	550	35	250	45	275
6	825	16	425	26	300	36	400	46	450
7	575	17	550	27	375	37	400	47	750
8	400	18	275	28	525	38	250	48	500
9	550	19	775	29	425	39	525	49	525
10	525	20	250	30	500	40	250	50	300

TAMAÑO MEDIO DE GRANO $d = [\Sigma T]/50$ $d =$ 480,50 (µ) $d =$ 0,04805 (cm)

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $\delta_T = 183$ (kg/cm^2) $\delta_T =$ 17,95 (MPa)

INDICE DE SCHIMAZECK **$F = [Q, d_T, d] /10$ (kN/m)** **$F =$ 4,062 (kN/m)**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

11/19

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA	
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU	
INDICATIVO:	13271	
MUESTRA:	C-1 L4 9.00-9.90	**FECHA** 18-10-2013

En cuanto al tamaño general de grano de la roca, tiende a ser de fanerítica de grano fino a afanítica microcristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(30%)
	Feldespato potásico	(35%)
	Anfíbol	(20%)
	Óxidos metálicos	(15%)

La muestra está formada por una matriz alterada, formada principalmente por feldespato potásico, creando una textura de grano muy fino en la que se incluyen el resto de los componentes. Las plagioclasas pueden presentar hábitos desde idiomorfos a subidiomorfos y se puede observar en ellas texturas reaccionales como zonados cristalinos y coronas de reacción (coronas de feldespato potásico alrededor de cristales de plagioclasa). La plagioclasa puede presentar tamaños medios que pueden oscilar en torno a las 300 micras aproximadamente. Los anfíboles presentan tonos verdosos y aparecen muy fracturados. Los óxidos metálicos se distribuyen irregularmente por toda la lámina sin hábitos idiomorfos o bien definidos. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Monzonita.

12/19

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ENSAYOS GEOTECNICOS S.A

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA	
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU	
INDICATIVO:	13271	
MUESTRA:	C-4 L2 8.60-9.60	**FECHA** 18-10-2013

En cuanto al tamaño general de grano de la roca, tiende a ser de fanerítica de grano fino a afanítica microcristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(30%)
	Feldespato potásico	(30%)
	Anfíbol	(5%)
	Arcillas	(15%)
	Cuarzo	(20%)

La muestra está formada por una matriz principalmente formada por arcillas y feldespato potásico alterado, en la que se incluye el resto de componentes, de naturaleza diferente. Se puede observar clastos naturaleza sedimentaria y clastos de naturaleza volcánica, de ambientes geológicos diferentes. Los clastos de cuarzo provienen de cuarcitas policristalinas con puntos triples y tamaños inequigranulares. Los clastos de plagioclasa presentan una textura fluidal, una orientación preferente según una dirección aparente (para cada clasto diferente). Los anfíboles aparecen fracturados, formados por pequeños fragmentos distribuidos irregularmente por toda la lámina. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Conglomerado polimíctico.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA ENSAYOS GEOTECNICOS S.A.

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA		
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU		
INDICATIVO:	13271		
MUESTRA:	C-5 L2 8.00-10.00	**FECHA**	18-10-2013

En cuanto al grado de cristalinidad, tiende a ser holocristalina y en cuanto al tamaño general de grano de la roca, afanítica de microcristalina a criptocristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(35%)
	Feldespato potásico	(20%)
	Óxidos metálicos	(10%)
	Cuarzo	(35%)

La muestra está formada por una matriz microcristalina, formada básicamente por cuarzo y feldespato y plagioclasas. Aparecen fenocristales de feldespato potásico con hábitos subidiomorfos, con maclado polisintético y con tamaños medios que tienden a oscilar entre 1000 micras aproximadamente. Los óxidos metálicos tienden a aparecer entre pequeñas grietas, por precipitación de fluidos saturados y formando pequeños cristales subidiomorfos aislados por toda la lámina. Las plagioclasas tienden a presentar hábitos subidiomorfos con tamaños medios que pueden llegar a oscilar entre 10-1000 micras aproximadamente, inequigranulares. Los cristales de cuarzo pueden ser policristalinos o monocristalinos y pueden aparecer aislados o formando parte de la matriz, con tamaños medios que pueden llegar a oscilar entre 10-200 micras aproximadamente. No se observa texturas planolineales ni orientaciones preferentes a aparentes. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Microconglomerado.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

14/19

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA		
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU		
INDICATIVO:	13271		
MUESTRA:	S-2 L2 18.30-21.50	**FECHA**	18-10-2013

En cuanto al grado de cristalinidad, la roca tiende a presentar una textura holocristalina y en cuanto al tamaño general de grano de la roca, afanítica de microcristalina a criptocristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(30%)
	Feldespato potásico	(35%)
	Óxidos metálicos	(10%)
	Cuarzo	(5%)
	Anfíbol	(20%)

La muestra está formada por una matriz alterada formada principalmente por feldespato potásico, creando una textura de grano muy fino en la que se incluyen el resto de los componentes. Las plagioclasa pueden presentar hábitos de idiomorfos a subidiomorfos, observándose el maclado polisintético característico, pudiendo presentar tamaños que pueden oscilar entre 10-200 micras aproximadamente. Los anfíboles tienden a presentarse muy fracturados con óxidos de hierro alrededor, y con tonos verdosos. El cuarzo aparece aislado con hábitos alotriomorfos, monocristalinos con tamaños medios que oscilan entre 20-100 micras aproximadamente. Los óxidos metálicos además de ir asociados a cornos en anfíboles, aparecen aislados o en grupos, subidiomorfos o alotriomorfos, sin patrón fijo de distribución. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Tonalita.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS S.A

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA	
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU	
INDICATIVO:	13271	
MUESTRA:	S-12 L2 25.00-35.00	**FECHA** 18-10-2013

En cuanto al grado de cristalinidad, la roca tiende a presentar una textura holocristalina y en cuanto al tamaño general de grano de la roca afanítica de microcristalina a criptocristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(30%)
	Arcillas	(10%)
	Óxidos metálicos	(15%)
	Cuarzo	(20%)
	Anfíbol	(25%)

La muestra está formada por una matriz microcristalina, formada por una fina red cristalina de cuarzo y plagioclasa, presentado mucha alteración, con filosilicatos que recuerdan a sericita con tonos dorados con nícoles cruzados. En esta matriz destaca sobre todo cristales fracturados, verdosos que la misma coloración a la muestra in visu, que tienden a ser anfíboles. La plagioclasa tiende a presentar hábitos alotriomorfos aunque se observa algún cristal subidiomorfo; junto con el cuarzo tienden a presentar tamaños inequigranulares oscilando entre 20-100 micras aproximadamente. Los óxidos de hierro aparecen delimitando la fracturación de la matriz, conformando una textura a modo de placas de la misma. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Tonalita.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA	
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU	
INDICATIVO:	13271	
MUESTRA:	S-1 L4 12.00-22.00	**FECHA** 18-10-2013

En cuanto al grado de cristalinidad, la roca tiende a presentar una textura holocristalina y en cuanto al tamaño general de grano de la roca afanítica microcristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(15%)
	Feldespato potásico	(45%)
	Óxidos metálicos	(5%)
	Cuarzo	(20%)
	Biotita	(10%)
	Clorita	(5%)

En cuanto al tamaño relativo de los cristales, la muestra tiende a ser inequigranular y en cuanto a la forma de los mismos hipidiomorfa (algunos cristales idiomorfos y subidiomorfos), se puede observar una sección basal de cuarzo subidiomorfa, al igual que plagioclasa bastante idiomorfa. Son muy frecuentes exoluciones pertíticas de plagioclasa en feldespato potásico como texturas reaccionales y texturas poiquilíticas con inclusiones de cuarzo en feldespato potásico también. El cuarzo tiende a ser monocristalino o policristalino de varias unidades, apareciendo fracturado con tamaños inequigranulares oscilando entre 500-100 micras aproximadamente, y delimitados por óxidos metálicos. Es frecuente la alteración de biotita hacia clorita. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Granito de feldespato alcalino.

17/19

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ESTUDIO PETROGRÁFICO MEDIANTE LÁMINA DELGADA (UNE 932-3)

CLIENTE:	AYESA	
TRABAJO:	LICITACION METRO DE LIMA Y CALLAO. LINEA 2 Y RAMA L4. PERU	
INDICATIVO:	13271	
MUESTRA:	S-4 L2 15.00-25.00	**FECHA** 18-10-2013

En cuanto al grado de cristalinidad, la roca tiende a presentar una textura holocristalina y en cuanto al tamaño general de grano de la roca afanítica microcristalina.

Minerales principales	Plagioclasa	(10%)
	Feldespato potásico	(45%)
	Óxidos metálicos	(5%)
	Cuarzo	(25%)
	Biotita	(10%)
	Clorita	(5%)

En cuanto al tamaño relativo de los cristales, la muestra tiende a ser inequigranular y en cuanto a la forma de los mismos hipidiomorfa (solamente las plagioclasas tienden hacia hábitos subidiomorfos). Es frecuente encontrar texturas reaccionales en cristales de feldespato potásico, como exoluciones pertíticas (venas de plagioclasa). Las plagioclasas tienden a aparecer formando pequeños cúmulos, aunque también aparecen aislados, con un maclado polisintético característico. El cuarzo puede ser monocristalino o policristalino de dos unidades, con tamaños medios inequigranulares que pueden oscilar entre 100-1000 micras aproximadamente. Los opacos pueden presentar hábitos subidiomorfos y se distribuyen por la lámina sin ningún patrón fijo. Es frecuente la alteración de biotita hacia clorita. La porosidad oscila entre 0-5% aproximadamente.

Granito de feldespato alcalino.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CEPASA

Ensayos Geotécnicos, S.A.
Nicolás Copérnico, 12 Polg. Ind. CODEIN
28940-FUENLABRADA – MADRID
Telf: 91-606.88.54 Fax: 609.88.55

Laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación:
Ensayos de Geotecnia (GT)
Ensayos de Viales (VS)
Ensayos de Hormigón Estructural (EH)
Ensayos de Aguas

Este informe consta de diecinueve páginas selladas y numeradas correlativamente de la una a la diecinueve.

Fuenlabrada, 18 de octubre de 2013

Por el laboratorio

Fdo: D. Fco. Cruz Valencia
Director Gerente

Fdo: D. M. Ángel Jiménez Sánchez
Director Técnico Laboratorio

Fdo: D. Ismael García Cotta
Jefe de Área

Fdo: D. M. Ángel Pérez Pérez
Jefe de Área

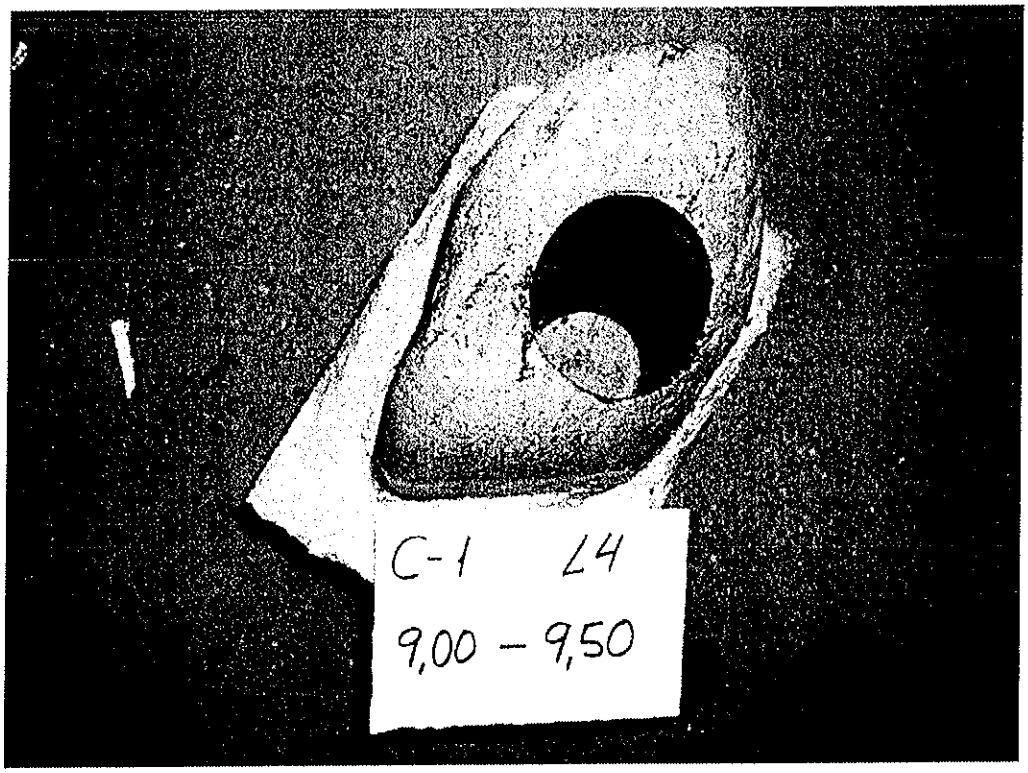
CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.
C/ Nicolás Copérnico nº 12 – Polígono Industrial Codeín, Fuenlabrada. (Madrid)

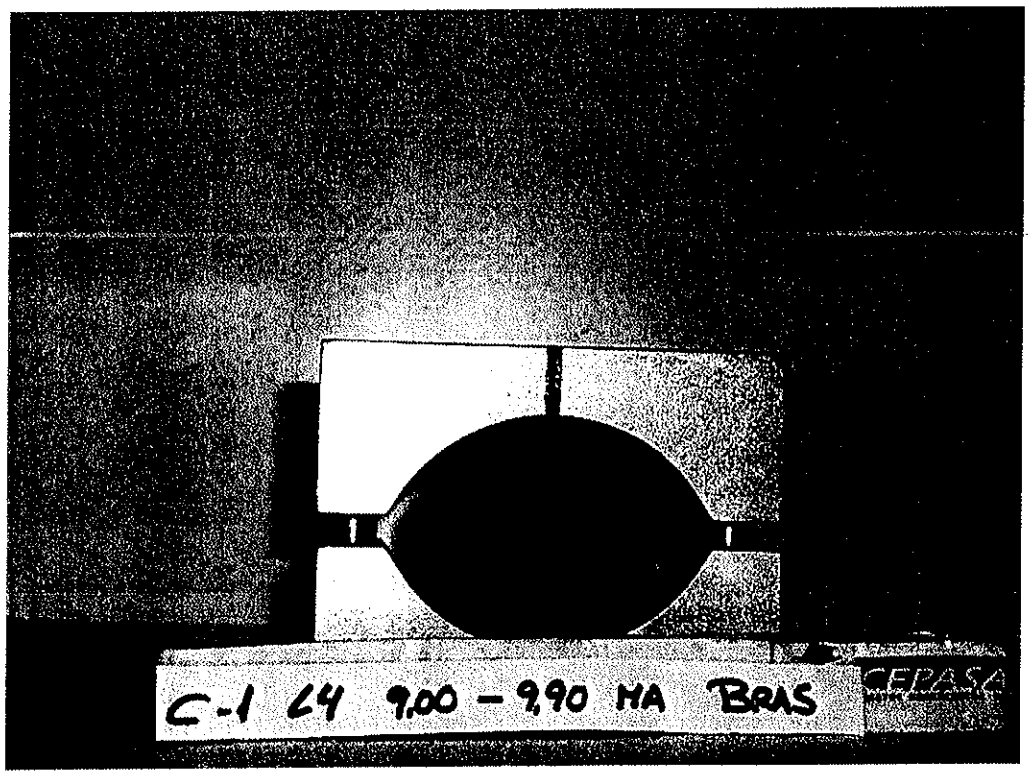
CEPASA ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A, trabaja bajo las condiciones establecidas en el Real Decreto 410/2010, de 31 de Marzo, en el que se desarrollan los requisitos exigibles a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación.

El presente informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio, y sólo afecta a las muestras sometidas a ensayos en la primera página.

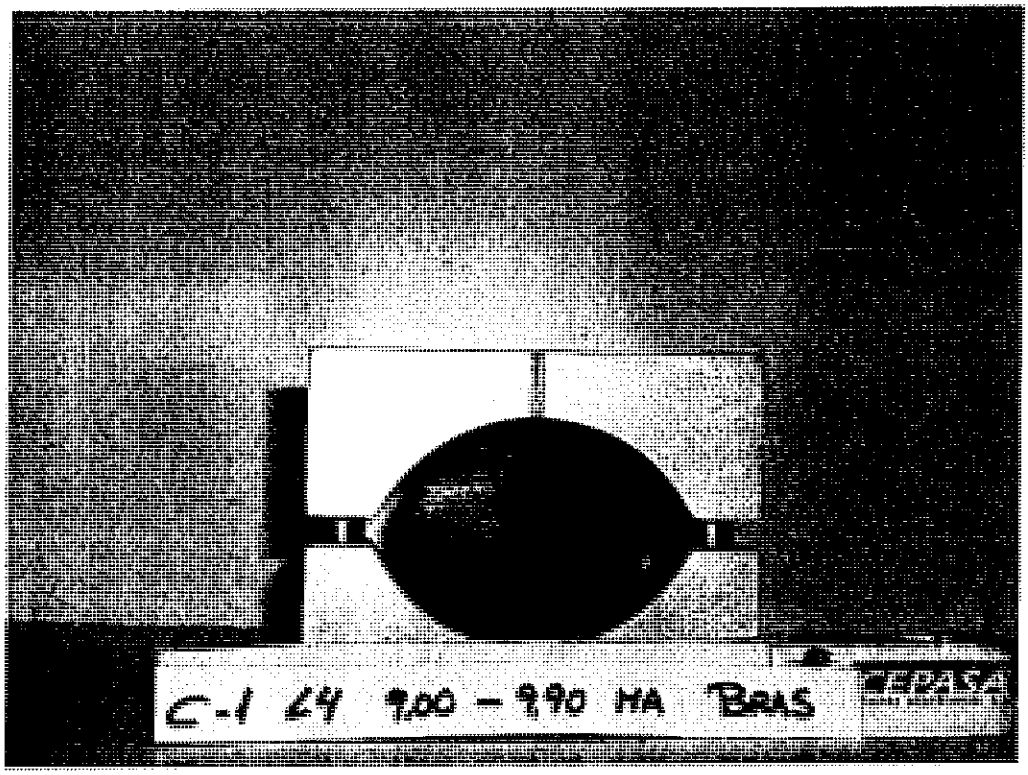
CEPASA Ensayos Geotécnicos, S.A. dispone de un Sistema de Calidad y Gestión Medioambiental certificado de acuerdo a las normas ISO 9001 y 14001 por Bureau Veritas Certification.

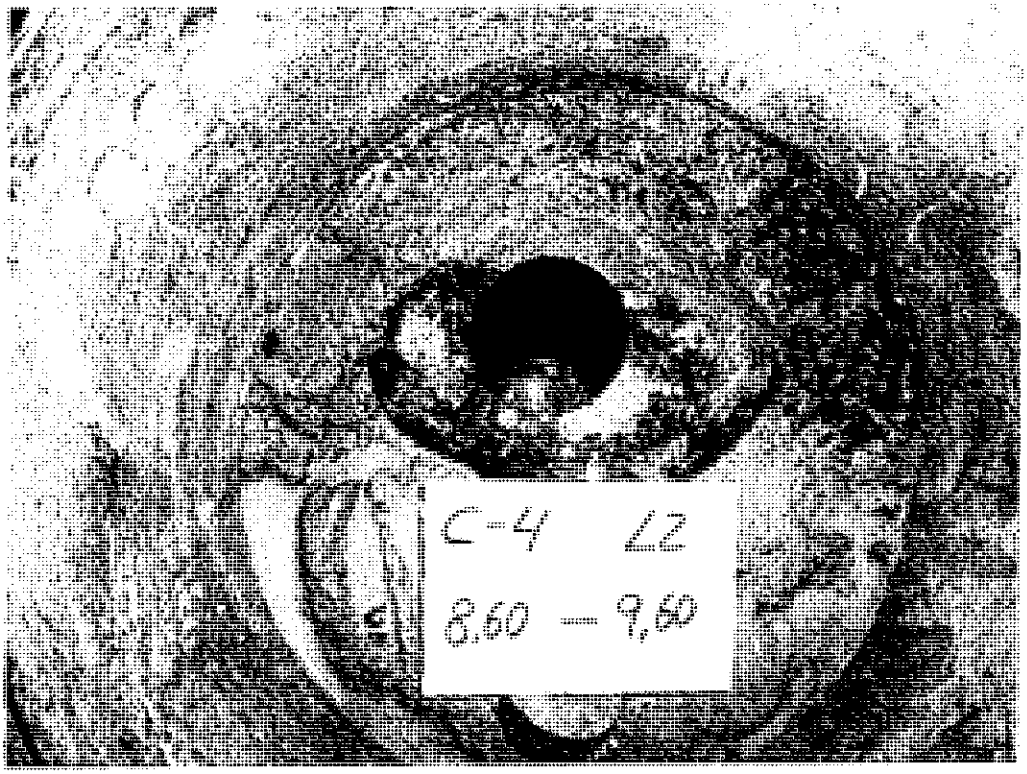
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



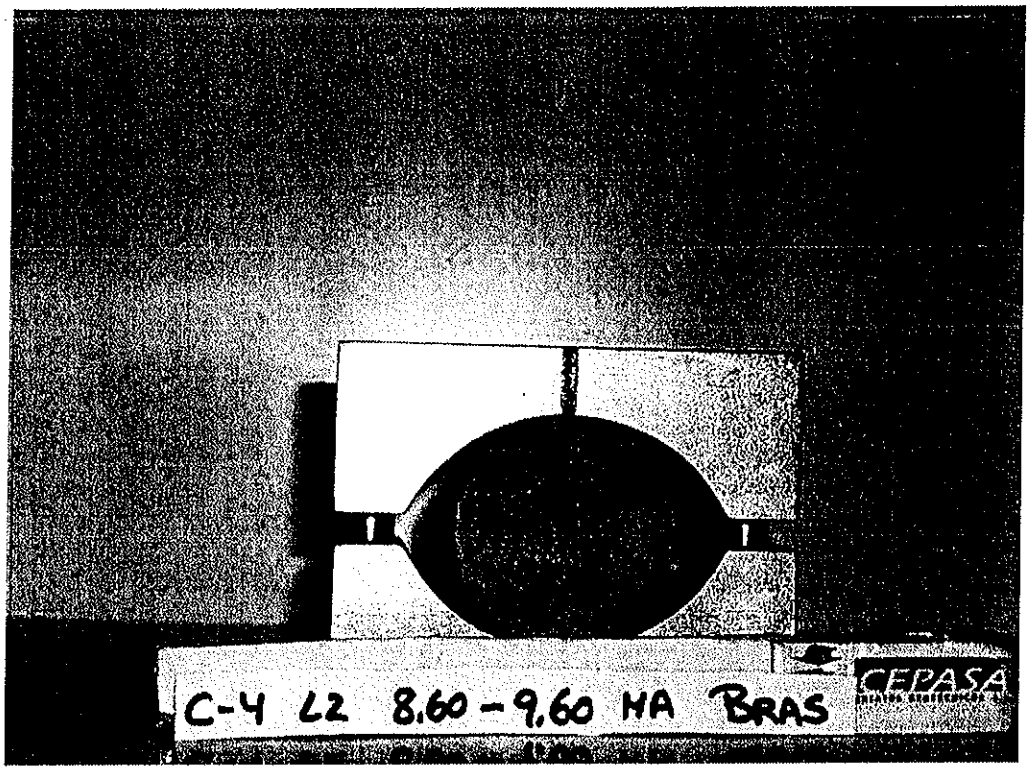


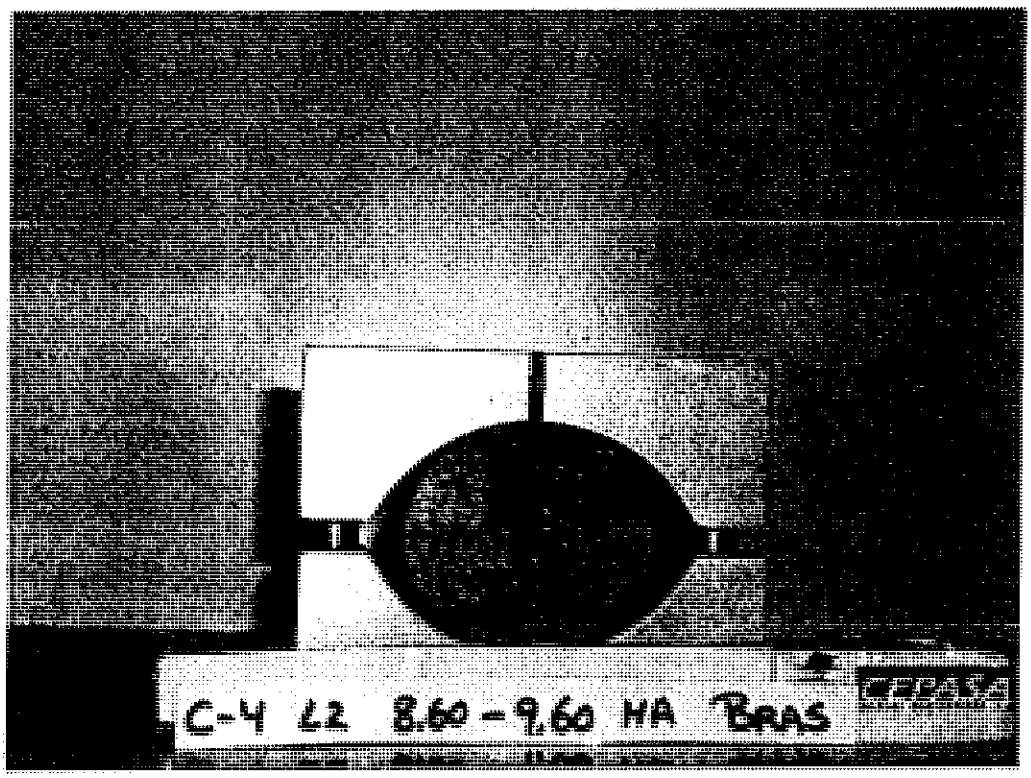
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





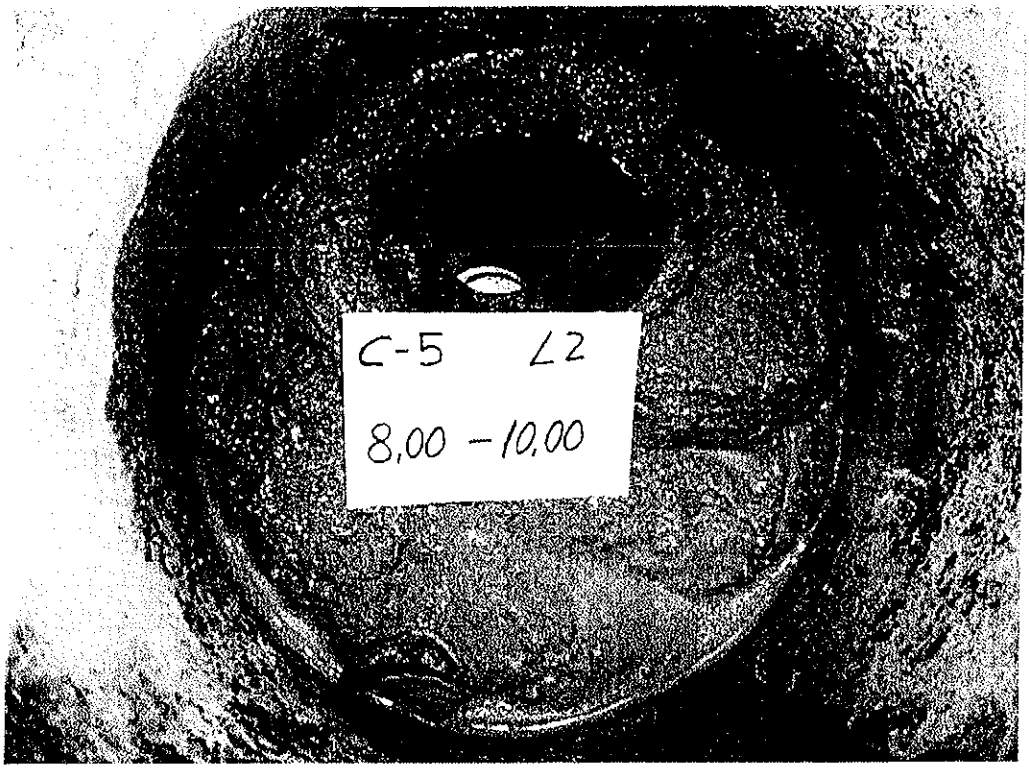
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

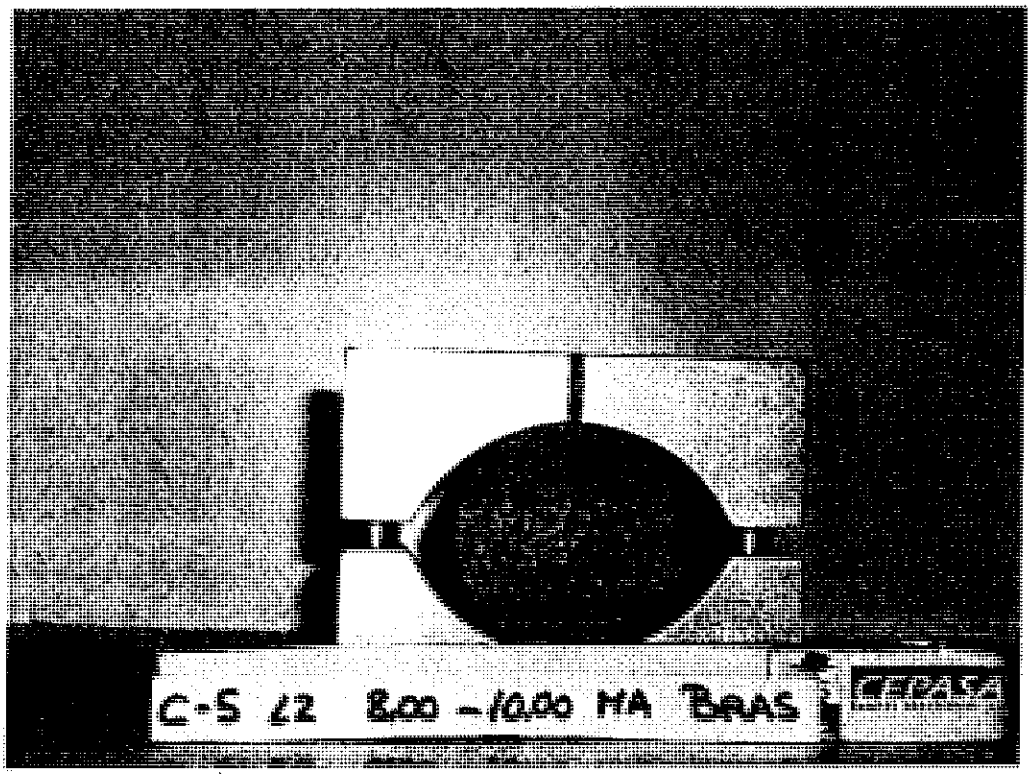




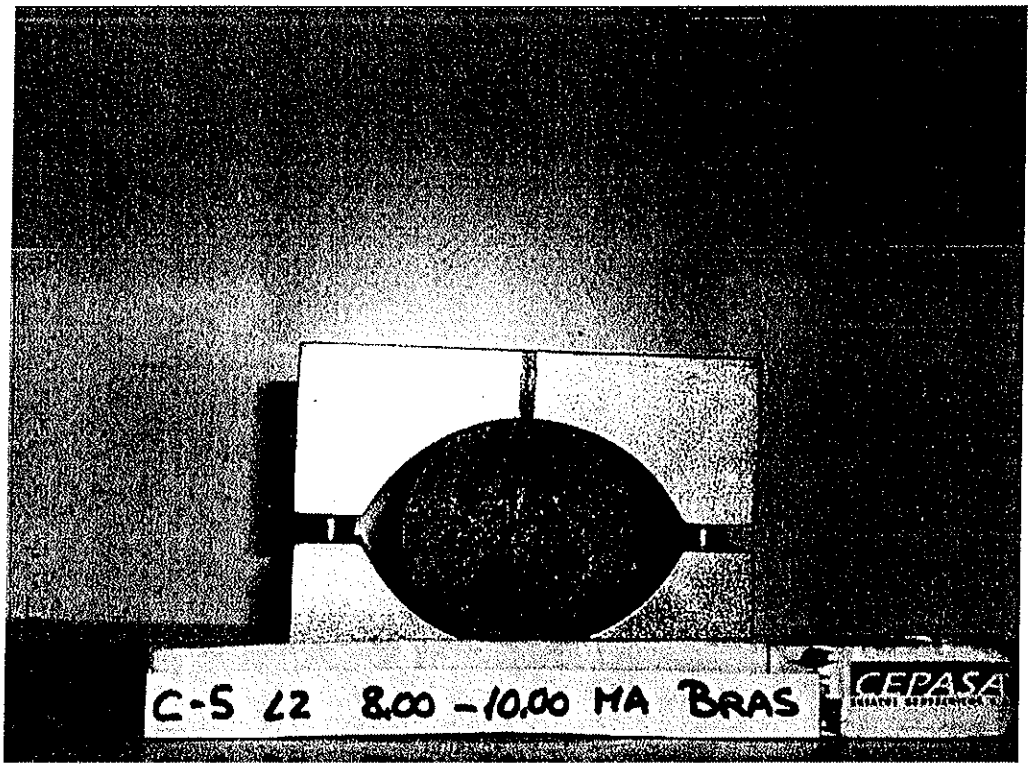
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

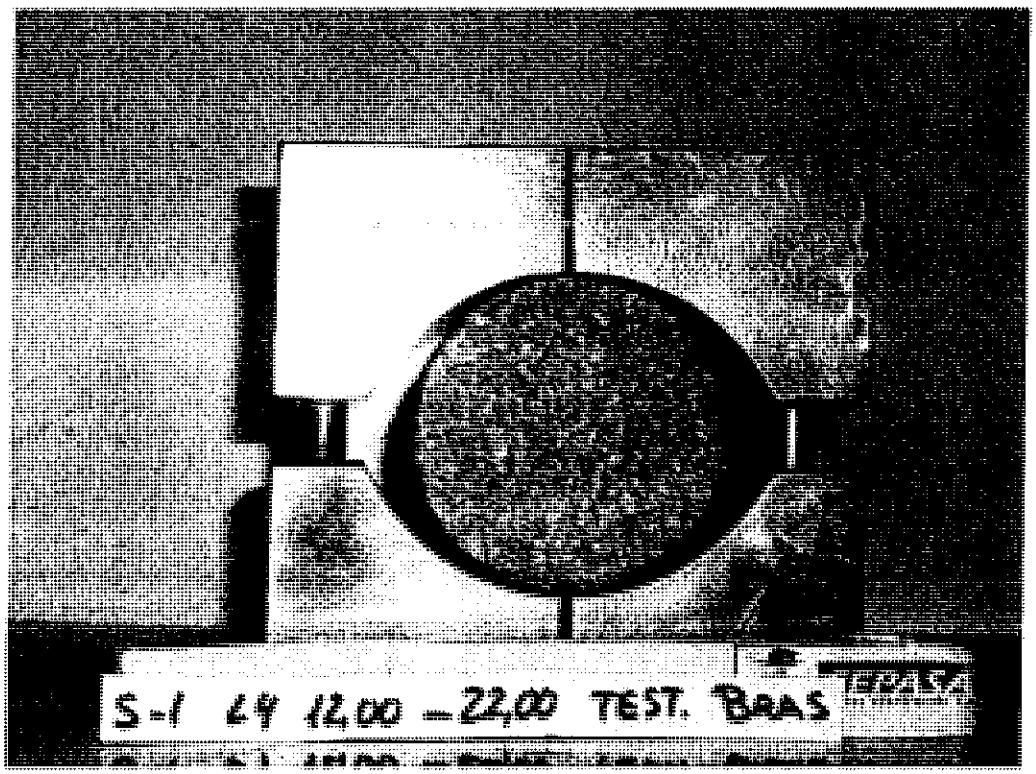
012535





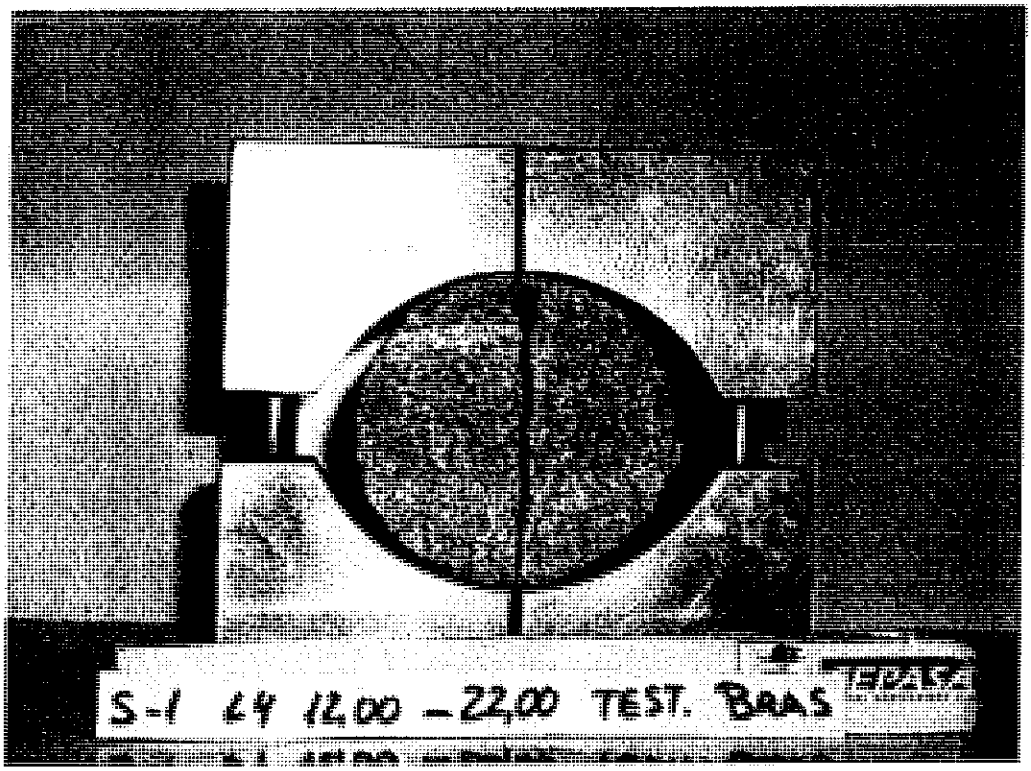
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

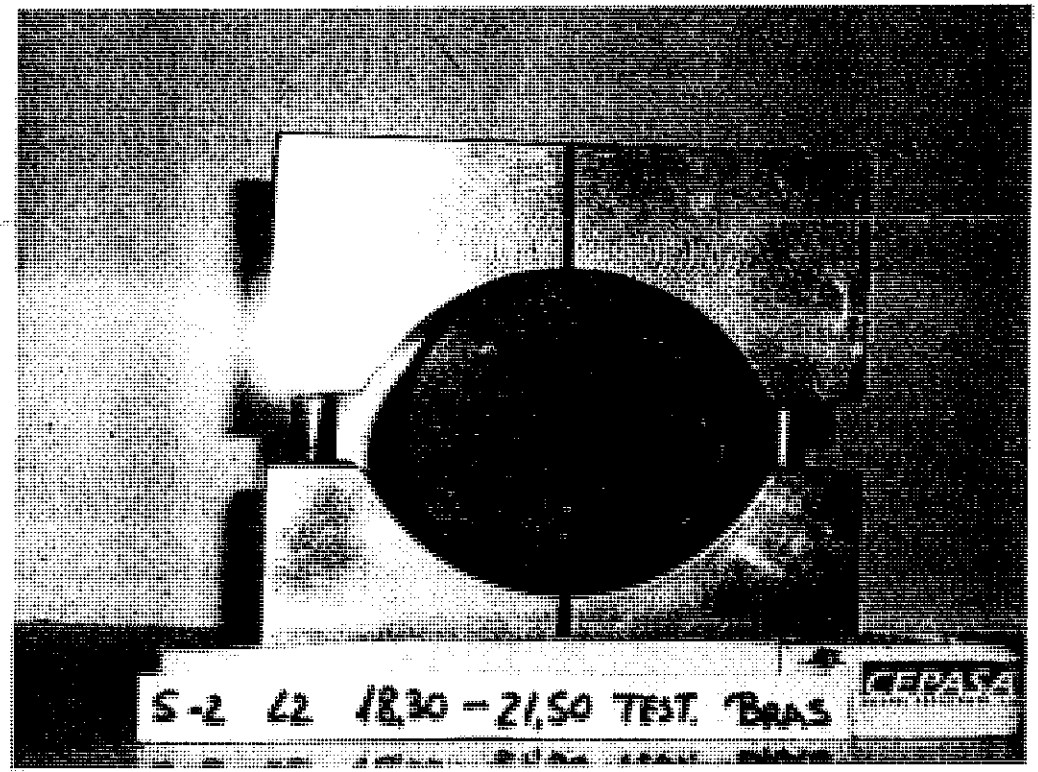




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

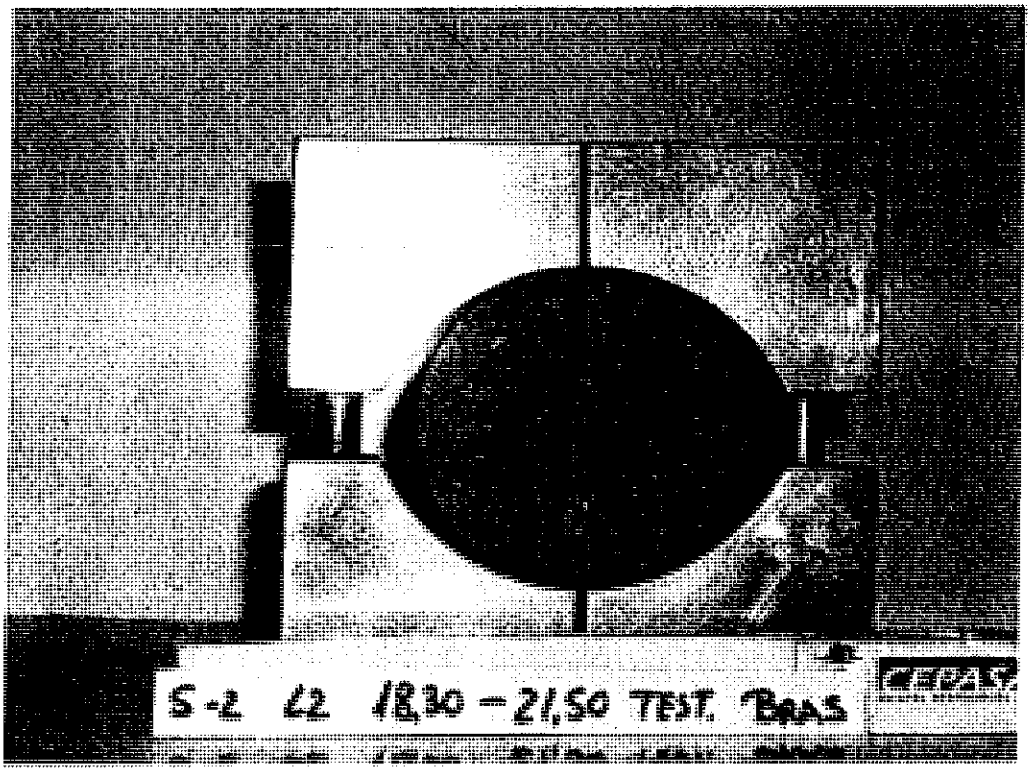
012537

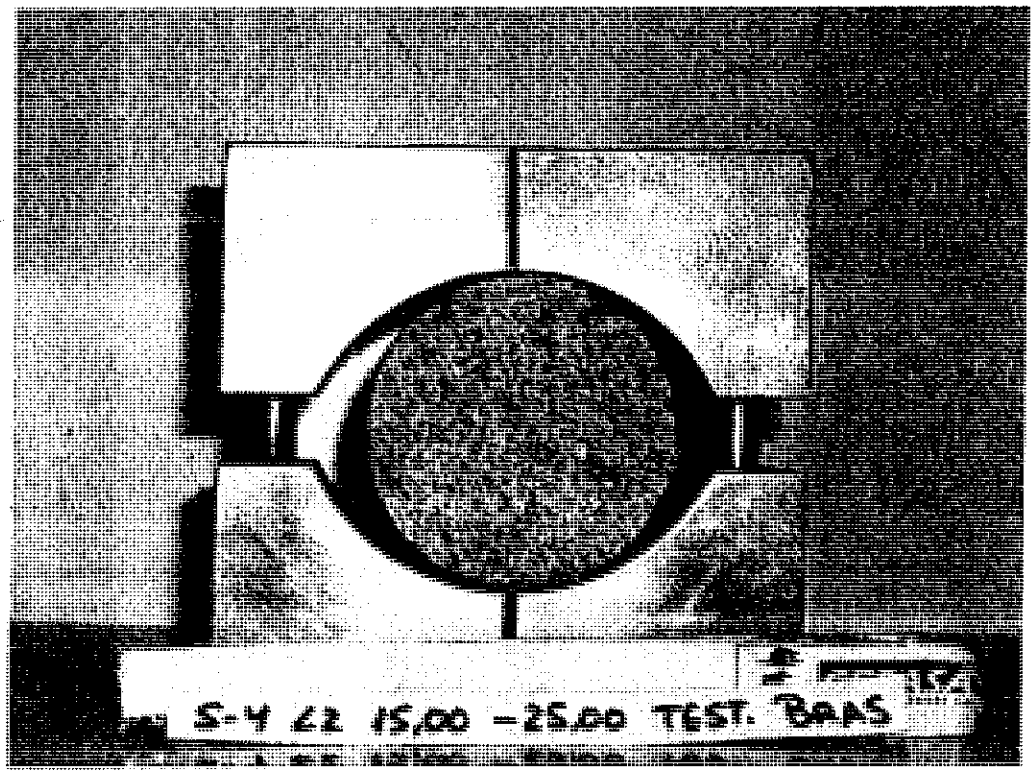




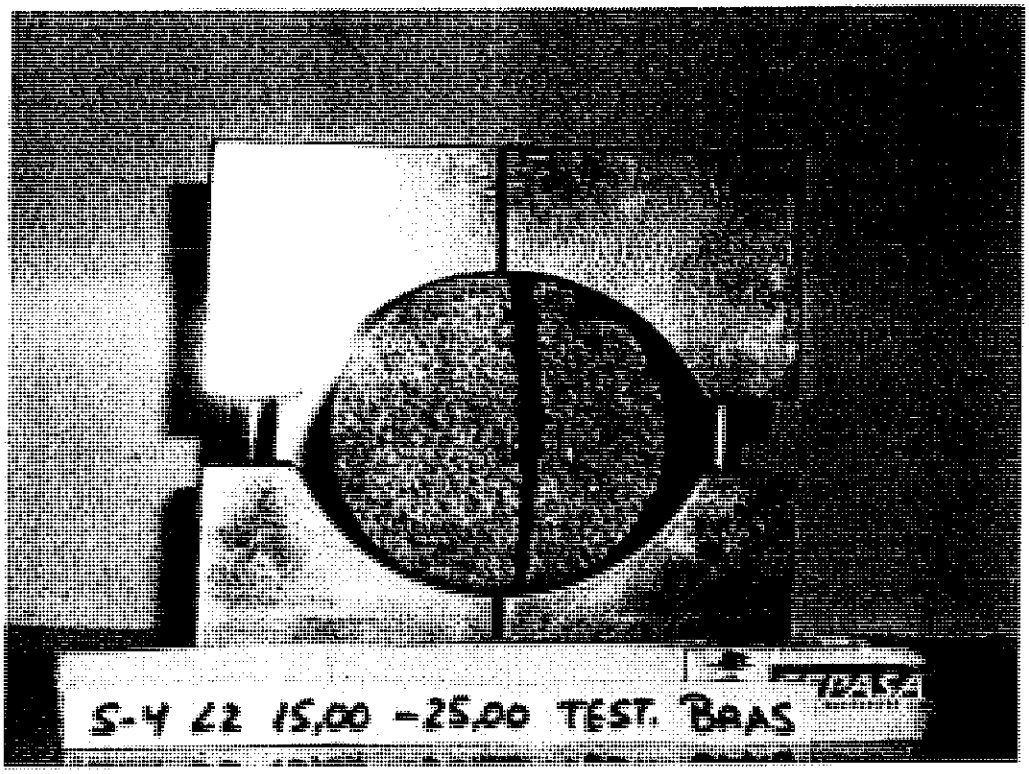
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

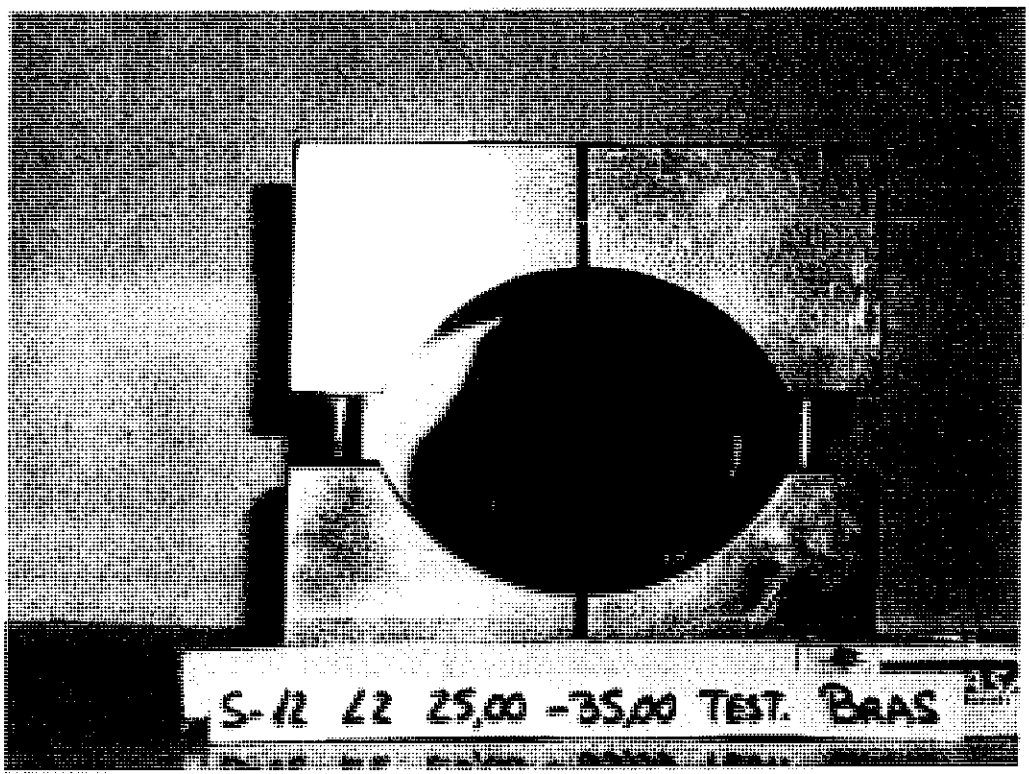
012538



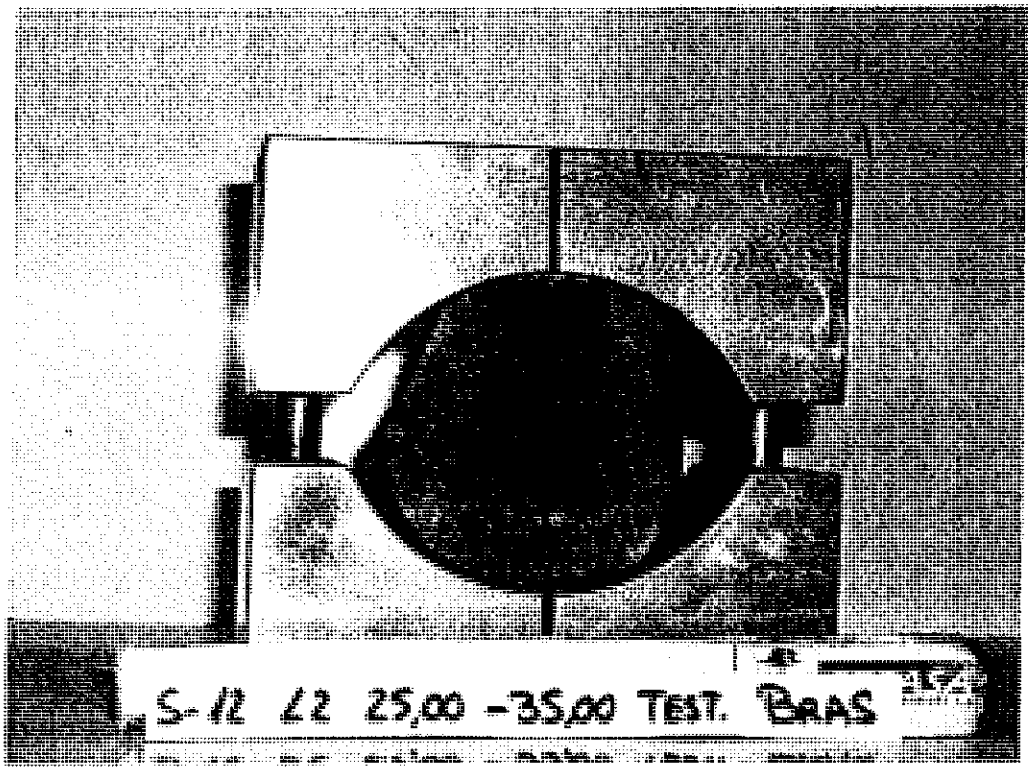


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 5. PLANOS

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEO-E1A-LO	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. PERFIL	EH 1:2.000 / EV 1:200	4
PLOC-GEO-E1A-PL	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES	1:1.000	7
PLOC-GEO-E1A-EST	PERFILES GEOTÉCNICOS DE ESTACIONES	EH 1:2.000 / EV 1:200	3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012543

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 5.1 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. PERFIL. PLOC-GEO-E1A-LO.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA
INVESTIGACIONES

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SIMPLIFICADA	ACHURADO
R	Relleno, mezcla de suelos, poco compactos y contaminados	
ML	Limo inorgánico de baja plasticidad	
CL	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad.	
MH	Limo inorgánico, elástico, de alta plasticidad	
OH	Limo organico muy compresible	
GP	Grava pobremente gradada con arena	
GC	Grava arcillosa	
GM	Grava limosa	
SM	Arena limosa	
SP	Arena pobremente gradada	
RC	Roca	
NF	Nivel Freatico (m)	X.XX

LEYENDA

Litoestratigrafía

- *R* — RELLENO, MEZCLA DE SUELOS POCO COMPACTADOS Y CONTAMINADOS.
- *CL/ML* — ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD Y LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD.
- *SM* — ARENAS LIMOSAS.
- *GP-S* (s / f) — GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA, ARCILLA Y LIMO Y CON ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA. *GP-Ss = NIVEL SUELTO. GP-Sf = NIVEL FIRME.*
- *D* — SUSTRATO ROCOSO (DIORITA, TONALITA).
- *C* — SUSTRATO CARBONATADO (CALIZAS).

Simbología

- CONTACTO LITOLÓGICO DISCORDANTE
- CONTACTO LITOLÓGICO CONCORDANTE
- ISOLÍNEA DE VELOCIDAD SÍSMICA
- R — RECHAZO CONO DE PECK
- 65 — GOLPEO CONO DE PECK
- (15mD) — DISTANCIA AL EJE
- FALLA

Campaña estudios básicos para la línea E-W

	P-1	PERFORACIÓN 50.00 m.
	C-1	CALICATA

Campaña adicional a la de estudios básicos

	P-1	POZOS
	C-1	CALICATA

Campaña complementaria

	PS-1/L2	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
	S-1/L2	SONDEO MECÁNICO
	CS-1/L2	CALICATA MANUAL
	MASW-1/L2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

Campaña ProInversión

	P-1	SONDEO MECÁNICO
	CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
	CC-1	CALICATA ESPECIAL
	PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA/ PERFIL SÍSMICA REFRACCIÓN
	RE-1	TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASOMBRIO GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): S/E
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
LEYENDA PERFIL GEOTÉCNICO LÍNEA 2

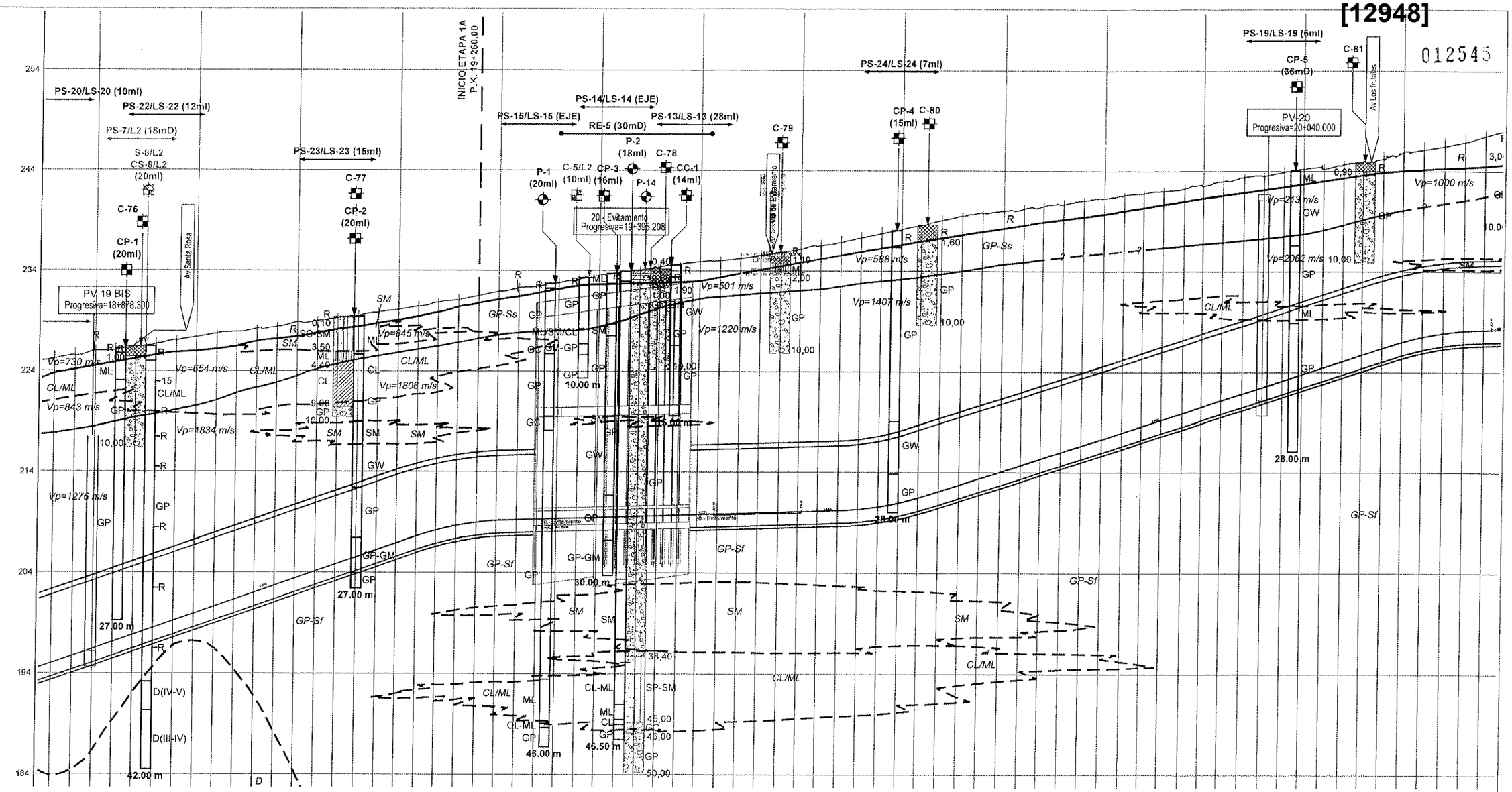
PLANO Nº: PLOC-GEO-E1A-LO-P000
HOJA: 00 de 04
REVISIÓN: 1

0201_PLOC-GEO-E1A-LO-P001-P004.dwg

k:\416 ingeniería del terreno\2526_metro lima t2\2_documentos ayesa\planos pl\00-fp-e1a\02 ploc-geo-geni\0201_ploc-geo-e1a-lo-p001-p004.dwg - 07/02/2014 - 19:54

[12948]

012545



P.K.		18+900	19+000	19+100	19+200	19+300	19+400	19+500	19+600	19+700	19+800	19+900	20+000	20+100	20+200
TRAMO (m)		358	315					359			274		167		
RECUBRIMIENTO (m)		27,5 / 20,5	20,5 / 16					21 / 18			18 / 13,5		13,5 / 12,5		
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO		Convencional						Convencional							
DATOS GEOLÓGICOS	UNIDADES AFECTADAS	GP-S						GP-S							
	% FINOS	5						5							
	COTA NIVEL DE AGUA (m.s.n.m)	> 175						< 200							
	ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)	0						0							
	PERMEABILIDAD (m/s)	7,62E - 05						7,62E - 05							
DATOS GEOMECÁNICOS	MÓDULO DEFORMACIÓN EN EXTENSIÓN E (MPa)	83 / 366						83 / 366							
	COEF. DE POISSON	0,3						0,3							
	COHESIÓN C' (KPa)	15 / 32						15 / 32							
	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	34 / 39						34 / 39							
	γ ep (kN/m³)	20 / 22						20 / 22							
EXCAVABILIDAD	ABRASIVIDAD CERCHAR	Muy abrasivo						Muy abrasivo							
	PERFORABILIDAD	Baja						Baja							
TRATAMIENTO GEOTECNICO		PANTALLAS													

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BARRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PeruBG

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
QUESO
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

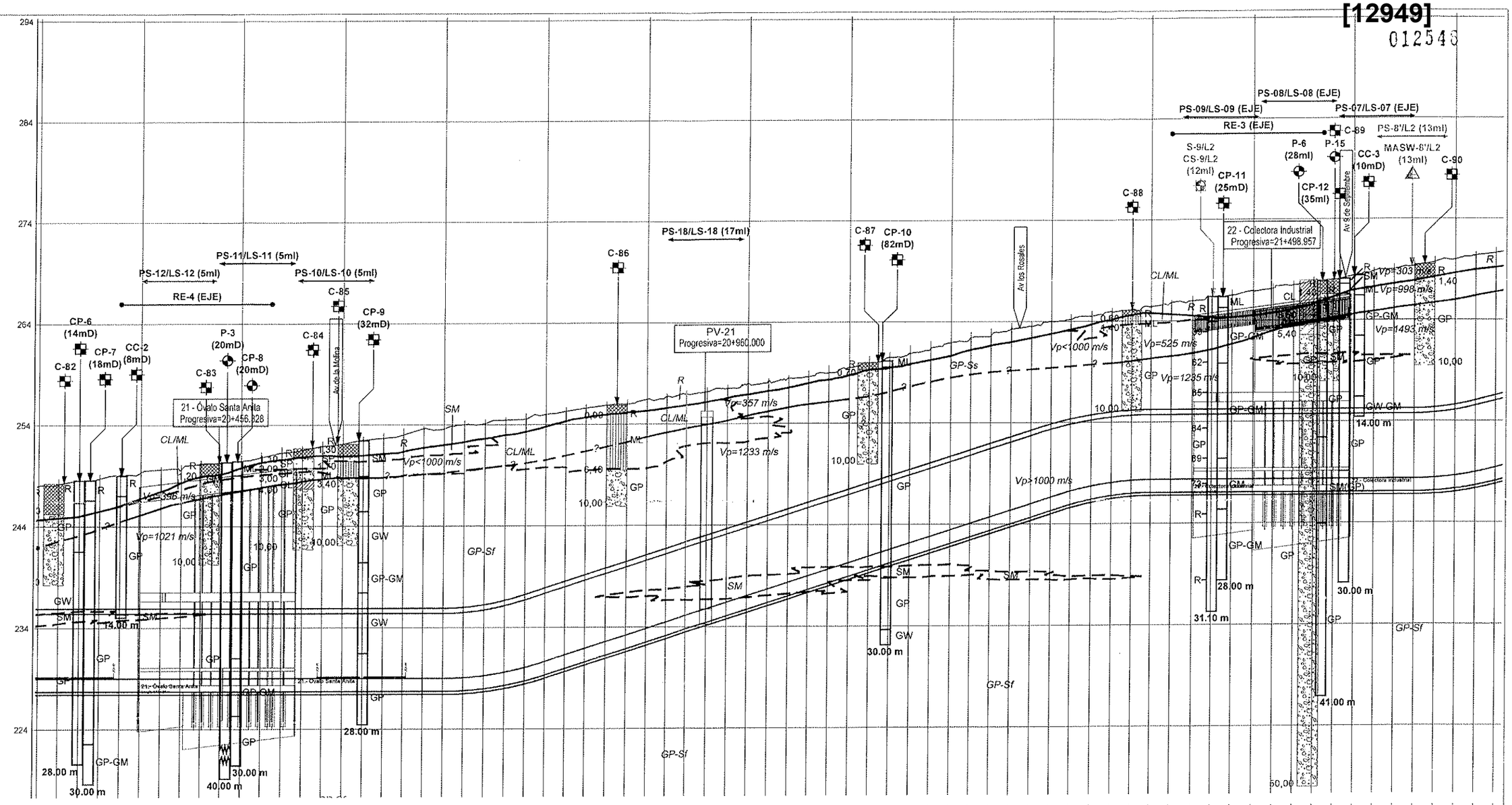
ESCALA (A1): 1/2.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PERFIL GEOTÉCNICO LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-LO-P001
HOJA: 01 de 04
REVISIÓN: 1

0201_PLOC-GEO-E1A-LO-P001-P004.dwg

k:\15-ingeniería del terreno\2509_metro lima ll\2_documentos_nyse\planos pl00\4-fm-e1a\02 ploc-geo-geni\0201_ploc-geo-e1a-lo-p001-p004.dwg - 28/02/2014 - 14:31



P.K.		20+300	20+400	20+500	20+600	20+700	20+800	20+900	21+000	21+100	21+200	21+300	21+400	21+500	21+600	21+700
TRAMO (m)		107			594						300				608	
RECUBRIMIENTO (m)		13 / 14			18 / 12,5						12,5 / 10,5				11,5 / 14,5	
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO		Convencional			Convencional										Convencional	
DATOS GEOLÓGICOS	UNIDADES AFECTADAS	GP-S			GP-S						GP-S				GP-S	
	% FINOS	5			5						5				5	
	COTA NIVEL DE AGUA (m.s.n.m)	< 200			< 220						< 230				< 240	
	ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)	0			0						0				0	
	PERMEABILIDAD (m/s)	7,62E - 05			7,62E - 05						7,62E - 05				7,62E - 05	
DATOS GEOMECÁNICOS	MÓDULO DEFORMACIÓN EN EXTENSIÓN E (MPa)	83 / 366			83 / 366						83 / 366				83 / 366	
	COEF. DE POISSON	0,3			0,3						0,3				0,3	
	COHESIÓN C' (KPa)	15 / 32			15 / 32						15 / 32				15 / 32	
	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	34 / 39			34 / 39						34 / 39				34 / 39	
	γ ap (kN/m³)	20 / 22			20 / 22						20 / 22				20 / 22	
EXCAVABILIDAD	ABRASIVIDAD CERCHAR	Muy abrasivo			Muy abrasivo						Muy abrasivo				Muy abrasivo	
	PERFORABILIDAD	Baja			Baja						Baja				Baja	
TRATAMIENTO GEOTÉCNICO			PANTALLAS										PANTALLAS			

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/2.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PERFIL GEOTÉCNICO LÍNEA 2

PLANO Nº: PLOC-GEO-E1A-LO-P0 02
HOJA: 02 de 04
REVISIÓN: 1

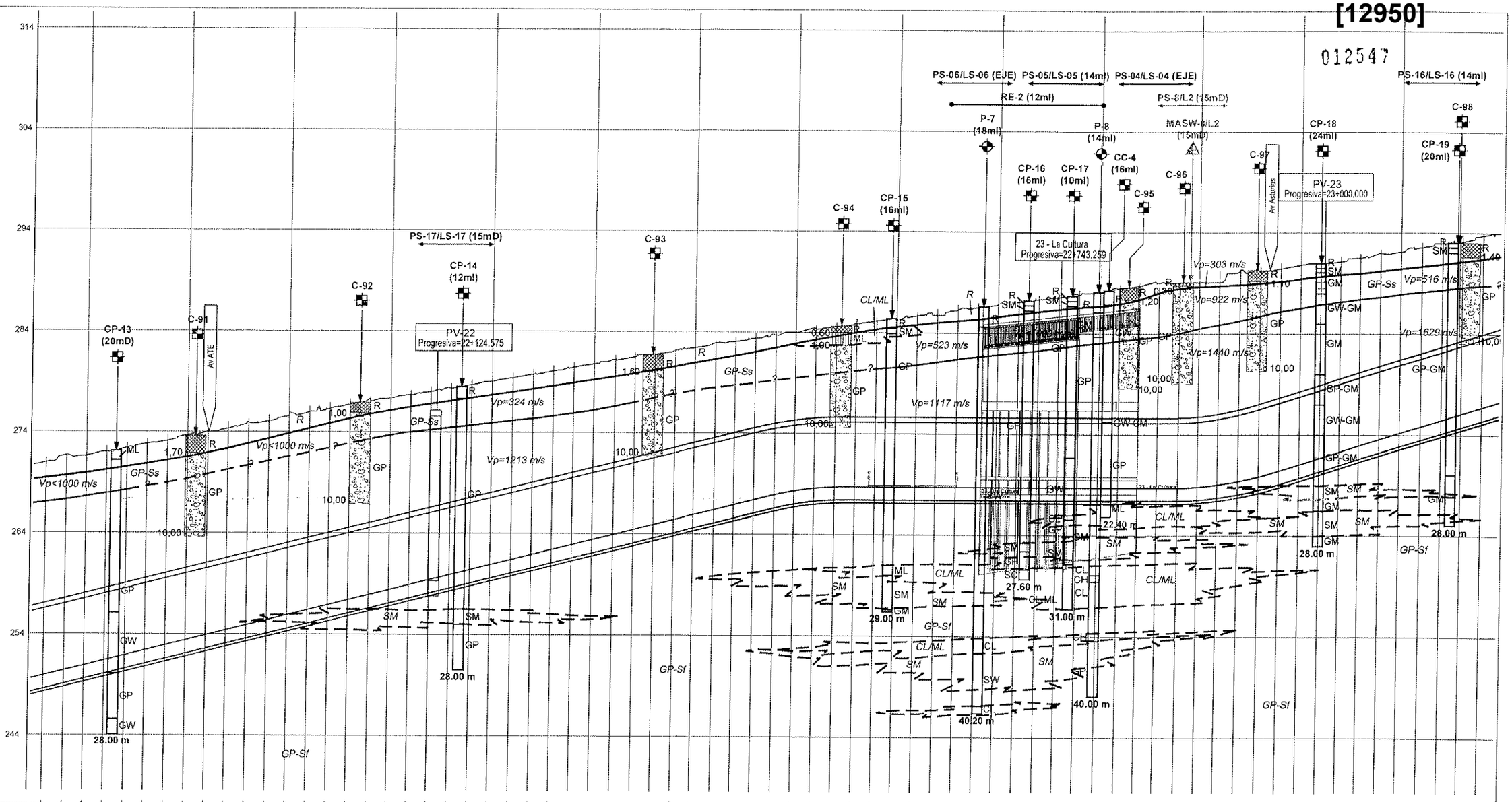
0201_PLOC-GEO-E1A-LO-P001-P004.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

K:\0416 ingenieros del terreno\0529_metro lima ll\2_documentos ayesa\planos pl\001-ftp-e1a\02 ploc-geo-gen\0201_ploc-geo-e1a-lo-p001-p004.dwg - 07/02/2014 - 19:54

[12950]

012547



P.K.		21+800	21+900	22+000	22+100	22+200	22+300	22+400	22+500	22+600	22+700	22+800	22+900	23+000	23+100
TRAMO (m)		608				478							157	106	275
RECUBRIMIENTO (m)		11,5 / 14,5				11,5 / 9,5							13 / 13,5	11,5 / 13	11,5 / 9,5
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO		Convencional													
DATOS GEOLÓGICOS	UNIDADES AFECTADAS	GP-S											GP-S	GP-S	
	% FINOS	5											5	5	
	COTA NIVEL DE AGUA (m.s.n.m)	< 240											< 250	< 250	
	ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)	0											0	0	
	PERMEABILIDAD (m/s)	7,62E - 05											7,62E - 05	7,62E - 05	
DATOS GEOMECÁNICOS	MODULO DEFORMACION EN EXTENSIÓN E (MPa)	83 / 366											83 / 366	83 / 366	
	COEF. DE POISSON	0,3											0,3	0,3	
	COHESIÓN C' (KPa)	15 / 32											15 / 32	15 / 32	
	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	34 / 39											34 / 39	34 / 39	
	γ'ep (kN/m³)	20 / 22											20 / 22	20 / 22	
EXCAVABILIDAD	ABRASIVIDAD CERCHAR	Muy abrasivo											Muy abrasivo	Muy abrasivo	
	PERFORABILIDAD	Baja											Baja	Baja	
TRATAMIENTO GEOTÉCNICO		PANTALLAS													

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
QUESO | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/2.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PERFIL GEOTÉCNICO LÍNEA 2

PLANO Nº: PLOC-GEO-E1A-LO-P0 03
HOJA: 03 de 04
REVISIÓN: 1

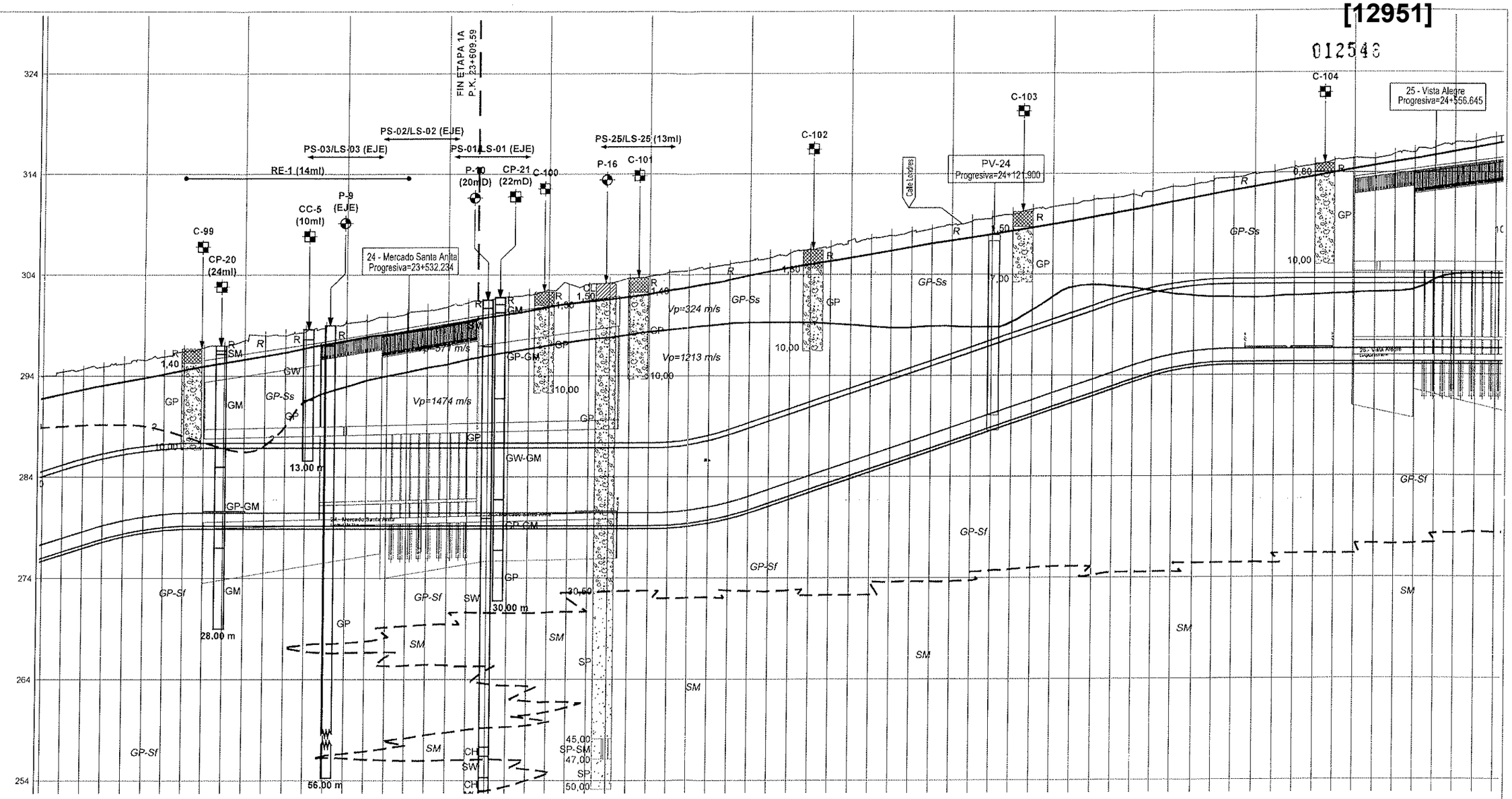
0201_PLOC-GEO-E1A-LO-P001-P004.dwg

CONTRATISTA NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JOAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

k:\416 ingeniería del terreno\2509_metro lima ltp2_documentos_nyes\planos pk00\4-ltp\e1a\00 plan-geo-geni\0201_ploc-geo-e1a-lo-p001-p004.dwg - 07/02/2014 - 19:54

[12951]

012548



P.K.		23+200	23+300	23+400	23+500	23+600	23+700	23+800	23+900	24+000	24+100	24+200	24+300	24+400	24+500	24+600
TRAMO (m)		275		113	652									208		
RECUBRIMIENTO (m)		11,5 / 9,5		11 / 12	16,5 / 10,5									10 / 12		
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO		Convencional			Convencional											
DATOS GEOLÓGICOS	UNIDADES AFECTADAS	GP-S			GP-S											
	% FINOS	5			5											
	COTA NIVEL DE AGUA (m.s.n.m)	< 250			< 270											
	ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)	0			0											
	PERMEABILIDAD (m/s)	7,62E - 05			7,62E - 05											
DATOS GEOMECÁNICOS	MODULO DEFORMACIÓN EN EXTENSIÓN E (MPa)	83 / 366			83 / 366											
	COEF. DE POISSON	0,3			0,3											
	COHESIÓN C' (KPa)	15 / 32			15 / 32											
	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	34 / 39			34 / 39											
	γ_{sp} (kN/m³)	20 / 22			20 / 22											
EXCAVABILIDAD	ABRASIVIDAD CERCHAR	Muy abrasivo			Muy abrasivo											
	PERFORABILIDAD	Baja			Baja											
TRATAMIENTO GEOTÉCNICO		PANTALLAS			PANTALLAS											

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
oyesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/2.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PERFIL GEOTÉCNICO LÍNEA 2

PLANO Nº: PLOC-GEO-E1A-LO-P004 | HOJA: 04 de 04 | REVISIÓN: 1

0201_PLOC-GEO-E1A-LO-P001-P004.dwg

K:\4-15 ingeniería civil terreno\0529_metro lima II\2_documentos_ayes\planos_pl004-ftp-e1a002 ploc-geo-gen\0201_ploc-geo-e1a-lo-p001-p004.dwg - 07/02/2014 - 19:54

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 5.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[12953]

612550

P. CALLAO

ATE

N

PV 19 BIS
PROG. 18+878.300

S-8/L2
CS-8/L2

PS-20/LS-20

PS-21/LS-21

PS-22/LS-22

CP-1

K19

C-77

CP-2

PS-23/LS-23

PS-7/L2

MASW-7/L2

C-76

INICIO ETAPA 1A
P.K. 19+260.00

PS-15/LS-15

L40 L41 L42 L43 L44 L45 L46

18+600 18+700 18+800 19+000 19+100 19+200 19+300

N=8665900 N=8665800 N=8666100 N=8666200 N=8666000 N=8665700 N=8665600

E=284400 E=284300 E=284500 E=284600 E=284700 E=284800 E=284900 E=285000 E=285100

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA

Campaña Adicional a la de Estudios Básicos

P-1	POZO
S-5	CALICATA

Campaña Complementaria Propuesta

PS-6 / L2 (130m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-4/L2	SONDEO MECÁNICO
CS-8/L2	CALICATA MANUAL
MASW-7/L2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

1 Puerto del Callao | 2 Buenos Aires | 3 Juan Pablo II | 4 Insurgentes | 5 Carmen de la Legua | 6 Oscar Benavides | 7 San Marcos | 8 Silo | 9 La Alboradá | 10 Tingo María | 11 Parque Murillo | 12 Plaza Bolognesi | 13 Estación central | 14 Plaza Marco Canev. | 15 Campello | 16 28 de Julio | 17 Nicolás Ayllón | 18 Circunvalación | 19 Nicolás Arriola | 20 Evitamiento | 21 Ovalo Santa Anita | 22 Colectora Industrial | 23 La Cultura | 24 Mercado Santa Anita | 25 Vista Alegre | 26 Prol. Javier Prado | 27 Municipalidad de Ate

LEYENDA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES. LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-PL-P001 | HOJA: 01 de 07 | REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

k:\e15 ingeniería del terreno\0529_metro lima l2\2_documentos ayesa\planos pl\004-fta-e1a\02 ploc-geo-geo\0202_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 19:50

[12954]

012551

P. CALLAO

ATE

N

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

CP-3 P-14 PS-13/LS-13 C-78 C-5/L2 CP-4 C-80

P-1 P-2 PS-24/LS-24

PS-15/LS-15 PS-14/LS-14

RE-5 B

C-79

K20

L46 L49 L50 L53 L54

19+300 19+600 19+700 19+800 19+900 20+000

N=8666600 N=8666500 N=8666400 N=8666300 N=8666200 N=8666100 N=8666000

E=285000 E=285100 E=285200 E=285300 E=285400 E=285500 E=285600

01 1. Puerto del Callao
02 2. Buenos Aires
03 3. Juan Pablo II
04 4. Insurgentes
05 5. Carmen de la Legua
06 6. Oscar Benavides
07 7. San Marcos
08 8. Elio
09 9. La Alborada
10 10. Tingo María
11 11. Parque Murillo
12 12. Plaza Bolognesi
13 13. Estación central
14 14. Plaza Mario Pacsi
15 15. Cercado
16 16. 28 de Julio
17 17. Nicolás Ayllon
18 18. Circunvalación
19 19. Nicolás Arriola
20 20. Evitamiento
21 21. Cuesta Santa Anita
22 22. Colectora industrial
23 23. La Cultura
24 24. Mercado Santa Anita
25 25. Vista Alegre
26 26. Prol. Javier Prado
27 27. Municipalidad de Ate
28 28. Municipalidad de Ate
29 29. Municipalidad de Ate
30 30. Municipalidad de Ate
31 31. Municipalidad de Ate
32 32. Municipalidad de Ate
33 33. Municipalidad de Ate
34 34. Municipalidad de Ate
35 35. Municipalidad de Ate
36 36. Municipalidad de Ate
37 37. Municipalidad de Ate
38 38. Municipalidad de Ate

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA

Campaña Adicional a la de Estudios Básicos

P-1	POZO
S-5	CALICATA

Campaña Complementaria

PS-01/LS-01 (1120m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-1/L2	SONDEO MECÁNICO
CS-01/L2	CALICATA MANUAL
RA-SW-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA

LEYENDA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
A B RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
euroestudios iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1,000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES.
LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-PL-P002
HOJA: 02 de 07
REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

K:\416 ingeniería del terreno\2520_metro lima II\02_documentos ayes\planos pl\004-fip-e1a\02 ploc-geo-geni\2002_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 28/02/2014 - 14:22

[12955]

012552

P. CALLAO

ATE

PV20
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

PV-20
PROG. 20+040.000

PS-19/LS-19

PS-12/LS-12

PS-11/LS-11

PS-10/LS-10

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

CP-5

C-81

C-82

CP-6

CP-7

CC-2

RE-4

C-83

P-3

CP-8

C-84

C-85

CP-9

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA

Campaña Adicional a la de Estudios Básicos

P-1	POZO
S-5	CALICATA

Campaña Complementaria Propuesta

PS-1/L2 (120m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-1/L2	SONDEO MECÁNICO
CC-5/L2	CALICATA MANUAL
MASW-5/L2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

1. Puente del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Filo
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Parque Murillo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Marco Capac
15. Cercado
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllón
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

LEYENDA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

CYPSA | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1/1,000

FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES.
LÍNEA 2

PLANO Nº: PLOC-GEO-E1A-PL-P003

HOJA: 03 de 07

REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

k:\115 ingeniería del terreno\02529_metro lima\2\2_documentos oyes\planos pl\004-ftp-e1a\02 ploc-geo-ge\0202_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 18:50

P. CALLAO

ATE

PV21
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

K21

PS-18/LS-18

PV-21
PROG. 20+960.000

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

S-9/L.2
CS-9/L.2

RE-3

PS-09/LS-09

CP-11

C-86

C-87

CP-10

C-88

L71

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W	
P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA
Campaña Adicional a la de Estudios Básicos	
P-1	POZO
S-5	CALICATA
Campaña Complementaria Propuesta	
PS-1/L2 (120m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-1/L2	SONDEO MECÁNICO
CS-5/L2	CALICATA MANUAL
MASW-01/A	PERFIL SÍSMICA PASIVA

1. Puerto del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Elio
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Parque Murillo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Marco Canaz
15. Canadillo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllon
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

LEYENDA

Campaña ProInversión	
P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSULTORES

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES.
LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-PL-P004
HOJA: 04 de 07
REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

K:\16 Ingeniería cliente\2529_metro lima II\2_documentos ayesa\planos pl\004-fase-e1a\02 ploc-geo-geo\0202_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 19:51

[12957]

012554

P. CALLAO

ATE

N=8667200

N=8667100

N=8667500

N=8667400

E=287600

E=286900

E=287000

E=287100

E=287200

E=287300

E=287400

E=287500

N

CP-12

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

P-15

MASW-8'L2

P-6

C-89

RE-3

B

PS-08/LS-08

PS-07/
LS-07

CC-3

PS-8'L2

C-90

CP-13

C-91

K22

PV-22
PROG. 22+124.575

CP-14

PS-17/LS-17

C-92

PV22
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

L74 L75 L76 L77 L78 L79 L80

21+500 21+600 21+700 21+800 21+900 22+000 22+100 22+200

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA

Campaña Adicional a la de Estudios Básicos

P-1	POZO
S-5	CALICATA

Campaña Complementaria Propuesta

PS-8'L2 (120m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-8'L2	SONDEO MECÁNICO
CC-8'L2	CALICATA MANUAL
MASW-8'L2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

01 Puerto del Callao
02 Buenos Aires
03 Juan Pablo II
04 Insurgentes
05 Carmen de la Legua
06 Oscar Benavides
07 San Marcos
08 Elio
09 La Alborada
10 Tingo María
11 Parque Murillo
12 Plaza Bolognesi
13 Estación central
14 Plaza Manco Cápac
15 Cangallo
16 28 de Julio
17 Nicolás Ayllón
18 Circunvalación
19 Nicolás Arriola
20 Fulgencio
21 Óvalo Santa Anita
22 Colectora Industrial
23 La Cultura
24 Mercado Santa Anita
25 Vista Alegre
26 Prol. Javier Prado
27 Municipalidad de Ate
28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

LEYENDA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RUIN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

eurestudios

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES. LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-PL-P005
HOJA: 05 de 07
REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

k:\1416 ingeniería del terreno\0259_metro lima II\2_documentos aves\autocad\planos pl\0004-tipo-e1a\02 ploc-geo-geni\0202_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 19:51

P. CALLAO

ATE

E=287600 E=287700 E=287800 E=287900 E=288000 E=288100

N=8667700 N=8667600 N=8667500 N=8667400 N=8667300

22+200 22+300 22+400 22+500 22+600 22+700 22+800 22+900

C-93 C-94 CP-15 P-7 CP-16 PS-05/LS-05 CP-17 CC-4 23. LA CULTURA PROG. 22+743.259

A RE-2 P-8 B PS-04/LS-04 PS-06/LS-06 MASW-6/L2 PS-6/L2 C-95 C-96

1. Puente del Callao 2. Buenos Aires 3. Juan Pablo II 4. Insurgentes 5. Carmen de la Legua 6. Oscar Benavides 7. San Marcos 8. Elio 9. La Alborada 10. Tingo María 11. Parque Murillo 12. Plaza Bolognesi 13. Estación central 14. Plaza Manco Cápac 15. Cenaculo 16. 28 de Julio 17. Nicolás Ayllon 18. Circunvalación 19. Nicolás Arriola 20. Fulgencio 21. Ovalo Santa Anita 22. Colectora Industrial 23. La Cultura 24. Mercado Santa Anita 25. Vista Alegre 26. Prol. Javier Prado 27. Municipalidad de Ate

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA

Campaña Adicional a la de Estudios Básicos

P-1	POZO
S-5	CALICATA

Campaña Complementaria Propuesta

PS-06/L2 (120m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-6/L2	SONDEO MECÁNICO
CC-5/L2	CALICATA MANUAL
MASW-6/L2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

LEYENDA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
A — B RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
euroestudios iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES.
LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-PL-P006
HOJA: 06 de 07
REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

k:\416 ingeniería del terreno\2520_metro lima II\2_documentos ayesa\planos pl\004-fto-e1a\02 ploc-geo-geni\0202_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 19:51

P. CALLAO

ATE

N

E=285200 E=285300 E=285400 E=285500 E=285600 E=285700 E=285800 E=285900

N=8667900 N=8668000 N=8667700 N=8667600 N=8667500 N=8667400 N=8667800

RAMAL INGRESO PATIO-TALLER SANTA ANITA

RAMAL DE SALIDA PATIO-TALLER SANTA ANITA

PV-23
PROG. 23+000.000

CP-18

CP-19 C-98

PS-16/LS-16

CP-20

A

RE-1

CC-5

B

C-99

PS-01/LS-01

PS-03/LS-03

P-9

PS-02/LS-02

CP-21

P-10

22+900

23+000

23+100

23+400

23+500

23+600

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

C-97

K23

PV23
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

ETAPA 1A
E=285,609.559
N=8667,700.000

1. Puente del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Elio
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Parque Murillo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Marco Capac
15. Canpallo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllón
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prof. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

LEYENDA

Campaña Estudios Básicos para la Línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50m.
S-5	CALICATA

Campaña Adicional a la de Estudios Básicos

P-1	POZO
S-5	CALICATA

Campaña Complementaria Propuesta

PS-16/L2 (120m)	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-16/L2	SONDEO MECÁNICO
CS-5/L2	CALICATA MANUAL
MASW-16/L2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

LEYENDA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA Y SÍSMICA REFRACCIÓN
A — B RE-1	TOMOGRAFÍA ELECTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

euroestudios IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1,000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA CON UBICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES. LÍNEA 2

PLANO Nº: PLOC-GEO-E1A-PL-P007
HOJA: 07 de 07
REVISIÓN: 1

0202_PLOC-GEO-E1A-PL-P001-P007.dwg

K:\416 Ingeniería del terreno\2520_metro lima II\2_documentos ayes\planos pl\004-fdp-e1a\02 ploc-geo-gen\2002_ploc-geo-e1a-pl-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 19:51

O.1.2	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.2. ESTUDIOS BÁSICOS. GEOLOGÍA, GEOTECNIA E HIDROGEOLOGÍA. APÉNDICE 5.3 PERFILES GEOTÉCNICOS DE ESTACIONES.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA
INVESTIGACIONES

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SIMPLIFICADA	ACHURADO
R	Relleno, mezcla de suelos, poco compactos y contaminados	
ML	Limo inorgánico de baja plasticidad	
CL	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad.	
MH	Limo inorgánico, elástico, de alta plasticidad	
OH	Limo organico muy compresible	
GP	Grava pobremente gradada con arena	
GC	Grava arcillosa	
GM	Grava limosa	
SM	Arena limosa	
SP	Arena pobremente gradada	
RC	Roca	
NF	Nivel Freatico (m)	X.XX

LEYENDA

Litoestratigrafía

- *R* — RELLENO, MEZCLA DE SUELOS POCO COMPACTADOS Y CONTAMINADOS.
- *CL/ML* — ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD Y LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD.
- *SM* — ARENAS LIMOSAS.
- *GP-S* (s / f) — GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA, ARCILLA Y LIMO Y CON ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA. *GP-Ss = NIVEL SUELTO, GP-Sf = NIVEL FIRME.*
- *D* — SUSTRATO ROCOSO (DIORITA, TONALITA).
- *C* — SUSTRATO CARBONATADO (CALIZAS).

Simbología

- CONTACTO LITOLÓGICO DISCORDANTE
- CONTACTO LITOLÓGICO CONCORDANTE
- ISOLÍNEA DE VELOCIDAD SÍSMICA
- R — RECHAZO CONO DE PECK
- 65 — GOLPEO CONO DE PECK
- (15mD) — DISTANCIA AL EJE
- FALLA

Campaña estudios básicos para la línea E-W

P-1	PERFORACIÓN 50.00 m.
C-1	CALICATA

Campaña adicional a la de estudios básicos

P-1	POZOS
C-1	CALICATA

Campaña complementaria propuesta

PS-1/LS-2	PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
S-1/L-2	SONDEO MECÁNICO
CS-1/L-2	CALICATA MANUAL
MASW-1/L-2	PERFIL SÍSMICA PASIVA

Campaña ProInversión

P-1	SONDEO MECÁNICO
CP-1	CALICATA MANUAL PROFUNDA
CC-1	CALICATA ESPECIAL
PS-01/LS-01	PERFIL SÍSMICA PASIVA/ PERFIL SÍSMICA REFRACCIÓN
RE-1	TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN RAMOS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión — Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES: QUESO | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

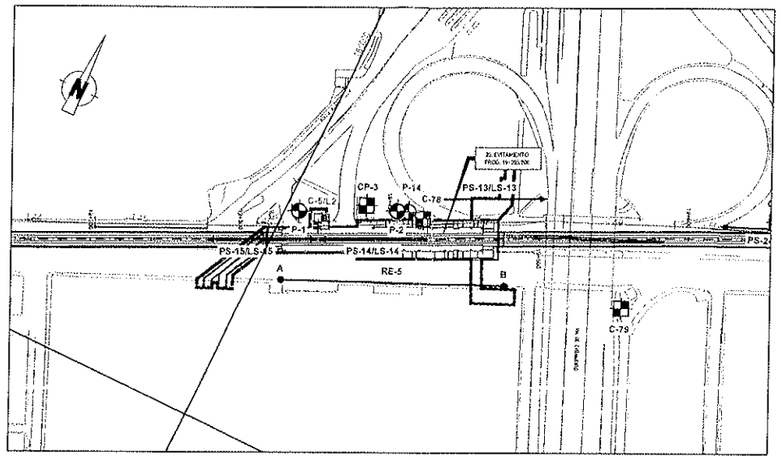
ESCALA (A1): S/E
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
LEYENDA GEOTÉCNICO DE ESTACIONES LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEO-E1A-EST-P000 | HOJA: 00 de 03 | REVISIÓN: 1

0203_PLOC-GEO-E1A-EST-P001-P003.dwg

A:\41E ingeniería del terreno\2529_metro lima l2\2_documentos ayes\planos pl\004-tip-e1a\002 ploc-geo-geni\0203_ploc-geo-e1a-est-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:01



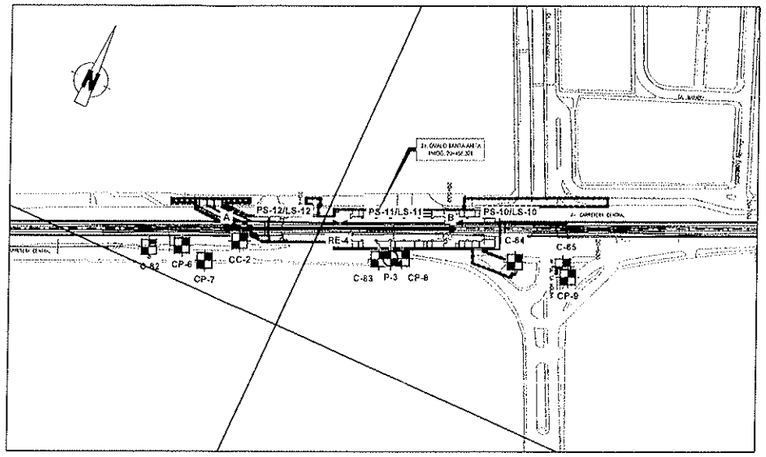
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

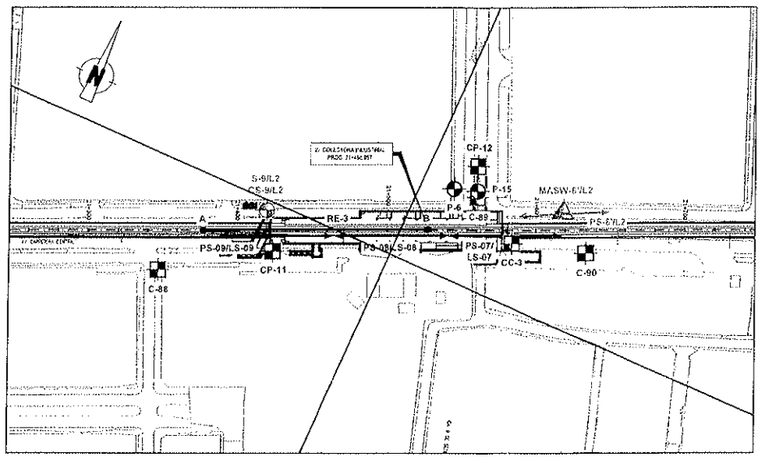
ProInversión – Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Fonafe	CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA	CONSULTORES: ayesa, euroestudios, iT INGENIERIA	CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO." ETAPA 1A	ESCALA(A1): 1/2,000 / FECHA: FEBRERO 2014		GEOLOGÍA Y GEOTECNIA PLANTA Y PERFIL GEOTÉCNICO DE ESTACIONES LÍNEA 2

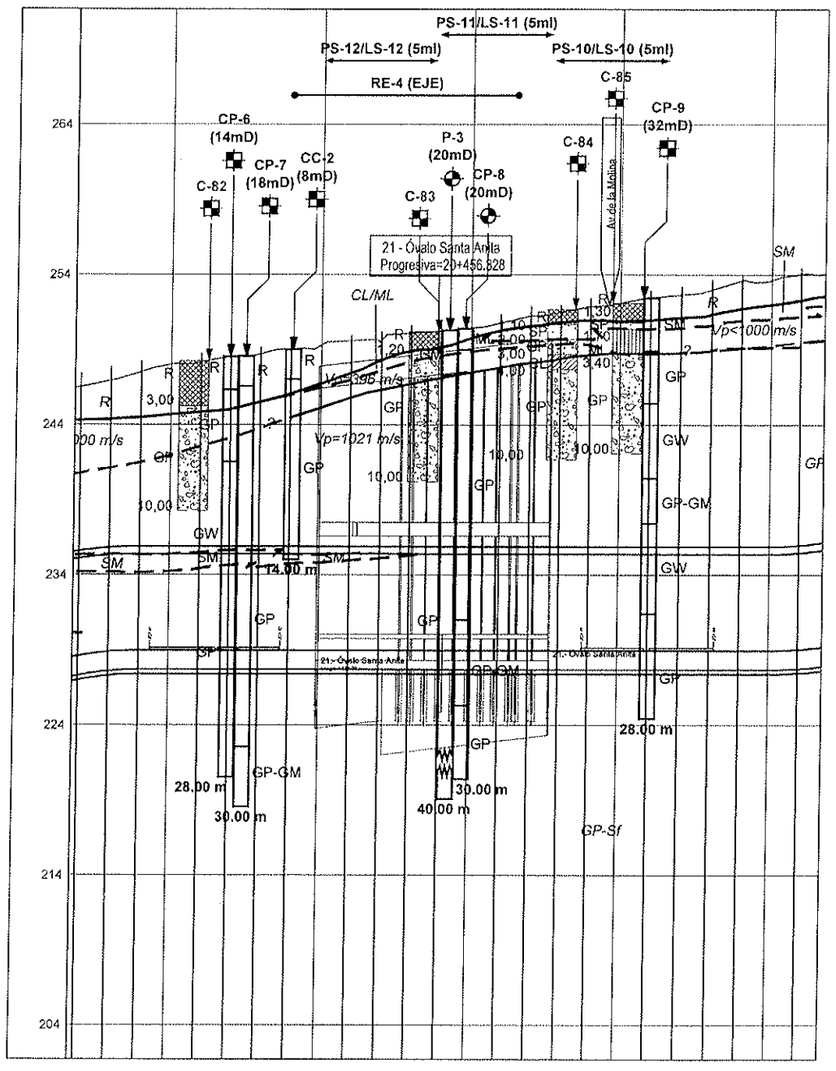
PLANO N°: PLOC-GEO-E1A-EST-P001 | HOJA: 01 de 03 | REVISIÓN: 1

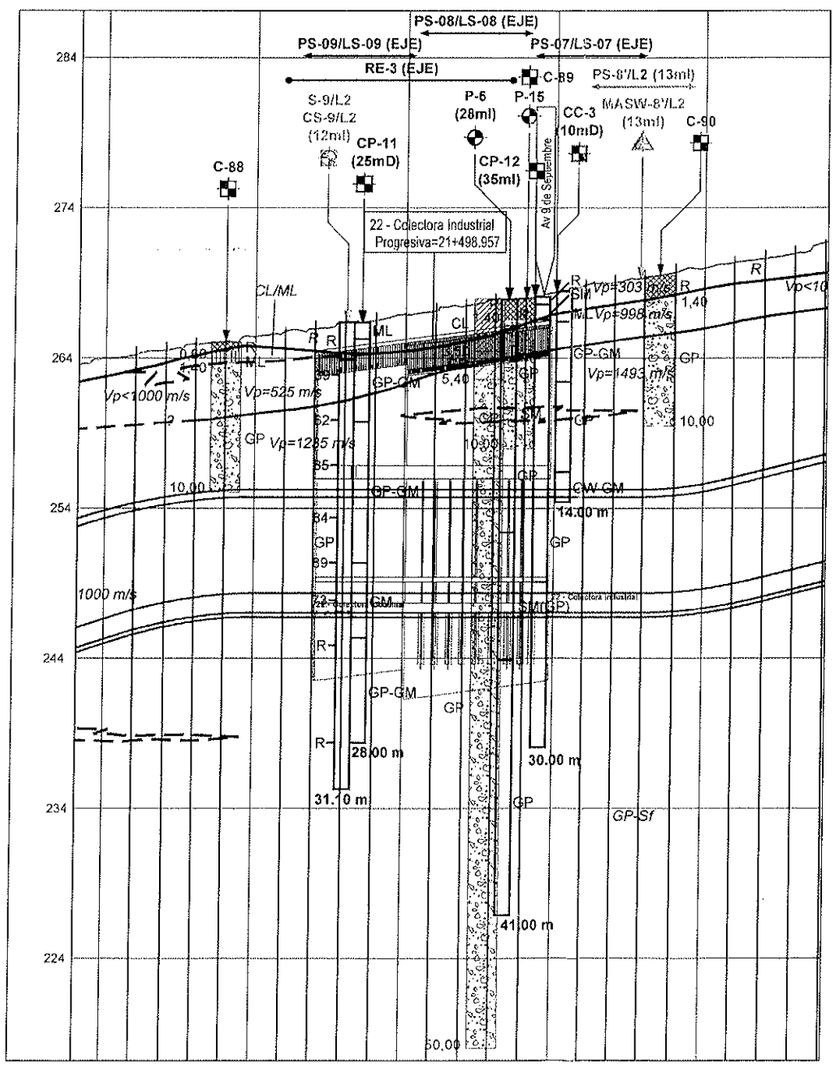
0203_PLOC-GEO-E1A-EST-P001-P003.dwg

K:\116 ingeniería del terreno\2529_metro lima 2\02_documentos ayesa\planos pfs\04-4p-e1a\02 ploc-geo-gen\0203_ploc-geo-e1a-est-p001-p003.dwg - 26/02/2014 - 14:26







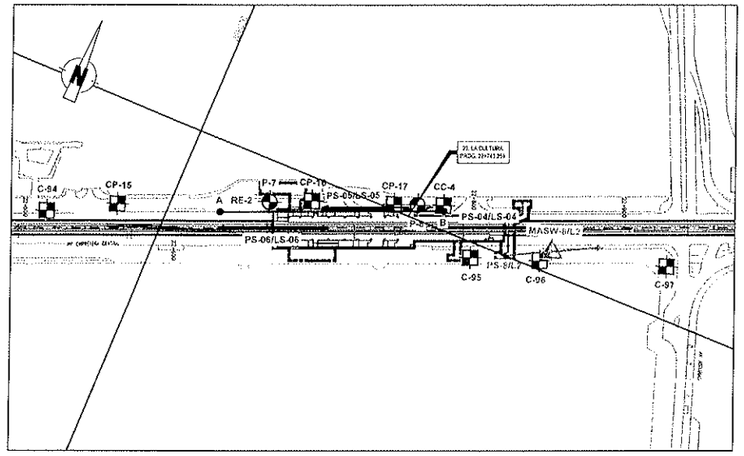


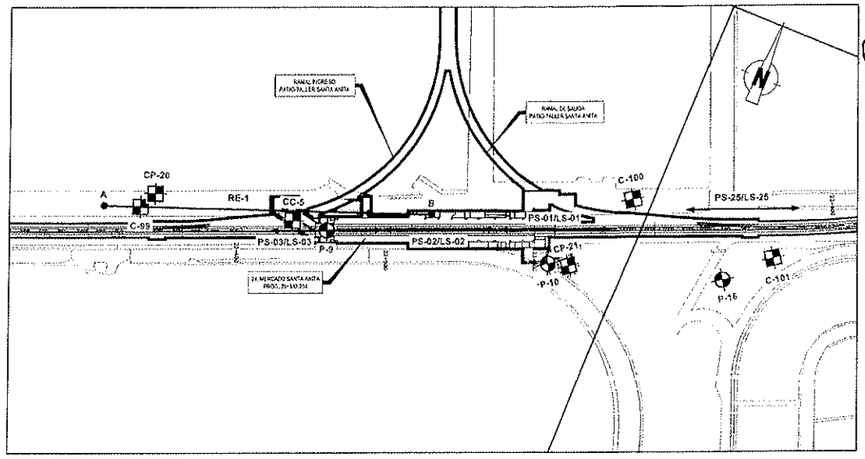
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

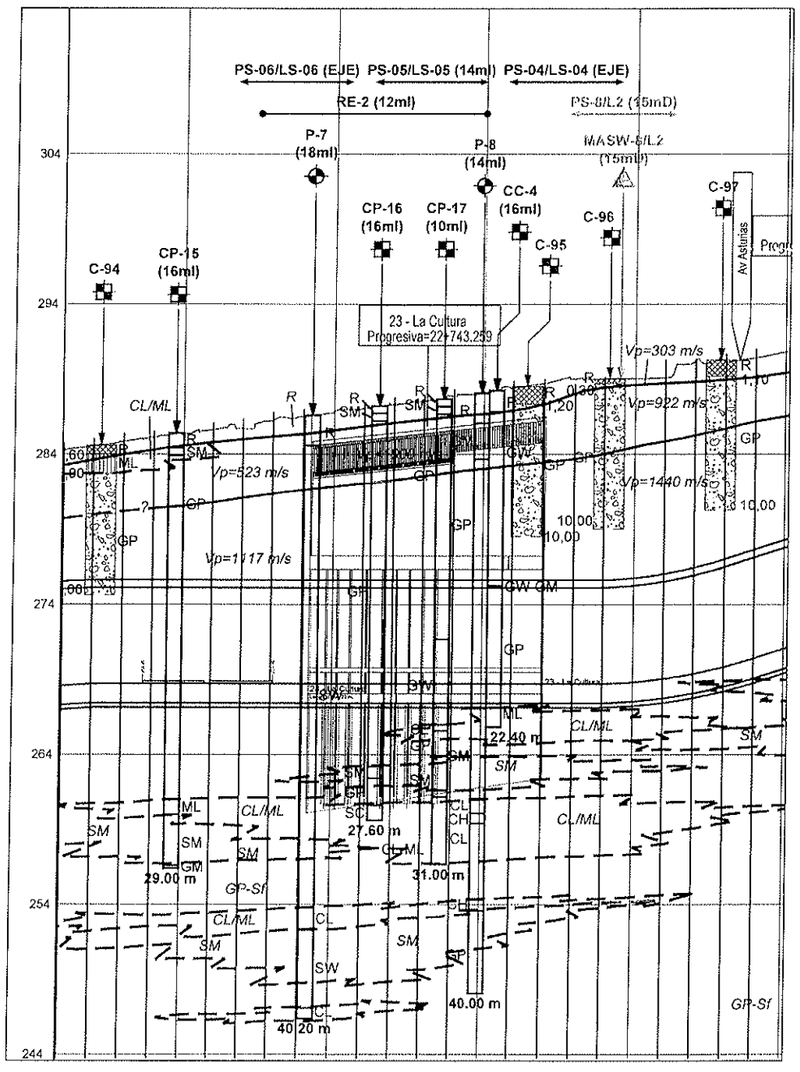
K:\V16 ingeniería del terreno\2526_metro lima ltz\2_documentos ayc\ejecutivos pl\004-fbp-e1a\02 plano-geo-geni\0203_ploc-geo-e1a-est-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:01

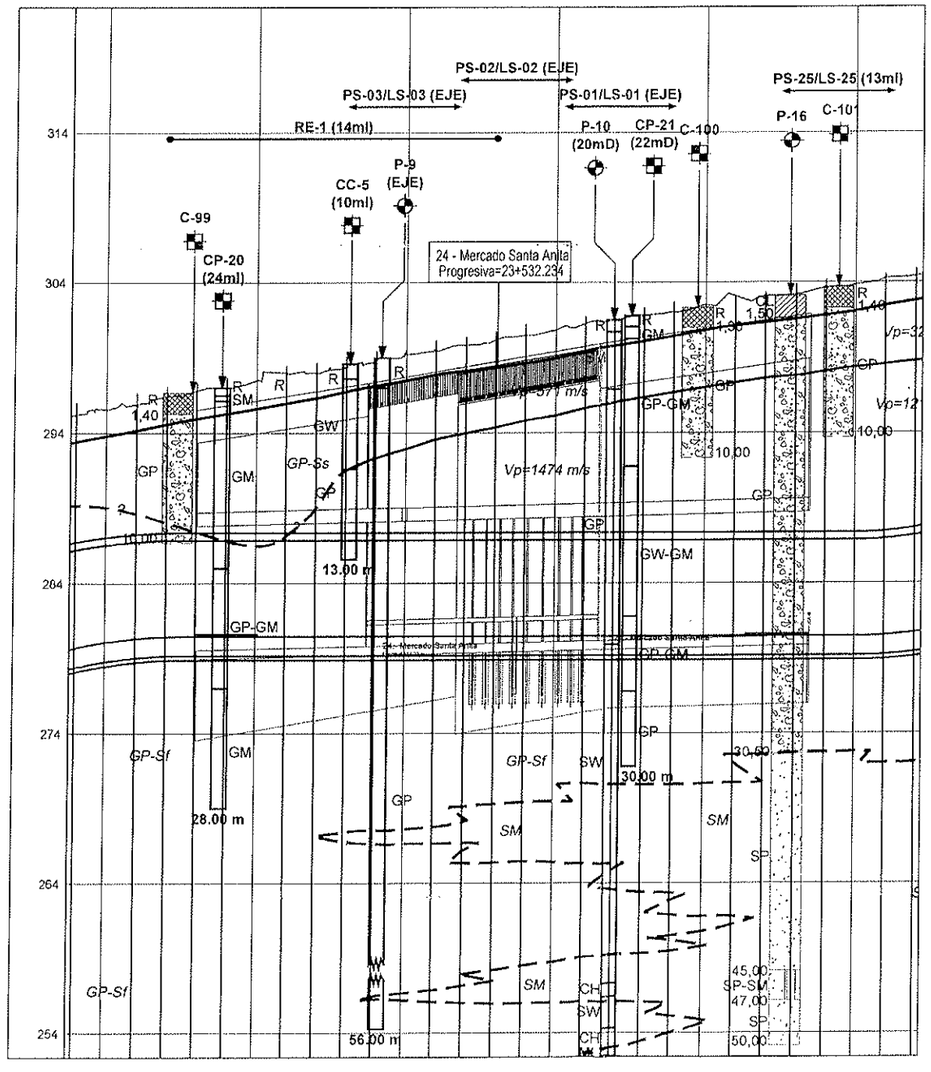
[12964]

012561









CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/2.000
FECHA: FEBRERO 2014

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
PLANTA Y PERFIL GEOTÉCNICO DE ESTACIONES LÍNEA 2

PLANO N°: PLOC-GEO-E1A-EST-P003
HOJA: 03 de 03
REVISIÓN: 1

0203_PLOC-GEO-E1A-EST-P001-P003.dwg

k:\416 ingeniería del terreno\2\SR_metro lima II\2_documentos ayesa\planos pk\00-ftp-e1a\02 ploc-geo-gsn\0203_ploc-geo-e1a-est-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:02

[12965]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

012562

O.1.3	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.3. ESTUDIOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE.MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO 012563

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO 4
1.1 BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA 4
2 MARCO TECTÓNICO 6
2.1 ZONIFICACIÓN TECTÓNICA 8
3 PELIGRO SÍSMICO 11
3.1 INTRODUCCIÓN 11
3.2 INFORMACIÓN A CONSIDERAR Y FASES A SEGUIR EN LA EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA 12
3.2.1 Sismicidad del área de influencia 12
3.2.2 Zonificación sismogenética 13
3.2.3 Base de datos sísmicos 15
3.3 EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA 19
3.3.1 Depuración de la base de datos 19
3.3.1.1 Eliminación de registros duplicados: 19
3.3.1.2 Selección de registros sísmicos para cada zona sismotectónica 19
3.3.1.3 Homogenización de la base de datos 19
3.3.2 Completitud del registro sísmico 19
3.3.3 Leyes de atenuación 20
3.3.3.1 Ley de atenuación válida para zonas corticales 21
3.3.3.2 Ley de atenuación válida para zonas de subducción 21
3.3.4 Estudio determinista 21
3.3.4.1 Determinación zonas sismotectónicas 22
3.3.4.2 Estimación de los máximos terremotos previstos 22
3.3.5 Estudio probabilista 24
3.3.5.1 Caracterización de las fuentes sismogénicas 26
3.3.5.2 Clasificación del sitio para el diseño sísmico 27
3.3.5.3 Estimación de las aceleraciones pico en el emplazamiento 28
3.3.5.4 Estimación de la aceleración espectral 31
3.3.5.5 Obtención de Espectros para Diferentes Amortiguamientos 31
3.3.5.6 Espectros de diseño sísmico según la normativa AASHTO, 2011. 32
3.4 CONTRASTE DE PARÁMETROS SÍSMICOS ESTIMADOS CON LOS APORTADOS POR LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE NEC-11.. 36
4 CONCLUSIONES 38

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012564

APÉNDICES

APÉNDICE 1 MAPA NEOTECTÓNICO DEL PERÚ

APÉNDICE 2 CURVAS DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA PARA ACELERACIÓN ESPECTRAL T=0 s.

APÉNDICE 3 ESPECTROS DE PELIGRO UNIFORME.

APÉNDICE 4 ESPECTROS DE DISEÑO SÍSMICO.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

012565

El presente documento constituye el análisis de la sismicidad de la zona de implantación de la línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, con objeto de determinar los parámetros sismotectónicos a aplicar en la zona de actuación, y especialmente en las obras a proyectar.

Para este análisis se han elegido cinco puntos para el cálculo probabilista situados a lo largo de los trazados en estudio y representativos del mismo, correspondiendo uno de ellos a la Etapa 1A definida en el cronograma de las obras.

El Estudio Sismotectónico o Análisis de Riesgo Sísmico elaborado comprende los siguientes trabajos:

- Compilación de la historia sísmica, abarcando un radio de 200 km.
- Compilación de la información sismotectónica de la región y en particular, de la zona más cercana al sitio.
- Selección de leyes de atenuación y de las necesarias correlaciones entre parámetros sísmicos que sean aplicables en la zona de estudio.
- Determinación de la tasa de actividad de las fuentes sismogeneradoras circundantes al sitio.
- Combinación de la capacidad sismogenética de cada fuente con las leyes de atenuación seleccionadas para producir la curva de peligro sísmico en el sitio.
- Obtención de los sismos de diseño correspondientes a los periodos de retorno de 200, 475, 1.000 y 2.500 años.
- Estimación de las aceleraciones horizontales máximas y aceleraciones espectrales para terrenos rocosos en las distintas zonas estudiadas así como las distintas amplificaciones locales.

1.1 BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

A continuación se detallan la documentación consultada para la elaboración del presente estudio.

- Borcherdt, R. D. (1994). Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification).
- Kramer, S.L., (1996). Geotechnical Earthquake Engineering.
- Youngs, R.R., Silva, W.J., Humphrey, J.R. (1997). Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes.
- Abrahamson N. A., Silva W. J. (1997). Empirical response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes.
- Douglas J. (2001). A comprehensive worldwide summary of strong-motion attenuation relationships for peak ground acceleration and spectral ordinates (1969 to 2000).
- Arcila, M.M., Muñoz Martín A., De Vicente, G. (2002). Análisis sismotectónico de la convergencia Caribe, Nazca, Sudamerica.
- Jonathan P. Stewart, M.EERI, Thomas F. Blake, M.EERI, and Robert A. Hollingsworth. A Screen Analysis Procedure for Seismic Slope Stability. Earthquake Spectra, Volume 19, No. 3, pages 697–712, August 2003; Earthquake Engineering Research Institute.
- Jonathan P. Stewart, M.EERI, John Douglas, Mohammad Javanbarg, Yousef Bozorgnia, M.EERI, Norman A. Abrahamson, M.EERI, David M. Boore, Kenneth W. Campbell M.EERI, Elise Delavaud, Mustafa Erdik, M.EERI, and Peter J. Stafford, M.EERI. Selection of Ground Motion Prediction Equations for the Global Earthquake Model.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

- Villegas J. C. (2004). Aplicación de la distribución de Poisson para el cálculo del periodo de retorno de los sismos.
- Bolaños A. y Monroy O. (2004), "Espectros de Peligro Sísmico Uniforme", Tesis para Optar el Grado de Magíster en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad
- Católica del Perú, Lima.
- Semillero Grupo Quimbaya – CEIFI1 CÓDIGO: INS-03 . (2005). Tasas de recurrencia sísmica en la zona central de los Andes Colombianos a partir de la completitud del catálogo hasta el año 2004.
- Suarez, J. Deslizamiento; Análisis geotécnico.
- Macharé, J., Benavente, C. y Audin, L. INGEMMET (2008). Mapa Neotectónico del Perú.
- Macharé, J., Benavente, C., Laurence, A. (2009), "Síntesis Descriptiva del Mapa Neotectónico 2008", Boletín No 40 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica.
- International Building Code, (2009), International Code Council, Marzo 2009.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pág

2 MARCO TECTÓNICO

El Perú se encuentra en el borde occidental del continente sudamericano y en cuyo territorio se emplaza longitudinalmente los Andes Centrales. Esta cadena montañosa se ubica sobre límites de placas convergentes la cual se caracteriza principalmente por la presencia de una zona de subducción. Por tanto, la deformación continental en el Perú se asocia, en general, a la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa Sudamericana o continental. Esta deformación se traduce en fallas con diferentes geometrías y cinemáticas, que a su vez son consecuencias de diversos regímenes tectónicos (extensión, compresión, trastensión o transpresión).

Más concretamente, la zona de estudio se enclava en el dominio geotectónico de Casma según se desprende del mapa de dominios geotectónicos del Perú (**Figura 1**) el cual está caracterizado por su propia evolución sedimentaria, tectónica y magmática. Éste se sitúa en la costa y su límite oriental es el borde oeste de la Cordillera Occidental del Perú. Afloran unidades volcánicas, plutónicas y sedimentarias que son parte del sistema volcánico de arco-islas a arco continental, que es activo desde el Jurásico terminal como parte de la cuenca occidental y rellenada con secuencias volcano-sedimentarias de edad cretácica. Las rocas plutónicas corresponden al Batolito de la Costa. La actividad magmática más importante data de entre 120 y 110 M.a. donde se depositan más de 1,000 m de materiales volcánicos (Grupo Casma). Por las características mantélicas de los magmas y el volumen de emplazamiento de las unidades se estima que este dominio está constituido por una de las mayores adiciones de magma hacia la corteza. Los límites corresponden a los sistemas de fallas Conchao-Cocachacra e Ica que jugaron como normales en el Cretácico.

Esta tectónica se dio en fases sucesivas que devienen desde el Cretácico y continúan en el terciario inferior y Superior hasta posiblemente el Cuaternario. A continuación se detallan las distintas fases acontecidas:

Fase Cretácica

Corresponde con la primera manifestación tectónica desarrollada con posterioridad a la deposición de la pila sedimentaria marina, habiendo tenido durante el Cretácico inferior movimientos precursores oscilatorios en la cuenca, antes de llegar al levantamiento general de la región. Se trata de una fase compresiva con sus ejes de acortamientos dirección NE-SO.

Esta fase ocurre después del depósito del Grupo Casma y antes del Batolito de la Costa puesto que los cuerpos dioríticos de la Unidad Patap cortan en contactos francos las estructuras desarrolladas durante esta fase.

Durante esta fase se desarrollan pliegues plurikilométricos de amplio radio, asimétricos, isopacos y de dirección NNO-SSE. Igualmente se han desarrollado sistemas de fracturas transversales de rumbos conjugados, es decir NNE-SSO y ONO-ESE, respectivamente.

En este periodo se ha ido formando la estructura más importante de la zona, el anticlinal de Lima. Asimismo contemporáneo a este plegamiento se observa un fallamiento longitudinal, ligeramente oblicuo a la dirección de los pliegues, haciéndolo más notable en la falla de Pueblo Viejo, ubicada en el flanco Nororiental del anticlinal.

Fase del Terciario Inferior

Se caracteriza por un fracturamiento transversal a la estructuración andina y que obedece a un sistema compuesto por dos familias de fracturas cuyo rumbo es: E-O a NE-SO de movimiento sinistral y NNE-SSW de movimiento dextral. Igualmente ha reactivado antiguas discontinuidades y ha generado abundantes fallas conjugadas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

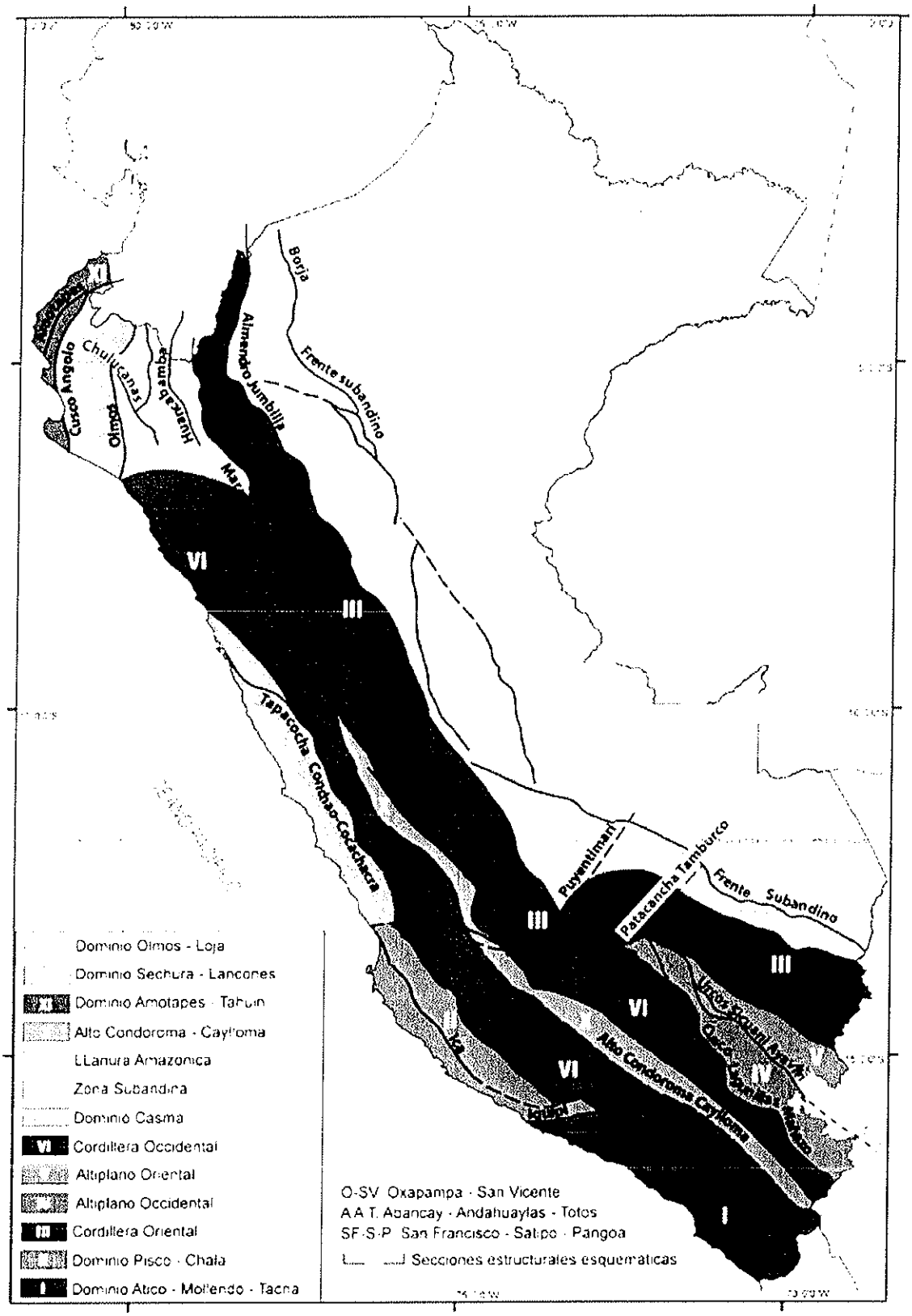


Figura 1: Mapa de dominios geotectónicos del Perú. (Carlotto et al., 2009).

También se han producido durante esta fase, un sistema de diques de dirección NE.SO a E-O controlados por fracturas de extensión en echelón y que pueden verse en las rocas del Batolito de la Costa. No obstante, no se formaron pliegues durante esta fase, sin embargo el rumbo de cizallamiento presenta la misma dirección que la fase anterior.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Fase del Terciario Superior

Esta fase da lugar a la generación de un fallamiento longitudinal de gran extensión de dirección N10°E a N100° dado el carácter compresivo de la misma. Igualmente incluye microfracturas de tensión, microfallas inversas y microfallas de rumbo conjugado, asociados a las mismas y con una dirección de N70°E a E-O. También diques andesíticos de dirección N150°E a N-S afectando a las rocas mesozoicas y al batolito de la Costa. Igualmente se han generado reajustes en las estructuras anteriores.

El análisis microtectónico manifiesta una compresión N10°O a N-S y una extensión de N80°E a E-O.

Fase cuaternaria

No existen pruebas claras sobre los movimientos durante el Cuaternario, no obstante, durante el Pleistoceno debieron ocurrir levantamientos análogos con la orogenia andina. Se observan terrazas fluviales levantadas hasta 30-40 m.

Igualmente es probable el hundimiento subsidente al Noreste de Lima debido al peso de los materiales que acarrea el río Rimac.

2.1 ZONIFICACIÓN TECTÓNICA

La deformación cuaternaria de la corteza tiene su origen en la subducción de la placa de Nazca debajo de la Sudamericana, teniendo como máxima expresión superficial a la cadena Andina. Los Andes Peruanos se ubican en la zona central de la Cordillera de los Andes, que se extiende desde el Golfo de Guayaquil (4°S) hasta el Golfo de Penas en Chile (46.5° S).

Según Macharé et al (2003), en los Andes Peruanos se distingue la existencia de dos zonas en función a la geometría de la subducción, llamadas Zona Norte y Zona Central. Durante el Mesozoico temprano, el Sector Norte (4°S a 14°S), fue dominado por un tectonismo extensional y la subducción de tipo plano y poco profundo, produjo la deformación continental con la formación de los Andes y su engrosamiento dio origen, por ejemplo, a la Cordillera Blanca donde se presenta un número significativo de fallas normales activas, así como también a una importante actividad sísmica superficial sobre la Cordillera Oriental y a la zona Subandina, lugares dominados por fallas inversas derivadas de estructuras en plegamiento. Un comportamiento atípico de esta zona es la falta de actividad volcánica. En la zona central (14°S a 27°S), el proceso de subducción se presenta de manera continua hasta profundidades de 300 km con un ángulo de 30° facilitando la formación del arco volcánico activo. En esta zona, el cambio brusco en el ángulo de subducción es debido a la presencia de la Dorsal de Nazca que también subduce bajo la placa Sudamericana.

Los principales procesos orogénicos que se desarrollan en el continente debido a la colisión de la placa de Nazca con la placa continental Sudamericana se encuentran los siguientes (Bernal y Tavera, 2002):

La Fosa Marina

La Fosa Marina peruano-chilena se encuentra paralela a línea de costa a distancias medias de 90 a 200 km indicando el límite de contacto entre la placa oceánica y la placa continental. Esta fosa alcanza profundidades de hasta 8,000 m y se encuentra formada por sedimentos que han sido depositados sobre rocas pre-existentes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La Cordillera Andina

La Cordillera Andina se ha formado como producto del proceso de compresión entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana en diferentes procesos orogénicos. Esta cordillera está conformada en general por rocas ígneas plutónicas que afloraron a la superficie terrestre por procesos tectónicos. La Cordillera Andina se distribuye en el Perú de Norte a Sur, alcanzando

pag

012570

un ancho de 50 km aproximadamente en las regiones norte y centro, y hasta de 300 km en la región sur. Así mismo, se orienta en promedio en dirección NW-SE, aunque a la altura de la latitud 5°S se orienta en dirección NE-SO debido a la deflexión de Huancabamba y a la altura de la latitud de 13°S en dirección E-W a lo largo de la deflexión de Abancay.

Los Sistemas de Fallas

Los diferentes sistemas de fallas que se distribuyen en la zona continental se han formado como un efecto secundario de la colisión de la placa oceánica con la placa continental. Este proceso generó la presencia de plegamientos y fracturas en la corteza terrestre. Los sistemas de fallas mayormente se localizan en el altiplano y en la región Subandina de Norte a Sur, así como también en los pies de las cordilleras o nevados y entre los límites de la Cordillera Occidental y la zona costera.

La Dorsal de Nazca

Esta cadena montañosa o cordillera se encuentra en el océano Pacífico entre las latitudes 15°S y 19°S, y tiene su origen en el proceso de distensión de la corteza oceánica hace 5 a 10 millones de años. Esta dorsal tiene una influencia decisiva en la constitución tectónica de la parte occidental del continente, donde se nota un marcado cambio en la continuidad de varios rasgos tectónicos. En la parte oceánica, la Dorsal de Nazca divide la Fosa Oceánica en la Fosa de Lima y la Fosa de Arica.

Sistemas de Fallas en la Región Central del Perú

Las fallas son producidas por la ruptura de una parte de la corteza, lo que ocasiona una discontinuidad en la estructura geológica. Existen tres tipos de fallas en función de su geometría: fallas normales, que indican alargamiento de la corteza; fallas inversas, que indican acortamiento de la corteza; y fallas transcurrentes, que indican desplazamiento predominantemente horizontal. Debido a la estrecha relación entre la actividad sísmica y la tectónica, se describen a continuación los sistemas de fallas que tienen influencia sobre la zona del proyecto y en el apéndice 1 se puede observar su distribución geográfica..

De acuerdo al trabajo desarrollado por Macharé et al (2003), en la región de estudio se ha identificado la presencia de los siguientes sistemas de fallas:

Sistema de Fallas de la Cordillera Blanca (PE-06): Es el mayor sistema de fallas activas de la zona Norte del Perú, se extiende desde la localidad de Corongo hasta Chiquian, al norte y sur de Huaraz, a lo largo del Callejón de Huaylas. Esta falla es de tipo normal, tiene una longitud de cerca de 210 km y exhibe evidencias geomorfológicas continuas de desplazamientos verticales repetidos en el Pleistoceno y Holoceno, a razón de1 mm/año. Según su geometría y características estructurales se han identificado cuatro secciones: La Sección A, de 42.9 km de longitud, localizada en el extremo norte del Sistema, la Sección B de 76.8 km, la Sección C de 54.4 km y la Sección D localizada en el extremo Sur del sistema, de 32.4 km de longitud (**Apéndice 1**). El movimiento más reciente de estas fallas se estima que ha ocurrido en el Holoceno o en la época post-glacial.

Falla de Cayesh (PE-07): Esta falla se ubica al Este de la localidad de Cayesh, en la Cordillera Oriental de la región centro del Perú, en la parte Noreste del cuadrángulo de Tarma. Esta falla tiene un trazo casi continuo al Norte y Sur de Cayesh, con una longitud total de 60 km y sentido normal. Entre la Laguna Tingo y la Laguna Capacocha el trazo de la falla es discontinuo y existen varias escarpas de fallas perpendiculares al trazo principal de la falla. Cerca al extremo Sur de la falla, al Sur de la Laguna Capacocha, la falla presenta una geometria de "cola de caballo". Su movimiento más reciente corresponde al Holoceno o época post-glacial.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Falla San Lorenzo: Según Sebrier et al (1982), a pocos kilómetros y frente a la ciudad de Lima, existe una falla conocida como San Lorenzo, con posible origen durante el Cuaternario. La existencia de esta falla ha sido deducida de la diferencia de comportamientos verticales existente entre el continente y la isla San Lorenzo; es decir, la costa central del Perú ha estado sometida a un régimen de hundimiento durante todo el Cuaternario; mientras que el bloque Oeste se levantaba. De la comparación de las alturas a que se hallan los niveles holocenos, tal falla habría actuado como máximo en el Pleistoceno Superior y por lo tanto, no tiene las características de una falla activa pese a ser reciente. El perfil batimétrico entre el Callao y San Lorenzo muestra la presencia de una depresión denominada El Boquerón, que posiblemente indica la traza de la mencionada falla, cuya longitud se podría estimar en 30 km.

En cuanto a la neotectónica de la región, entendiendo por tal la que describe el estudio de procesos y estructuras que se han propagado o reactivado dentro del campo de esfuerzos deformación que aún están en actividad, cabe destacar en primer lugar la zona de subducción de Nazca que se encuentra en alta mar, a unos 150 km al oeste de la zona de estudio y que se extiende de norte a sur a lo largo de toda la costa occidental de América del Sur. Su tasa de movimiento es elevada, mayor a 0,6 mm/año y es la responsable de la mayoría de los grandes sismos ocurridos en las costas occidentales de Sudamérica. Algunos de ellos son el de 1906 (Ecuador), 1960 (Chile) y 2001-2007 (Perú), con magnitudes de M8, M9.5, M8.2 y M7.9 respectivamente.

Así mismo es de destacar por su proximidad los lineamientos de la zona de Casta y Huanza y la falla de Montejato ubicada al sureste del distrito de San Vicente de Cañete región Lima. Se trata de una falla normal que afecta depósitos de la formación Cañete del Cuaternario superior y depósitos de la formación Pisco (Plioceno). Las estrías son normales y posteriores a unas inversas con tendencias este-oeste. El salto vertical en algunos casos llega a los 7 m, la edad de reactivación de estas fallas corresponde al Cuaternario inferior a medio.

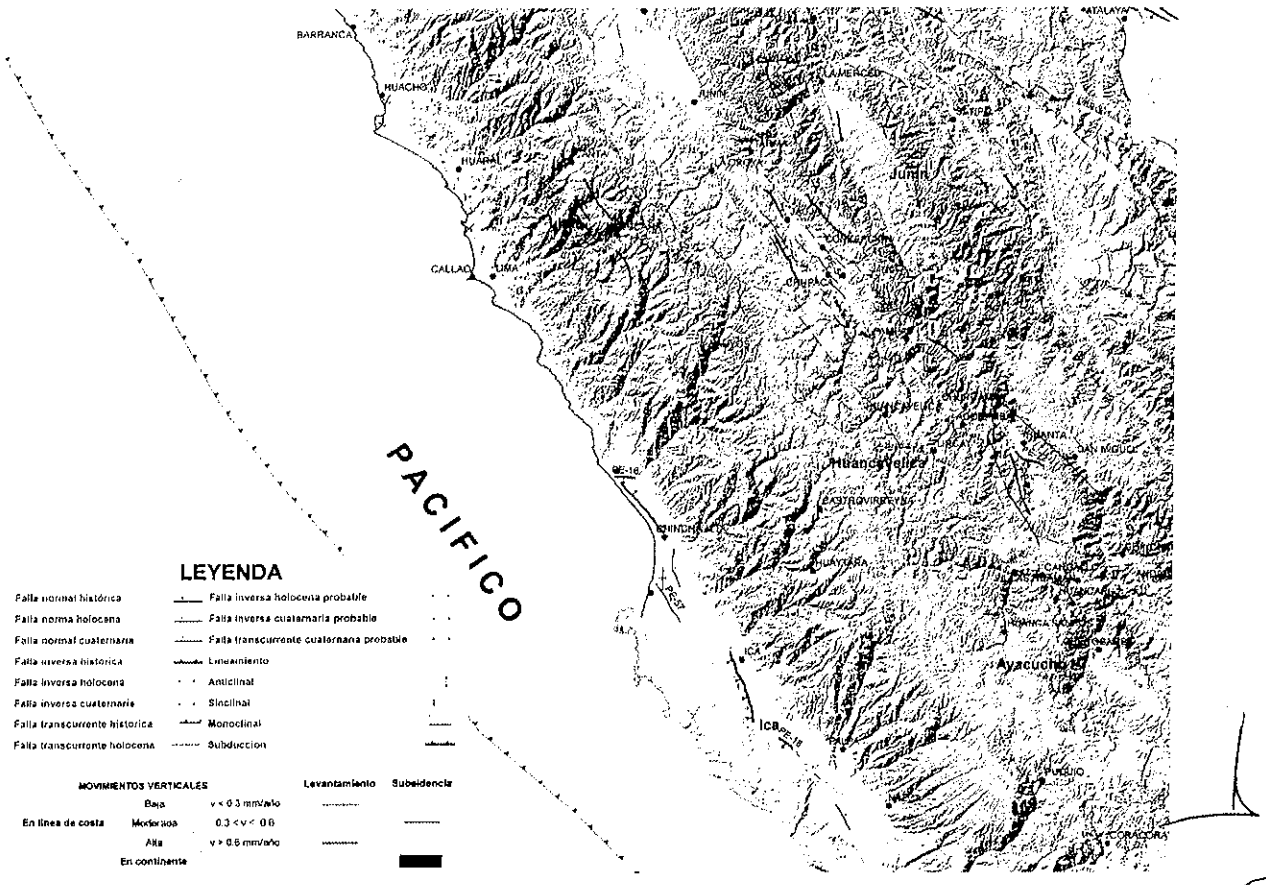


Figura 2: **Recorte del mapa Neotectónico del Perú. INGEMMET (2008).**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3 PELIGRO SÍSMICO

3.1 INTRODUCCIÓN

La peligrosidad sísmica se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo dado. La definición comúnmente aceptada fue dada por la UNDRO (1980), según la cual la peligrosidad H (de Hazard) se representa por medio de una función de probabilidad del parámetro indicativo de la intensidad del movimiento, X, en un emplazamiento S, mediante la siguiente expresión:

$$H = P [X(S) \geq X0;t]$$

P representa entonces la probabilidad de superación de un valor umbral X0 del parámetro elegido durante un tiempo t.

Dado que los parámetros inherentes al movimiento son el desplazamiento, la velocidad y la aceleración, la peligrosidad es a menudo estimada en función de los valores máximos de estos parámetros, denominados habitualmente PGD, PGV y PGA (Peak ground desplacement, PGD; Peak ground velocity, PGV; Peak ground acceleration, PGA), pero también es habitual su expresión en términos de Intensidad macrosísmica, relacionada con la destructividad del terremoto. La elección del parámetro depende de los condicionantes propios de la evaluación y de la aplicación a la que ésta vaya dirigida.

Los métodos de evaluación de la peligrosidad se clasifican en dos grandes grupos:

- Deterministas. Asumen la hipótesis de estacionariedad de la sismicidad, considerando que los sismos futuros se producirán análogamente a como lo hicieron en el pasado y conducen a la estimación de la energía máxima, expresada por los valores máximos del parámetro empleado para su descripción. Éstos concluyen normalmente, con una intensidad o magnitud máxima esperada en el emplazamiento, que se interpreta como la mayor intensidad/magnitud que se va a sentir en el mismo como consecuencia de cualquier terremoto en la zona circundante.

- Probabilistas.- Deducen las relaciones de recurrencia de los fenómenos sísmicos de una zona a partir de la información existente en la misma y con ellas obtienen las funciones de probabilidad de los parámetros buscados. Estas funciones asocian a cada valor del parámetro una probabilidad anual de excedencia, o bien un periodo de retorno, que se define como el valor inverso de esa probabilidad. Así un posible resultado sería una intensidad VIII en el emplazamiento con probabilidad anual de ser superada de 0,002, o bien esa misma intensidad con periodo de retorno de 500 años. El periodo de retorno indica el periodo en años en el que se espera que la intensidad del movimiento sobrepase el nivel de referencia (en el ejemplo VIII), con probabilidad del 64 %.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Los resultados del análisis dependen, por tanto, del método elegido, así como de la extensión del estudio.

Para estructuras de especial importancia, como centrales nucleares, grandes presas o grandes vías de comunicación, se requiere conocer la peligrosidad específica del emplazamiento, que se expresará en función de los valores máximos del parámetro que defina la intensidad del movimiento, o bien como una curva de probabilidad del mismo, dependiendo de que el método de cálculo sea determinista o probabilista. Sin embargo, para normativas sismorresistentes, se requiere conocer la peligrosidad de áreas extensas, a escala

pag

regional, y en este caso los resultados se representan en mapas de isolíneas de los parámetros elegidos, que indican los valores máximos o los valores asociados a un cierto periodo de retorno.

En cualquier caso, la correcta evaluación de la peligrosidad requiere conocer dos características importantes de la zona de estudio: la sismicidad de la región circundante o área de influencia, con identificación de zonas sísmicas en la misma y la atenuación sísmica regional. Combinando los dos aspectos se llega a determinar la intensidad del movimiento en un emplazamiento como consecuencia de los terremotos que puedan afectar al mismo, integrando el efecto de la fuente y la propagación de energía de ésta al emplazamiento.

Si no se introduce expresamente el efecto local del suelo en el movimiento, éste se considera caracterizado en roca o suelo duro, siendo así el tratamiento que se sigue generalmente en estudios de peligrosidad regional. Cuando la estimación se realiza en un emplazamiento específico, es necesario cuantificar la amplificación local y aplicarla a los resultados anteriores para obtener intensidades del movimiento que incluyan este efecto. Esta situación se aborda por medio de estudios de microzonación.

3.2 INFORMACIÓN A CONSIDERAR Y FASES A SEGUIR EN LA EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA.

La predicción del movimiento en un emplazamiento dado requiere agregar la contribución de los tres factores que intervienen: radiación generada en la fuente, propagación a través del medio y efecto local del suelo en el emplazamiento en cuestión. El problema, de gran complejidad, es necesariamente simplificado en estudios de peligrosidad, sobre todo cuando éstos se realizan a escala regional.

Así, para tener en cuenta el término fuente se analiza la sismicidad de la región de influencia para un emplazamiento dado, se identifican las fallas activas en la misma y las zonas sismogenéticas, y éstas se caracterizan por las leyes de recurrencia de la sismicidad asociada o por los máximos sismos potenciales. De esta forma se contempla la actividad de las fuentes que pueden generar movimiento en un emplazamiento dado: caracterizando tanto el tamaño como la distribución espacio-temporal de los sismos que ocurren en ellas.

El segundo aspecto que contribuye al movimiento es la propagación de las ondas a través de la trayectoria, desde la fuente hasta el emplazamiento donde se realiza la predicción. En el trayecto la energía se atenúa, más o menos dependiendo del medio, y por ello es conveniente contemplar este hecho estimando leyes de atenuación específicas para cada zona.

Aplicando las leyes de atenuación con la distancia a los movimientos generados en las zonas fuente de los terremotos, es posible determinar el movimiento esperado en un cierto emplazamiento y a cierta distancia de la fuente; siempre que éste se localice en roca o suelo duro y no se encuentre en una irregularidad topográfica, en cuyo caso el propio emplazamiento no introduce una amplificación local al movimiento.

Si la composición del suelo bajo el emplazamiento es diferente a roca o existe una topografía irregular, para realizar una predicción realista del movimiento hay que considerar el tercer factor integrante de la agitación, es decir el efecto local, que puede amplificar o desamplificar notablemente la radiación incidente en la base rocosa.

El tratamiento que reciben los tres términos considerados para su cuantificación en estudios de peligrosidad, se expone a continuación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2.1 Sismicidad del área de influencia

El conocimiento de la sismicidad de la región donde se quiere predecir el movimiento es el primer paso a seguir en todo estudio de peligrosidad; es necesario conocer bien la ocurrencia de terremotos en el pasado, para poder predecirla en el futuro. Previamente hay que definir la extensión de la zona cuya sismicidad puede afectar a un emplazamiento dado. Normalmente se establece como área de influencia un círculo de radio 200 Km alrededor del punto a

Pag

estudiar e imponer el análisis de la sismicidad en la región comprendida dentro del mismo. A continuación, se presenta en la **Figura 3** la localización del proyecto.

012574

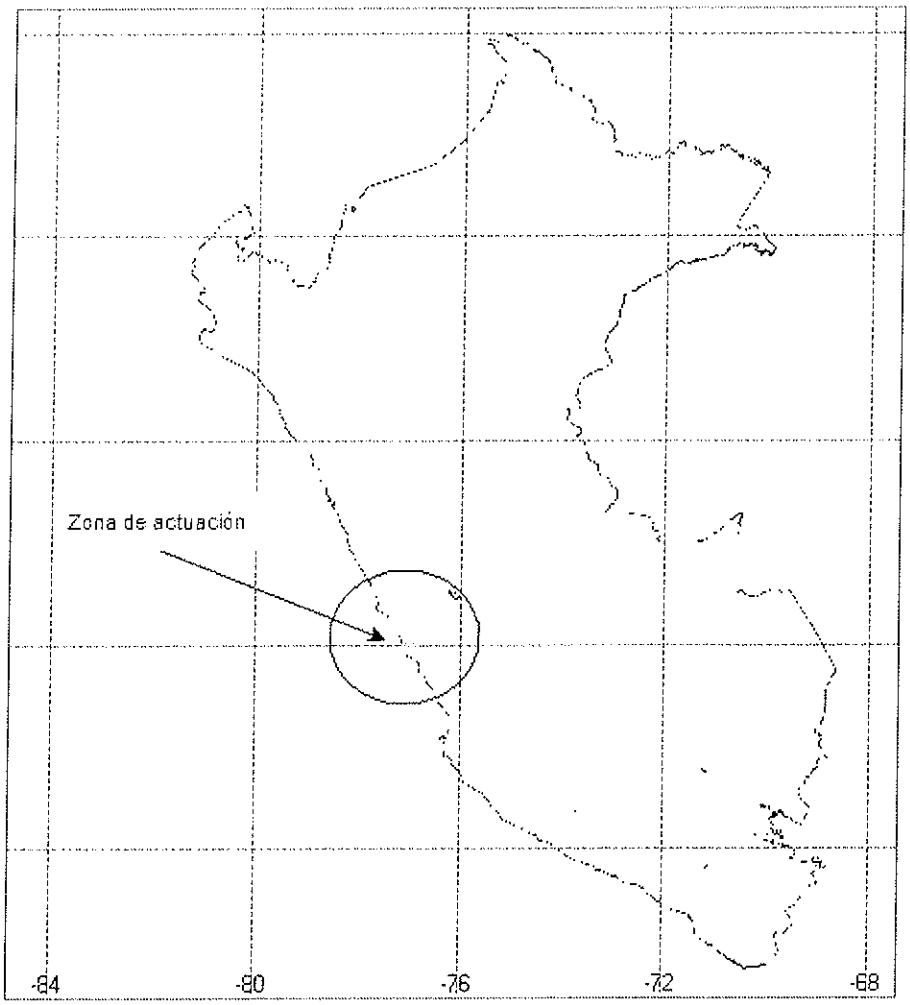


Figura 3: Zona de actuación.

Una vez definida el área de influencia, es necesario determinar las zonas sismotectónicas. Éstas se definen como aquellas zonas en las cuales se generan terremotos de características similares en cualquier punto de las mismas.

Posteriormente se recopila toda la información existente sobre los terremotos con epicentro en las zonas sismotectónicas: catálogos instrumentales y macrosísmicos, documentos de sismicidad histórica y mapas de isosistas esencialmente. De esta información se extraen los datos referentes a parámetros de localización y tamaño, profundidad focal, área de réplicas de los mayores terremotos y frecuencia de ocurrencia de sismos para distintos niveles de intensidad o magnitud, quedando así caracterizada la sismicidad de la zona, para proceder después, en fases sucesivas, a determinar las características de los movimientos que se pueden generar.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2.2 *Zonificación sismogenética*

Las zonas fuentes son volúmenes de litosfera asociados a ciertas características tectónicas donde se presume que pueden ocurrir sismos con origen tectónico similar. Estas zonas se determinan en base a la sismicidad registrada e histórica y a la geología y tectónica.

Pag

Se pueden definir tres tipos de zonas fuentes, a saber: puntuales, lineales o superficiales, estrictamente estas últimas son volumétricas de gran tamaño. Considerando la gran incertidumbre que se tiene, lo mejor es trabajar con zonas fuentes volumétricas en tres dimensiones. Para Perú y según Aguilar y Gomara (2008), las fuentes se dividen en corticales y de subducción.

En este estudio se han considerado siete fuentes sismogenéticas de subducción divididas por mecanismos de interfase, de intraplaca o intermedias. Las fuentes de interfase se han denominado fuentes F3 y F4, las de intraplaca se han denominado F8 y F9 y las intermedias F12, F13 y F14. En la **Figura 4** puede observarse la distribución espacial de las distintas fuentes de subducción.

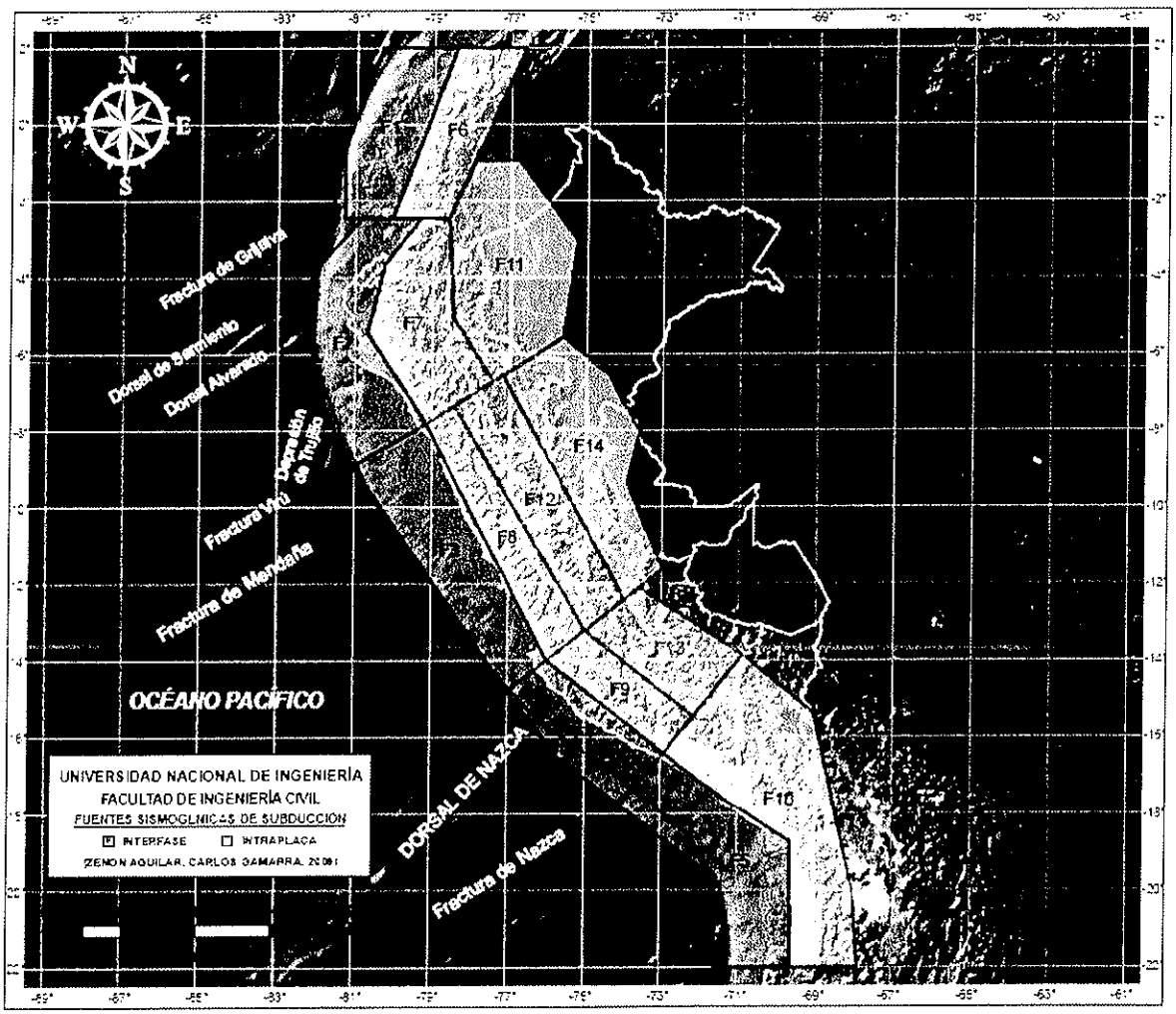


Figura 4: Fuentes sísmicas de subducción. En rojo las de interfase y en verde las de intraplaca. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Aguilar y Gamarra, 2009.

Por otro lado también se han considerado seis fuentes corticales, denominadas F15, F16, F17, F18, F19 y F20 las cuales se muestran en la **Figura 5**.

Igualmente, en las **Tablas 1 y 2** se muestra las coordenadas geográficas y la profundidad de las mismas:

012576

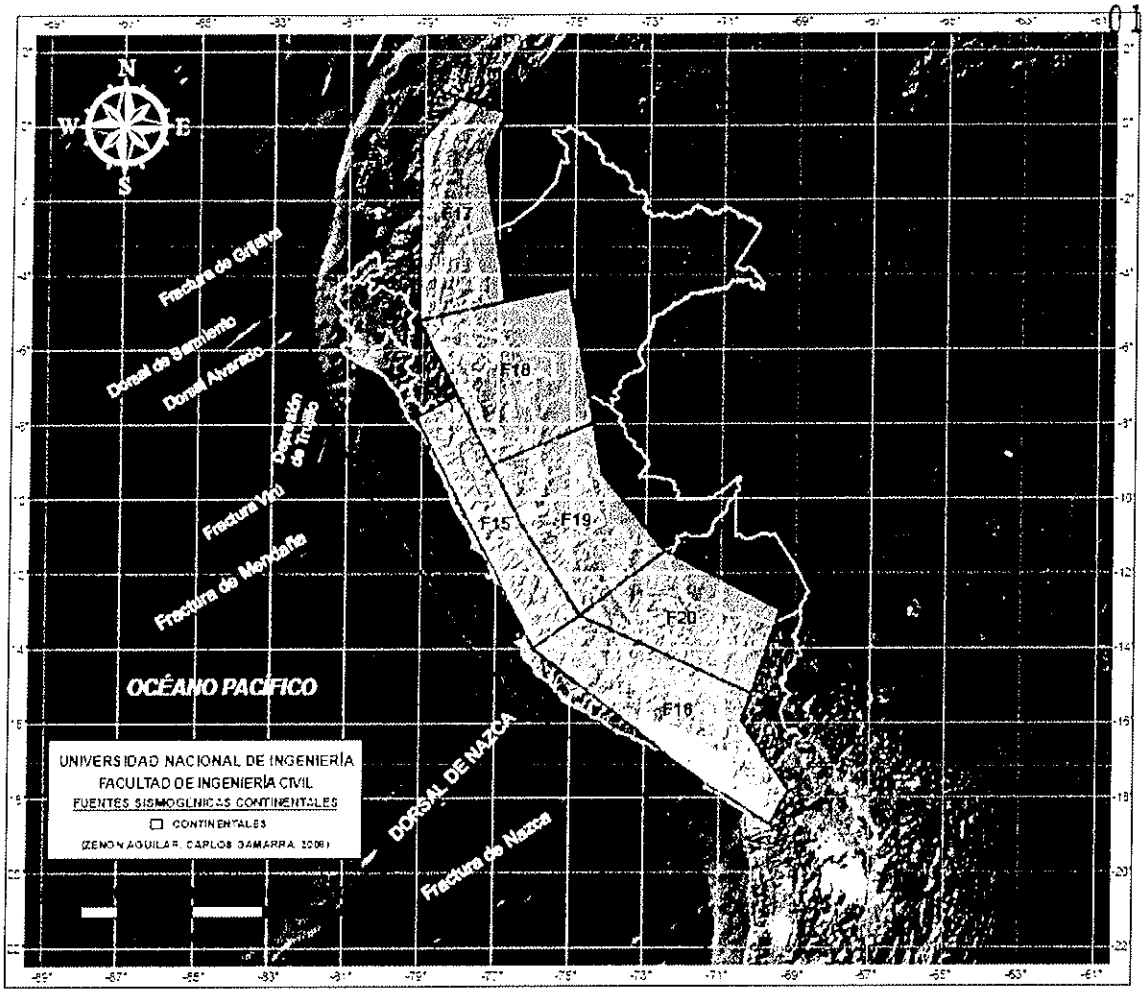


Figura 5: **Fuentes sísmicas corticales. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Aguilar y Gamarra, 2009.**

3.2.3 Base de datos sísmicos

La base de datos empleada en este estudio se ha generado a partir de los catálogos locales del Instituto Geofísico del Perú (IGP), el catálogo del International Seismological Centre (ISC) y del National Earthquake Center (NEIC) para el periodo 1963-2012 y para la zona de estudio con magnitudes momento Mw comprendidas entre 4 y 8,8. La información dada en los catálogos originales comprende los siguientes campos:

- Fuente: nombre de la agencia que provee la información sísmica.
- Localización geográfica: coordenadas geográficas decimales (latitud, longitud) de la localización epicentral.
- Fecha: año, mes y día de la ocurrencia del terremoto. Y en la mayoría de los casos la hora exacta del suceso.
- Profundidad: en km de la solución hipocentral.
- RMS: error cuadrático medio en tiempo de llegada.
- Magnitud: indica la magnitud del evento con precisión de una décima (escala Richter).
- Número de estaciones: número de lecturas empleadas en el cálculo.

En las **Figura 6** mostrada a continuación, se recoge la distribución espacial de los hipocentros.

pag

012577

Fuente	Mecanismo focal	Coordenadas geográficas		Profundidad (Km)
		Longitud (W°)	Latitud (S°)	
Fuente F3	Subducción Interfase	-81.05	-8.931	30
		-77.028	-14.811	30
		-75.998	-13.999	75
Fuente F4	Subducción Interfase	-79.156	-7.834	75
		-77.028	-14.811	30
		-75.684	-16.501	30
		-74.063	-17.768	30
		-72.914	-16.397	75
Fuente F8	Subducción intraplaca	-75.998	-13.999	75
		-79.156	-7.834	80
		-75.998	-13.999	80
		-74.996	-13.218	115
		-78.427	-7.363	100
Fuente F9	Subducción intraplaca	-75.998	-13.999	80
		-72.914	-16.397	80
		-72.16	-15.453	130
		-74.996	-13.218	110
Fuente F12	Subducción intraplaca	-78.427	-7.363	100
		-74.996	-13.218	115
		-73.973	-12.421	135
		-77.177	-6.557	140
Fuente F13	Subducción intraplaca	-74.996	-13.218	110
		-72.16	-15.453	130
		-70.892	-13.863	130
		-73.577	-12.112	110
		-77.177	-6.557	145
Fuente F14	Subducción intraplaca	-75.6	-5.539	145
		-74.4	-6.567	155
		-73.589	-8.086	195
		-73.914	-9.347	170
		-72.963	-11.633	145
		-73.973	-12.421	140

Tabla 1: Coordenadas geográficas y profundidad de las fuentes corticales.

012578

Fuente	Mecanismo focal	Coordenadas geográficas		Profundidad (Km)
		Longitud (W°)	Latitud (S°)	
		-79.156	-7.834	25
		-78.084	-7.213	40
Fuente F15	Cortical	-76.34	-10.67	40
		-74.76	-13.13	40
		-75.998	-13.999	25
		-75.998	-13.999	25
		-74.76	-13.13	50
		-70.176	-15.201	50
Fuente F16	Cortical	-70.434	-15.947	50
		-69.134	-17.789	50
		-69.641	-18.721	25
		-71.427	-17.553	25
		-78.1	0.748	25
		-76.872	0.373	40
		-77.41	-0.867	60
Fuente F17	Cortical	-76.826	-4.705	60
		-79.1	-5.2	25
		-79.085	-0.37	25
		-79.1	-5.2	35
		-75.1	-4.33	35
Fuente F18	Cortical	-74.422	-7.976	50
		-77.143	-9.079	50
		-77.143	-9.079	35
		-74.422	-7.976	35
		-74.17	-9.33	35
Fuente F19	Cortical	-72.48	-11.4	40
		-74.76	-13.13	40
		-76.34	-10.67	35
		-74.76	-13.13	40
		-72.48	-11.4	40
		-69.4	-12.966	40
Fuente F20	Cortical	-70.176	-15.201	40
		-69.4	-12.966	40
		-70.176	-15.201	40

Tabla 2: Coordenadas geográficas y profundidad de las fuentes corticales.

Pag

012579

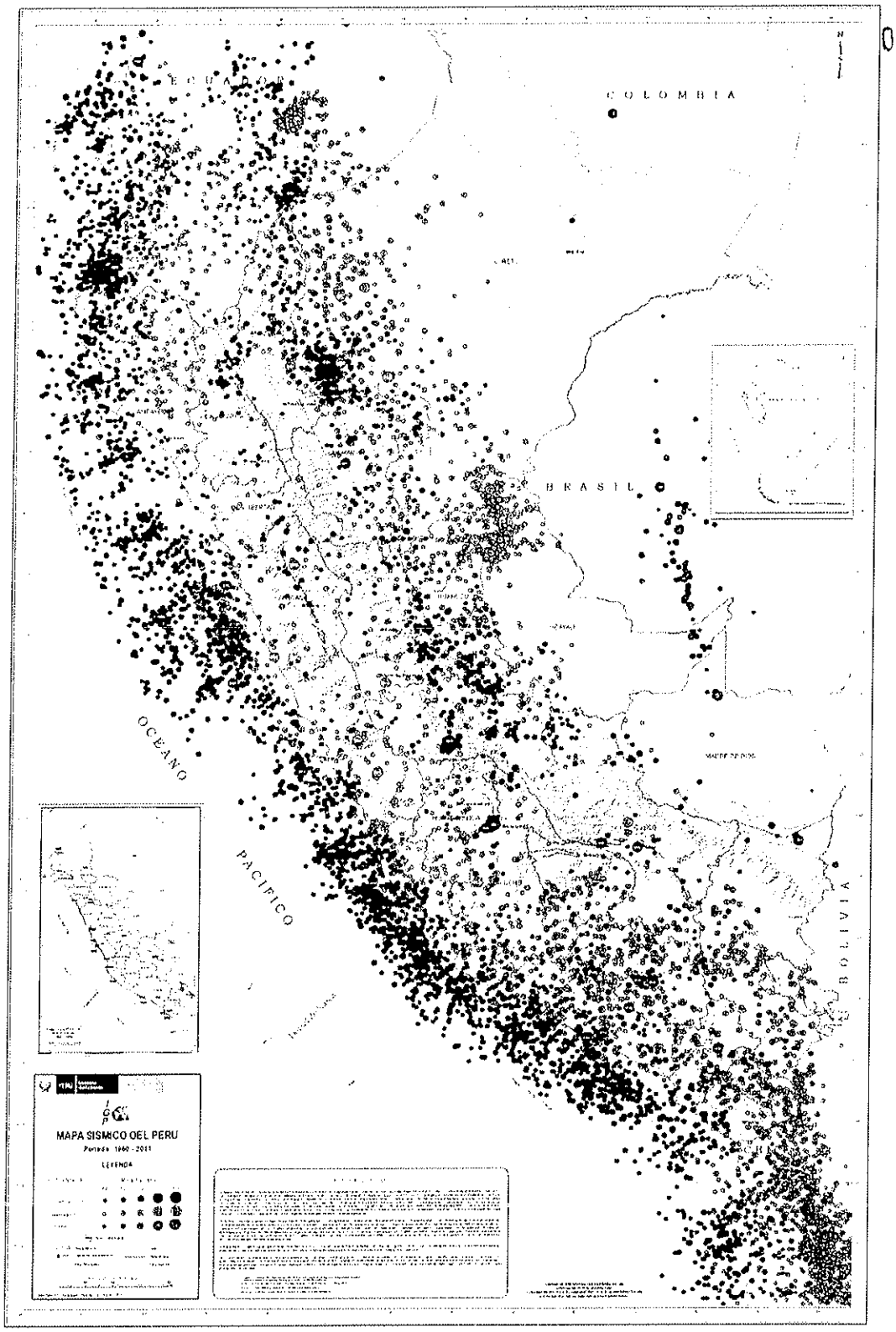


Figura 6: Mapa sísmico del Perú donde puede observarse la distribución espacial de los sismos así como su magnitud relativa y la profundidad.

3.3 EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

012580

3.3.1 Depuración de la base de datos

Previo a la determinación de los parámetros sísmicos en cada zona sismogenética es preciso realizar un proceso de depuración y homogenización de la base de datos. En este proceso se han llevado a cabo las siguientes acciones:

3.3.1.1 Eliminación de registros duplicados:

En primer lugar se han eliminado aquellos registros sin magnitud, duplicados en las distintas bases de datos utilizadas así como los enjambres de eventos que enmascaran la actividad sísmica de las zonas.

3.3.1.2 Selección de registros sísmicos para cada zona sismotectónica

Definidas las distintas fuentes sismotectónicas, se dividió el catálogo sísmico en función al número de fuentes simogénicas, determinándose de esta forma los eventos delimitados para cada fuente.

3.3.1.3 Homogenización de la base de datos

Tras la depuración del catálogo es necesario homogenizar la escala de medida del tamaño de todos los terremotos. Esto requiere, en nuestro caso, adoptar una única escala de magnitudes y transformar a la misma, los datos definidos en otras escalas. Esto es debido a que, dada la versatilidad de las mismas no deben compararse datos de distinto tipo de magnitud.

El procedimiento de homogenización es de gran importancia, ya que aporta coherencia a la comparación de tamaños entre sismos, y a la definición de umbrales máximos y mínimos en cada fuente. Pero además, tiene una importante implicación en lo concerniente a la aplicación del modelo de atenuación. Los modelos de movimiento fuerte de un parámetro (p.ej.: PGA) se definen en función de la magnitud, distancia y tipo de suelo. La magnitud puede venir expresada en sus distintas escalas. Es importante al respecto elegir modelos cuya escala de magnitud sea similar a la empleada para caracterizar las zonas sismogenéticas, o bien realizar los ajustes de escala necesarios para mantener la coherencia en este aspecto.

Se ha homogenizado los registros a la magnitud momento (Mw). Por tanto, para los eventos con magnitudes Mb (ondas de cuerpo) se utilizaron las expresiones dadas por el GSHAP (Global Seimic Hazard Assessment Program):

Ms= 1,644Mb-3,753	Mb<5,9
Ms= 2,763Mb-10,301	Mb≥5,9

Para los eventos con magnitudes Ms (ondas superficiales) se emplearon las expresiones dadas por el ISC (International Seismological Center):

Mw= 0,67(±0,005)Ms+2,07(±0,03)	3,0≤Ms≤6,1
Mw= 0,99(±0,02)Ms+0,08(±0,13)	6,2≤Ms≤8,2

3.3.2 Completitud del registro sísmico

Uno de los parámetros característicos de la sismicidad de cada zona, necesarios para el cálculo de peligrosidad, es la tasa anual acumulada. Para determinar este parámetro es necesario corregir la falta de completitud del catálogo sísmico debida a la pérdida de

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

información de intensidades/magnitudes menores a medida que nos remontamos en el tiempo. 012581

La solución que se adoptó para resolver el problema, se basó en establecer los periodos temporales en los que puede admitirse que el registro sísmico, histórico e instrumental, es completo para cada intervalo de magnitud. Este análisis se realizó sobre la base del catálogo sísmico regional confeccionado, en el cual se asignó un valor de magnitud para los sismos históricos. Para determinar la completitud del registro sísmico se ha realizado un análisis visual de la distribución temporal de la sismicidad agrupada en intervalos de magnitud de 1 punto, en el rango de magnitudes mayores que 4,0 Mw,

El inicio del periodo de completitud viene marcado, idealmente, por una inflexión en el registro de eventos de determinado rango de magnitud. La determinación exacta de esta inflexión, sin embargo, no es siempre evidente.

A pesar de las incertidumbres la asignación de los periodos de completitud no constituye un factor crítico en los resultados de peligrosidad sísmica en comparación con otros elementos del cálculo (p. ej.: las relaciones de atenuación).

A continuación se muestra, en la **Tabla 3**, el inicio de completitud para cada intervalo de magnitud.

Magnitud (Mw)	**Año de referencia**
4,0-5,0	1.965
5,0-6,0	1.960
6,0-7,0	1.950
7,0-8,0	1.910
>8,0	1.580

Tabla 3: Años de referencia a partir de los cuales se considera completo el catálogo sísmico para cada intervalo de magnitud.

3.3.3 Leyes de atenuación

Las leyes de atenuación son expresiones que relacionan magnitud-distancia-intensidad sísmica. Entendiéndose por esta última palabra a la aceleración, velocidad, desplazamiento e intensidad propiamente dicha de eventos sísmicos; estas relaciones se obtienen de los datos que existen sobre los parámetros mencionados. La forma general de una ley de atenuación, es la siguiente:

$$\text{Log } y = C1 + C2 \cdot M - C3 \cdot \log R - C4 \cdot R + \varepsilon a + \varepsilon e$$

Donde y puede ser el desplazamiento, velocidad, aceleración o intensidad; en lugar de tener logaritmo de base 10 se puede tener logaritmo natural; M es la magnitud; R puede ser la distancia epicentral o también puede ser la distancia hipocentral; C1, C2, C3, C4 son constantes que se determinan en base a los datos con los cuales se trabajan; εa es la incertidumbre aleatoria, εe se obtiene en base a los datos de trabajo; εe es la incertidumbre epistémica.

En este estudio se han utilizado para las zonas de subducción la ley de atenuación de Young (1997) que diferencia mecanismos de interfase e intraplaca y para las zonas corticales la ley de atenuación de Abrahamson & Silva (1997). Estas leyes están basadas en registros de

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

012532

varias regiones del mundo. A continuación se exponen las distintas leyes de atenuación consideradas:

3.3.3.1 Ley de atenuación válida para zonas corticales

Abrahamson & Silva (1997)

$$\text{Ln Sa}=f1+F\cdot f3+HW\cdot fH_W(M)fHW\cdot RRUP+S\cdot f5$$

Donde:

Sa: es la aceleración espectral en g.
M: Magnitud Momento.
H: Profundidad
Rrup: distancia más cercana al área de ruptura
H_W: Efecto hawing wall. Si se considera H_W=1, si no H_W=0.
S:Constante sitio. S=0 roca, S=1 suelos profundos.
Fx: Constantes

3.3.3.2 Ley de atenuación válida para zonas de subducción

Youngs (1997):

$$\text{Ln(y)} = -0.6687 + 1.438M + C1 + C2\ (10\text{-}M)3 + C3\ \text{Ln}(R + 1.097e0.617M) + 0.00648H + 0.3643Z_T$$

Donde:

y: es la aceleración espectral en g.
M: Magnitud Momento.
H: Profundidad
R: distancia más cercana al área de ruptura
Z_T: Tipo de fuente, 0 para interfase, 1 para intraplaca.

Cx; Constantes

3.3.4 Estudio determinista

Es un método que se basa en que la sismicidad es aleatoria en cada zona y el máximo sismo podría ocurrir en cualquier lugar de la misma. Presenta la ventaja de una aplicación sencilla. Los inconvenientes son el desconocimiento de la probabilidad asociada a ese máximo movimiento, así como la caracterización de las fuentes sísmicas únicamente por el mayor terremoto, sin intervenir su ley de recurrencia.

En este método se procede a realizar un cálculo siguiendo los pasos siguientes:

- Paso 1: Definición de áreas de influencia en el emplazamiento e identificación de las fuentes sísmicas o estructuras de fallas englobadas en ellas. Si la sismicidad se puede considerar homogénea en toda el área, se define una única fuente sísmica de

influencia global (no zonificado). Si se identifican zonas con potencial sísmico diferente, se entiende que el método es zonificado.

- Paso 2: Estimación de los máximos terremotos ocurridos en el área de influencia o en cada una de las zonas fuente. Determinación de los sismos característicos y definición del máximo sismo potencial que se puede generar, previsiblemente, en cada zona o estructura delimitada.

- Paso 3: Estimación de la acción sísmica en el emplazamiento, causada por los máximos sismos potenciales de cada zona o de toda el área. Por la hipótesis asumida de que la sismicidad es aleatoria en cada zona, el sismo máximo podría tener lugar en cualquier parte de la misma. Por ello, siguiendo un criterio conservador, dicho sismo se sitúa en el punto de la zona más cercano al lugar donde se realiza la predicción. La aplicación de leyes de atenuación con la distancia proporcionan entonces valores de la intensidad del movimiento en el emplazamiento, como consecuencia de la actividad de cada zona definida.

- Paso 4: Determinación de la peligrosidad en el emplazamiento, tomando el máximo valor de intensidad del movimiento generado por las diferentes zonas, con lo que la peligrosidad queda caracterizada por el límite superior del movimiento en el punto.

3.3.4.1 Determinación zonas sismotectónicas

Se han considerado que las zonas sísmicas que pueden tener una mayor afección a los puntos de estudio están relacionados con la subducción de placa oceánica bajo la placa continental. Esta actividad se concentra fundamentalmente en dos áreas:

Zona de Interfase que se localiza en la zona de actuación a profundidades focales que varían desde 25 km a 60 km, con distancias mínimas de las estructuras al plano de subducción de 45 km. Y la otra fuente con influencia a la zona del proyecto, corresponde a la actividad sísmica de intraplaca, localizada entre la línea de costa y el continente, con profundidades focales que varían desde 70 km a 150 km, y distancias mínimas de las estructuras al plano de subducción de 130 km.

3.3.4.2 Estimación de los máximos terremotos previstos

La estimación del máximo sismo potencial de la zona de estudio que determina la magnitud máxima asumida Mmax, constituye un aspecto clave dentro de la caracterización sísmica de las fuentes. Su importancia radica en que este valor supone el límite superior de la integración en magnitudes que proporciona la contribución de cada zona a la peligrosidad.

Para asignar la magnitud máxima se ha realizado en primer lugar una estimación de acuerdo a dos aproximaciones diferentes:

- Aproximación Geológica (MG): se estima la magnitud máxima a partir de datos geológicos de fallas. Se puede aplicar en aquellas zonas en las que existen estudios específicos de actividad cuaternaria de fallas.
- Aproximación Histórica (MH): se identifica la magnitud del máximo evento reportado.

Tras una primera inspección de las magnitudes resultantes con las dos aproximaciones anteriores, la estimación final de la magnitud máxima (Mmax) se ha realizado adoptando el siguiente criterio:

- Si existe estimación de MG se adopta el correspondiente valor como Mmax en la zona, siempre que la magnitud del máximo evento histórico sea inferior a ésta.

- Cuando no existe estimación de MG, o cuando la magnitud derivada de la intensidad del máximo registro histórico (MH) ha resultado superior a la MG, se adopta el siguiente criterio:

  - Cuando se ha registrado un gran sísmico histórico (magnitud ≥ 8.0), se ha elegido esta magnitud.
  - Cuando no se ha registrado un gran sismo, el máximo sismo histórico se calcula aumentado en 0.5 unidades la magnitud,

Para estimar la magnitud máxima de los sismos continentales más próximos a la zona del proyecto mediante aproximaciones geológicas se han utilizado varias expresiones que relacionan la magnitud momento (Mw) con la longitud de falla (L).

La primera, fue suministrada por Idda en 1959:

a) $Mw = 5{,}47 + 1{,}0 \cdot \log L$

b) $Mw = 6{,}04 + 0{,}79 \cdot \log L$

Expresión válida para fallas inversas donde la ecuación "a" se emplea para sismos profundos y la ecuación "b" para sismos superficiales e intermedios.

Para América del Sur, Acharya (1979) propuso la siguiente ecuación para encontrar la magnitud máxima. Fue obtenida a partir de 31 eventos con magnitud superior a 7. Por lo tanto, para magnitudes inferiores su aplicación es incierta.

c) $Mw = 2{,}30 + 2{,}83 \cdot \log L$

Los sistemas de fallas más influenciables existentes en el área cercana al proyecto tienen una longitud máxima de 210 km aproximadamente. Sin embargo es poco probable que durante un evento sísmico se genere la ruptura de toda la extensión del conjunto de fallas que conforman dichos sistemas, por lo que convencionalmente se considera una longitud de ruptura equivalente al 50% de la longitud total. A continuación se presentan los sistemas de fallas más relevantes para la zona de estudio:

Fuente	Long. Total (Km)	Long. Ruptura (km)	Distancia (km)	Magnitud (Mw)
Falla Cordillera Blanca	206,5	103	210	8,0
Falla de Cayesh	60	30	200	7,2
Falla San Lorenzo	50	25	13	6,3

Tabla 4: Principales fallas consideradas en la zona continental.

Por tanto, mediante aproximación histórica y aproximación geológica y considerando las leyes de atenuación de Young (1997) para sismos con origen en la subducción y la de Abrahamson & Silva (1997) para sismos corticales, expuestas en el **apartado 3.3.3.1,** se obtienen las siguientes aceleraciones horizontales:

Fuente	Zona	Distancia (Km)	Magnitud (Mw)	a_{max} (g)
Subducción	Interfase	45	8,8	0,40
	Intraplaca	130	8,8	0,40
Cortical	Falla Cordillera Blanca	210	8,0	0,05
	Falla de Cayesh	200	7,2	0,03
	Falla San Lorenzo	13	6,3	0,23

Tabla 5: Resumen de datos obtenidos mediante el estudio determinista.

De los datos anteriores, cabe comentar, que las magnitudes máximas obtenidas en zonas corticales son razonables puesto que el periodo de registro sísmico es amplio además de que existen numerosas fallas en la región que confirman dichos resultados. Igualmente, las magnitudes obtenidas en las zonas de subducción son elevadas y adecuadas a una de las zonas de subducción más activas y potencialmente más destructivas de todo el planeta.

En cualquier caso, el estudio determinista es una primera aproximación al estudio de la sismicidad de la zona de estudio. Mediante el estudio probabilista se afinarán las acciones sísmicas para los distintos niveles de desempeño sísmico.

3.3.5 Estudio probabilista

Los métodos probabilistas consideran los efectos de todos los terremotos que pueden afectar a un emplazamiento dado y tienen en cuenta las leyes de recurrencia de los mismos. Dan como resultado estimaciones de la probabilidad de excedencia para cada valor de la intensidad del movimiento esperado en el emplazamiento durante un periodo de tiempo dado, quedando así representada la peligrosidad por curvas de probabilidad.

Estos métodos se clasifican en paramétricos y no paramétricos. Los métodos no paramétricos evalúan la peligrosidad mediante funciones de distribución de valores extremos. Los métodos paramétricos se basan esencialmente en la adopción de un modelo de zonas sismogenéticas con las que se realiza una compartimentación del área de influencia, y en el ajuste de la sismicidad de cada zona a un modelo de recurrencia; sumando posteriormente la contribución de todas las fuentes para obtener la función de probabilidad que representa la peligrosidad en el emplazamiento.

Para el presente estudio se ha utilizado un método paramétrico. En este método se procede a realizar un cálculo siguiendo los siguientes pasos:

- Paso 1: Definición de zonas sismogenéticas en el área de influencia, con criterios análogos a los mantenidos en el método determinista zonificado.

- Paso 2: Definición de un modelo de recurrencia en cada fuente sismogenética. Se admite que la sismicidad se distribuye aleatoriamente y se ajusta a la ley de Gutenberg-Richter. Esta ley permite establecer una relación entre el número de sismos que ocurren en una región y sus respectivas magnitudes, de manera que los

Pag

parámetros de dicha ley: a (relacionado con la tasa anual) y b (pendiente de la relación) resulten característicos del modelo.

$$\log N(M)=a-b(M)$$

Donde N es el número de sismos que ocurre en un cierto periodo de tiempo y M la magnitud de los sismos, los parámetros a y b son dos constantes que representan el número de sismos de magnitud mayor que cero, y la proporción de sismos con magnitudes pequeñas y grandes respectivamente. Los valores de las constantes dependen del periodo de datos considerado, del área, de las propiedades físicas del medo y son indicativos del nivel de sismicidad. El valor de N representa, para cada intervalo de magnitud, solo el intervalo de tiempo en el que se disponen medidas por lo que debe corregirse para todo el periodo de tiempo en el que se asume que el registro esta completo tal y como se ha definido en el apartado de completitud del registro sísmico.

- Paso 3: Estimación de la tasa de ocurrencia anual. La cual se define como el número de sismos anuales que pueden ocurrir mayores o iguales a la magnitud mínima:
  A partir de la expresión anterior y normalizando la ocurrencia de terremotos a un año se determina según la siguiente expresión:

$$\nu = \exp(\alpha - \beta \cdot M_{\min})$$

Donde:

ν = Tasa de ocurrencia anual

$\alpha = a \cdot LN(10)$

$\beta = b \cdot LN(10)$

Mmin = Magnitud mínima la cual corresponde al punto de inflexión de la curva de ocurrencia sísmica y se obtiene calculando el punto de máxima curvatura (Wiemer y Katsumata, 1999; Wiiemer y Wyss, 2000). El punto de máxima curvatura es definido como el punto que corresponde al valor máximo del número de sismos acumulativos versus la magnitud.

- Paso 4: Estimación de la probabilidad de ocurrencia (NM). A efectos de cálculo, se limita inferiormente por un valor de magnitud mínimo (Mmin), generalmente aquella a partir de la cual el catálogo sísmico se considera completo, y por un valor de magnitud máximo (Mmax), resultando según Cornell y Vanmarcke, 1969:

$$N_M = \nu \cdot \frac{\exp[-\beta(M - M_{\min})] - \exp[-\beta(M_{Max} - M_{Min})]}{1 - \exp[-\beta(M_{Max} - M_{Min})]}$$

Donde:

ν : Es la tasa de ocurrencia anual.

$\beta = b \cdot LN(10)$ donde b fue calculada según el método de mínimo cuadrados.

M=La magnitud de interés

[12990]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
012587

M_{Min}= La magnitud mínima calculada según el método de máxima curvatura expuesto anteriormente.

M_{Max}= La magnitud máxima estimada según los siguientes criterios:

Cuando se ha registrado un gran sísmico histórico (magnitud ≥ 8.0), se ha elegido esta magnitud.

Cuando no se ha registrado un gran sismo, el máximo sismo histórico se calcula aumentado en 0.5 unidades la magnitud,

- Paso 5. Estimación de las magnitudes máximas para los periodos de retorno considerados. En este estudio se han empleado periodos de retorno de 200, 475, 1.000 y 2.500 años.

3.3.5.1 Caracterización de las fuentes sismogénicas

Una vez definidos los parámetros a y b mediante mínimos cuadrados y la estimación de las magnitudes mínimas según el método de máxima curvatura (Wiemer y Wyss,2000) se ha procedido a la caracterización de las fuentes sismogéneticas mediante la estimación de la tasa de ocurrencia anual y las magnitudes máximas esperadas según la relación de Cornell y Vanmarcke, 1969, expresiones recogidas en el apartado anterior.

Donde:

M_{Min} = Es la magnitud mínima a partir de la cual el registro sísmico se considera completo.

M_{Max}= La magnitud máxima esperada.

ν : Es la tasa de ocurrencia anual.

$\beta = b \cdot LN(10)$ donde b fue calculada según el método de mínimo cuadrados.

Zona	M_{min}	M_{max}	v	ß
F3	4.6	8.6	10.776	1.555
F4	4.4	8.4	10.17	1.68
F8	4.3	7.7	2.909	1.35
F9	4.6	7.8	2.872	1.99
F12	4.5	7.1	2.063	2.083
F13	4.7	7.5	1.533	1.907
F14	4.7	7.8	5.09	2.177
F15	4.5	6.7	0.695	1.41
F16	4.8	6.9	1.26	2.529
F17	4.6	7.5	1.673	1.326
F18	4.6	7.3	1.88	1.426
F19	4.8	7.1	1.563	2.16
F20	4.5	6.9	1.02	1

Tabla 6: Parámetros característicos de las distintas fuentes situadas en el entorno de la zona de estudio.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.3.5.2 Clasificación del sitio para el diseño sísmico.

Las condiciones locales se han determinado según la norma AASHTO, 2011 (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011). Esta norma clasifica el suelo en seis clases atendiendo a la velocidad de ondas de corte promedio de un estrato de 30 m de profundidad tal y como se muestra en la tabla siguiente:

TIPO DE SUELO	NOMBRE DE SUELO	PROPIEDADES PROMEDIO EN LOS 30 PRIMEROS METROS (SECCIÓN 3.10.3.1 – AASHTO 2011)		
		Velocidad de onda de corte, $\bar{v}_s$ (m/s)	Resistencia a la penetración estándar, $\bar{N}$	Resistencia al corte no drenada, $\bar{S}_u$ (psf)
A	Roca muy dura	$\bar{v}_s > 1,500$	N/A	N/A
B	Roca	$760 < \bar{v}_s \leq 1,500$	N/A	N/A
C	Suelo muy denso o roca blanda	$360 < \bar{v}_s \leq 760$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 2,000$
D	Suelo rígido	$180 \leq \bar{v}_s \leq 360$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$1,000 \leq \bar{S}_u \leq 2,000$
E	Suelo blando	$\bar{v}_s < 180$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 1,000$
E	-	Cualquier perfil de suelo con más de 3 m de espesor de arcilla suave que tenga las siguientes características: • Índice de plasticidad (IP) > 20 • Contenido de humedad (w) ≥ 40% y • Resistencia al corte no drenada $\bar{S}_u$ < 500 psf		
F	-	Cualquier perfil de suelo que contenga una o más de las siguientes características: • Turbas y/o arcillas altamente orgánicas (H >3 m de turba y/o arcillas altamente orgánicas, donde H = espesor del suelo) • Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de plasticidad IP > 75) • Arcillas gruesas suaves a medias (H >36 m)		

Nota: 1 libra por pie cuadrado (psf) = 0.0479 kPa. N/A = No aplicable

Tabla 7: Clasificación del Sitio (Fuente AASHTO, 2011).

La velocidad promedio de ondas de corte vs de acuerdo a la normativa AASHTO 2011 (Tabla 7) se determina de la siguiente forma:

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{v_{si}}}$$

Donde:

di : Espesor de cada capa entre 0.0 m y 30.0 m

vsi: Velocidad de ondas de corte de cada capa (m/s)

De acuerdo a la **Tabla 7**, se considera una clasificación Tipo B (roca) para velocidades promedio de ondas de corte Vs entre 760 m/s y 1500 m/s. Esta clasificación es considerada como basamento rocoso, a partir del cual se realizarán los análisis de amplificación sísmica para evaluar las aceleraciones espectrales a nivel de superficie en la zona del proyecto.

Por tanto y de acuerdo a la tabla anterior, se establecen los distintos perfiles de suelo para las distintas zonas de actuación consideradas en los trazados de la línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. GAMBETTA de la red básica del Metro de Lima y Callao, en base a la campaña geotécnica existente.

Zona de estudio		Coordenadas geográficas		Prospección	Vs_{30} (m/s)	Clasificación del sitio (AASHTO, 2011)
		Latitud (S°)	Longitud (W°)			
Pto 1 **Inicio L2**	P.K. 1+800 L2	-77.128	360-760	PS-1/L2	360-760	C
Pto 2 **Inicio L4**	P.K. 1+150 L4	-77.117	360-760	PS-1/L4	360-760	C
Pto 3 **Centro histórico**	P.K. 11+700 L2	-77.042	360-760	LS-48	360-760	C
Pto. 4 **Etapa 1A**	P.K. 19+500 L2	-76.974	360-760	L48 L49	360-760	C
Pto 5 **Final L2**	P.K. 25+500 L2.	-76.927	360-760	L125	360-760	C

Tabla 8: Clasificación del sitio en cada zona de análisis.

3.3.5.3 Estimación de las aceleraciones pico en el emplazamiento

Una vez determinada la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas y determinadas las fuentes con mayor actividad, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce en la zona de interés. Para ello, se han estimado mediante métodos informáticos las acciones sísmicas en cinco puntos considerados representativos (por su situación y características geográficas-geotécnicas) y de interés para el proyecto en estudio, los cuales se muestran a continuación:

- Pto. 1: Cruce Av. Guardia Chalaca con Av. Óscar R. Benavides. P.K. 1+800 L2. Cerca de la estación Buenos Aires. Inicio Línea 2.
- Pto 2: Cruce Av. Elmer Faucett con Av. Canta Callao. P.K. 1+150 L4. Cerca de la estación Canta Callao. Inicio L4 o ramal Av. Faucett – Av. GAMBETTA.
- Pto 3: Plaza Bolognesi. P.K. 11+700 L2. Entre las estaciones Plaza Bolognesi y Estación Central. Punto intermedio L2, centro histórico Lima.
- Pto 4: Cruce Vía de Evitamiento con Av. Carretera Central. P.K. 19+500 L2. Cerca de la estación de Evitamiento. Punto intermedio L2, Etapa 1A y presencia de relieves de macizos rocosos.
- Pto 5: Cruce Av. Prolongación Javier Prado con Av. Carretera Central. P.K. 25+500 L2. Cerca de la estación Prolongación Javier Prado. Tramo final L2 y presencia de relieves de macizos rocosos.

Concretamente se ha utilizado el programa CRISIS 2007, desarrollado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM por M. Ordaz, A. Aguilar y J. Arboleda (www.ecapra.org).

En este caso, para estimar el peligro sísmico se han utilizado las leyes de atenuación para ordenadas espectrales de Abrahamson y Silva et al (1997) para sismos corticales y la de Youngs et al (1997) que diferencia los mecanismos focales para sismos de subducción de interfase e intraplaca en la estimación de la máxima aceleración del suelo tipo B (roca).

El programa CRISIS 2007 permite mediante una interfaz gráfica, la aplicación de parámetros sísmicos para generar un modelo probabilístico de Poisson, considerando distintas fuentes de tipo areal, linear o como puntos. Además, es posible aplicar modelos de atenuación

particulares junto con los parámetros sismogénicos de la cada fuente, obteniendo mapas y resultados en un tiempo breve.

Los parámetros a utilizar en el modelo probabilístico de Poisson fueron determinados a partir del cálculo de la ley Gutenberg – Richter para cada fuente. La magnitud máxima en tanto, se establece como el máximo terremoto que pudiera ocurrir en cada fuente.

Complementariamente a la estimación de las acciones sísmicas en los distintos emplazamientos, se ha generado un mapa probabilístico del peligro sísmico mediante el mismo programa CRISIS 2007. La zona de análisis abarca el territorio comprendido en un radio de 200 km alrededor de la zona de estudio.

Como se ha comentado anteriormente, las fuentes corticales y de subducción (ver Figura 2) son definidas como fuentes de tipo areal por medio de polígonos tipo "shape".

Por otro lado, a partir de la tasa anual de excedencia se puede deducir la ley que rige la aceleración máxima asociada a cada periodo de retorno de forma que para un periodo de retorno concreto se pueda estimar la máxima aceleración prevista para cada zona sismotectónica.

De esta forma se incluyen, en el **Apéndice 2**, las curvas probabilísticas para cada punto de estudio que rigen las aceleraciones máximas previstas en roca (tipo B) para distintos periodos de retorno.

Cabe comentar que los periodos de retorno calculados en zonas alejadas de la zona de actuación no son representativos puesto que en este estudio solo se han considerado las zonas fuentes más próximas (radio de 200 km) a la zona de actuación.

En la **Tabla 9** se muestra los resultados obtenidos correspondientes a las máximas aceleraciones horizontales esperadas en terrenos rocosos y en los distintos puntos de análisis.

Finalmente y como se ha comentado, se han generado cuatro mapas probabilísticos conjuntos, considerando las fuentes corticales y de subducción, para periodos de retorno de 200, 475, 1.000 y 2.500 años (**Figura 7, Figura 8, Figura 9** y **Figura 10** respectivamente).

Las máximas aceleraciones obtenidas con el programa CRISIS para cada emplazamiento no difieren significativamente de los valores recogidos en la normativa E.030 diseño Sismo Resistente, por lo que dichos cálculos se consideran representativos.

Zonas de estudio		Latitud (S°)	Longitud (W°)	Aceleración horizontal máxima (g) en roca para periodos de retorno			
				200	475	1.000	2.500
Pto 1 **Inicio L2**	P.K. 1+800 L2	-77.128	-12.059	0,33	0,430	0,526	0,659
Pto 2 **Inicio L4**	P.K. 1+150 L4	-77.117	-12.001	0,326	0,423	0,517	0,655
Pto 3 **Centro histórico**	P.K. 11+700 L2	-77.042	-12.060	0,321	0,417	0,509	0,643
Pto. 4 **Etapa 1A**	P.K. 19+500 L2	-76.974	-12.058	0,314	0,409	0,499	0,634
Pto 5 **Final L2**	P.K. 25+500 L2.	-76.927	-12.032	0,309	0,402	0,489	0,619

Tabla 9: Aceleraciones máximas para terrenos rocosos y distintos periodos de retorno.

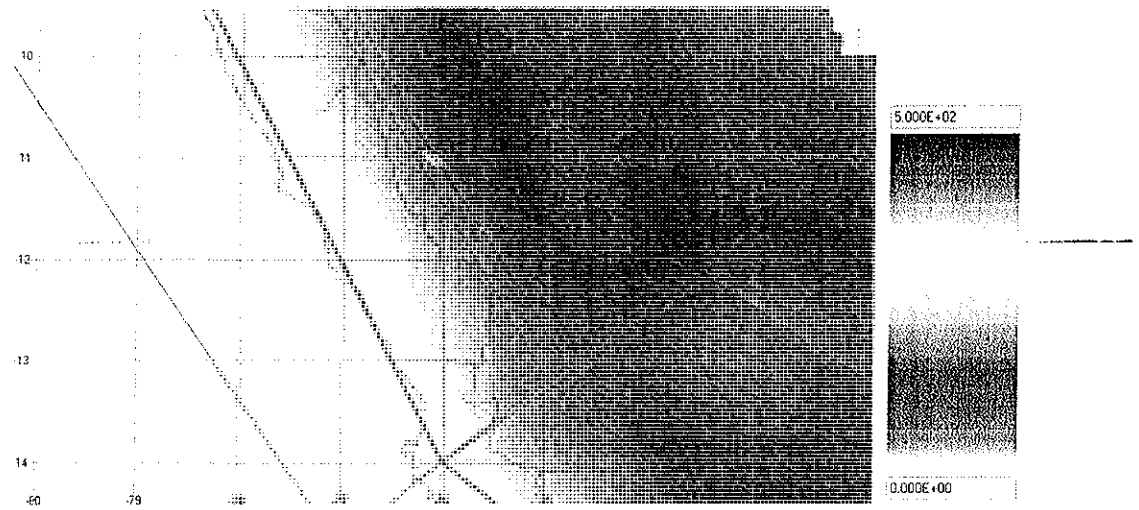


Figura 7: Mapa aceleración horizontal máxima PGA (miligals) en un periodo de retorno de 200 años.

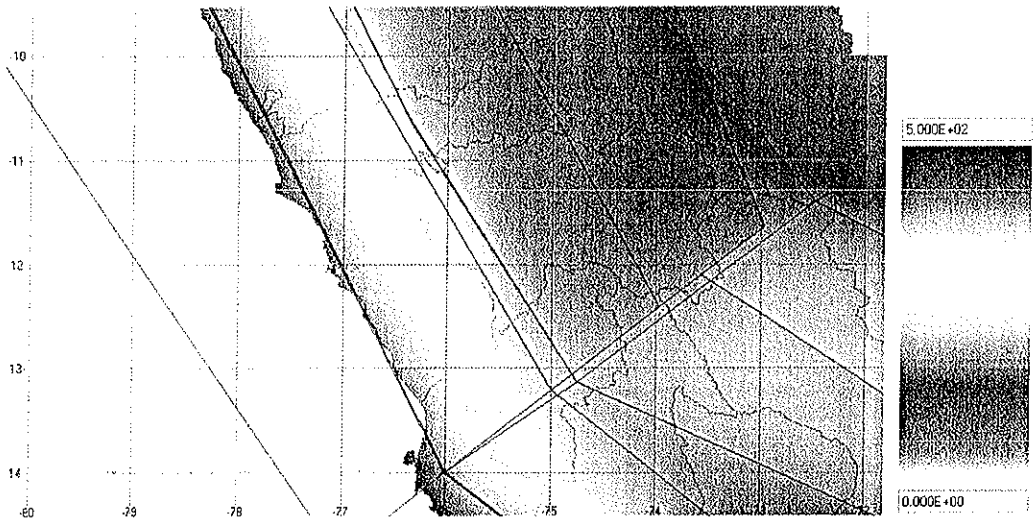


Figura 8: Mapa aceleración horizontal máxima PGA (miligals) en un periodo de retorno de 475 años.

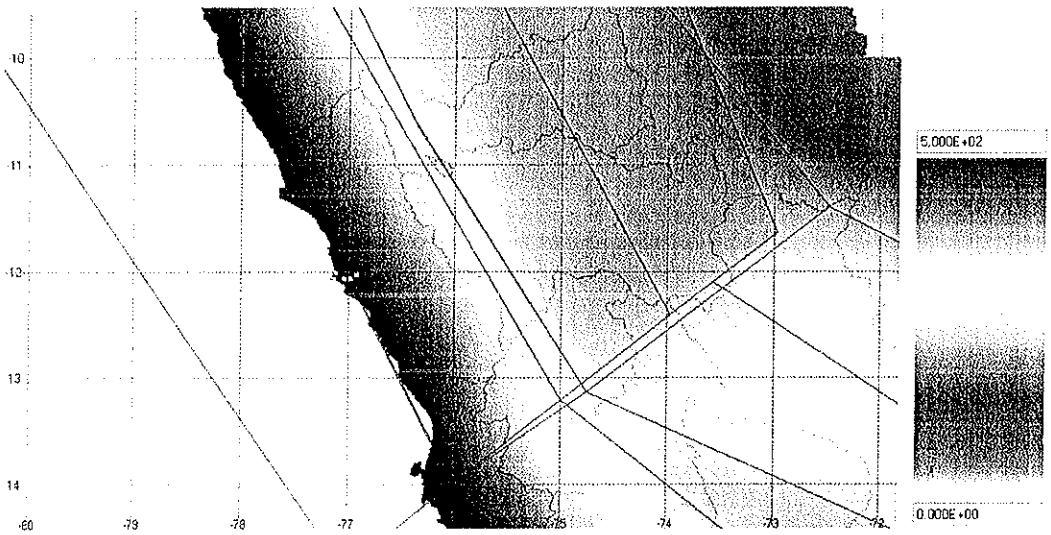


Figura 9: Mapa aceleración horizontal máxima PGA (miligals) en un periodo de retorno de 1.000 años.

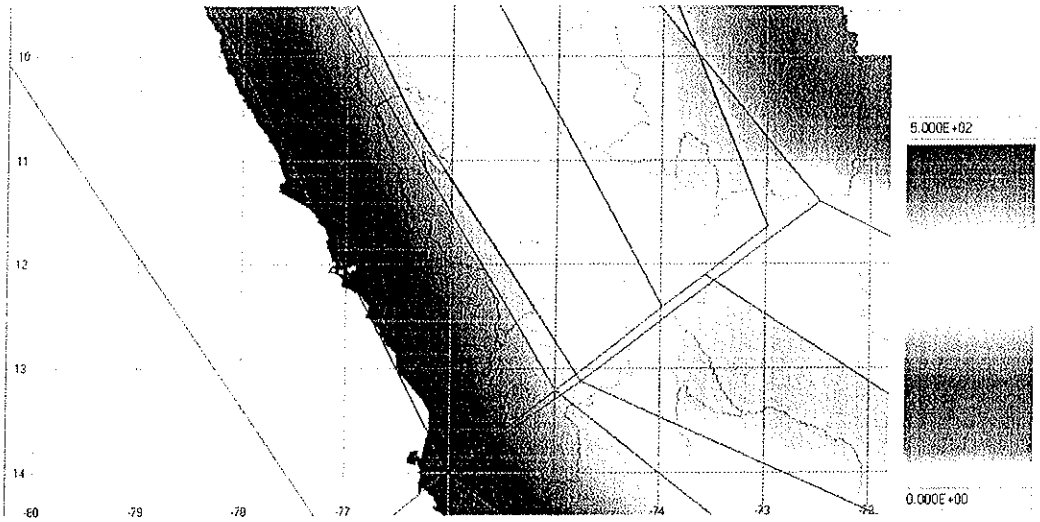


Figura 10: Mapa aceleración horizontal máxima PGA (miligals) en un periodo de retorno de 2.500 años.

3.3.5.4 Estimación de la aceleración espectral

En el presente estudio se ha utilizado diferentes leyes de atenuación para aceleraciones espectrales, lo cual ha permitido estimar espectros de peligro uniforme para un determinado nivel de exposición en función a la importancia de la estructura a proyectar.

El procedimiento para estimar espectros de peligro uniforme, consiste en caracterizar las fuentes sismogénicas de acuerdo a la distribución espacial de sismos y a la distribución en su tamaño (recurrencia sísmica). Las incertidumbres son tomadas en cuenta mediante funciones de distribución de probabilidades, definiéndose para cada fuente un nivel de respuesta estructural al que la estructura estará sujeta en función a una magnitud y distancia, la cual es gobernada por la ley de atenuación.

Esta información es luego combinada, con la finalidad de obtener curvas de probabilidad de excedencia anual de aceleraciones espectrales para diferentes periodos estructurales. Luego, para determinar un espectro para una tasa de excedencia o periodo de retorno requerido, basta con leer de cada curva de peligro la ordenada espectral correspondiente. A los espectros construidos de esta manera se les conoce como espectros de peligro uniforme.

En el **Apéndice 4** se presenta los espectros de peligro uniforme para 200, 475, 1000 y 2.500 años de periodo de retorno obtenido mediante los modelos de leyes de atenuación anteriormente mencionados, en el cual se ha supuesto que el terreno es rocoso. Así mismo en el **Apéndice 2** se presentan las curvas de probabilidad de excedencia anual de aceleraciones espectrales para roca (Tipo B).

3.3.5.5 Obtención de Espectros para Diferentes Amortiguamientos

En el presente estudio y al igual que en la mayor parte de las normativas sísmicas, se presentan espectros de diseño para un factor de amortiguamiento del ξ=5%, este factor es muy adecuado para estructuras de concreto armado en las que se espera un agrietamiento considerable en los elementos estructurales ante un sismo severo. Sin embargo, cuando se diseñan estructuras de concreto armado o acero con dispositivos de disipación de energía o aislamiento en la base, se necesita tener espectros para otros valores de amortiguamiento.

En la nueva corriente de diseño de las estructuras de concreto armado o de acero, se incorporan a la misma, dispositivos de disipación de energía con los cuales se obtienen un valor alto de factor de amortiguamiento ξ que puede estar alrededor de 9% o más. Por otro lado, para estructuras de concreto armado en las que no se espera agrietamientos estructurales en los elementos estructurales, el factor de amortiguamiento es menor al 5%.

Pág

Dada esta premisa, se proponen los factores Bo y B1 que multiplicarán a las formas de los 12593
espectros hallados para un 5% de amortiguamiento a fin de obtener espectros para cualquier factor de amortiguamiento ξ.

$$B_0 = 2\left(\frac{1+\xi}{1+14{,}68(\xi)^{0{,}865}}\right) \qquad B_1 = \left(\frac{0{,}05}{\xi}\right)^{0{,}4}$$

Donde, el factor Bo multiplicará a los espectros propuestos en el presente informe a modo de obtener espectros con amortiguamientos menores al 5%.

Análogamente, se empleará el factor B1 a fin de obtener espectros con amortiguamientos mayores al 5%.

3.3.5.6 Espectros de diseño sísmico según la normativa AASHTO, 2011.

De acuerdo a las consideraciones de la normativa AASHTO, 2011, se ha estimado las curvas de espectro de respuesta de aceleraciones para los puntos representativos de cada zona del proyecto, en base a los modelos de atenuación considerados .Este procedimiento describe el movimiento probabilístico del suelo para una probabilidad de excedencia de 7% para un periodo de vida útil de la estructura de 75 años.

El procedimiento establece que en base a mapas de isoaceleraciones espectrales con

5% de amortiguamiento crítico y para periodos de 0.2 s y 1.0 s, se obtienen los parámetros de aceleración S_S y S_1, y mediante los coeficientes de sitio F_a y F_v se construyen las curvas de diseño para el espectro de respuesta de aceleraciones para diferentes Clases de Sitio, dependiendo del modelo de atenuación utilizado. Debido a que los mencionados mapas de isoaceleraciones no están referidos al territorio peruano, para el caso del presente estudio, los valores de aceleración S_S y S_1 fueron estimados del espectro de peligro sísmico uniforme en suelo Tipo B (roca) para un periodo de retorno de 1000 años (**Apéndice 3**).

Siguiendo con lo establecido en la Norma, el espectro de diseño símico se obtiene mediante la estimación del coeficiente de aceleración A_S, coeficiente de aceleración S_{DS} para periodos cortos (0.2 s) y coeficiente de aceleración S_{D1} para un periodo de 1.0 s. Estos coeficientes se obtienen de la siguiente forma:

$$A_S = F_{PGA}\ PGA \quad ; S_{DS} = F_a\ S_S; \quad S_{D1} = F_V \cdot S_1$$

Donde:

PGA, se obtiene de la ordenada para 0.0 s del espectro de peligro uniforme (Tr=1000 años) para roca (g).

S_s, se obtiene determinando el valor de la ordenada para 0.2 s del espectro de peligro uniforme (Tr=1000 años) para roca (g).

S_1, se obtiene determinando el valor de la ordenada para 1.0 s del espectro de peligro uniforme (Tr=1000 años) para roca (g).

Los coeficientes F_{pga}, F_a y F_v para obtener las aceleraciones espectrales en cualquier tipo de suelo a partir del espectro en suelo tipo B, se obtienen de las Tablas 10 y 11, publicadas en la Sección 3 de la Norma AASHTO del 2011 y se muestran a continuación:

Clase de Sitio	Coeficientes para periodo corto PGA y Aceleración Espectral				
	PGA≤0,10 S_S≤0,25	PGA=0,20 S_S=0,50	PGA=0,30 S_S=0,75	PGA=0,40 S_S=1,00	PGA≥0,50 S_S≥1,25
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Se deben considerar investigaciones geotécnicas y análisis dinámicos específicos para la zona de estudio				

Tabla 10: Coeficientes de sitio para F_{PGA} y F_a.

Clase de Sitio	Coeficientes de Aceleración Espectral para periodo a 1 s				
	S_1≤0,10	S_1=0,20	S_1=0,30	S_1=0,40	S_1≥0,50
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	Se deben considerar investigaciones geotécnicas y análisis dinámicos específicos para la zona de estudio				

Tabla 11: Coeficientes de sitio para F_V.

Posteriormente, se procede a determinar parámetros para el diseño del espectro de respuesta de aceleraciones, tales como: coeficiente de aceleración A_s, S_{DS} para periodos cortos (0.2 s), S_{D1} para 1.0 s de periodo, T, T_0 y T_S.

Donde:

A_S, coeficiente de aceleración.

S_{DS}, ordenada espectral del espectro de respuesta de aceleraciones para periodos cortos (g).

S_{D1}, ordenada espectral del espectro de respuesta de aceleraciones para 1 s de periodos (g).

T, periodo fundamental de la estructura (s).

T_0, periodo de inicio de la platea de periodos cortos (s).

T_S, periodo final de la platea de periodos cortos (s).

Los parámetros indicados se estiman de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$T_0 = 0{,}2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}}; \qquad T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

Una vez determinados los parámetros indicados, las ordenadas del espectro de respuesta de diseño (Csm) se determina teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

$$C_{SM} = (S_{DS} - A_S)\frac{T}{T_0} + A_S \qquad T \leq T_0$$

$$C_{SM} = S_{DS} \qquad T_0 \leq T \leq T_S$$

$$C_{SM} = \frac{S_{D1}}{T} \qquad T \geq T_S$$

La **Figura 11** muestra el espectro de respuesta de diseño desarrollado con las formulaciones previamente indicadas.
En base a las formulaciones expuestas se presenta los parámetros del espectro de respuesta de aceleraciones según la norma AASHTO, 2011 para los puntos de estudio.

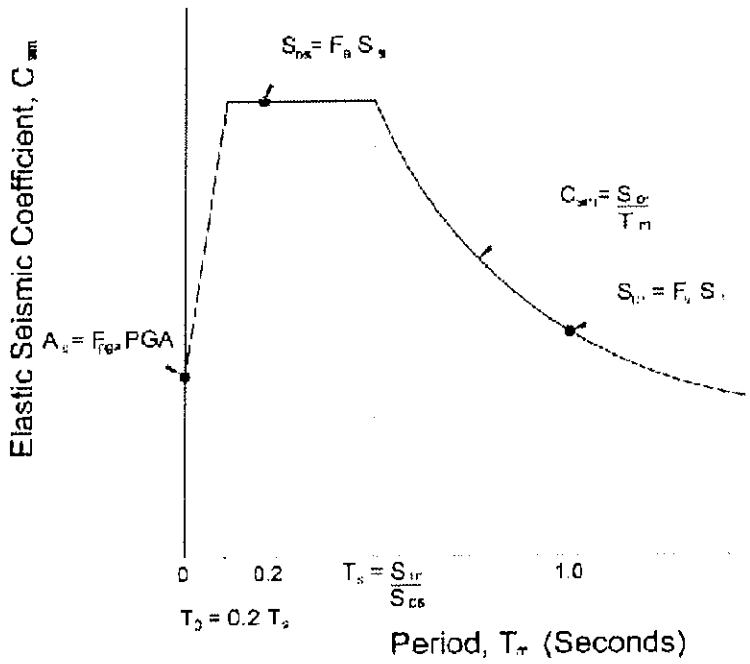


Figura 11: **Espectro de respuesta de diseño según AASHTO, 2011.**

Parámetros ASSHTO. 2011	Pto. 1. P.K. 1+800 L2		Pto. 2. P.K. 1+150 L4		Pto. 3. P.K. 11+700 L2		Pto. 4. Etapa 1A P.K. 19+500 L2		Pto. 5. P.K. 25+500 L2	
	Tipo de suelo									
	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C
PGA_{roca}	0.526	0.526	0.517	0.517	0.509	0.509	0.499	0.499	0.489	0.489
S_S	1.054	1.054	1.038	1.038	1.026	1.026	1.044	1.044	0.990	0.990
S_1	0.451	0.451	0.445	0.445	0.441	0.441	0.434	0.434	0.429	0.429
F_{PGA}	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
A_s	0.526	0.526	0.517	0.517	0.509	0.509	0.499	0.499	0.489	0.489
F_a	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
F_v	1.000	1.350	1.000	1.350	1.000	1.350	1.000	1.350	1.000	1.350
S_{DS}	1.054	1.054	1.038	1.038	1.026	1.026	1.044	1.044	0.990	0.990
S_{D1}	0.451	0.609	0.445	0.601	0.441	0.595	0.434	0.586	0.429	0.579
T_0	0.086	0.115	0.086	0.116	0.086	0.116	0.083	0.112	0.087	0.117
T_S	0.428	0.577	0.429	0.579	0.430	0.580	0.416	0.562	0.433	0.585

Tabla 12: Parámetros de diseño del espectro de respuesta para los puntos seleccionados de la L2 y ramal Av. Faucett – Av. GAMBETTA.

Por tanto y de acuerdo a las **Tablas 7 y 8**, se establecen los distintos perfiles de suelo para las distintas zonas de actuación consideradas en base a la campaña geotécnica existente.

Siguiendo lo establecido en la norma obtenemos las siguientes aceleraciones máximas a partir de las amplificaciones debidas al terreno en los distintos emplazamientos y para los distintos periodos de retorno considerados:

Zonas de estudio		Perfil de suelo	Factor Fa	Aceleración horizontal máxima (g) para periodos de retorno			
				200	475	1.000	2.500
Pto 1 **Inicio L2**	P.K. 1+800 L2	C	1,00	0,33	0,430	0,526	0,659
Pto 2 **Inicio L4**	P.K. 1+150 L4	C	1,00	0,326	0,423	0,517	0,655
Pto 3 **Centro histórico**	P.K. 11+700 L2	C	1,00	0,321	0,417	0,509	0,643
Pto. 4 **Etapa 1A**	P.K. 19+500 L2	C	1,00	0,314	0,409	0,499	0,634
Pto 5 **Final L2**	P.K. 25+500 L2.	C	1,00	0,309	0,402	0,489	0,619

Tabla 13: Aceleraciones máximas para los distintos terrenos detectados y para los distintos periodos de retorno.

Finalmente, considerando las expresiones antes expuestas obtenemos los espectros de diseño para el distinto periodo de retorno considerado y para suelo tipo B y tipo C. A modo de ejemplo se muestra, a continuación, el espectro de diseño sísmico del punto 1 y en el **Apéndice 4** los espectros de diseño de las distintas actuaciones previstas y para los distintos perfiles de suelos considerados.

O.1.3. Análisis de Riesgo Sísmico

012597

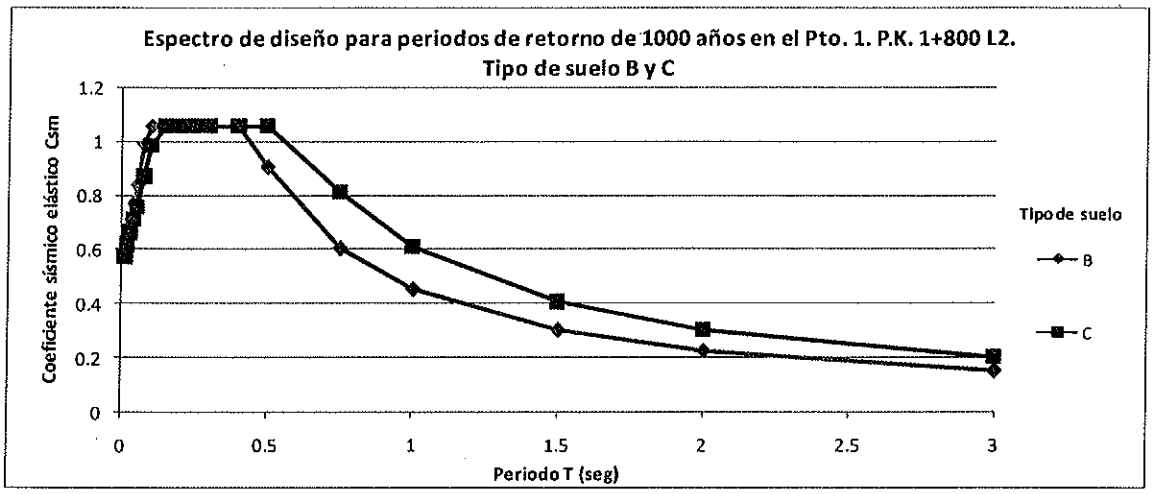


Figura 12: **Espectros de respuesta de diseño para un periodo de retorno de 1000 años en el Pto 1: Cruce Av. Guardia Chalaca con Av. Óscar R. Benavides. P.K. 1+800 L2. Cerca de la estación Buenos Aires. Tipo de suelo B y C.**

3.4 CONTRASTE DE PARÁMETROS SÍSMICOS ESTIMADOS CON LOS APORTADOS POR LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define, según la Norma Sismorresistente NTE.030 mediante el Mapa de zonas sísmicas. Dicho mapa, se divide en tres zonas sísmicas, caracterizadas por el valor del factor de zona Z, **Figura 11**.

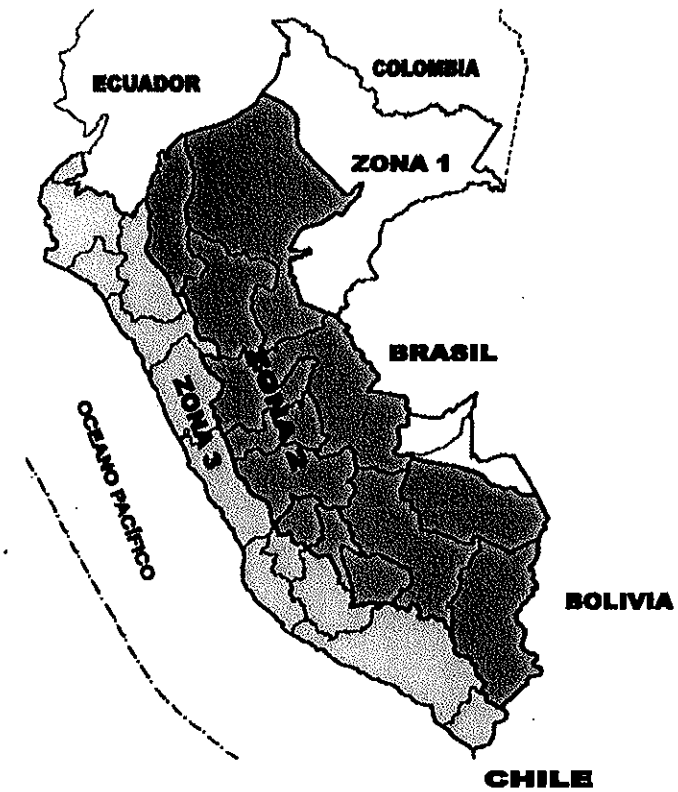


Figura 13: **Mapa de zonas sísmicas de Perú.**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A cada zona se le asigna un factor Z según se indica en la **Tabla n°14.**

Este factor se interpreta como la aceleración máxima en roca con una probabilidad de 10 % 012593 de ser excedida en 50 años; expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

Factores de zona

Zona	Z
1	0,4
2	0,3
3	0,15

Tabla 14: Factores de zona según la norma NTE.030.

De acuerdo a la propia Norma, el valor de Z expresada en relación al valor de la gravedad en la zona objeto de estudio es de 0,40g para un periodo de retorno de 475 años, ligeramente inferior al estimado en este documento, 042g. Por tanto, pueden considerarse apropiados los resultados obtenidos en este estudio sismotectónico.

4 CONCLUSIONES

012599

El presente Análisis de Riesgo Sísmico se basa en la determinación de la peligrosidad sísmica, la cual se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de la intensidad del movimiento del suelo producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo dado.

Dado que los parámetros inherentes al movimiento son el desplazamiento, la velocidad y la aceleración, la peligrosidad es a menudo estimada en función de los valores máximos de estos parámetros, denominados habitualmente PGD, PGV y PGA. En este estudio se ha optado por determinar la peligrosidad sísmica en función de la aceleración máxima PGA mediante métodos deterministas y probabilísticos:

La aceleración horizontal máxima bajo criterios determinísticos se estima en 0,40g.

En cambio, en el análisis probabilístico se ha determinado los parámetros de sismicidad para cada una de las fuentes sismotectónicas (**apartado 3.3.5.1**) mediante el método de ajuste de mínimos cuadrados y el patrón de atenuación de las ondas sísmicas ha sido modelado utilizando la ley de atenuación de Young (1997), para las zonas de subducción, y la ley de atenuación de Abrahamson & Silva (1997), para las zonas corticales.

A partir de este análisis se han determinado, una aceleraciones promedios máximas de 0,32, 0,42, 0,51 y 0,64g para los periodos de retorno de 200, 475, 1.000 y 2.500 años respectivamente.

Y si tenemos en cuenta los cinco distintos emplazamientos seleccionados por su representatividad (por distribución y características geofísico-geotécnicas) de los trazados de la línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. GAMBETTA de la red básica del Metro de Lima y Callao, y las condiciones locales se estiman las siguientes aceleraciones máximas:

Zonas de estudio		Perfil de suelo	Factor Fa	Aceleración horizontal máxima (g) para periodos de retorno			
				200	475	1.000	2.500
Pto 1 **Inicio L2**	P.K. 1+800 L2	C	1,00	0,33	0,430	0,526	0,659
Pto 2 **Inicio L4**	P.K. 1+150 L4	C	1,00	0,326	0,423	0,517	0,655
Pto 3 **Centro histórico**	P.K. 11+700 L2	C	1,00	0,321	0,417	0,509	0,643
Pto. 4 **Etapa 1A**	P.K. 19+500 L2	C	1,00	0,314	0,409	0,499	0,634
Pto 5 **Final L2**	P.K. 25+500 L2.	C	1,00	0,309	0,402	0,489	0,619

Tabla 15: Aceleraciones máximas para los distintos emplazamientos y los periodos de retorno considerados.

Cabe señalar que el punto de análisis 4, situado en el Cruce Vía de Evitamiento con Av. Carretera Central, cercano a la estación de Evitamiento de la línea 2, se encuentra en la Etapa 1ª definido en el cronograma de las obras previstas.

Por último, en el caso de considerar métodos pseudo-estáticos para el diseño de los taludes, se sugiere un factor equivalente igual a 0,50 según las recomendaciones de del Cuerpo de Ingenieros del ejército de los Estados Unidos (U.S. Army corps of Engineers, Hynes y Franklin, 1984), por lo que los coeficientes sísmicos horizontales para un periodo de retorno de 475 años en los distintos emplazamientos serían de 0,22g para el Punto 1, 0,21g para los puntos 2 y 3, 0,20g para los punto 4 y 5

012600

O.1.3.	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.3. ESTUDIOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO
APÉNDICES

[13004]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

012601

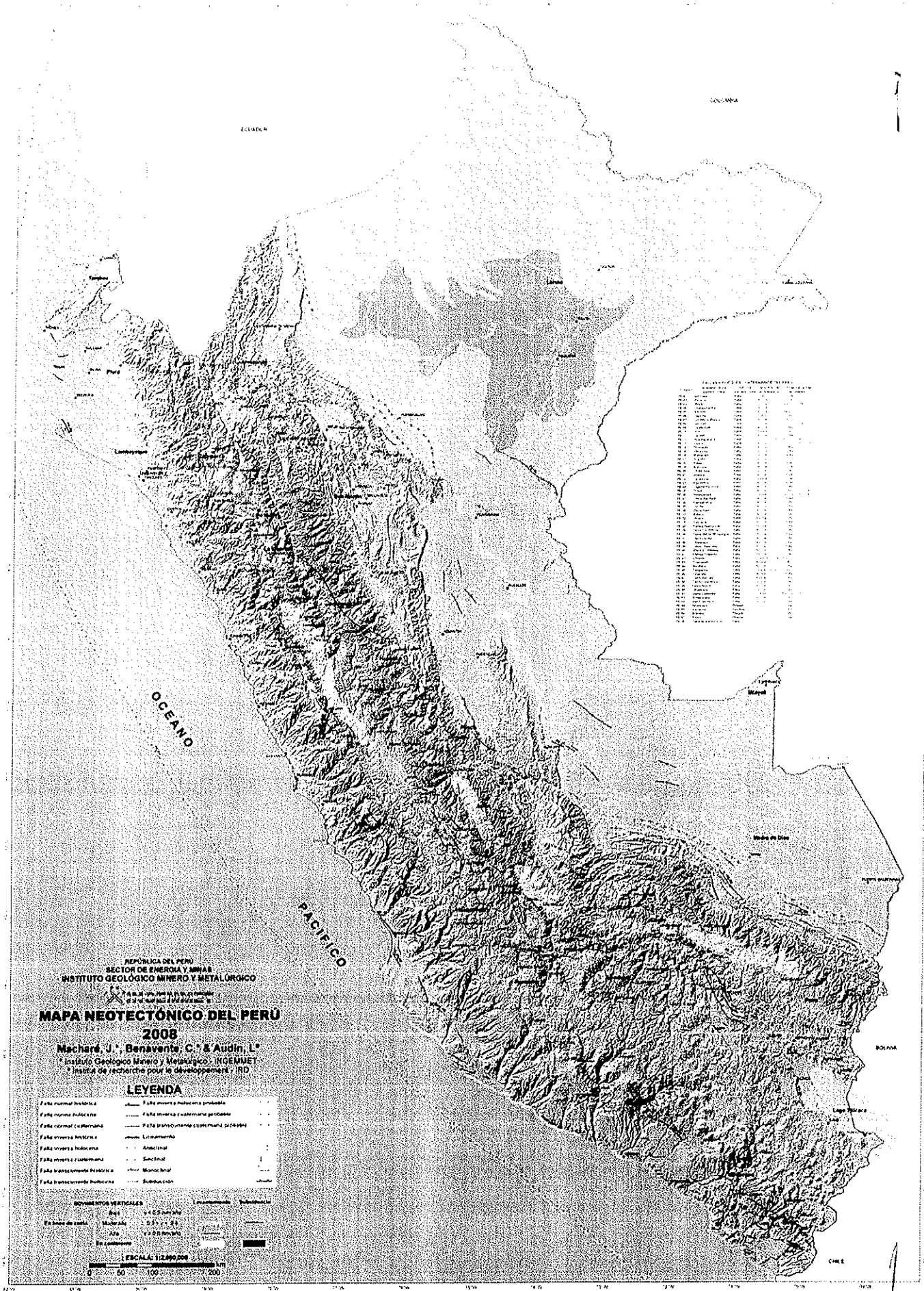
O.1.3.	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.3. ESTUDIOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO

APÉNDICE 1. MAPA NEOTECTÓNICO DEL PERÚ

[13005]
012602



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.1.3.	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.3. ESTUDIOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO

APÉNDICE 2. CURVAS DE PROBALIDAD DE EXCEDENCIA PARA ACELERACIÓN ESPECTRAL T=0 S

012604

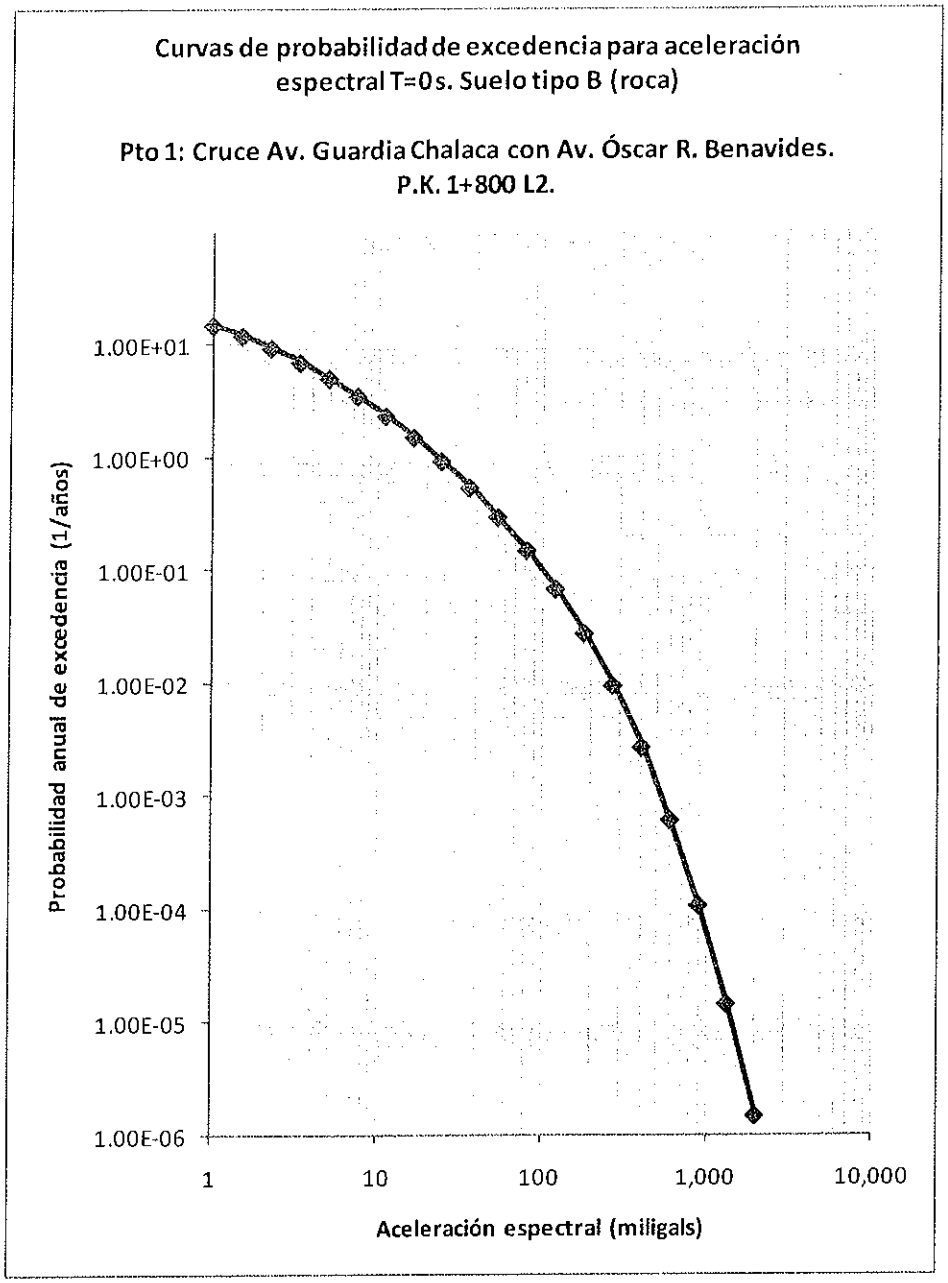


Gráfico 1.-Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral (t=0s). Perfil de suelo tipo B. Pto. 1: Cruce Av. Guardia Chalaca con Av. Óscar R. Benavides. P.K. 1+800 L2.

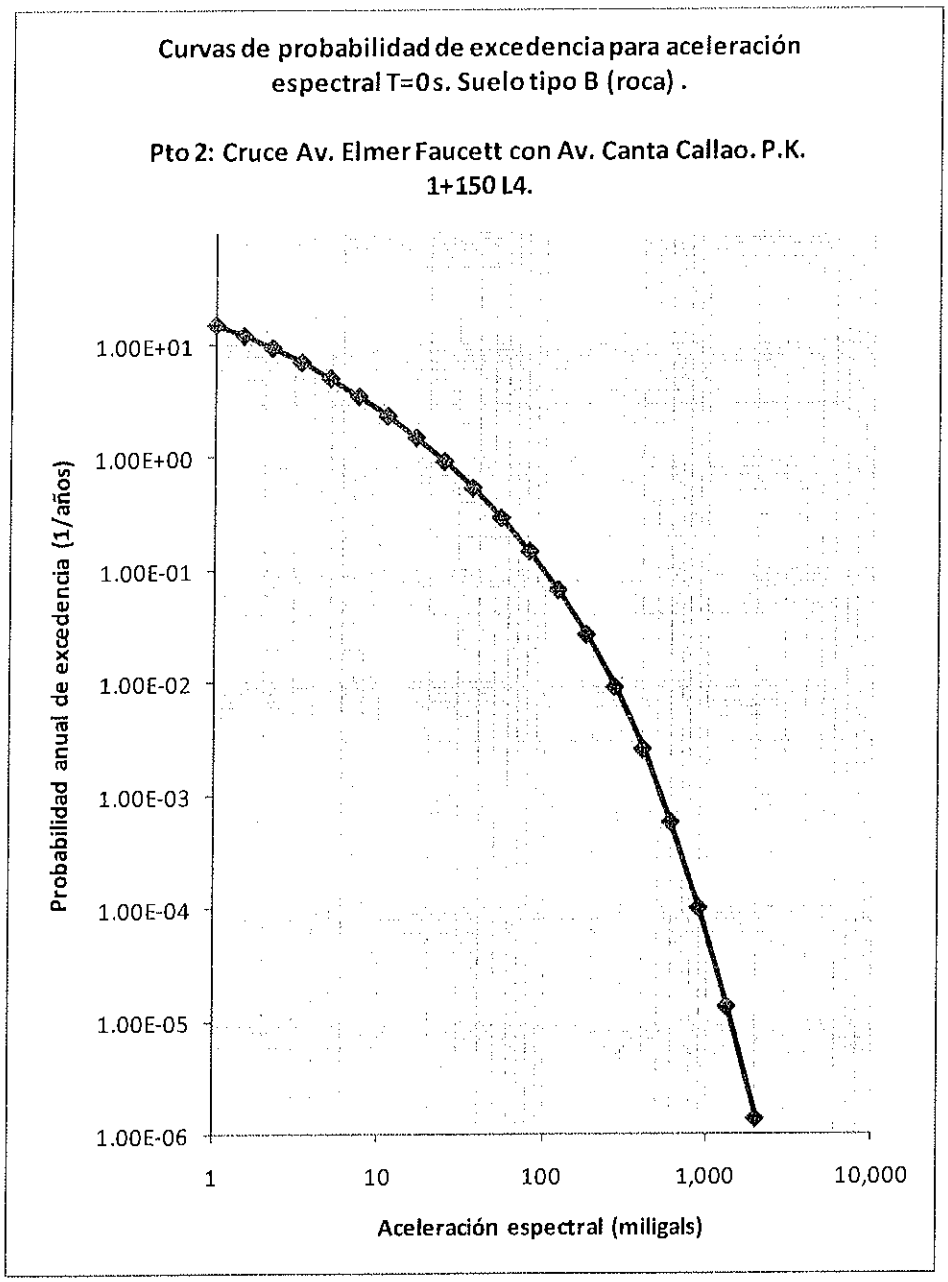


Gráfico 2.-Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral (t=0s). Perfil de suelo tipo B. Pto. 2: Cruce Av. Elmer Faucett con Av. Canta Callao. P.K. 1+150 L4.

012606

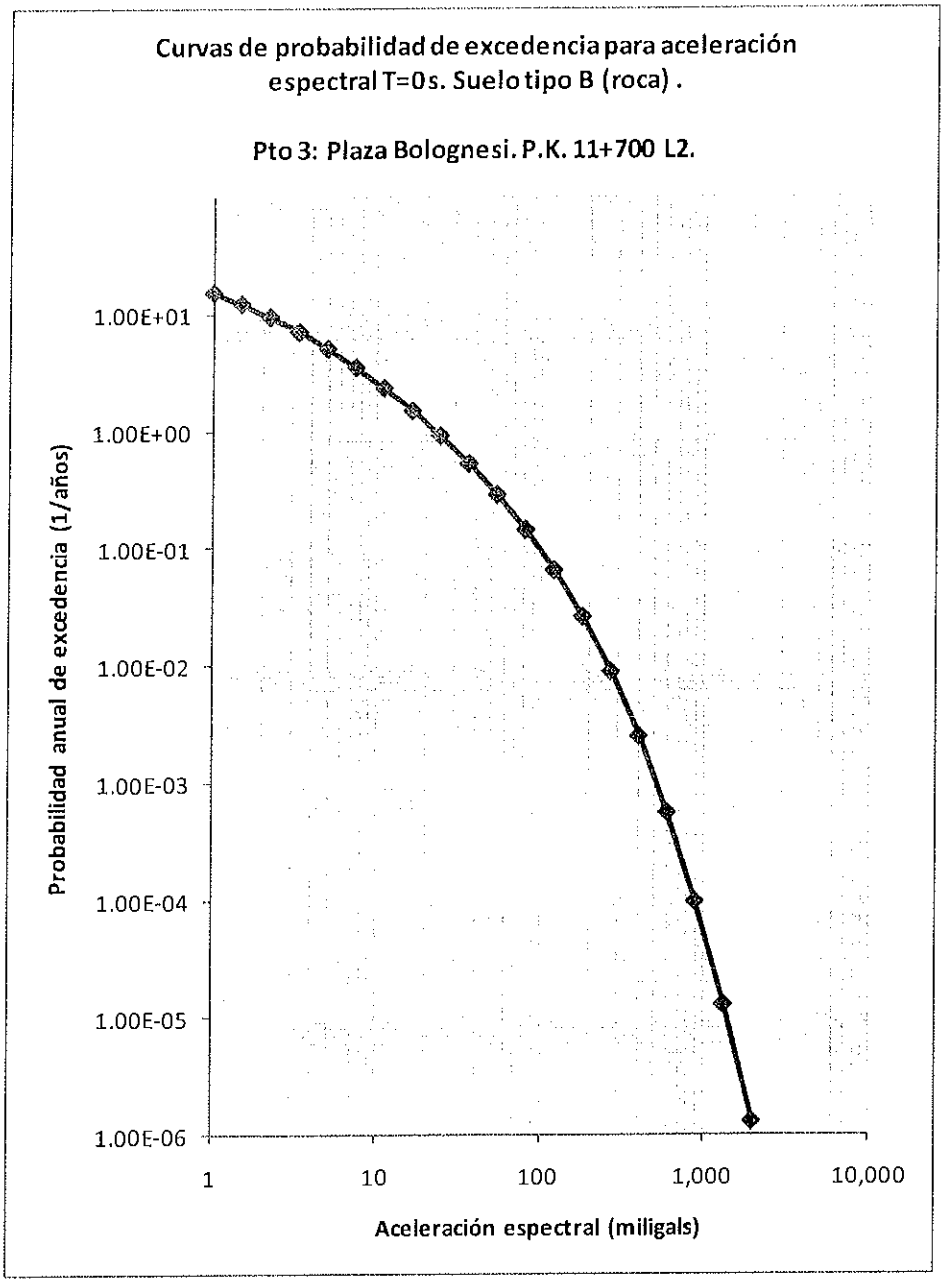


Gráfico 3.-Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral (t=0s). Perfil de suelo tipo B. Pto. 3: Plaza Bolognesi. P.K. 11+700 L2.

012607

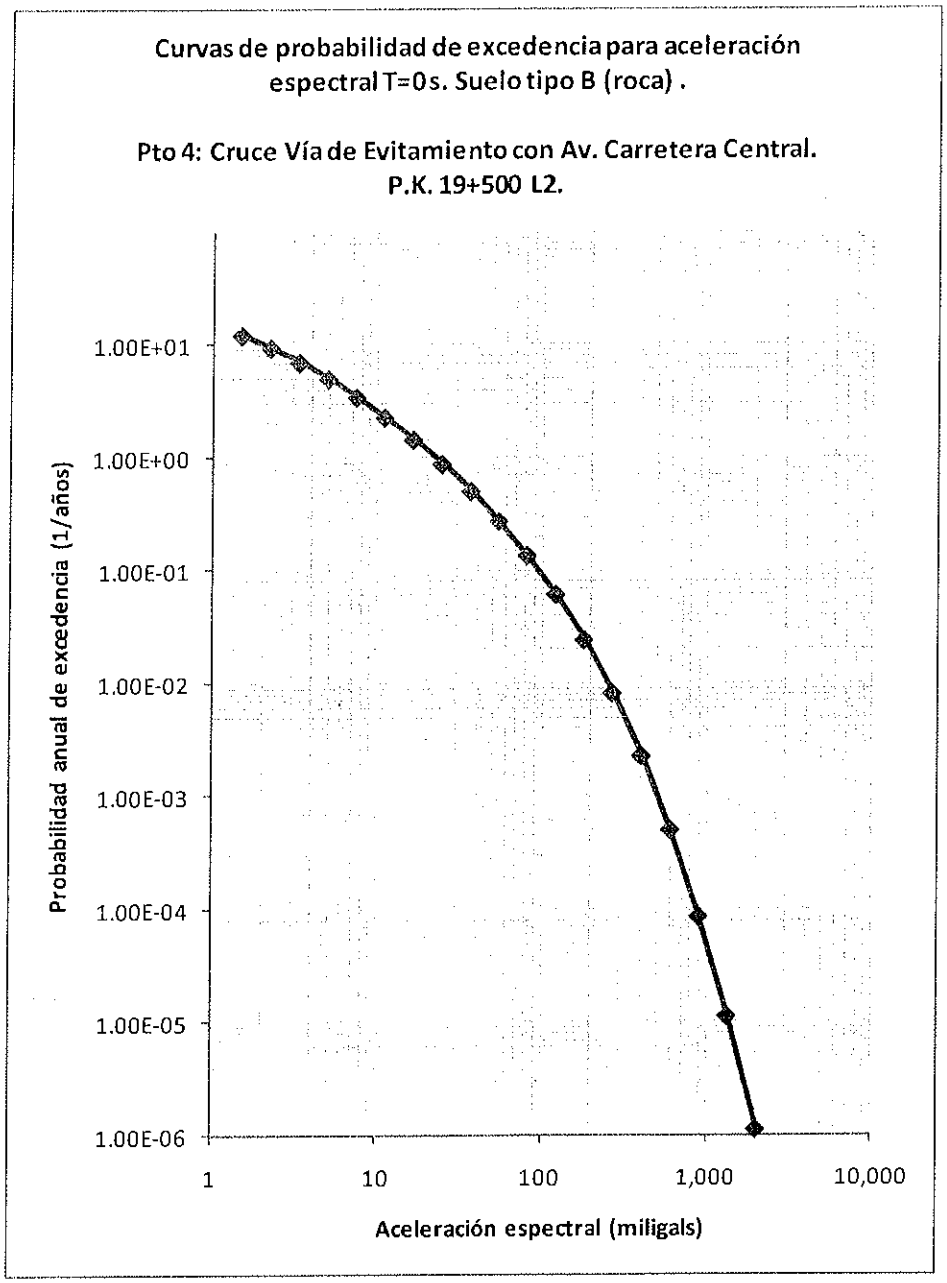


Gráfico 4.-Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral (t=0s). Perfil de suelo tipo B. Pto 4: Cruce Vía de Evitamiento con Av. Carretera Central. P.K. 19+500 L2.

012608

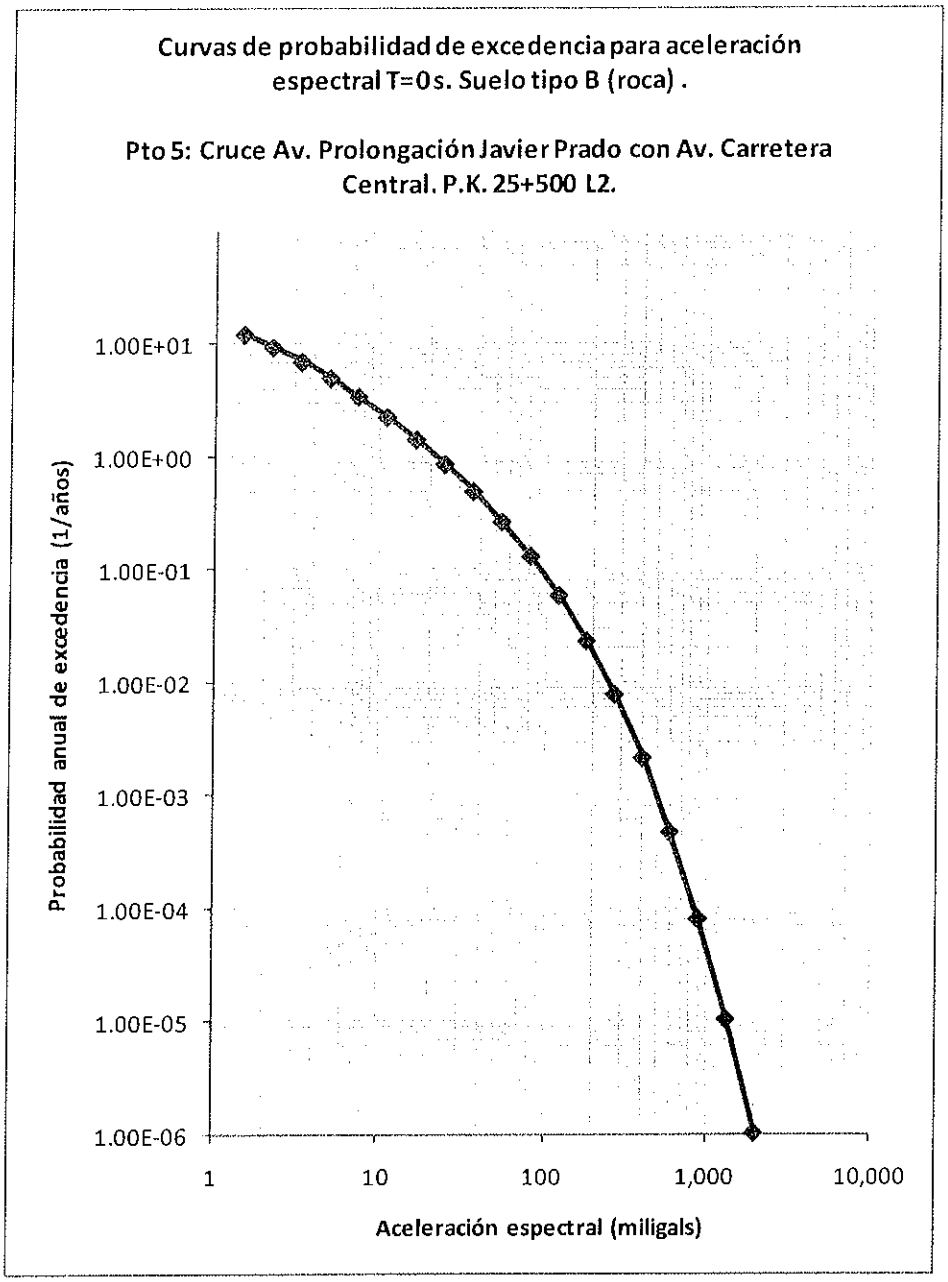


Gráfico 5.-Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral (t=0s). Perfil de suelo tipo B. Pto 5: Cruce Av. Prolongación Javier Prado con Av. Carretera Central. P.K. 25+500 L2.

O.1.3.	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.3. ESTUDIOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO

APÉNDICE 3. ESPECTROS DE PELIGRO UNIFORME

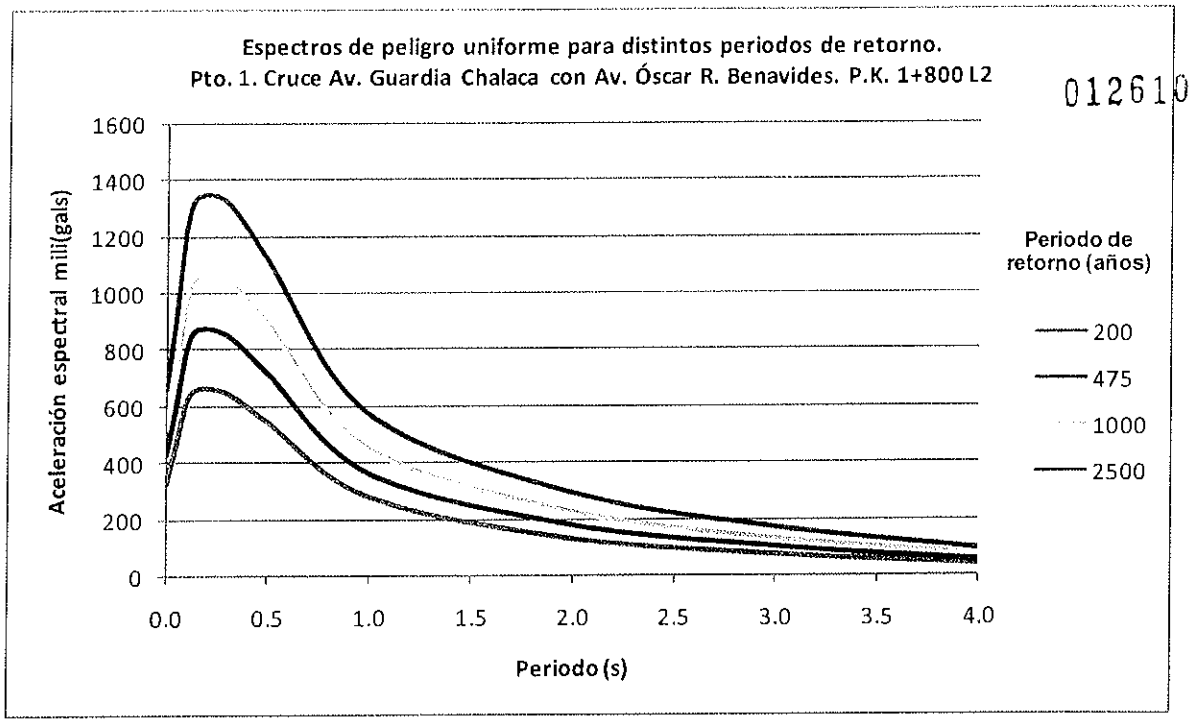


Gráfico 1.-Espectros de peligro uniforme para distintos periodos de retorno y en el Pto 1: Cruce Av. Guardia Chalaca con Av. Óscar R. Benavides. P.K. 1+800 L2. Cerca de la estación Buenos Aires.

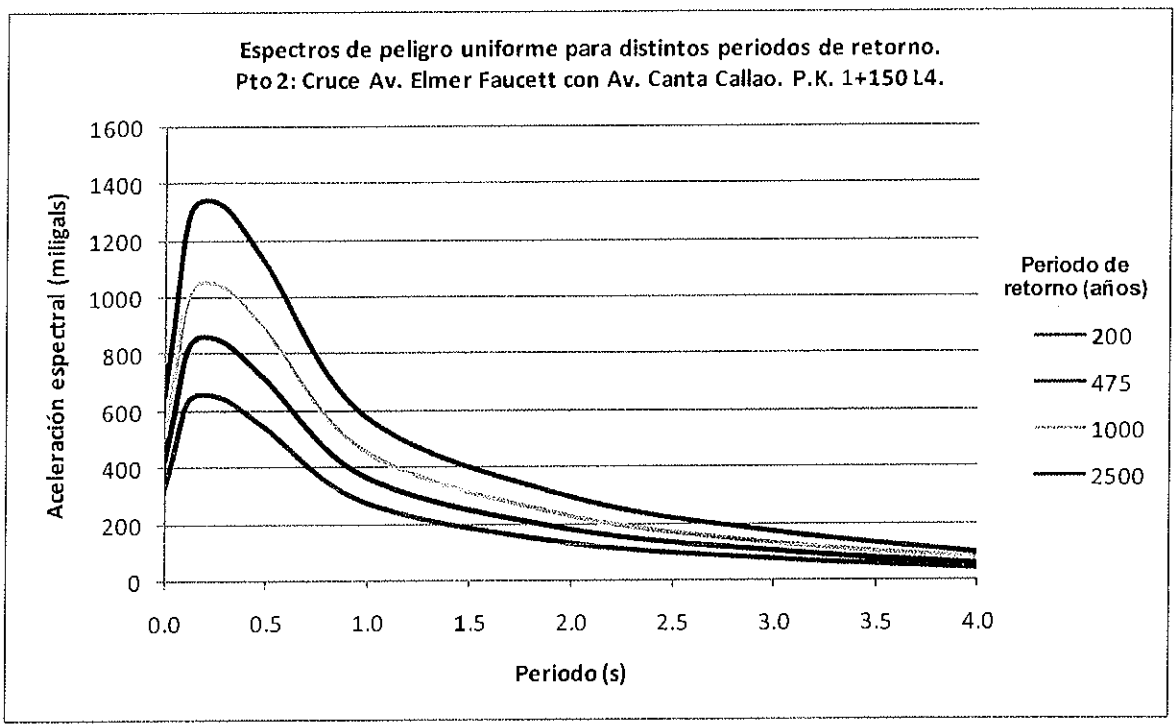


Gráfico 2.-Espectros de peligro uniforme para distintos periodos de retorno y en el Pto 2: Cruce Av. Elmer Faucett con Av. Canta Callao. P.K. 1+150 L4.

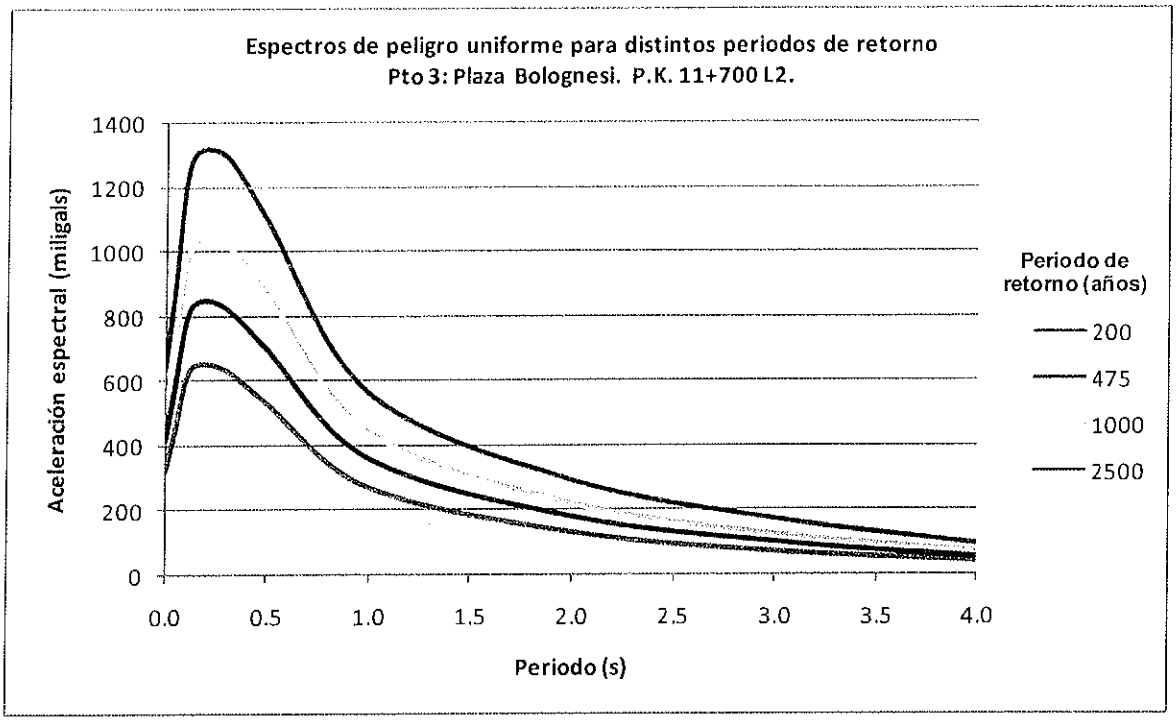


Gráfico 3.-Espectros de peligro uniforme para distintos periodos de retorno y en el Pto 3. Plaza Bolognesi. P.K. 11+700 L2.

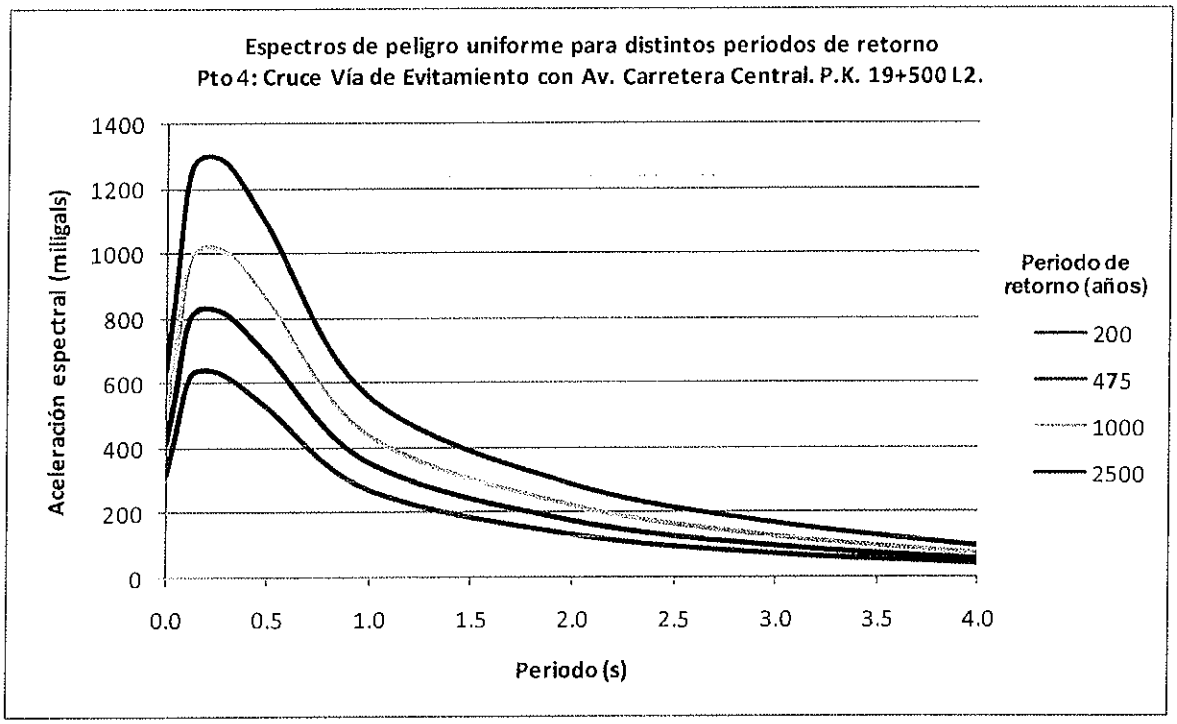


Gráfico 4.-Espectros de peligro uniforme para distintos periodos de retorno y en el Pto 4: Cruce Vía de Evitamiento con Av. Carretera Central. P.K. 19+500 L2.

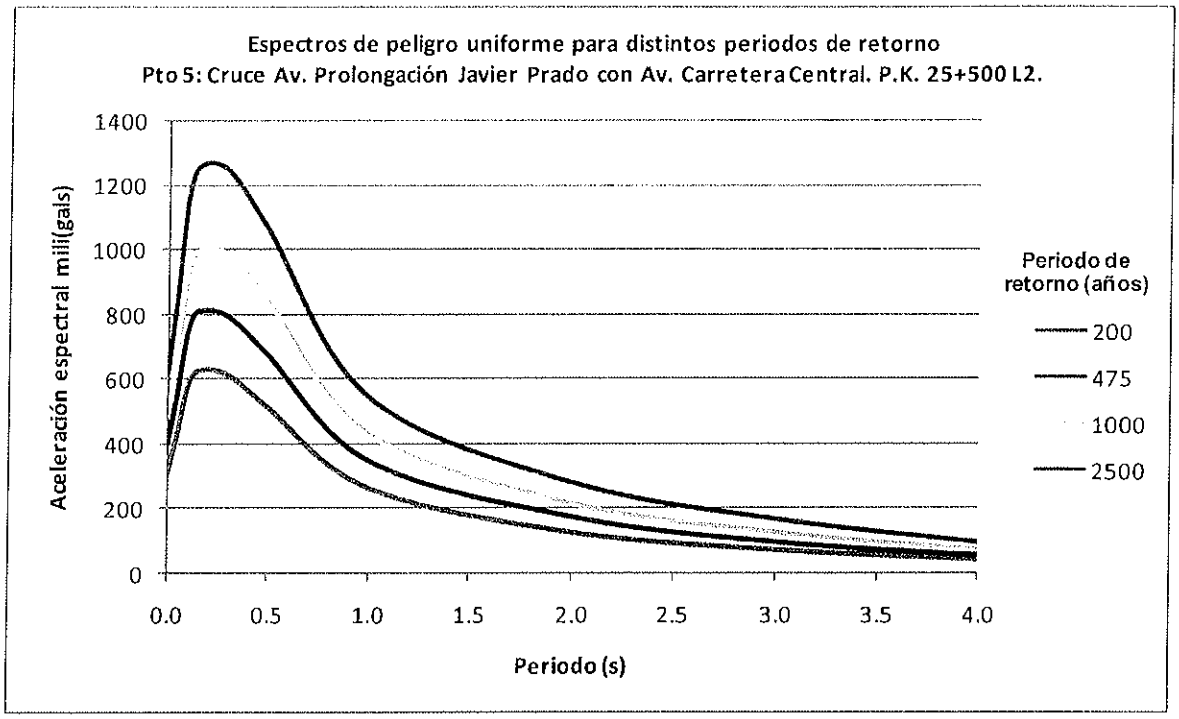


Gráfico 5.-Espectros de peligro uniforme para distintos periodos de retorno y en el Pto 5. Cruce Av. Prolongación Javier Prado con Av. Carretera Central. P.K. 25+500 L2.

O.1.3.	ANEXO A) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.3. ESTUDIOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO

APÉNDICE 4. ESPECTROS DE DISEÑO SÍSMICO

012614

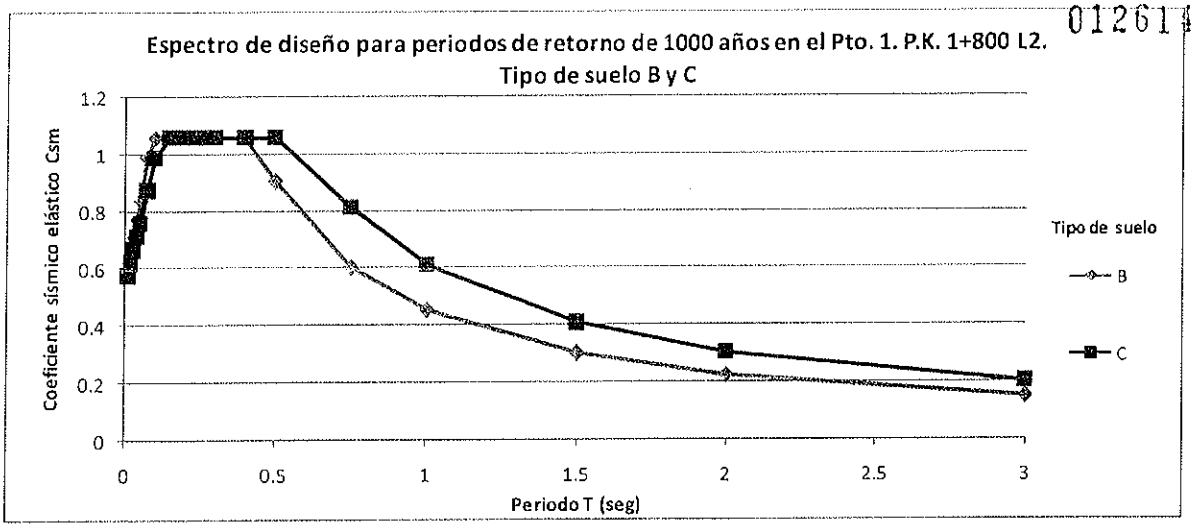


Gráfico 1.-Espectros de respuesta de diseño para un periodo de retorno de 1000 años en el Pto 1: Cruce Av. Guardia Chalaca con Av. Óscar R. Benavides. P.K. 1+800 L2. Cerca de la estación Buenos Aires. Tipo de suelo B y C.

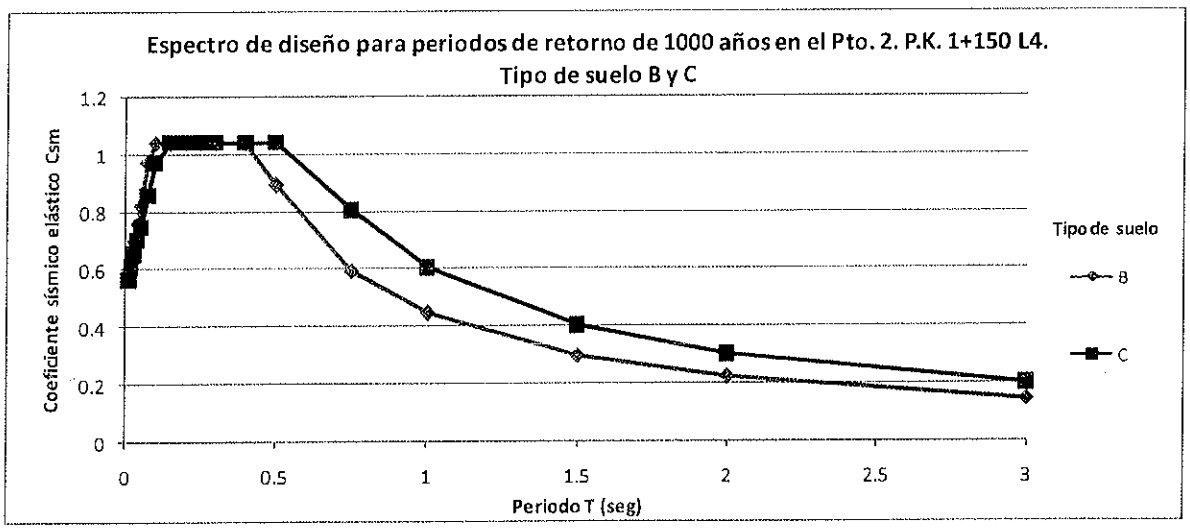


Gráfico 2.- Espectros de respuesta de diseño para un periodo de retorno de 1000 años en el Pto 2: Cruce Av. Elmer Faucett con Av. Canta Callao. P.K. 1+150 L4.

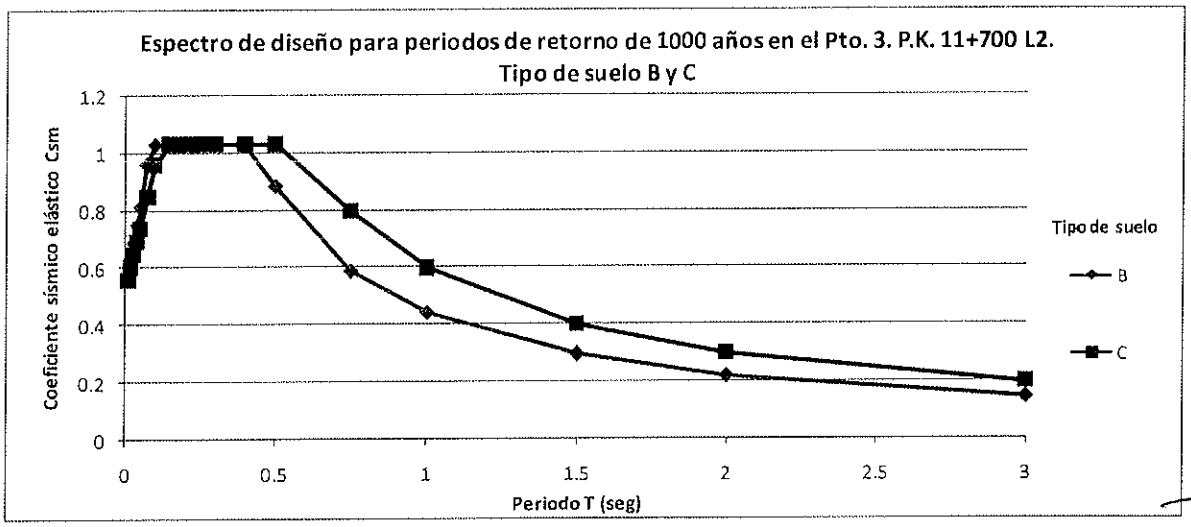


Gráfico 3.- Espectros de respuesta de diseño para un periodo de retorno de 1000 años en el Pto 3. Plaza Bolognesi. P.K. 11+700 L2. Tipo de suelo B y C.

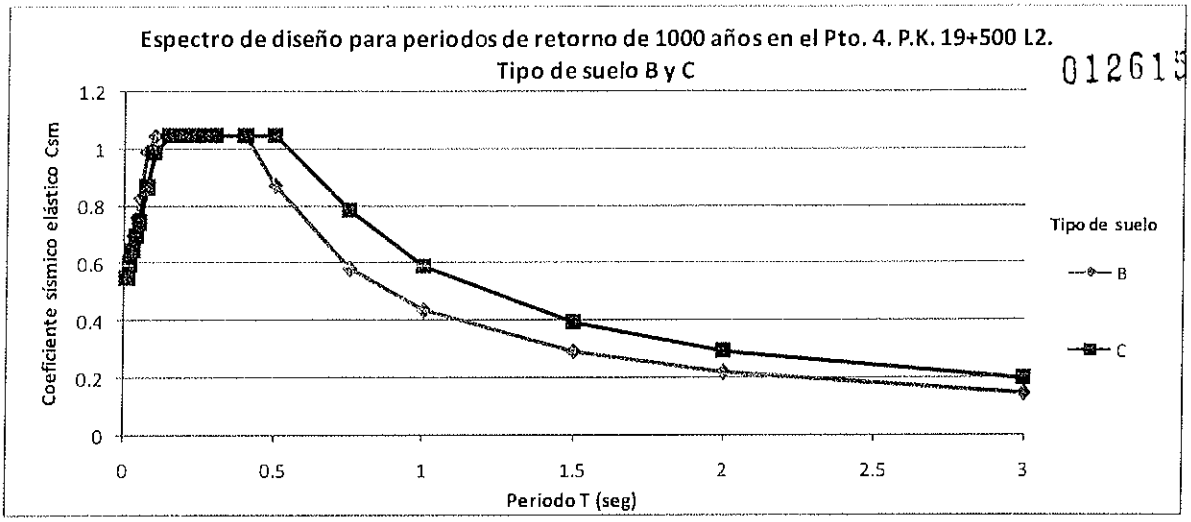


Gráfico 4.- Espectros de respuesta de diseño para un periodo de retorno de 1000 años en el Pto 4: Cruce Vía de Evitamiento con Av. Carretera Central. P.K. 19+500 L2. Tipo de suelo B y C.

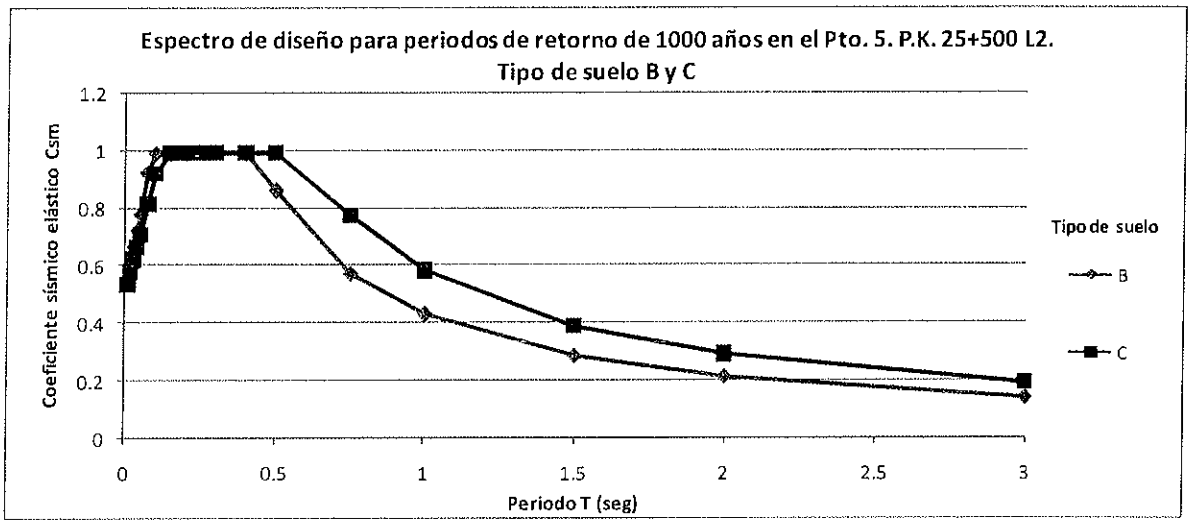


Gráfico 5.- Espectros de respuesta de diseño para un periodo de retorno de 1000 años en el I Pto 5. Cruce Av. Prolongación Javier Prado con Av. Carretera Central. P.K. 25+500 L2. Tipo de suelo B y C.

012616

O.1.4	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.4 ESTUDIO DE DESVÍOS DE TRÁFICO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

012617

1 DESVÍOS DE ESTACIÓN Y POZOS DE VENTILACIÓN (MICRODESVÍOS DE TRÁNSITO) 3
1.1 PLAN DE DESVÍOS DEL TRÁNSITO VEHICULAR 3
1.1.1 Introducción 3
1.1.2 Autorización a la administración competente 3
1.1.3 Plan de desvíos 3
1.2 PLAN DE DESVÍOS DEL TRÁNSITO PEATONAL 4
1.3 PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AL TRÁNSITO VEHICULAR EN LOS DESVÍOS PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES Y POZOS 4
1.3.1 Mantenimiento del tránsito 5
1.3.2 Implementación de desvíos 5
1.3.3 Descripción de los desvíos de tránsito en la Etapa 1A 5
1.3.3.1 Desvío de tránsito en la estación Evitamiento 5
1.3.3.2 Desvío de tránsito pozo de ventilación 20 8
1.3.3.3 Desvío de tránsito estación Óvalo Santa Anita 8
1.3.3.4 Desvío de tránsito pozo de ventilación 21 9
1.3.3.5 Desvío de tránsito estación Colectora Industrial 10
1.3.3.6 Desvío de tránsito pozo de ventilación 22 11
1.3.3.7 Desvío de tránsito estación La Cultura 12
1.3.3.8 Desvío de tránsito pozo de ventilación 23 13
1.3.3.9 Desvío de tránsito estación Mercado Santa Anita 14
1.3.4 Plan de señalización 15
1.3.5 Seguridad Vial 18
1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEÑALIZACIÓN 20
1.4.1 Señales Verticales 20
1.4.2 Canalizadores o Dispositivos Auxiliares 22
1.4.3 Barrera de Tránsito – Barreras para Peatones 24

APÉNDICE 1 PLANOS DE DESVÍOS

012618

1 DESVÍOS DE ESTACIÓN Y POZOS DE VENTILACIÓN (MICRODESVÍOS DE TRÁNSITO)

1.1 PLAN DE DESVÍOS DEL TRÁNSITO VEHICULAR

1.1.1 Introducción

Se procede a la descripción particularizada de los desvíos de tránsito proyectados en la Carretera Central debido a la ejecución de las obras de las estaciones de la Línea 2 del Metro de Lima: Evitamiento, Óvalo Santa Anita, Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita; así como los pozos de ventilación asociados a cada tramo entre las estaciones mencionadas. Este tramo de la nueva Línea 2 del metro corresponde a la etapa de construcción 1A. Se procede a la descripción técnica de las soluciones de desvío de tránsito vehicular vecinal y de servicios en la Carretera Central: se trata de aquél tránsito que al tener que acceder obligatoriamente a la zona de obras no podrá ser encauzado por los desvíos generales (o macrodesvíos) que proponen itinerarios alternativos y que se explican detalladamente en el capítulo correspondiente del presente estudio (O.1 Estudios de desvío de Tránsito).

1.1.2 Autorización a la administración competente

Conforme la Ord. 059-94-MML Reglamento de Interferencia de Vías de la Provincia de Lima, antes del inicio de las obras, CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA solicitará la aprobación del Plan de Desvíos y Señalización, el cual deberá ser aprobado por la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima con Resolución de Subgerencia, gestión que se considerará como tiempo dentro de su cronograma.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA solicitará autorización siguiendo un cronograma de obra sustentando los tiempos que se mantendrán cerradas las vías para los diferentes tramos.

Según la Ordenanza Nº 203-MML Reglamento para la Ejecución de Obras en las Áreas de Uso Público", CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA solicitarán autorización en Desarrollo Urbano de Lima para ejecución de obras por tratarse de avenidas principales de la Red del Sistema Vial Metropolitano.

1.1.3 Plan de desvíos

La evaluación para el desarrollo de un Plan de Desvío se podrá obtener con la elaboración del Estudio de Impacto Vial el mismo que se desarrollará antes de la ejecución de las obras y será aprobado por la autoridad competente (Gerencia de Transporte Urbano – GTU – de la Municipalidad de Lima).

Se ha elaborado el presente estudio y planos de desvío de tránsito como base para la posterior redacción de un Estudio definitivo.

En el Estudio definitivo se establecerá Planos de Detallados de las Rutas de Desvío para el Plan de Manejo de Tránsito.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012619

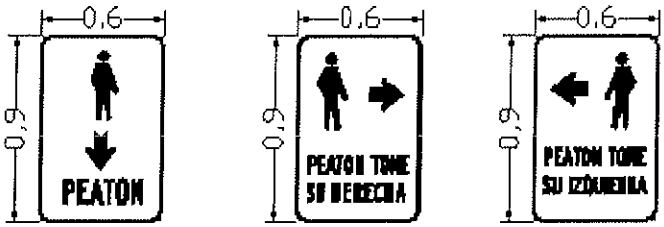
La concepción del proyecto de la Línea 2 de Ate – Callao y el Ramal de la Línea 4 Av. Faucett – Gambetta del Tren Eléctrico está dada por etapas, de acuerdo a la fechas de inicio de la construcción de cada una de ellas. En la Etapa 1A se procede a la construcción del tramo de la línea entre las estaciones de Evitamiento y Mercado Santa Anita (ambas estaciones incluidas)

1.2 PLAN DE DESVÍOS DEL TRÁNSITO PEATONAL

A lo largo de la zona del recorrido del tramo de obras de la Etapa 1A se registra zonas comerciales, donde existen Centros de Estudios y Centros de Salud importantes. Sin embargo, no se realizará el cierre total para el tránsito peatonal, se restringirá el paso por el área donde se construye. El peatón circulará a lo largo de las obras, en el momento que se realicen los cruces de vías, se habilitará pases peatonales y a fin de determinar el ancho de los pases peatonales se realizaran conteos peatonales direccionales, así mismo se considerará lo siguiente:

- Se canalizará con cercos de mallas y cintas de seguridad, ubicando señales verticales para guiarlos por un acceso adecuado, especialmente en aquellas zonas donde por necesidades de ejecución de un carril provisional de circulación se tenga que reducir el ancho de las zonas peatones existentes.

- Las señales principales a utilizar serán la P-48 "PEATÓN", R-20 "PEATÓN TOME SU DERECHA" y R-20A "PEATÓN TOME SU IZQUIERDA". Ver Plano PG-04 del presente estudio.



- Se restringirá el paso a las zonas de obra por el peligro que representan para el peatón.

1.3 PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AL TRÁNSITO VEHICULAR EN LOS DESVÍOS PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES Y POZOS

El Plan de Mitigación de impactos (que pudieran ocasionarse a lo largo de las vías donde se ejecutarán las obras y/o por donde se derivará el tránsito vehicular), nos lleva principalmente a desarrollar cuatro campos de acción para el control de los impactos negativos. Estos 4 campos de acción son:

- Mantenimiento del Tránsito.
- Implementación de Desvíos.
- Señalización.
- Seguridad Vial.

A través de ellos, los impactos serán minimizados al máximo.

1.3.1 Mantenimiento del tránsito

Contempla las acciones que se han adoptado para el mantenimiento de tránsito durante la ejecución de los trabajos; para ello se ha procedido al estudio de la implementación de los desvíos provisionales, transiciones de carriles (estrechamiento / ensanchamiento de la calzada) y localización de la señalización, a fin de minimizar el impacto de las obras sobre el tráfico vecinal y de servicios en la Carretera Central, en cumplimiento con lo especificado en la sección 103 del Manual de Carreteras – Condiciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

1.3.2 Implementación de desvíos

La implementación de desvíos implica la habilitación de la Carretera Central en el tramo de obras para el tránsito vehicular durante el plazo de ejecución de las obras, lo que significa realizar actividades antes del inicio de la obra a fin de prevenir cualquier accidente o conflicto en el momento del inicio de la limitación o regulación temporal de la circulación tanto en la Carretera Central como en las vías que confluyen en la misma. Esto implica otros trabajos complementarios antes del inicio de la obra, como se describen a continuación:

a) Instalación de señalización informativa que oriente con la necesaria anticipación para que todo conductor esté permanente informado en su ruta, especialmente del cierre de vías y de rutas alternas propuestas.

b) Habilitación de pistas: parchado de tramos con firme en mal estado y ejecución de carriles provisionales de circulación sobre zonas actualmente fuera de la calzada (aceras, isletas, etc) si el desvío así lo requiere.

c) Modificación temporal del sentido de circulación del tránsito vehicular y pintado de señalización horizontal (flechas de sentido de circulación).

d) Instalación de señalización vertical conforme el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito del Ministerio de Transporte y la Cartilla de Señalización de la Gerencia de Transporte Urbano de Lima.

e) Instalación de gigantografías como elemento de señalización informativa complementaria que viene exigiendo La Municipalidad de Lima para la obra los y sus desvíos.

f) Difusión de la obra y de los desvíos a través de volantes a transeúntes, conductores y usuarios, sobre las rutas de desvíos o modificación de carriles en la Carretera Central y vías que confluyen en la misma.

1.3.3 Descripción de los desvíos de tránsito en la Etapa 1A

1.3.3.1 Desvío de tránsito en la estación Evitamiento

La estación Evitamiento de la nueva Línea 2 del Metro de Lima se construirá en la Carretera Central anexa a la zona donde existe el enlace de esta carretera con la carretera

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
[13024]
012621

Panamericana Sur. A fin de poder mantener el tránsito de vecinos y servicios por la Carretera Central, se procede a una disminución progresiva del número de carriles en sentido este-oeste y oeste-este a medida que nos acercamos al perímetro de obras (delimitado siempre con una valla metálica). De esta forma, se reduce el número de carriles de la Carretera Central en la zona de las obras a dos por sentido. El tránsito vehicular se producirá por la mitad sur de la Carretera Central en este punto, estando la zona norte ocupada por las obras.

La disposición de la zona de obras trata de minimizar la afectación al tráfico por la Carretera Central y el de conexión en la Panamericana. La zona de paso peatonal se dispone en el lado sur de la Carretera Central, debido a que la zona norte quedará cerrada por la valla de obras. Una vez completada la ejecución de la estación y la parte de los accesos que queden dentro del perímetro de obras se restablecerá la circulación normal por la Carretera Central, ejecutando cortes puntuales de carril para completar la obra de los accesos a la estación desde las zonas peatonales.

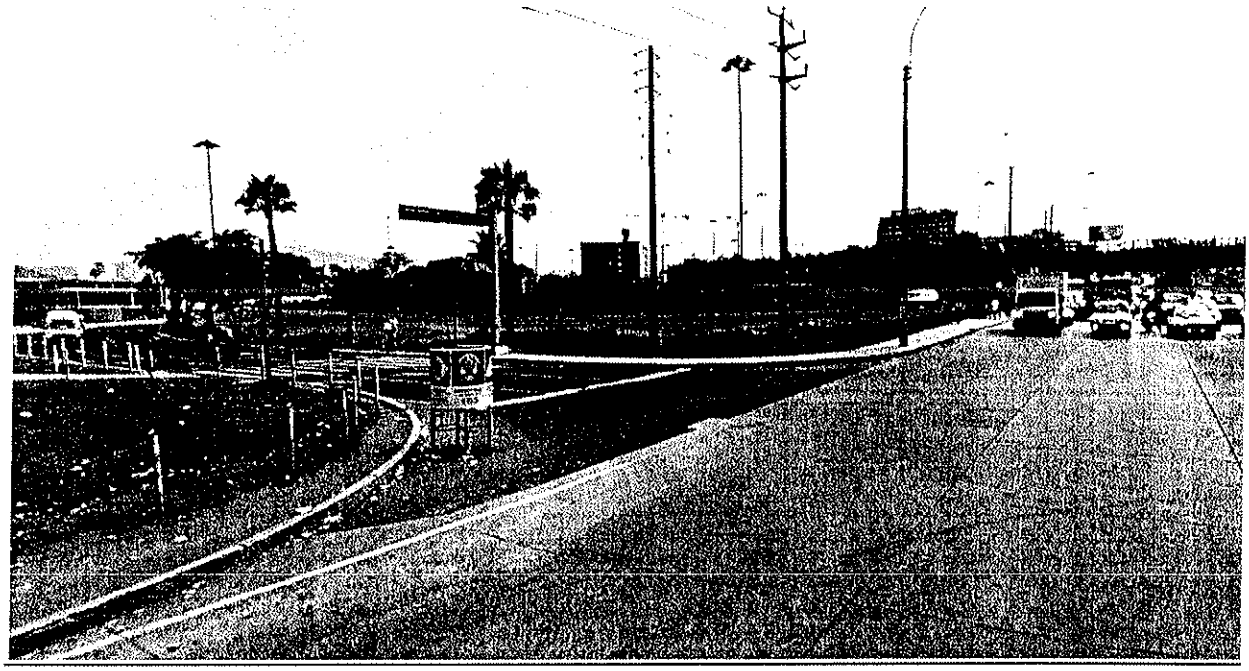
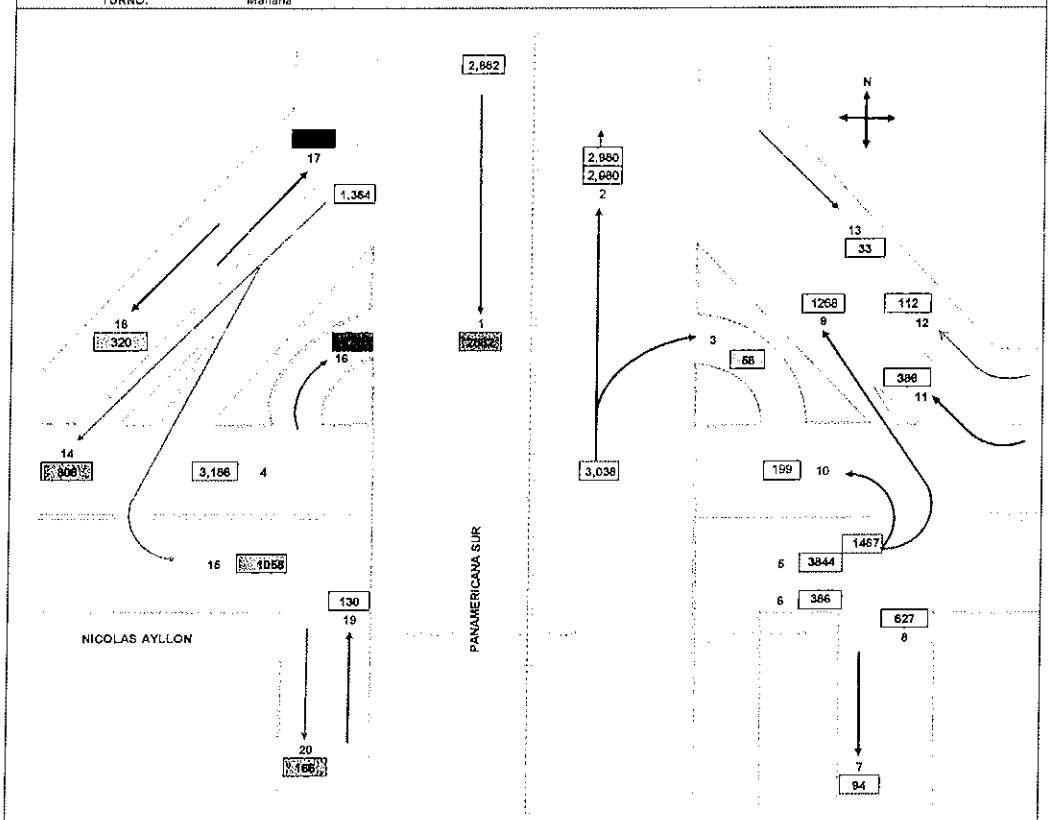


Imagen 1. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Ate. Se observa la zona que se ocupará para la construcción de la estación Evitamiento. Al fondo se observa el viaducto de la Panamericana.

Referente al enlace con la Panamericana, las obras de construcción de la estación así como el perímetro necesario para esos trabajos obliga a clausurar completamente el movimiento de conexión de la Carretera Central sentido Lima hacia la Panamericana sentido sur. No obstante, según el "Estudio de tráfico y análisis de desvío" de octubre de 2013 redactado para este tramo de la Carretera Central, podemos ver que ese movimiento afectado reporta un número muy pequeño de vehículos en hora pico (138 por la mañana y 70 por la tarde, de un total de más de 20.000 vehículos en ese tramo), por lo que se concluye que los problemas de tránsitos generados al eliminar este movimiento serán nimios.

FLUJOGRAMA
FLUJOS VEHICULARES (HORA PICO)

VIA : Panamericana Sur - Carretae Central (Puente Santa Anita) DISTRITO: Santa Anita
FECHA: 22/08/2013 DÍA: Jueves
HORA : 7:30 - 8:30
TURNO: Mañana



Giros	Auto movil	Combi	Micro	Bus Interprovincial B2	B3	B4	Bus P. B2	Camion C2	C3	C4	Semitrayler T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>=T3S3	Trayler C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	UCP
[redacted]	2099	250	24	4	1	0	163	216	26	5	0	6	5	0	21	53	0	0	1	4	2882	3906
Giro 2	2367	180	23	157	0	0	2	151	32	1	0	0	5	0	6	33	1	0	1	1	2980	3760
Giro 3	20	32	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	58	79
Giro 4	2225	303	339	9	3	1	21	223	30	2	0	4	6	0	6	12	0	0	0	2	3186	4126
Giro 5	2905	401	245	0	6	0	38	154	30	4	0	4	5	0	18	30	2	0	2	0	3844	4712
Giro 6	355	0	4	0	0	0	1	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	386	431
Giro 7	75	0	0	0	0	0	1	13	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	94	127
Giro 8	599	0	1	0	0	0	3	21	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	627	671
Giro 9	1052	2	34	1	7	0	5	125	19	0	0	2	3	3	6	7	0	0	2	0	1268	1602
Giro 10	181	6	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	219
Giro 11	140	180	7	0	0	0	4	30	12	0	0	0	2	1	0	10	0	0	0	0	386	642
Giro 12	95	2	0	0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	137
Giro 13	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	33
Giro 14	214	1	3	11	0	0	1	43	11	1	0	0	1	0	4	16	0	0	0	0	306	468
Giro 15	774	175	16	0	3	0	0	44	12	0	0	1	9	0	6	18	0	0	0	0	1058	1293
[redacted]	57	37	1	0	0	0	0	34	6	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	138	215
[redacted]	122	3	11	0	0	0	6	13	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	159	209
Giro 18	278	12	9	0	0	0	6	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	367
Giro 19	118	4	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	143
Giro 20	152	5	1	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	180
SUMA	13881	1593	718	182	20	1	256	1146	192	14	0	17	38	4	67	186	3	0	6	9	16332	23218
%	76%	9%	4%	1%	0%	0%	1%	6%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	100%	

Giros	Transp. Privado	Transp. Publico	Camion	TOTAL	UCP
[redacted]	2099	442	341	2882	3906
Giro 2	2367	362	231	2980	3760
Giro 3	20	33	5	58	79
Giro 4	2225	676	285	3186	4126
Giro 5	2905	690	249	3844	4712
Giro 6	355	5	26	386	431
Giro 7	75	1	18	94	127
Giro 8	599	4	24	627	671
Giro 9	1052	49	167	1268	1602
Giro 10	181	7	11	199	219
Giro 11	140	191	55	386	642
Giro 12	95	5	12	112	137
Giro 13	33	0	0	33	33
Giro 14	214	16	76	306	468
Giro 15	774	194	90	1058	1293
[redacted]	57	38	43	138	215
[redacted]	122	20	17	159	209
Giro 18	278	27	15	320	367
Giro 19	118	4	8	130	143
Giro 20	152	6	8	166	180
TOTAL	13881	2770	1681	18332	23218
%	76%	15%	9%	100%	

Imagen 2. Resultado del conteo de tránsito para hora pico de la mañana en el enlace Carretera Central – Panamericana Sur.

012623

1.3.3.2 Desvío de tránsito pozo de ventilación 20

El pozo de ventilación 20, situado entre las estaciones Evitamiento y Óvalo Santa Anita, es del tipo "cenital", habiendo de ocupar la zona media de la Carretera Central para ejecutar el pozo en una primera fase, y una segunda fase donde se ocupará la mitad sur de la carretera para ejecutar la conexión del pozo con los accesos al mismo en la zona de acera.

En la primera fase de construcción, por lo tanto, ocuparemos la zona media de la Carretera Central, dejando un carril de paso por sentido rodeando la zona de obras, perimetrada con valla metálica. Será necesario una pequeña demolición de superficie en la acera del lado norte para habilitar este carril de paso. En la zona de construcción del pozo.

En la segunda fase de construcción del pozo, ocuparemos la zona sur de la carretera y por lo tanto habilitaremos los dos carriles de paso, uno por sentido, sólo por la zona norte de las obras. Como en los desvíos para las estaciones, el número de carriles de la carretera se irá reduciendo progresivamente a medida que nos acercamos a la zona de obras.

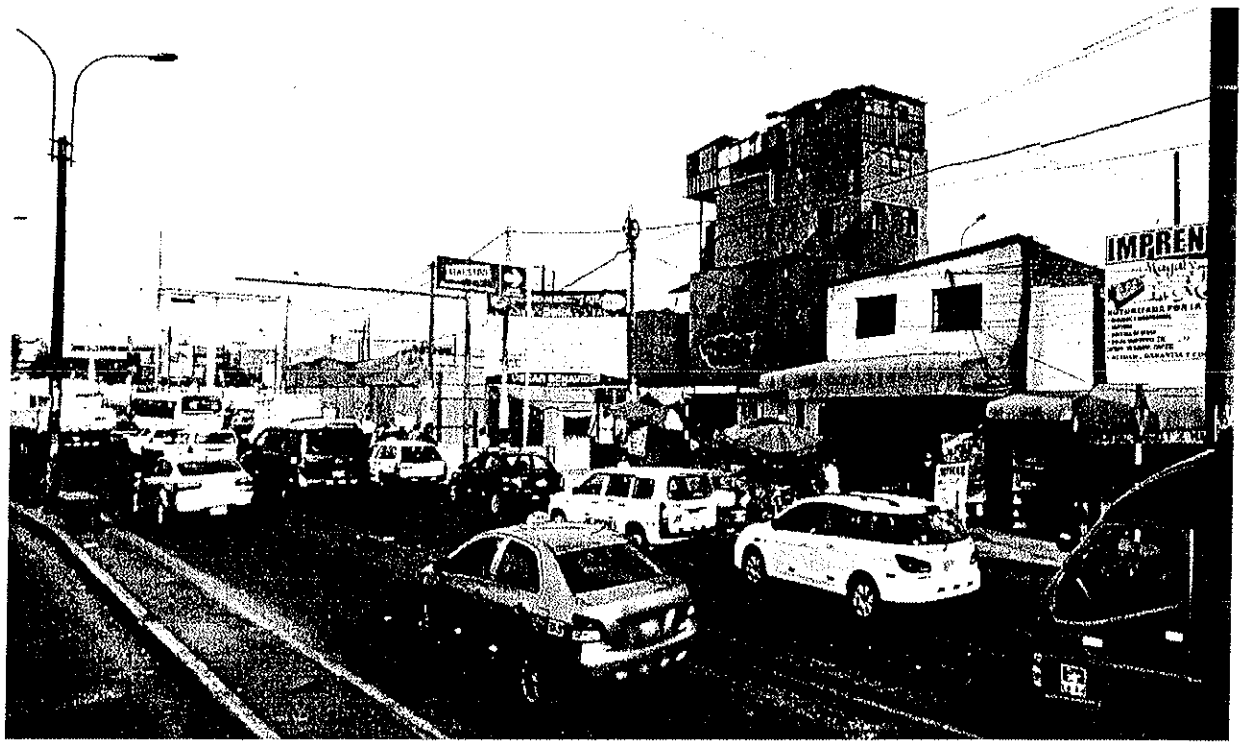


Imagen 3. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Ate. Se observa la zona que se ocupará para la construcción del pozo de ventilación 20 y los accesos al mismo.

1.3.3.3 Desvío de tránsito estación Óvalo Santa Anita

La estacíon Óvalo Santa anita de la nueva Línea 2 del Metro de Lima se construirá en la Carretera Central cerca de la intersección con la Avenida La Molina. A fin de poder mantener el tránsito de vecinos y servicios por la Carretera Central, se procede a una disminución progresiva del número de carriles en sentido este-oeste y oeste-este a medida que nos

012624

acercamos al perímetro de obras (delimitado siempre con una valla metálica) que ocupará la mayor parte de la superficie de la calzada. De esta forma, se reduce el número de carriles de la Carretera Central en la zona de las obras a uno por sentido, rodeando la zona de obras. Para permitir estos carriles provisionales alrededor de la valle de obras será necesaria la demolición y acondicionamiento de una superficie de la acera existente al norte y sur de la Carretera Central. La zona de paso peatonal se dispone tanto al lado norte como sur en la acera existente, aunque se verá reducida debido a la apertura del carril provisional de tránsito vehicular arriba descrito. Una vez completada la ejecución de la estación y la parte de los accesos que queden dentro del perímetro de obras se restablecerá la circulación normal por la Carretera Central, ejecutando cortes puntuales de carril para completar la obra de los accesos a la estación desde las zonas peatonales.



Imagen 4. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Ate. Se observa la zona que se ocupará para la construcción de la estación Óvalo Santa Anita. El vial de la derecha de la fotografía se utilizará para dar continuidad a la circulación por la vía en sentido Ate, mientras la zona central está afectada por el cerramiento de la obra.

1.3.3.4 Desvío de tránsito pozo de ventilación 21

El pozo de ventilación 21, situado entre las estaciones Óvalo Santa Anita y Colectora Industrial, es del tipo "cenital", habiendo de ocupar la zona media de la Carretera Central para ejecutar el pozo en una primera fase, y una segunda fase donde se ocupará la mitad sur de la carretera para ejecutar la conexión del pozo con los accesos al mismo en la zona de acera.

En la primera fase de construcción, por lo tanto, ocuparemos la zona media de la Carretera Central, dejando un carril de paso por sentido rodeando la zona de obras, perimetrada con

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
[13028]
012625

valla metálica. Los cruces con las calle De la Unión, Santa Rosa y Los Rosales no se verán afectados.

En la segunda fase de construcción del pozo, ocuparemos la zona sur de la carretera y por lo tanto habilitaremos los dos carriles de paso, uno por sentido, sólo por la zona norte de las obras. Como en los desvíos para las estaciones, el número de carriles de la carretera se irá reduciendo progresivamente a medida que nos acercamos a la zona de obras.

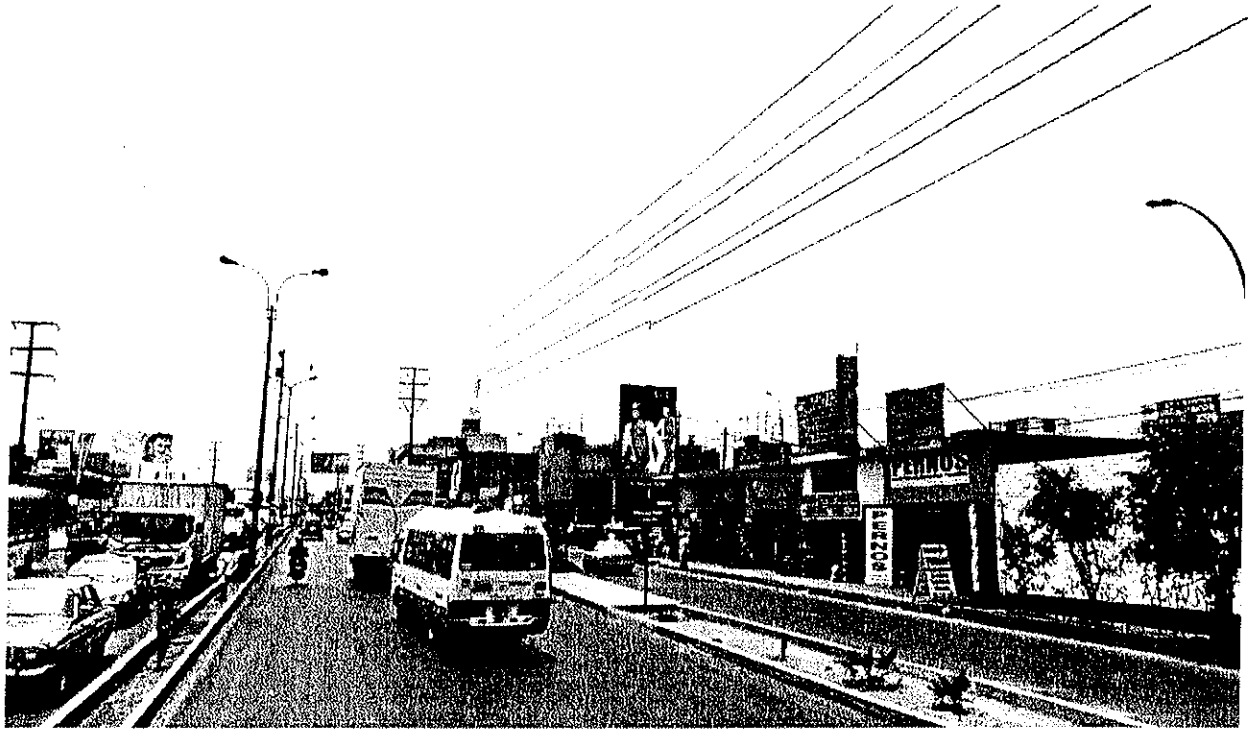


Imagen 5. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Ate. Se observa la zona que se ocupará para la construcción del pozo de ventilación 21. La zona de la derecha de la fotografía será ocupada para ejecutar los accesos y ventilación del pozo.

1.3.3.5 Desvío de tránsito estación Colectora Industrial

La estacion Colectora Industrial de la nueva Línea 2 del Metro de Lima se construirá en la Carretera Central en la intersección con la avenida Colectora Industrial. A fin de poder mantener el tránsito de vecinos y servicios por la Carretera Central, se procede a una disminución progresiva del número de carriles en sentido este-oeste y oeste-este a medida que nos acercamos al perímetro de obras (delimitado siempre con una valla metálica) que ocupará la mayor parte de la superficie de la calzada. De esta forma, se reduce el número de carriles de la Carretera Central en la zona de las obras a uno por sentido, rodeando la zona de obras. Para permitir estos carriles provisionales alrededor de la valle de obras será necesaria la demolición y acondicionamiento de una superficie de la acera existente al norte y sur de la Carretera Central. La intersección con la Colectora Industrial sólo se verá afectada en el movimiento que partiendo de la Carretera Central sentido Ate pretende enlazar con ella. La zona de paso peatonal se dispone sólo en la acera sur, debido a que la norte estará ocupada completamente por el nuevo carril provisional. Una vez completada la ejecución de la estación y la parte de los accesos que queden dentro del perímetro de obras se

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DA SABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012626

restablecerá la circulación normal por la Carretera Central, ejecutando cortes puntuales de carril para completar la obra de los accesos a la estación desde las zonas peatonales.



Imagen 6. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Ate. Se observa la zona que se ocupará para la construcción de la estación Colectora Industrial. La zona de la derecha de la fotografía se pavimentará a fin de habilitar un carril provisional de circulación alrededor del cerramiento de obra.

1.3.3.6 Desvío de tránsito pozo de ventilación 22

El pozo de ventilación 22, situado entre las estaciones Colectora Industrial y La Cultura, es del tipo "cenital", habiendo de ocupar la zona media de la Carretera Central para ejecutar el pozo en una primera fase, y una segunda fase donde se ocupará la mitad norte de la carretera para ejecutar la conexión del pozo con los accesos al mismo en la zona de acera.

En la primera fase de construcción, por lo tanto, ocuparemos la zona media de la Carretera Central, dejando un carril de paso por sentido rodeando la zona de obras, perimetrada con valla metálica. Será necesario ocupar una superficie de acera tanto en la zona norte como en la sur para habilitar estos carriles provisionales. El cruce con la calle Estrada Martínez no se verá afectado.

En la segunda fase de construcción del pozo, ocuparemos la zona norte de la carretera y por lo tanto habilitaremos los dos carriles de paso, uno por sentido, sólo por la zona sur de las obras en la calzada existente. Como en los desvíos para las estaciones, el número de carriles de la carretera se irá reduciendo progresivamente a medida que nos acercamos a la zona de obras.

012627

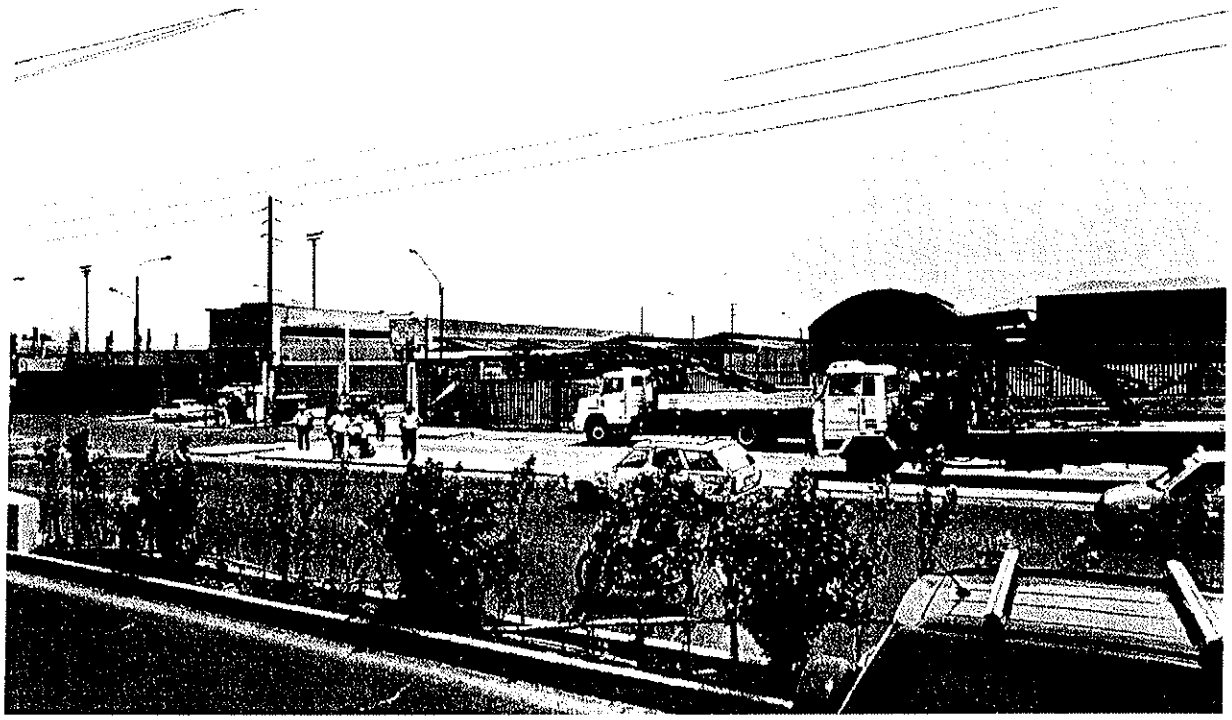


Imagen 7. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Ate. Se observa la zona que se ocupará para la construcción del pozo de ventilación 22. La zona donde se observa una puerta metálica será ocupada para ejecutar los accesos y ventilación del pozo.

1.3.3.7 Desvío de tránsito estación La Cultura

La estación La Cultura de la nueva Línea 2 del Metro de Lima se construirá en la Carretera Central cerca de la intersección con la avenida La Cultura. A fin de poder mantener el tránsito de vecinos y servicios por la Carretera Central, se procede a una disminución progresiva del número de carriles en sentido este-oeste y oeste-este a medida que nos acercamos al perímetro de obras (delimitado siempre con una valla metálica) que ocupará la mayor parte de la superficie de la calzada. De esta forma, se reduce el número de carriles de la Carretera Central en la zona de las obras a uno por sentido, rodeando la zona de obras. Para permitir estos carriles provisionales alrededor de la valle de obras será necesaria la demolición y acondicionamiento de una superficie de la acera existente en la zona sur de la Carretera Central. La intersección con la avenida La Cultura y la avenida Asturias no se verá afectada .

La zona de paso peatonal se dispone sólo en la acera norte, debido a que la acera sur estará ocupada completamente por el nuevo carril provisional. Una vez completada la ejecución de la estación y la parte de los accesos que queden dentro del perímetro de obras se restablecerá la circulación normal por la Carretera Central, ejecutando cortes puntuales de carril para completar la obra de los accesos a la estación desde las zonas peatonales.



Imagen 8. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Lima. Se observa la zona que se ocupará para la construcción de la estación La Cultura. La zona de la vía a la derecha de la fotografía (actualmente con tierra) se pavimentará a fin de habilitar un carril provisional de circulación alrededor del cerramiento de obra en sentido Lima.

1.3.3.8 Desvío de tránsito pozo de ventilación 23

El pozo de ventilación 23, situado entre las estaciones La Cultura y Mercado Santa Anita, es del tipo "cenital", habiendo de ocupar la zona media de la Carretera Central para ejecutar el pozo en una primera fase, y una segunda fase donde se ocupará la mitad norte de la carretera para ejecutar la conexión del pozo con los accesos al mismo en la zona de acera.

En la primera fase de construcción, por lo tanto, ocuparemos la zona media de la Carretera Central, dejando un carril de paso por sentido rodeando la zona de obras, perimetrada con valla metálica. El cruce con la avenida La Cultura no se verá afectado.

En la segunda fase de construcción del pozo, ocuparemos la zona norte de la carretera y por lo tanto habilitaremos los dos carriles de paso, uno por sentido, sólo por la zona sur de las obras en la calzada existente. Como en los desvíos para las estaciones, el número de carriles de la carretera se irá reduciendo progresivamente a medida que nos acercamos a la zona de obras.

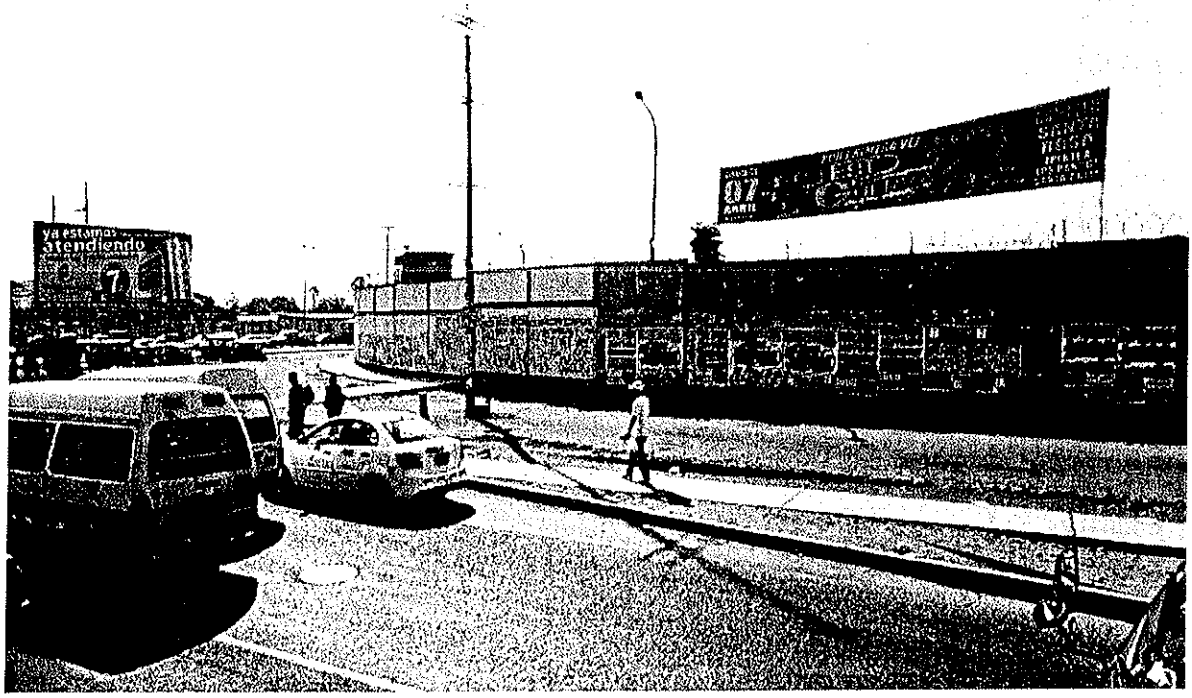


Imagen 9. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Lima. Se observa la zona que se ocupará para la construcción del pozo de ventilación 23. Entre el cerramiento que se aprecia al fondo y la calzada se ejecutarán los accesos y ventilación del pozo.

1.3.3.9 Desvío de tránsito estación Mercado Santa Anita

La estacion Mercado Santa Anita de la nueva Línea 2 del Metro de Lima se construirá en la Carretera Central cerca de la intersección con la Separadora Industrial. A fin de poder mantener el tránsito de vecinos y servicios por la Carretera Central, se procede a una disminución progresiva del número de carriles en sentido este-oeste y oeste-este a medida que nos acercamos al perímetro de obras (delimitado siempre con una valla metálica) que ocupará la mayor parte de la superficie de la calzada. De esta forma, se reduce el número de carriles de la Carretera Central en la zona de las obras a uno por sentido, rodeando la zona de obras. Para permitir estos carriles provisionales alrededor de la valle de obras será necesaria la demolición y acondicionamiento de una superficie de la acera existente en la zona norte de la Carretera Central. La intersección con la Separadora Industrial para los vehículos que quieran acceder a ella viniendo por la Carretera Central en sentido Lima será resulta mediante la ejecución de un vial provisional que las conectará directamente evitando la zona de obras; este vial provisional de enlace tendrá dos posiciones según la fase de ejecución de las obras, dada la necesidad de liberar espacio por la construcción de las pantallas para la conexión entre el túnel de la línea y el patio de talleres. La zona de paso peatonal se dispone sólo en la acera norte, debido a que la acera sur estará ocupada completamente por el nuevo carril provisional. Una vez completada la ejecución de la estación y la parte de los accesos que queden dentro del perímetro de obras se restablecerá la circulación normal por la Carretera Central, ejecutando cortes puntuales de carril para completar la obra de los accesos a la estación desde las zonas peatonales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA [130331]

012630

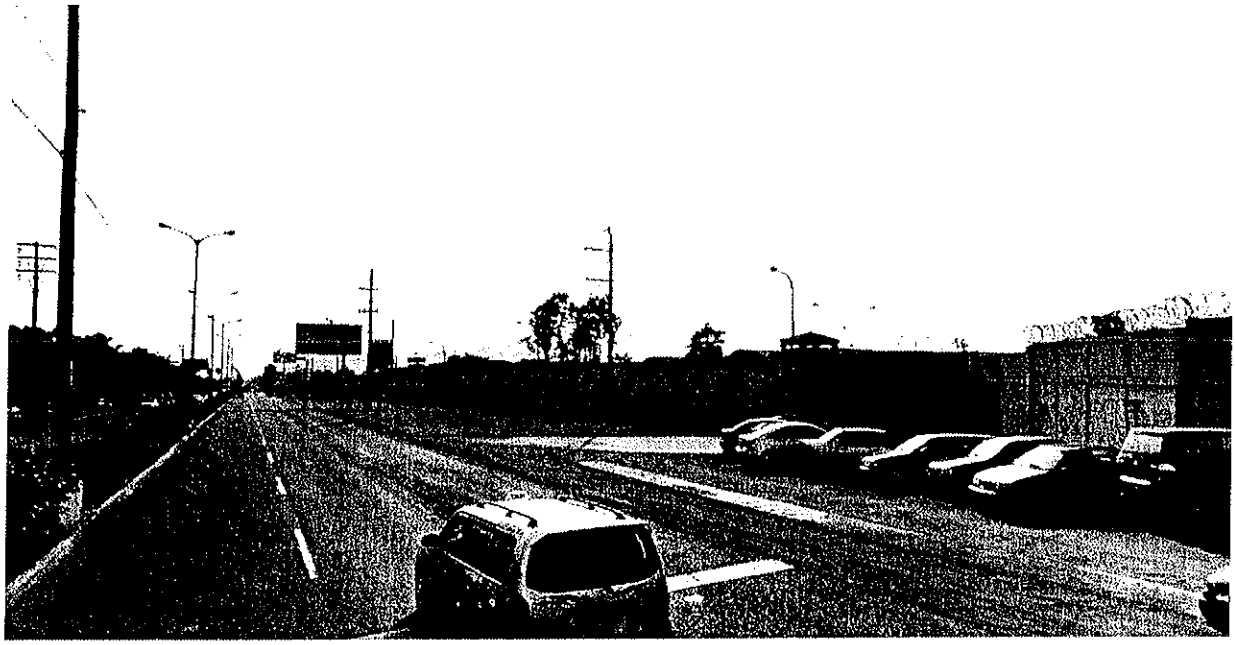


Imagen 10. Fotografía de la Carretera Central, vista en sentido Lima. Se observa la zona que se ocupará para la construcción de la estación La Cultura. La zona de la vía a la derecha de la fotografía (actualmente con tierra) se pavimentará a fin de habilitar un carril provisional de circulación alrededor del cerramiento de obra en sentido Lima.

1.3.4 Plan de señalización

Conforme el tipo de desvío (básicamente, de dos tipos: de estación o de pozo de ventilación) se han definido las cantidades de dispositivos de control de tránsito vehicular a utilizarse en las vías afectadas, como señales verticales, parantes perimétricos, cercos elaborados con mallas hdp de seguridad color naranja, cintas de seguridad color amarilla, conos de seguridad de 0.70m, cilindros de PVC y otros dispositivos de acuerdo al Manuel de Dispositivos de Control de Tránsito R.M. 210-2000-MTC.

Stock de Seguridad.

Se contará con un 10% adicional como stock de cada dispositivo para los casos de deterioro, sustracción y/o emergencia.

Campo de Aplicación

Esta parte se refiere a los principios, normas de diseño, aplicación y mantenimiento de los diferentes dispositivos de control de tránsito automotor y dispositivos especiales de seguridad, aplicables en las zonas donde se ejecutaran las obras de estaciones y pozos y obras complementarias.

Responsabilidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La Autoridad competente, y los constructores de la obra objeto del estudio que se ejecutará en las vías públicas, son solidariamente responsables por los daños que se causen a terceros debido a la falta de señalización que advierta la ejecución de las obras, o a su insuficiencia y/o inadecuada instalación y mantenimiento.

Señales Verticales

La función de las señales verticales es proporcionar seguridad a los usuarios peatones y trabajadores y de guiar el tránsito a través de los posibles itinerarios alternativos durante la ejecución de la obra. Dentro de este tipo de señalización encontramos 4 grupos: señales preventivas, señales restrictivas (o de reglamento), señales informativas y señales de seguridad.

Canalizadores o Dispositivos Auxiliares

Tendrán por objeto encauzar el tránsito de vehículos y peatones a lo largo de la obra, para indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección de la ruta con motivo de la obra. Se clasifican en:

- Barreras o Tranqueras: móviles, portables o permanentes
- Dispositivos Luminosos: lámparas, linternas y lámparas de destellos
- Cintas de Seguridad
- Mallas de Seguridad
- Conos, Cilindros de PC Y Parantes Perimétricos.
- Conos de Seguridad de P.V.C. flexible
- Señales Manuales.

Canalización de Tráfico e Iluminación Nocturna

Se colocara una fila de conos de transito u otros elementos de canalización como los postes perimétricos y cintas de seguridad, para encauzar y guiar la circulación vehicular que pasa por el lugar de los trabajos y sobre o entre ellos se desplegará luces de peligro durante la noche, cuando se presenten condiciones de visibilidad deficientes durante el día y cuando imperen malas condiciones climáticas. La Longitud de la guía luminosa aumentará en relación con la velocidad del flujo vehicular.

Las luces de peligro no excederán los 1.2 metros sobre el nivel del suelo. Las lámparas usadas al efecto proyectarán luces intermitentes cuando se ubican a lo largo de la transición del ancho de la calzada. Las instaladas a lo largo del tramo de una vía mantendrán un ancho constante emitiendo luz constante o luz intermitente, o alternadamente ambos tipos.

Barrera de Tránsito – Barreras para Peatones

Para cercar o delimitar el espacio de trabajo se instalarán barreras de transito al interior del área delimitada por conos o postes perimétricos con cinta de seguridad.

Cuando el espacio de trabajo exceda los 20 metros de longitud se determinará con barreras instaladas en forma aislada y con cintas plásticas de obras.

Planos de señalización

Todos los criterios anteriormente expuestos se definen específicamente en el contexto de la zona de obra para cada estación y pozo de ventilación en el capítulo de planos de "Interferencias. Plano de desvíos locales".

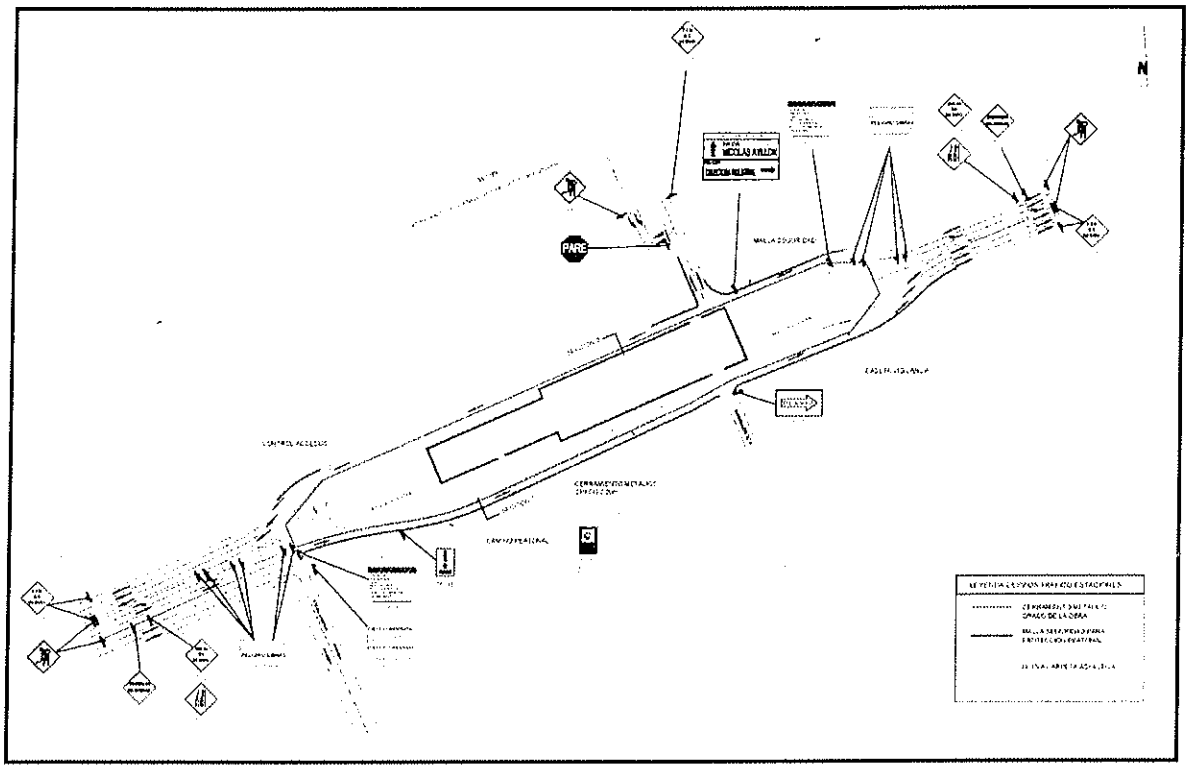


Imagen 11. Plano tipo de señalización del desvío de tránsito en el ámbito de la construcción de una estación.

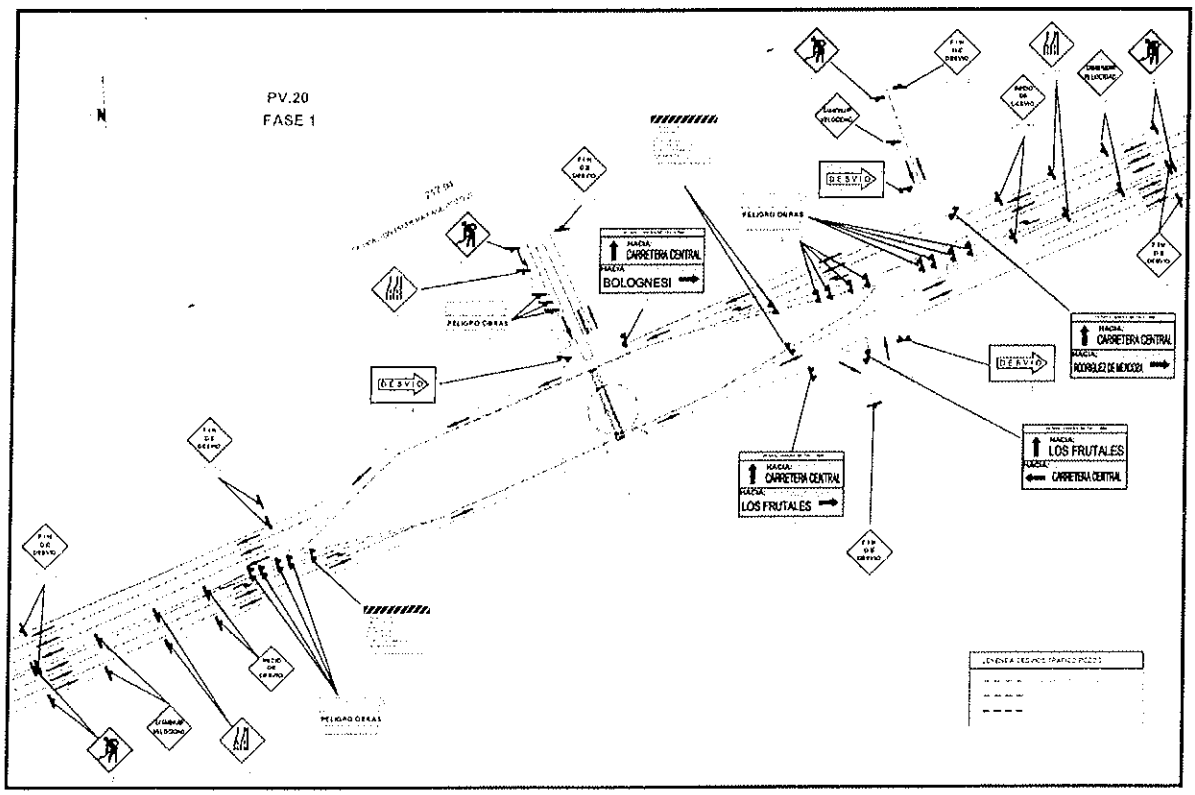


Imagen 12. Plano tipo de señalización del desvío de tránsito en el ámbito de la construcción de un pozo

1.3.5 Seguridad Vial

Principios Básicos

Consorcio Nuevo Metro de Lima señalizará los trabajos y protegerá adecuadamente de modo que no existan riesgos de accidentes, para lo cual pondrán en ejecución las propuestas y recomendaciones que genere el Estudio de Impacto Vial, en el que se planificará como se hará y que equipamiento utilizará para cada circunstancia, las que están de acuerdo a lo establecido por las autoridades competentes y la normatividad vigente.

Los dispositivos de control recomendados para la zona de trabajo serán instalados antes de dar inicio a las obras, manteniéndose adecuadamente durante la totalidad del proceso de ejecución. En los trabajos a realizarse por etapas se colocarán aquellos dispositivos correspondientes a la etapa en la ejecución.

En los casos del control del tránsito, durante la noche se utilizarán señales reflectivas y dispositivos de iluminación (linternas, luces intermitentes).

Las señales y los demás dispositivos durante la ejecución de las obras, se mantendrán limpios y legibles; en el caso que no reúnan las condiciones descritas serán reemplazados inmediatamente.

Las tranqueras y los postes o soportes de las señales estarán debidamente construidos; y en el caso de sufrir deterioro serán reemplazados o reparados inmediatamente.

Obligación Indispensable

Todas las personas que laboran en la obra o que se encuentren de visita en el estarán provistos siempre de una chaqueta o chaleco reflectante de alta visibilidad. De acuerdo a la obra, en algunos casos se implementaran otro vestuario o equipamiento de protección necesario.

Instalación de Señalización en Forma Adecuada

Para asegurar las señales y los elementos de protección de modo que no se suelten ni puedan ser removidos por los vehículos que pasan por el lugar, se usaran sacos que contengan tierra o arena.

Se implantará la primera señal oficial lejos de los trabajos, para dar una advertencia adecuada y anticipación del peligro, y luego las siguientes en forma correctamente.

Previa consulta a la autoridad competente y debida a que los conductores por la ejecución de las obras en algunos casos no pueden cumplir con las señales de tránsito pertinentes, estas estarán cubiertas transitoriamente para no confundir al usuario de la vía.

Visibilidad de la Señalización

En general todas las señales serán reflectantes. En momentos de baja visibilidad o de malas condiciones climáticas, se habilitará señalización adicional o se suspenderá los trabajos.

Vías de Tránsito Bidireccional.

En las vías con doble sentido de tránsito las señales se colocarán enfrentando la circulación vehicular en ambas direcciones.

Excedente de Señalización

Todas las señales o equipamientos que dejen de ser necesarios durante o al termino del trabajo, serán ilegales. Su permanencia en las vías solo contribuirán a desacreditar la señalización en general y a confundir a los usuarios de estas. Por ello, serán retirados inmediatamente.

Limpieza

No se permitirá la presencia de tierra barro u otro material que provenga del lugar del trabajo sobre la calzada o acera. Si esto se produce accidentalmente, se limpiarán lo más rápido posible.

Zona de Trabajo

Es el espacio que rodea a una excavación, a una cámara abierta, etc., o lugar donde se está trabajando, en el se necesitara guardar herramientas, material excavado, equipos y maquinaria. Es también el espacio adoptado para el movimiento de maquinarias y obreros durante la realización de la obra.

El espacio de trabajo será lo suficientemente amplio, como para asegurar que el movimiento y operación de las maquinaria empleada (por ejemplo palas mecánicas, retroexcavadoras u otras) no se vea obstaculizado por la presencia de materiales u otros elementos existentes en la obra. También se garantizará que la operación de la maquinaria no invada la zona de seguridad.

Zona de Seguridad

Es la zona que se proveerá para protegerse del tráfico y para resguardar al tráfico del desarrollo de las obras. No se ingresará a la zona de seguridad mientras se desarrollan los trabajos. Los materiales u equipos utilizados tampoco se ubicarán en esta zona. Solo se ingresará a ella para mantener los conos y/o poste perimétrico y otras señalizaciones requeridas.

Siempre que el personal se encuentre presente en las obras se les proveerá de un espacio de trabajo y una zona de seguridad adecuados. Sin embargo, cuando el espacio de trabajo se encuentre desocupado, este será reducido al máximo a fin de obstaculizar el transito lo menos posible. En todo caso, siempre se mantendrá una zona de seguridad.

Se utilizará sólo señalización indicada en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras y la Cartilla de Señalización correspondiente, cartilla que es

12635

NOMBRE	fecha inicio (EJECUCION DEL DESVIO)	fecha final (EJECUCION DEL DESVIO)	Duración EJECUCION DEL DESVIO (días)	fecha inicio (DEL DESVIO)	fecha final (DEL DESVIO)	Duración DEL DESVIO (días)
Estación Evitamiento	01-Aug-14	23-Aug-14	20	01-Aug-14	20-Jan-15	150
Estación Óvalo de Santa Anita	01-Aug-14	23-Aug-14	20	01-Aug-14	24-Jan-15	154
Estación Colectora Central	01-Aug-14	23-Aug-14	20	01-Aug-14	16-Apr-15	236
Estación La Cultura	01-Aug-14	23-Aug-14	20	01-Aug-14	27-Apr-15	247
Estación Mercado Santa Anita	01-Aug-14	23-Aug-14	20	01-Aug-14	08-Apr-15	228
P.V. 20	01-jul-14	07-jul-14	5	01-jul-14	03-Aug-15	392
P.V. 21	01-jul-14	07-jul-14	5	01-jul-14	16-jun-15	344
P.V. 22	01-jul-14	07-jul-14	5	01-jul-14	24-jul-15	382
P.V. 23	01-jul-14	07-jul-14	5	01-jul-14	29-Apr-15	296

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13038]

proporcionada por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU), como puede apreciarse en los listados: la codificación respectiva.

1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEÑALIZACIÓN

1.4.1 Señales Verticales

Color:

En lo referente a los colores se utilizará el color naranja para el fondo, mientras que para las leyendas, caracteres, símbolos se utilizaran filetes de color negro.

Posición De Las Señales:

Las señales serán ubicadas en un lugar que permita la mayor efectividad y claridad del mensaje que se desea transmitir, teniendo en cuenta las características individuales de cada vía; permitiendo así que el conductor reciba el mensaje oportunamente y con la debida anticipación. La ubicación en general será del lado derecho e izquierdo del sentido del tránsito alternando en forma de zigzag cada 50 m.

Las señales estarán instaladas en soportes portables a fin de permitir su reubicación o cambio, sujetos a los avances y/o modificaciones de los trabajos y a los niveles del servicio del flujo vehicular de la vía interferida.

En cuanto a la altura se recomienda mantenerlas uniformes a 2.10 metros del nivel de la acera.

Clasificación:

Las señales a ser utilizadas en el desarrollo de las obras están clasificados en:

- Señales Preventivas.
- Señales Informativas.
- Señales Reglamentarias.
- Señales de Seguridad.

Señales Preventivas

Las señales de prevención son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía que implican un peligro potencial y naturaleza de éste, motivada por la ejecución de la obra; así como, proteger a peatones, trabadores y equipos de posibles accidentes. Son de forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical, dimensiones de 0.75m X 0.75m.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
PC-2	DESVIO A...METROS
PC-2A	INICIO DE DESVIO
PC-2B	FIN DE DESVIO
PC-3	CALLE CLAUSURADA
PC-4	SOLO UN CARRIL A ... M

PC-4A	SOLO UN CARRIL FLECHA DERECHA
PC-4B	SOLO UN CARRIL FLECHA IZQUIERDA
PC-7	DESPACIO OBRAS
PC-12	DISMINUIR VELOCIDAD
PC-13	OBRAS A...METROS
P-19	CARRIL DERECHO ANGOSTAMIENTO
P-20	CARRIL IZQUIERDO ANGOSTAMIENTO
P-47	HOMBRES TRABAJANDO
P-25	DOBLE SENTIDO
PC-6	DESVIO IZQUIERDA
PC-14	DESVIO DERECHA

Cuadro 1. Señales preventivas

Señal Restrictiva o Reglamentarias

Se emplearán para indicar a los conductores ciertas restricciones y prohibiciones que regulan el uso de las vías por donde se ejecutarán las obras; en los puntos conflictivos se utilizarán las señales restrictivas especiales siguiendo las norma tanto de tamaño, forma y colores establecidos, siendo necesario precisar que su violación constituye un delito. Tienen forma rectangular con su mayor dimensión horizontal. Dimensiones de 0.90 m x 0.60 m, el R-3 de 1.10m x 0.80m. Ver Cartilla de Señales.

CODIGO	DESCRIPCION
R-3	SIGA DE FRENTE
R-4	NO HAY PASO
R-6	NO VOLTEA A LA IZQUIERDA
R-8	NO VOLTEA A LA DERECHA
R-30	MÁXIMA VELOCIDAD
R-20	PEATÓN TOME SU IZQUIERDA
R-20A	PEATÓN TOME SU DERECHA

Cuadro 2. Señales reglamentarias

Señales Informativas

Tiene por objeto guiar a los conductores en forma ordenada y segura, de acuerdo con los cambios temporales necesarios como producto de la ejecución de las obras. Tienen la forma rectangular con su mayor dimensión horizontal. Dimensiones de 1.50m X 2.40m, 1.20m X 2.00m y 0.85m X 1.50m. Ver la Cartilla de Señales.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
RC-1	AV. ... CLAUSURADA USAR VÍAS ALTERNAS
RC-2	CA. CLAUSURADA A ... METROS
I-17A	AV. ... IZQUIERDA
I-17B	AV. ... DERECHA

Cuadro 3. Señales informativas

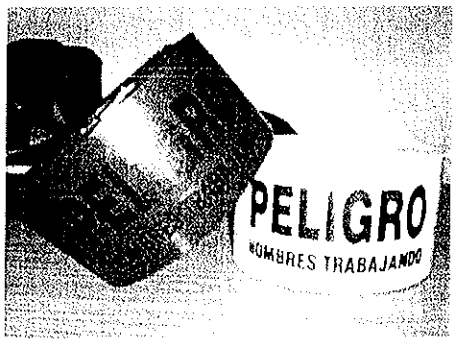
Señales de Seguridad

Señales de Seguridad de acuerdo a la Norma Técnica Peruana Nº NTP 399.010-1-2004 la zona de trabajos donde se ejecutan las obras contarán con señales preventivas como de Caída de objetos, riesgo de derrumbe, Peligro de caídas, señales de prohibición como Prohibido ingreso de peatones, señales informativas como peatón tomar su derecha o izquierda, cartel para equipo contra incendio y señales de obligación como de equipo de protección obligatorio a lo largo de los frentes de trabajo.

1.4.2 Canalizadores o Dispositivos Auxiliares

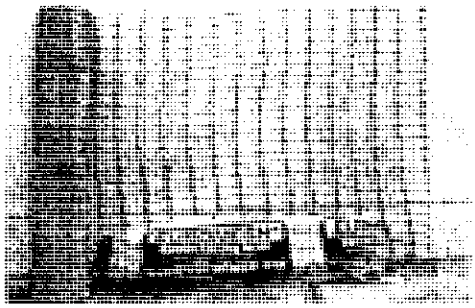
Se clasifican en:

- Barreras o Tranqueras:
  - Móviles
  - Portables
  - Permanentes
- Dispositivos Luminosos:
  - Lámparas
  - Linternas
  - Lámpara de destellos
- Cintas de Seguridad:
  - 500 m cada rollo, contienes impreso "PELIGRO HOMBRES TRABAJANDO".



- Mallas de Seguridad

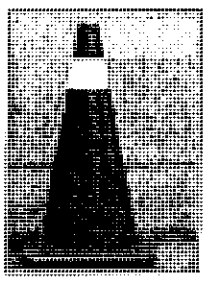
  - 50 m. cada rollo de 1m de altura, para mayor visibilidad.



- Conos, Cilindros de PC Y Parantes Perimétricos.

- Conos de Seguridad de P.V.C. flexible

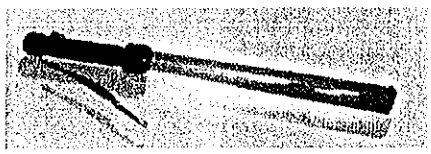
  - De 28" con cintas reflectiva de 2" grado ingeniería, cilindros de seguridad naranja de h= m con bandas de cintas reflectiva grado ingeniería, cilindro metálicos pintados de naranja fosforescente y blanco a manera de banda (a manera de barricada rellenos de arena).



- Señales Manuales.

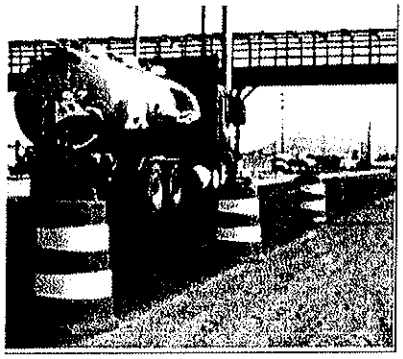
  - Las señales manuales son banderas y lámparas operadas manualmente que sirven para controlar el tránsito de vehículos y peatones en las zonas a lo largo de la obra.

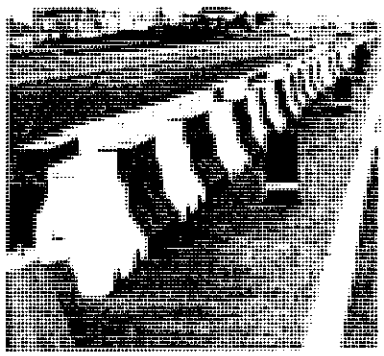




1.4.3 Barrera de Tránsito – Barreras para Peatones

Cuando se trate de excavaciones en lugares transitados por peatones no se podrá utilizar cintas plásticas, adoptándose las medidas necesarias para protegerlos, como barrera para peatones, las que se ubicarán a una distancia suficiente de la excavación, de modo que impidan caídas a ésta. Las barreras estarán firmes de manera de que no puedan ser derribada.





012641

O.1.4	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.4 ESTUDIO DE DESVÍOS DE TRÁFICO

APÉNDICE 1.PLANOS

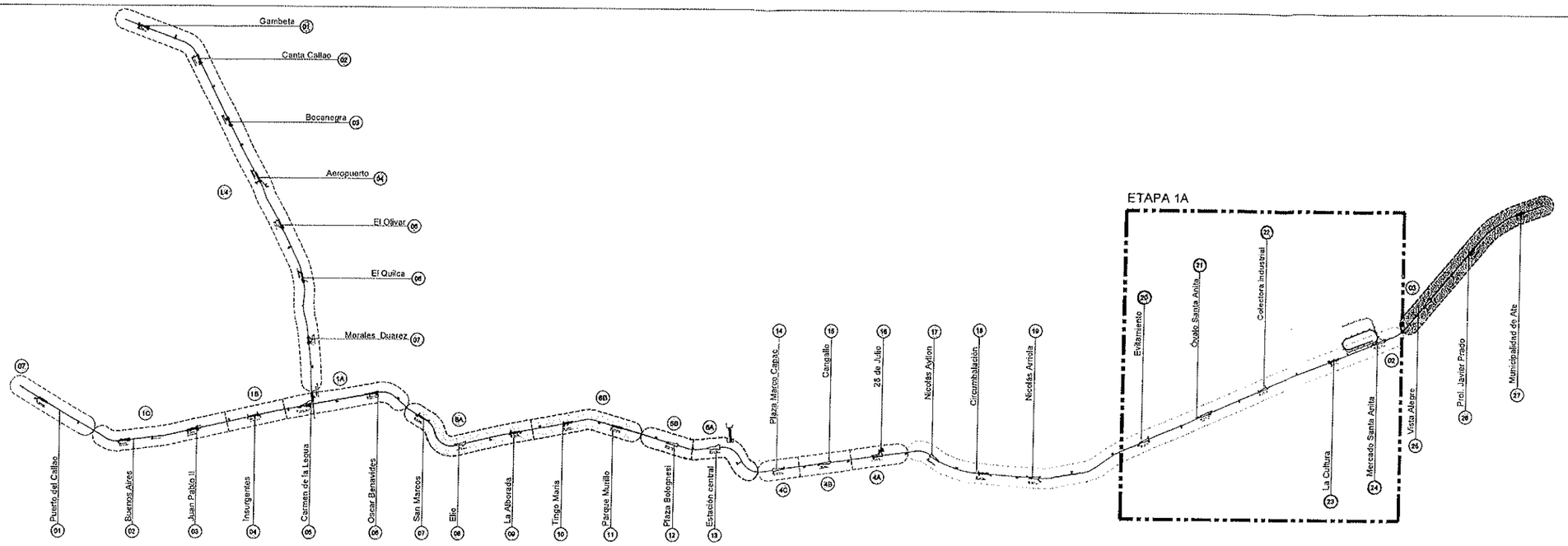
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

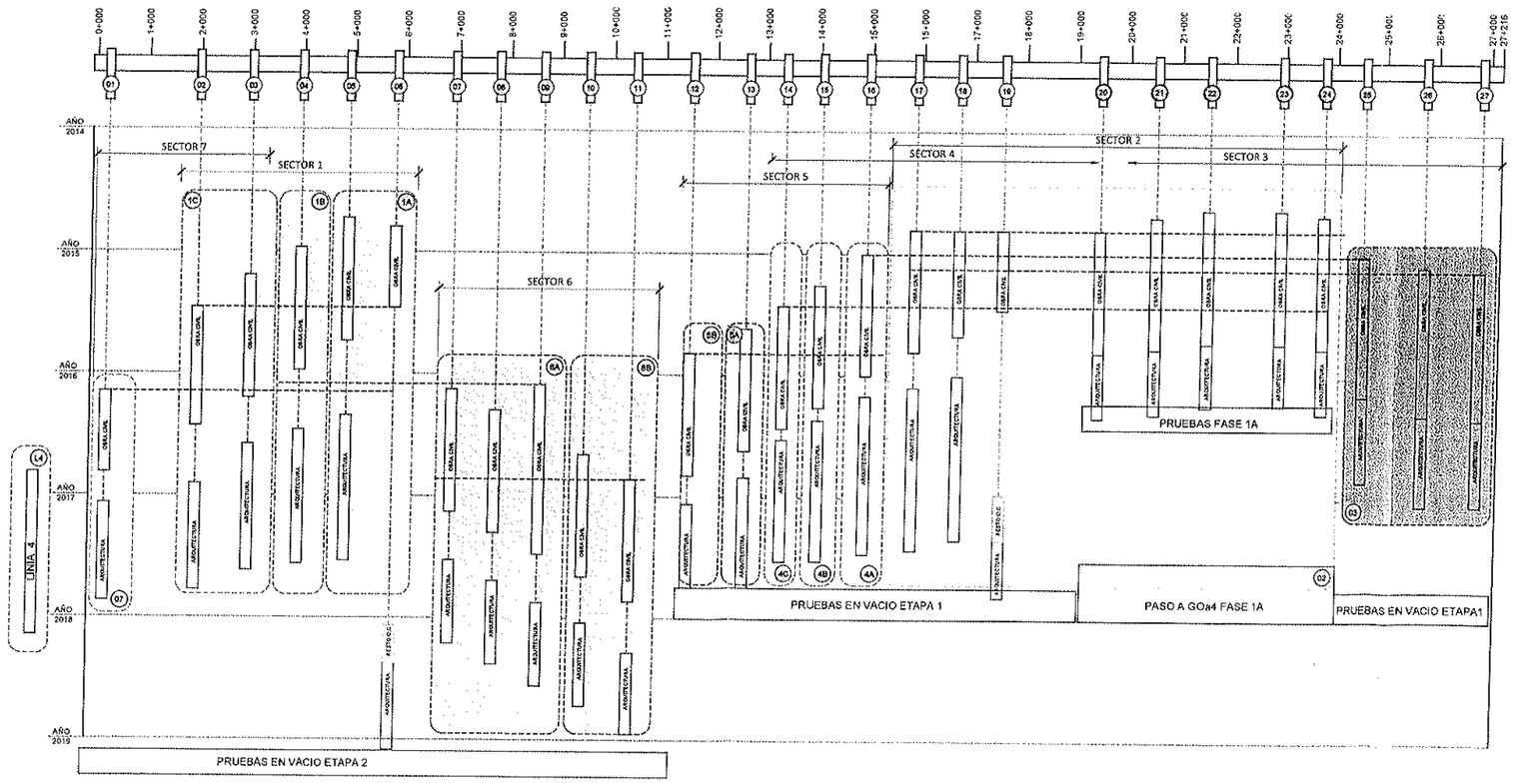
CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-E-GEN-EST	ESQUEMA DE LOS DESVÍOS GENERALES.	1/40.000	1
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-EST	PLAN DE DESVÍOS GENERALES. SECTOR 2. LÍNEA 2	1/5.000	4
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST	PLAN DE DESVÍOS LOCALES.ESTACIONES. PLANTAS	1/S00	12
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-SEC	PLAN DE DESVÍOS LOCALES.ESTACIONES. SECCIONES TRANSVERSALES	1/200	1
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-DET	PLAN DE DESVÍOS LOCALES.ESTACIONES. DETALLES	S/E	1
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-POZ	PLAN DE DESVÍOS LOCALES. POZO. PLANTAS	1/S00	8
PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-POZ-SEC	PLAN DE DESVÍOS LOCALES. POZOS.SECCIONES TRANSVERSALES	1/200	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13046]

012643





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:20000
FECHA: FEBRERO 2014

INTERFERENCIAS
ESQUEMA DE LOS DESVIOS GENERALES
LÍNEA 2 Y LÍNEA 4

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-E-GEN -P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

1504-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-E-GEN-P001-P001.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dgr documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1504-ploc-gen-int-e1a-pdv-e-gen-p001-p001.dwg - 12/02/2014 - 11:50

P. CALLAO

ATE

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO

- DESVÍO TRAFICO PESADO ESTE
- DESVÍO TRAFICO PESADO OESTE
- DESVÍO TRAFICO PÚBLICO ESTE
- DESVÍO TRAFICO PÚBLICO OESTE
- DESVÍO TRAFICO PRIVADO ESTE
- DESVÍO TRAFICO PRIVADO OESTE

REPARACIÓN CARPETA ASFÁLTICA

PC-2B PC-2A I-17C1 I-17C I-17C2 PC-12 R-3 PC-6 PC-14

(17) Nicolás Ayllon
Progresiva=15+817.00

(18) Circunvalación
Progresiva=16+670.02

(19) Nicolás Arriola
Progresiva=17+498.24

1. Puente del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Elio
9. Los Alfareros
10. Tingo María
11. Parque Murillo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Manco Cápac
15. Cangallo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllon
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Extremadura
21. Grau, Puente Ayllo
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mariscal Benito Andía
25. Vista Alegre
26. Pral. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

SECTOR 7 SECTOR 1 SECTOR 6 SECTOR 5 SECTOR 4 SECTOR 2 SECTOR 3 SECTOR E4

N

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
QUESA | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:5000
FECHA: FEBRERO 2014

INTERFERENCIAS
PLAN DE DESVIOS GENERALES
SECTOR 2. LÍNEA 2

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-P-001
HOJA: 01 de 04
REVISION: 0

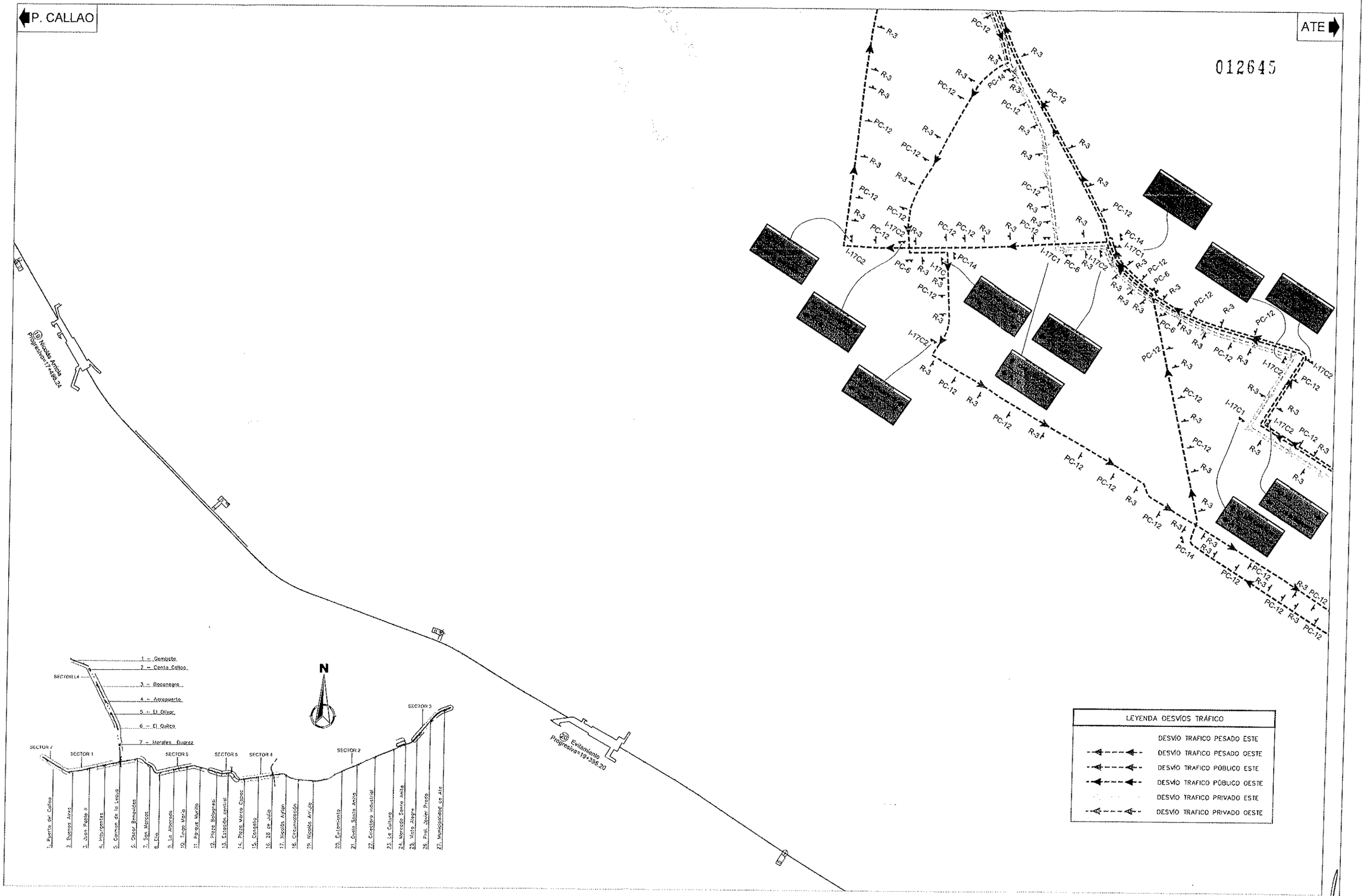
1504-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-P006-P009.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-ep interferencias servicios publicos\1504-ploc-gen-int-e1a-pdv-gen-p006-p009.dwg - 12/02/2014 - 11:55

P. CALLAO

ATE

012645



LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO

	DESVÍO TRAFICO PESADO ESTE
	DESVÍO TRAFICO PESADO OESTE
	DESVÍO TRAFICO PÚBLICO ESTE
	DESVÍO TRAFICO PÚBLICO OESTE
	DESVÍO TRAFICO PRIVADO ESTE
	DESVÍO TRAFICO PRIVADO OESTE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:5000
FECHA: FEBRERO 2014

INTERFERENCIAS
PLAN DE DESVIOS GENERALES
SECTOR 2, LÍNEA 2

PLANO: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN -P-002
HOJA: 02 de 04
REVISIÓN: 0

1504-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-P006-P009.dwg

D:\P02-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\00 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios públicos\1504-ploc-gen-int-e1a-pdv-gen-p006-p009.dwg - 12/02/2014 - 11:55

P. CALLAO

012646

ATE

REPARACIÓN CARPETA ASFÁLTICA

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO

- DESVÍO TRAFICO PESADO ESTE
- DESVÍO TRAFICO PESADO OESTE
- DESVÍO TRAFICO PÚBLICO ESTE
- DESVÍO TRAFICO PÚBLICO OESTE
- DESVÍO TRAFICO PRIVADO ESTE
- DESVÍO TRAFICO PRIVADO OESTE

N

SECTOR 1
1 – Cumbeto
2 – Canto Colino
3 – Ricoconegro
4 – Aeropuerto
5 – El Olivar
6 – El Grillo
7 – Morales Duarez

SECTOR 2
20. Entronques
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

SECTOR 3
1. Puente del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Bio
9. La Marina
10. Tingo María
11. Portada Martilla
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Manco Cápac
15. Caquetá
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllón
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola

SECTOR 4
SECTOR 5
SECTOR 6
SECTOR 7

(21) Óvalo Santa Anita
Progresiva=20+456.32

(22) Colectora Industrial
Progresiva=21+498.95

(23) La Cultura
Progresiva=22+743.25

(24) Mercado Santa Anita
Progresiva=23+532.23

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso | eurocestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:5000
FECHA: FEBRERO 2014

INTERFERENCIAS
PLAN DE DESVIOS GENERALES
SECTOR 2, LÍNEA 2

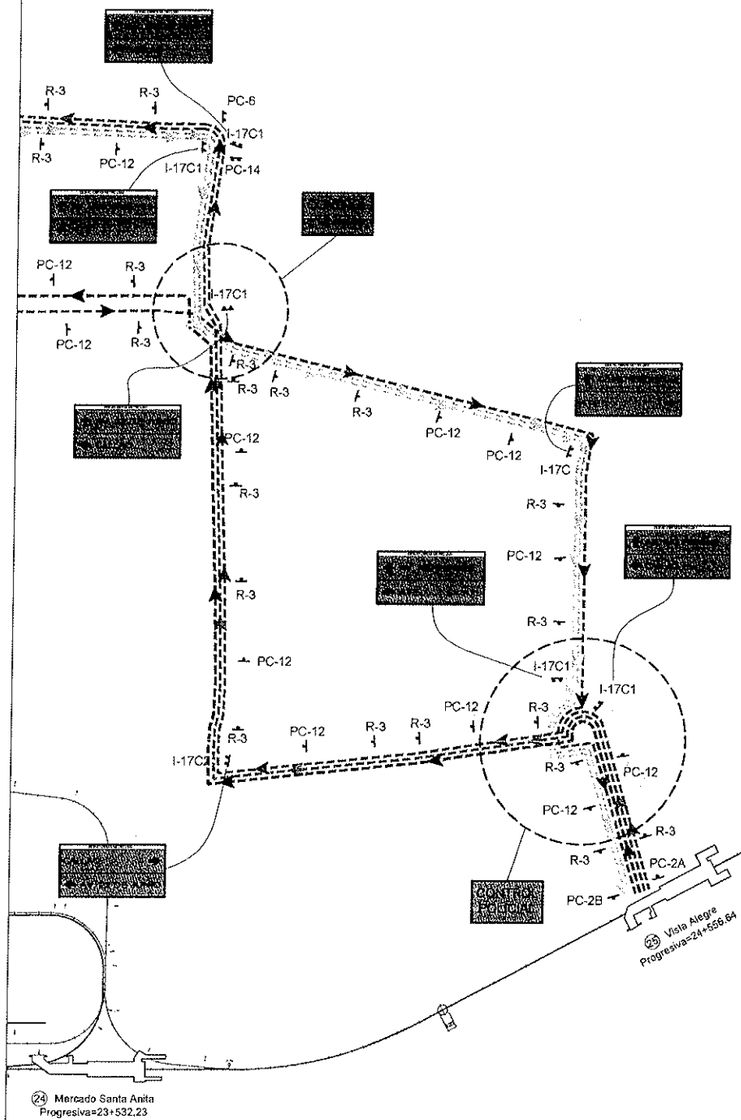
PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN -P-003
HOJA: 03 de 04
REVISIÓN: 0

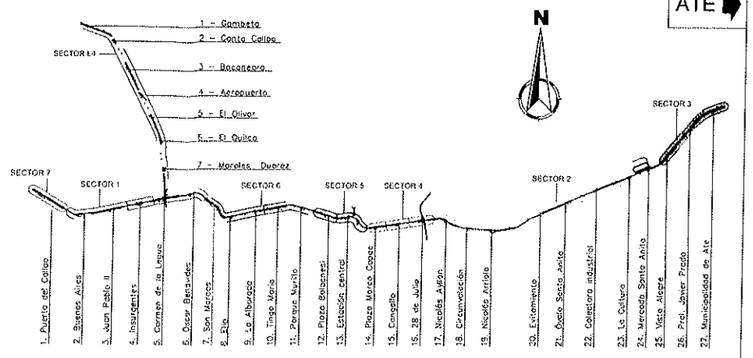
1504-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-P005-P009.dwg

o:\jx23-2522\c8 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1504-ploc-gen-int-e1a-pdv-gen-p005-p009.dwg - 12/02/2014 - 11:56

P. CALLAO

ATE





LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO
DESVÍO TRAFICO PESADO ESTE
DESVÍO TRAFICO PESADO OESTE
DESVÍO TRAFICO PÚBLICO ESTE
DESVÍO TRAFICO PÚBLICO OESTE
DESVÍO TRAFICO PRIVADO ESTE
DESVÍO TRAFICO PRIVADO OESTE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAIE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OYESO | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:5000
FECHA: FEBRERO 2014

INTERFERENCIAS
PLAN DE DESVIOS GENERALES
SECTOR 2, LÍNEA 2

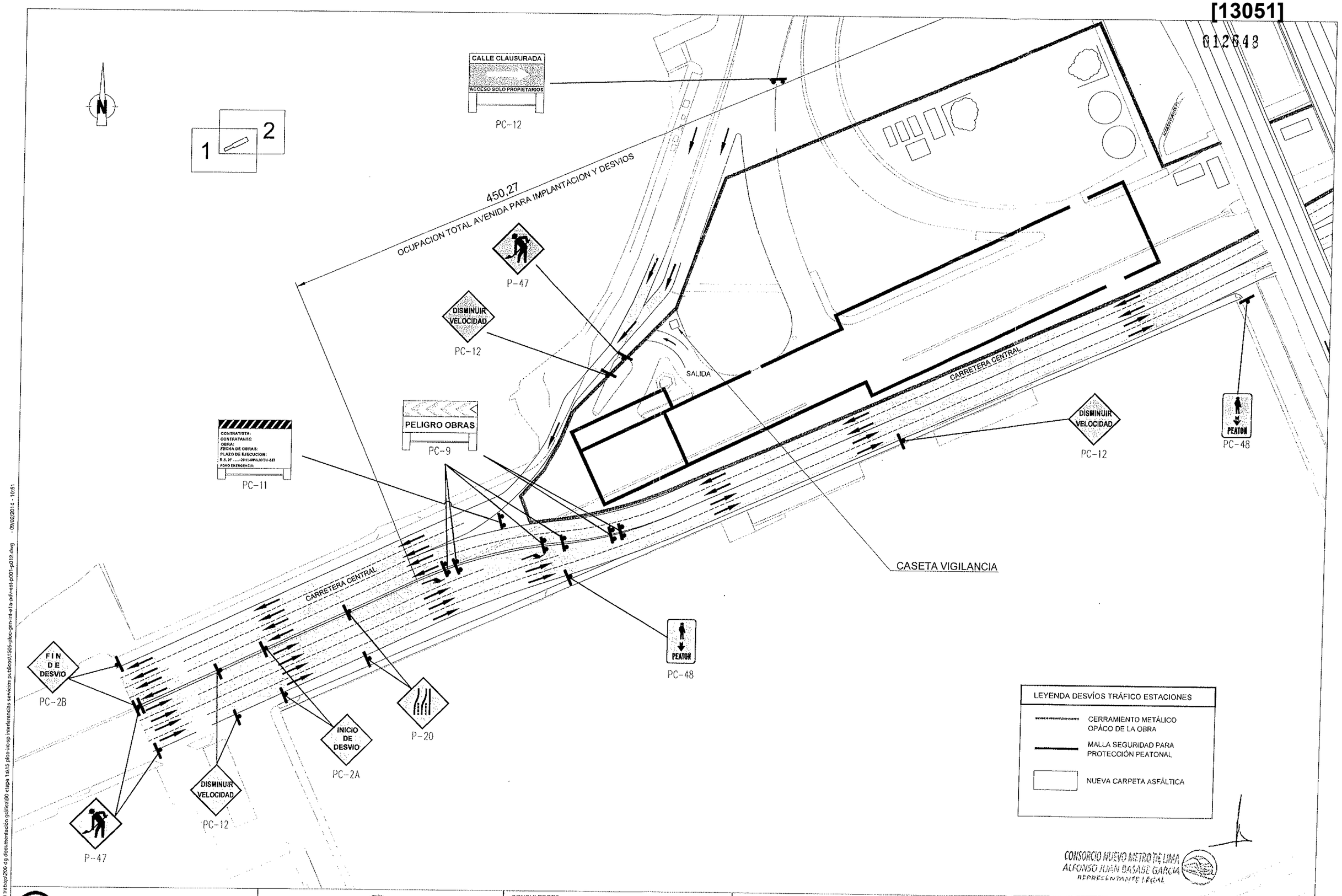
PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-P-004
HOJA: 04 de 04
REVISIÓN: 0

1504-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-GEN-P006-P009.dwg

o:\p03-552908 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1504-ploc-gen-int-e1a-pdv-gen-p006-p009.dwg - 12/02/2014 - 11:56

[13051]

012643



LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-001
HOJA: 01 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

O:\505-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:51

[13052]

012649

N

1 2

NO VOLTEAR A LA IZQUIERDA
R-6

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SÓLO PROPIETARIOS
PC-12

450.27
OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS.

VÍA DE EVITAMIENTO

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
N.S. N° ...-2011-MML/GTU-STT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

CONTROL ACCESOS

ENTRADA

INICIO DE DESVIO
PC-2A

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

P-20

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

FIN DE DESVIO
PC-2B

CARRETERA CENTRAL

PELIGRO OBRAS
PC-9

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

CASETA VIGILANCIA

SALIDA

CARRETERA CENTRAL

PEATON
PC-48

P-47

VÍA DE EVITAMIENTO

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-002
HOJA: 02 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

e:\jobs\2529\08 trabajo\209-dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-cp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 09/02/2014 - 10:51

[13053]

012650

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

1 2

284,43

OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

DESVIO
PC-14

PEATON
PC-48

SECCION 1

MALLA SEGURIDAD

CAMINO PEATONAL

CONTROL ACCESOS

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ... -2011-MML/GTU-SIT
FONO EMERGENCIA:

PC-11

SECCION 2

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

PEATON
PC-48

ENTRADA

FIN DE DESVIO
PC-2B

P-47

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

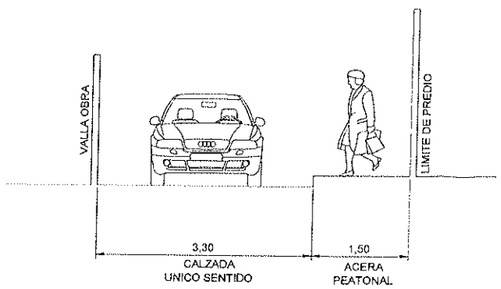
INICIO DE DESVIO
PC-2A

P-20

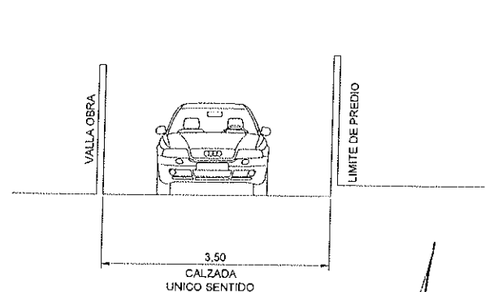
PELIGRO OBRAS
PC-9

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ... -2011-MML/GTU-SIT
FONO EMERGENCIA:

PC-11



SECCION 1
CARRIL DE ENTRADA LOCALES PROXIMOS



SECCION 2

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aquesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLAN DE DESVIOS LOCALES
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA
PLANTA

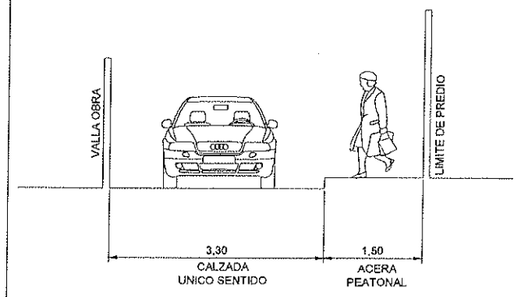
PLANO N° PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-003
HOJA 03 de 12
REVISIÓN 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

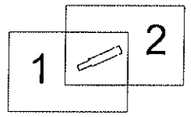
o:\pi03-2529\05 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:51

[13054]

012651



SECCION 1
CARRIL DE ENTRADA LOCALES PROXIMOS



284,43
OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

MALLA SEGURIDAD

CAMINO PEATONAL

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

SECCION 2

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

SECCION 1

CASETA VIGILANCIA

SALIDA

LA MOLINA

FIN DE DESVIO
PC-2B

P-47

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

DESVIO
PC-14

PEATON
PC-48

PC-11

FIN DE DESVIO
PC-2B

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA:
CARRETERA CENTRAL
HACIA:
LA MOLINA
I-17C

PELIGRO OBRAS
PC-9

INICIO DE DESVIO
PC-2A

P-20

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

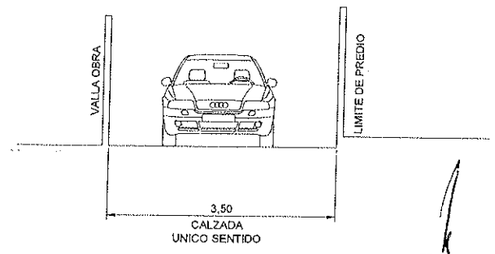
FIN DE DESVIO
PC-2B

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA:
CARRETERA CENTRAL
I-17B3

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA:
LA MOLINA
HACIA:
CARRETERA CENTRAL
I-17C

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA



SECCION 2

o:\p03-2329\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 09/02/2014 - 10:51

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BALAGUE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

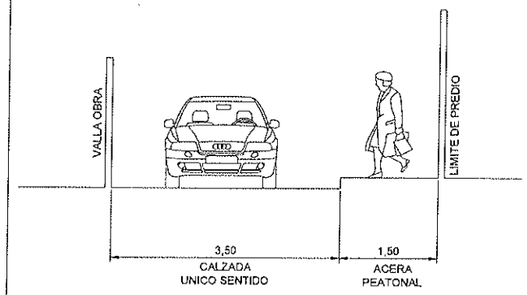
PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA
PLANTA

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-004
HOJA: 04 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

[13055]

012652



SECCION 1
CARRIL DE ENTRADA LOCALES PROXIMOS

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

340,99
OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

P-47

PARE

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: NICOLAS AYLLON
HACIA: COLECTORA INDUSTRIAL
I-17C

SECCION 2

CONTROL ACCESOS

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

DESVIO
PC-14

9 DE SEPTIEMBRE

CARRETERA CENTRAL

ENTRADA

SECCION 1

CAMINO PEATONAL

PEATON
PC-48

ESTACION DE SERVICIO

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ... -2014-MML/GTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10

RAMAL PADRE

FIN DE DESVIO
PC-2B

P-47

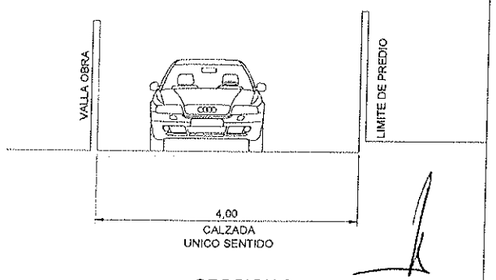
DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-20

INICIO DE DESVIO
PC-2A

PELIGRO OBRAS
PC-9

1 2



SECCION 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAUSE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-005
HOJA: 05 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

o:\pc3-2525\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:51

[13056]

012653

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

340,99

OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

COLECTORA INDUSTRIAL

FIN DE DESVIO
PC-2B

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: NICOLAS AYLLON
HACIA: COLECTORA INDUSTRIAL
I-17C

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ... -2011-MML/GTU-SIT
FONDO EMERGENCIA:
PC-11

PELIGRO OBRAS
PC-9

INICIO DE DESVIO
PC-2A

P-20

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

P-47

PARE

MALLA SEGURIDAD

FIN DE DESVIO
PC-2B

1 2

SECCION 2

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

CASETA VIGILANCIA

CONTROL ACCESOS

DESVIO
PC-14

9 DE SEPTIEMBRE

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

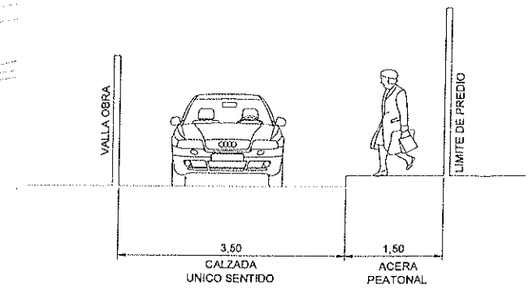
CARRETERA CENTRAL

SECCION 1

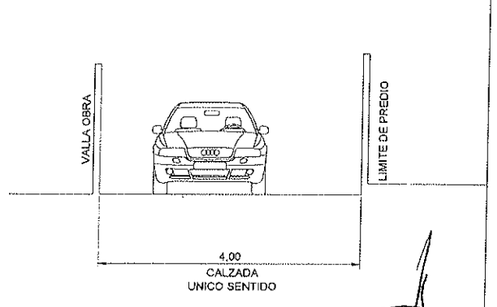
CAMINO PEATONAL

PEATON
PC-48

ESTACION DE SERVICIO



SECCION 1
CARRIL DE ENTRADA LOCALES PROXIMOS



SECCION 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-006
HOJA: 06 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

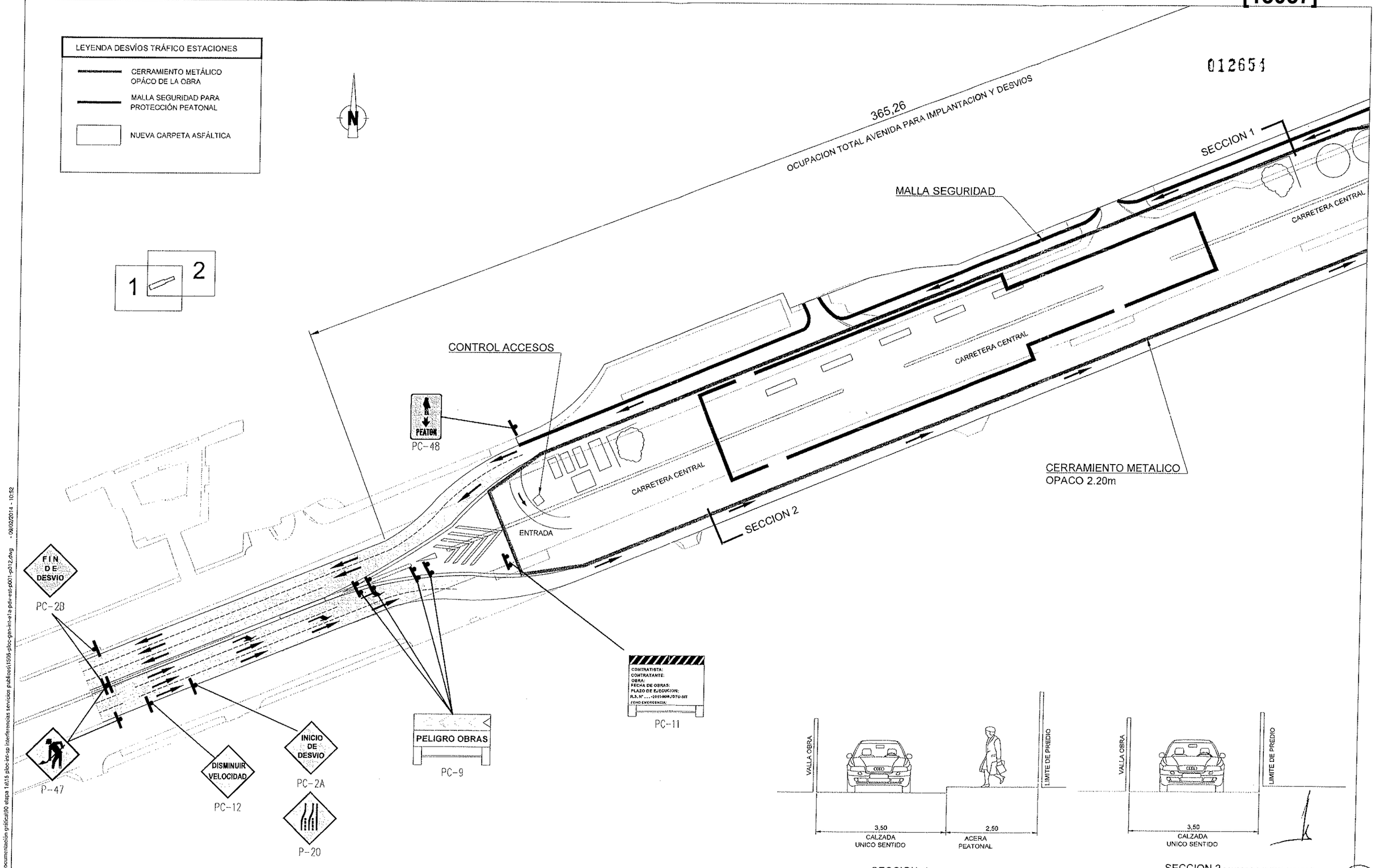
c:\p05-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:52

[13057]

012651

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA



SECCION 1
CARRIL DE ENTRADA LOCALES PROXIMOS

SECCION 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANTA

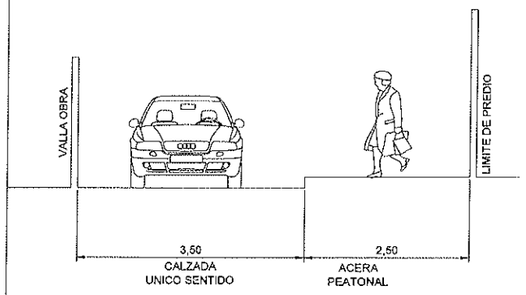
PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-007
HOJA: 07 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

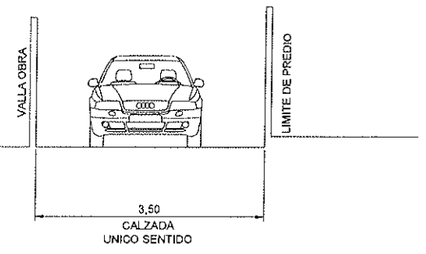
o:\p03-25\09\06 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 09/02/2014 - 10:52

[13058]

012655



SECCION 1
CARRIL DE ENTRADA LOCALES PROXIMOS



SECCION 2

365,26
OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

MALLA SEGURIDAD

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

CARRETERA CENTRAL

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

SECCION 1

SECCION 2

CASETA VIGILANCIA

P-47

PELIGRO OBRAS
PC-9

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

PEATON
PC-48

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ... -2011-MINJUS-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

FIN DE DESVIO
PC-2B

I-17C1

INICIO DE DESVIO
PC-2A

P-20

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

FIN DE DESVIO
PC-2B

DESVIO
PC-14

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

FIN DE DESVIO
PC-2B

LA CULTURA

ASTURIAS

N

1 2

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-008
HOJA: 08 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

o:\pi3-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\5 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:52

[13059]

012656

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10B

441,49
OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

EJECUCIÓN PANTALLAS
FASE 1

CONTROL ACCESOS

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

CASETA VIGILANCIA

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: SEPARADORA INDUSTRIAL
HACIA: CARRETERA CENTRAL
I-17C1

MALLA SEGURIDAD

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

ENTRADA

FIN DE DESVIO
PC-2B

PEATON
PC-48

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MVCS/OTASIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

PELIGRO OBRAS
PC-9

INICIO DE DESVIO
PC-2A

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

P-20

FASE 1

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
LÍNEA 2. ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA (FASE 1)

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-009
HOJA: 09 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

o:\p02-252908.trabajo\200 dg documentación gráfica\950 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:52

[13060]

012657

FASE 1

N

1 2

22 DE JULIO

I-17C

I-17C1

P-47

P-20

PC-2A

PC-2B

PC-12

P-47

PC-12

PC-48

PC-10B

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SÓLO PROPIETARIOS

PEATÓN

INICIO DE DESVIO

DISMINUIR VELOCIDAD

FIN DE DESVIO

22 DE JUNIO

441,49

OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

SEPARADORA INDUSTRIAL

CASETA VIGILANCIA

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: SEPARADORA INDUSTRIAL
HACIA: CARRETERA CENTRAL

I-17C1

MALLA SEGURIDAD

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

PEATÓN

PC-48

FIN DE DESVIO

PC-2B

PELIGRO OBRAS

PC-9

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. Nº ....-2011-MM/OTU-S.IT
FONO EMERGENCIA:

PC-11

EJECUCIÓN PANTALLAS
FASE 1

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA (FASE 1)

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-010
HOJA: 10 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\g90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:52

[13061]

012658

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10B

441,49
OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

1 2

N

CONTROL ACCESOS

CARRETERA CENTRAL

EJECUCIÓN PANTALLAS
FASE 2

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

CASETA VIGILANCIA

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: SEPARADORA INDUSTRIAL
HACIA: CARRETERA CENTRAL
I-17C1

MALLA SEGURIDAD

ENTRADA

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

FIN DE DESVIO
PC-2B

PEATON
PC-48

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/GTU-SIT
FONDO EMERGENCIA
PC-11

PELIGRO OBRAS
PC-9

INICIO DE DESVIO
PC-2A

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

P-20

FASE 2

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
LÍNEA 2. ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA (FASE 2)

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-011
HOJA: 11 de 12
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

o:\pc0-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 06/02/2014 - 10:52

FASE 2

N

1 2

EJECUCIÓN PANTALLAS
FASE 2

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: SEPARADORA INDUSTRIAL
I-17C1

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10B

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10B

441,49 OCUPACION TOTAL AVENIDA PARA IMPLANTACION Y DESVIOS

EJECUCIÓN PANTALLAS
FASE 2

CARRETERA CENTRAL

CARRETERA CENTRAL

SALIDA

CASETA VIGILANCIA

MALLA SEGURIDAD

CERRAMIENTO METALICO
OPACO 2.20m

P-47

22 DE JUNIO

FIN DE DESVIO
PC-2B

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: 22 DE JULIO
I-17C

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

INICIO DE DESVIO
PC-2A

012659

P-20

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

FIN DE DESVIO
PC-2B

PELIGRO OBRAS
PC-9

EJECUCIÓN PANTALLAS
FASE 2

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ... -2011-MML/GTO-SIT
ZONA EMERGENCIA:
PC-11

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: SEPARADORA INDUSTRIAL
HACIA: CARRETERA CENTRAL
I-17C1

PEATON
PC-48

FIN DE DESVIO
PC-2B

SEPARADORA INDUSTRIAL

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO ESTACIONES

- CERRAMIENTO METÁLICO OPÁCO DE LA OBRA
- MALLA SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN PEATONAL
- NUEVA CARPETA ASFÁLTICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GACABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
LÍNEA 2. ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA (FASE 2)

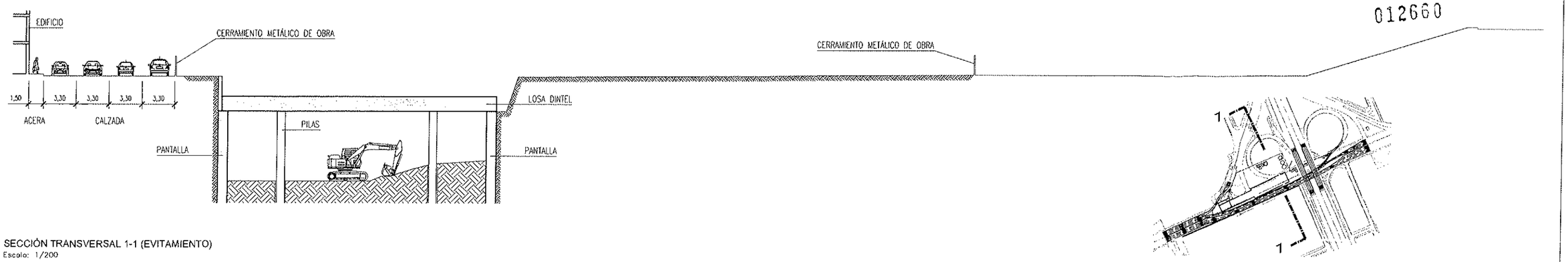
PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P-012
HOJA: 12 de 12
REVISIÓN: 0

1S05-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-P001-P012.dwg

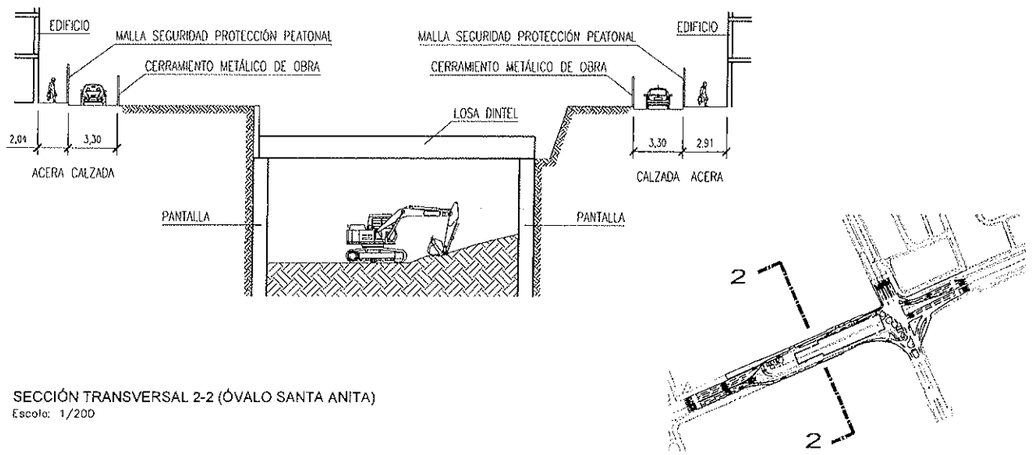
o:\p03-2525\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\1s ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-p001-p012.dwg - 09/02/2014 - 10:52

[13063]

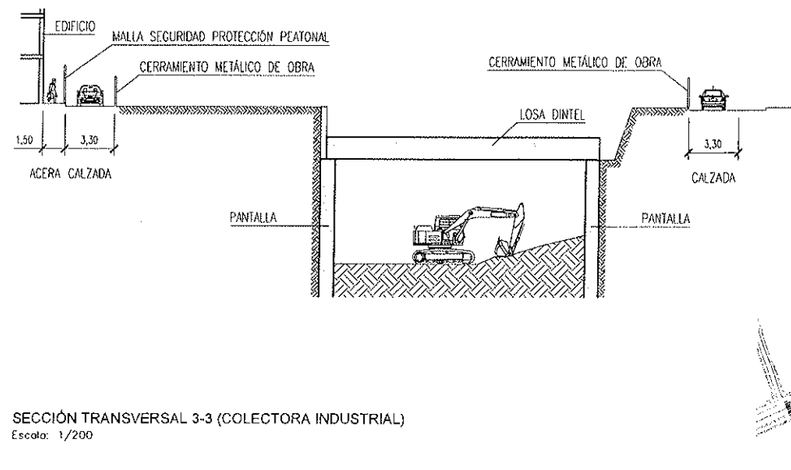
012660

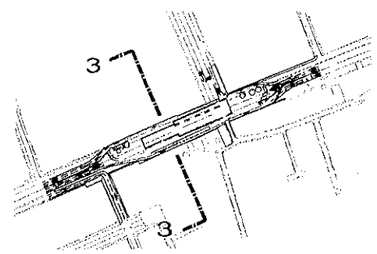


SECCIÓN TRANSVERSAL 1-1 (EVITAMIENTO)
Escala: 1/200

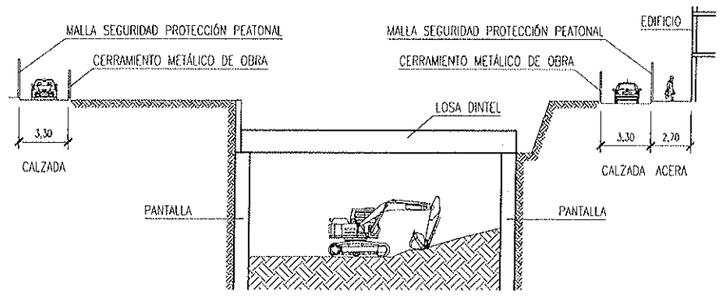


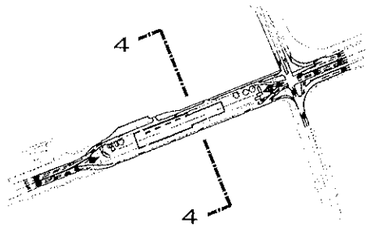
SECCIÓN TRANSVERSAL 2-2 (ÓVALO SANTA ANITA)
Escala: 1/200



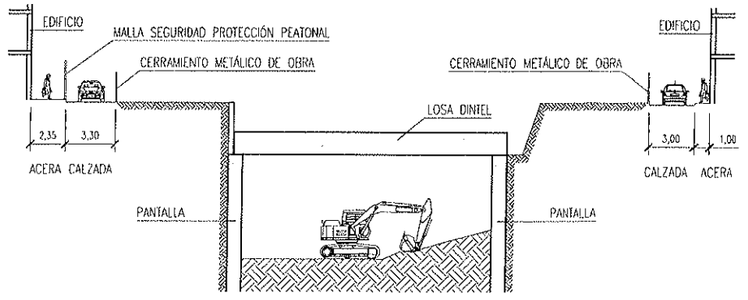


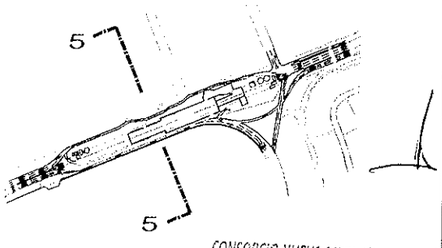
SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3 (COLECTORA INDUSTRIAL)
Escala: 1/200





SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4 (LA CULTURA)
Escala: 1/200





SECCIÓNTRANSVERSAL 5-5 (MERCADO SANTA ANITA)
Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PeruInversión

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:200
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVIOS LOCALES
ESTACIONES
SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-SEC-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

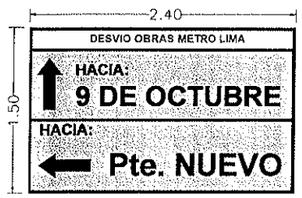
1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-SEC-P001-P001.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\dwg dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-sec-p001-p001.dwg - 03/02/2014 - 11:08

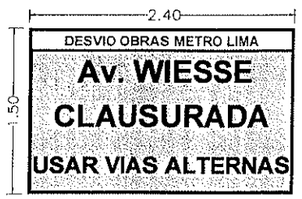
012661



I-17C



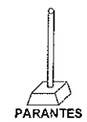
I-17C1

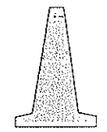


RC-1




LAMPARA DE DESTELLO


PARANTES PERIMETICOS


CONOS DE SEGURIDAD DE TRANSITO



R-6



R-8



R-4



R-30



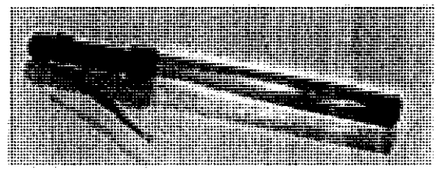
R-16



R-16A

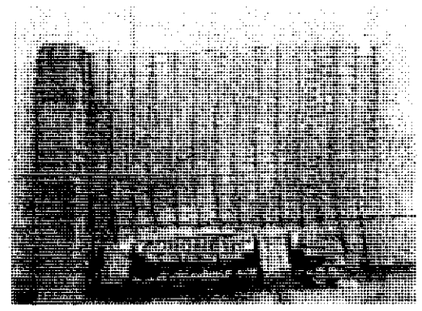


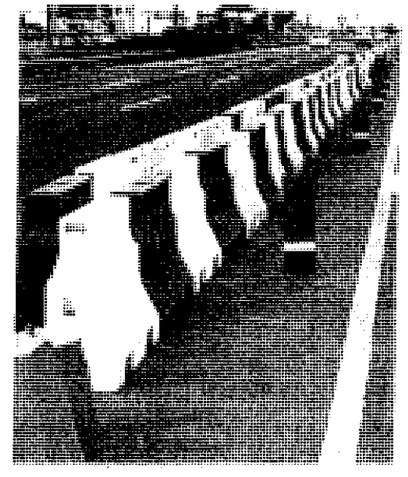
R-27


SEÑALES MANUALES



SEÑALES MANUALES


MALLAS DE SEGURIDAD


BARRERAS DE TRÁNSITO



CINTAS DE SEGURIDAD



PC-3



PC-7



PC-12



P-47



R-3



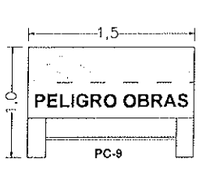
P-48



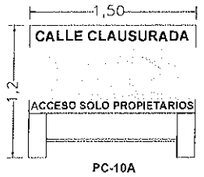
R-20A



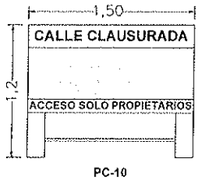
R-20



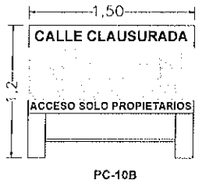
PC-9



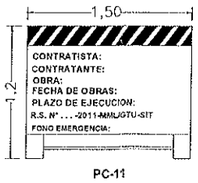
PC-10A



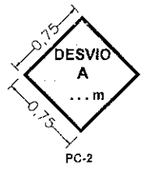
PC-10



PC-10B



PC-11



PC-2



PC-2A



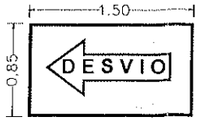
PC-2B



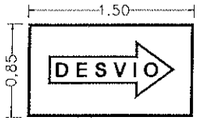
PC-2C



PC-2D



PC-6



PC-14

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1.200
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
ESTACIONES
DETALLES

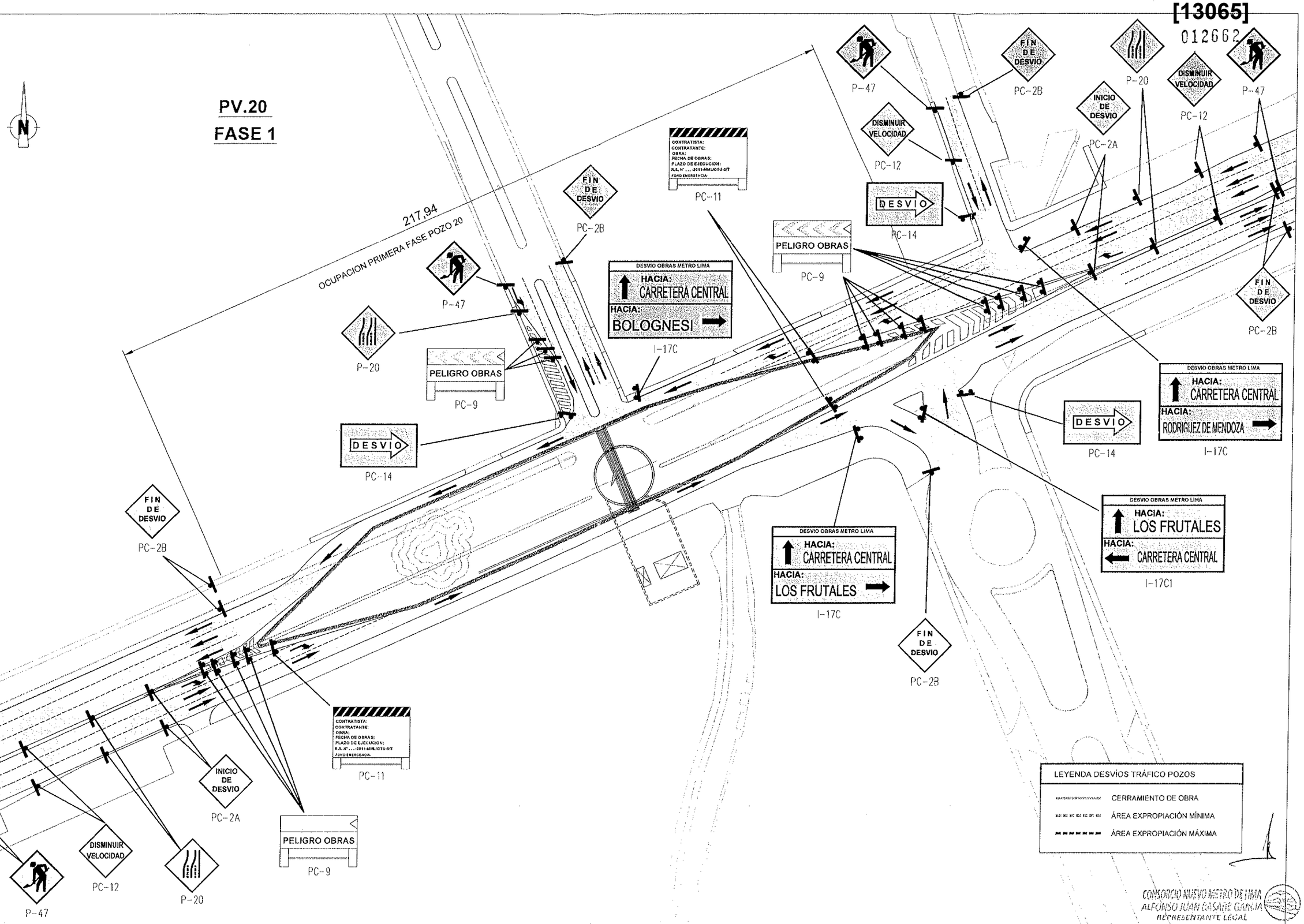
PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-DET-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN-INT-E1A-PDV-EST-DET-P001-P001.dwg

o:\pi15-2528\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\30 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen-int-e1a-pdv-est-det-p001-p001.dwg - 09/02/2014 - 11:10

[13065]
012662

PV.20
FASE 1



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.20 (FASE 1)
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-001 | HOJA: 01 de 08 | REVISIÓN: 0

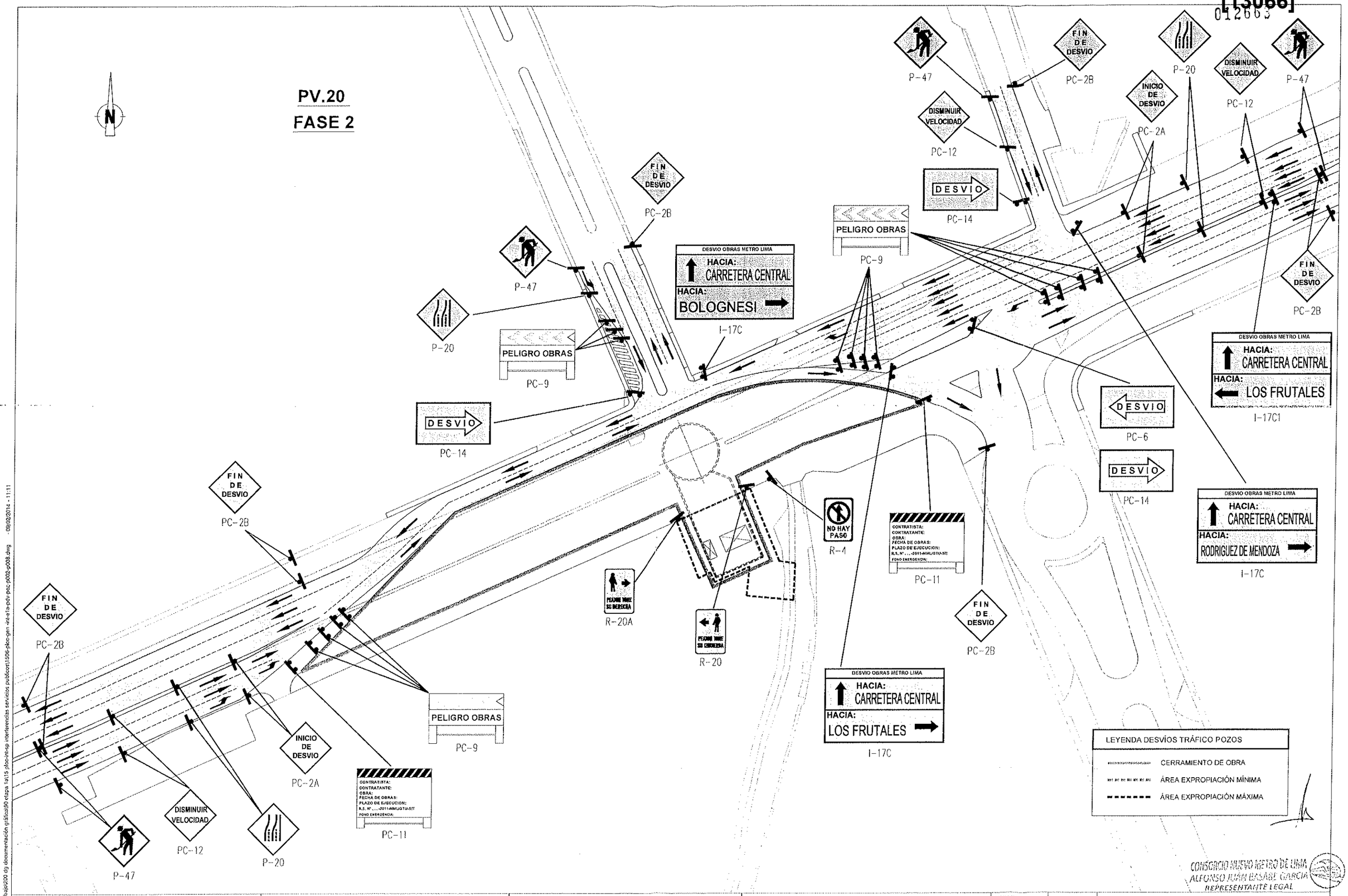
1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P001-P007.dwg

o:\p03-2525\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p001-p007.dwg - 06/02/2014 - 11:11

[13066]

012663

PV.20
FASE 2



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.20 (FASE 2)
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-002
HOJA: 02 de 08
REVISIÓN: 0

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P002-P008.dwg

o:\p03-2526\06 trabajo\200 dg-documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios públicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p002-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:11

[13067]

012664

PV.21
FASE 1

N

205.83
OCUPACION PRIMERA FASE POZO 21

P-47
FIN DE DESVIO
PC-2B
DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12
DESVIO
PC-14
INICIO DE DESVIO
PC-2A
P-20
PELIGRO OBRAS
PC-9
CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/GTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11
DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: AV. STA. ROSA
I-17C
HACIA: LOS ROSALES
HACIA: DE LA UNIÓN

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO POZOS

- CERRAMIENTO DE OBRA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÍNIMA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÁXIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.21 (FASE 1)
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-003
HOJA: 03 de 08
REVISIÓN: 0

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P001-P007.dwg

o:\p03-2526\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p001-p007.dwg - 06/02/2014 - 11:11

012663

PV.21
FASE 2

N

P-47
FIN DE DESVIO
PC-2B
DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12
DESVIO
PC-14
INICIO DE DESVIO
PC-2A
P-20
PELIGRO OBRAS
PC-9
CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/GTU-STT
FONO EMERGENCIA:
PC-11
DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: AV. STA. ROSA
I-17C
HACIA: LOS ROSALES
R-20A
PELIGRO TRANSITO SIN EMERGENCIA
R-20
CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10
R-4
NO HAY PASO

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO POZOS

- CERRAMIENTO DE OBRA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÍNIMA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÁXIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
oyeso | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.21 (FASE 2)
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-004
HOJA: 04 de 08
REVISIÓN: 0

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P002-P008.dwg

o:\p00-2529108 trabajo\200 dg documentacion gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p002-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:12

[13069]

012666

PV.22
FASE 1

N

FIN DE DESVÍO
PC-2B

P-47

161,68
OCUPACION PRIMERA FASE POZO 22

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: ESTRADA MARTINEZ
I-17C

PELIGRO OBRAS
PC-9

INICIO DE DESVIO
PC-2A

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-20

P-47

FIN DE DESVÍO
PC-2B

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/GTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

DESVIO
PC-14

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA:
I-17C

FIN DE DESVÍO
PC-2B

INICIO DE DESVIO
PC-2A

FIN DE DESVIO
PC-2B

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-20

P-47

PELIGRO OBRAS
PC-9

DESVIO
PC-14

P-47

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/GTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO POZOS

- CERRAMIENTO DE OBRA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÍNIMA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÁXIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAÇABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.22 (FASE 1)
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-005
HOJA: 05 de 08
REVISION: 0

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P001-P007.dwg

o:\pc0-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\80 etapa 1a\13 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p001-p007.dwg - 06/02/2014 - 11:12

[13070]

012667

PV.22
FASE 2

N

R-20

CALLE CLAUSURADA
ACCESO SOLO PROPIETARIOS
PC-10

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/OTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

PELIGRO OBRAS
PC-9

FIN DE DESVIO
PC-2B

P-47

PEATONE TIENE SU DERECHA
R-20A

DESVIO
PC-14

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MML/OTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA:
I-17C

INICIO DE DESVIO
PC-2A

FIN DE DESVIO
PC-2B

P-20

FIN DE DESVIO
PC-2B

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

P-47

INICIO DE DESVIO
PC-2A

P-20

FIN DE DESVIO
PC-2B

PELIGRO OBRAS
PC-9

DESVIO
PC-14

P-47

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO POZOS

- CERRAMIENTO DE OBRA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÍNIMA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÁXIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.22 (FASE 2)
PLANTA

PLANO Nº: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-006
HOJA: 06 de 08
REVISIÓN: 0

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P002-P008.dwg

o:\p02-2597\08 trabajo\200 dg documentacion grafica\80 etapa 1a\5 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p002-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:12

012668

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: ASTURIAS
HACIA: CARRETERA CENTRAL
I-17C

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: ASTURIAS
I-17C1

DESVIO OBRAS METRO LIMA
HACIA: CARRETERA CENTRAL
HACIA: LA CULTURA
I-17C

PELIGRO OBRAS
PC-9

FIN DE DESVIO
PC-2B

P-47

P-20

INICIO DE DESVIO
PC-2A

DISMINUIR VELOCIDAD
PC-12

DESVIO
R-3

119,07
OCUPACION PRIMERA FASE POZO 23

CONTRATISTA:
CONTRATANTE:
OBRA:
FECHA DE OBRAS:
PLAZO DE EJECUCION:
R.S. N° ...-2011-MVCS/OTU-SIT
FONO EMERGENCIA:
PC-11

DESVIO
PC-14

PV.23

FASE 1

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO POZOS

- CERRAMIENTO DE OBRA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÍNIMA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÁXIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABLE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OYESO | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

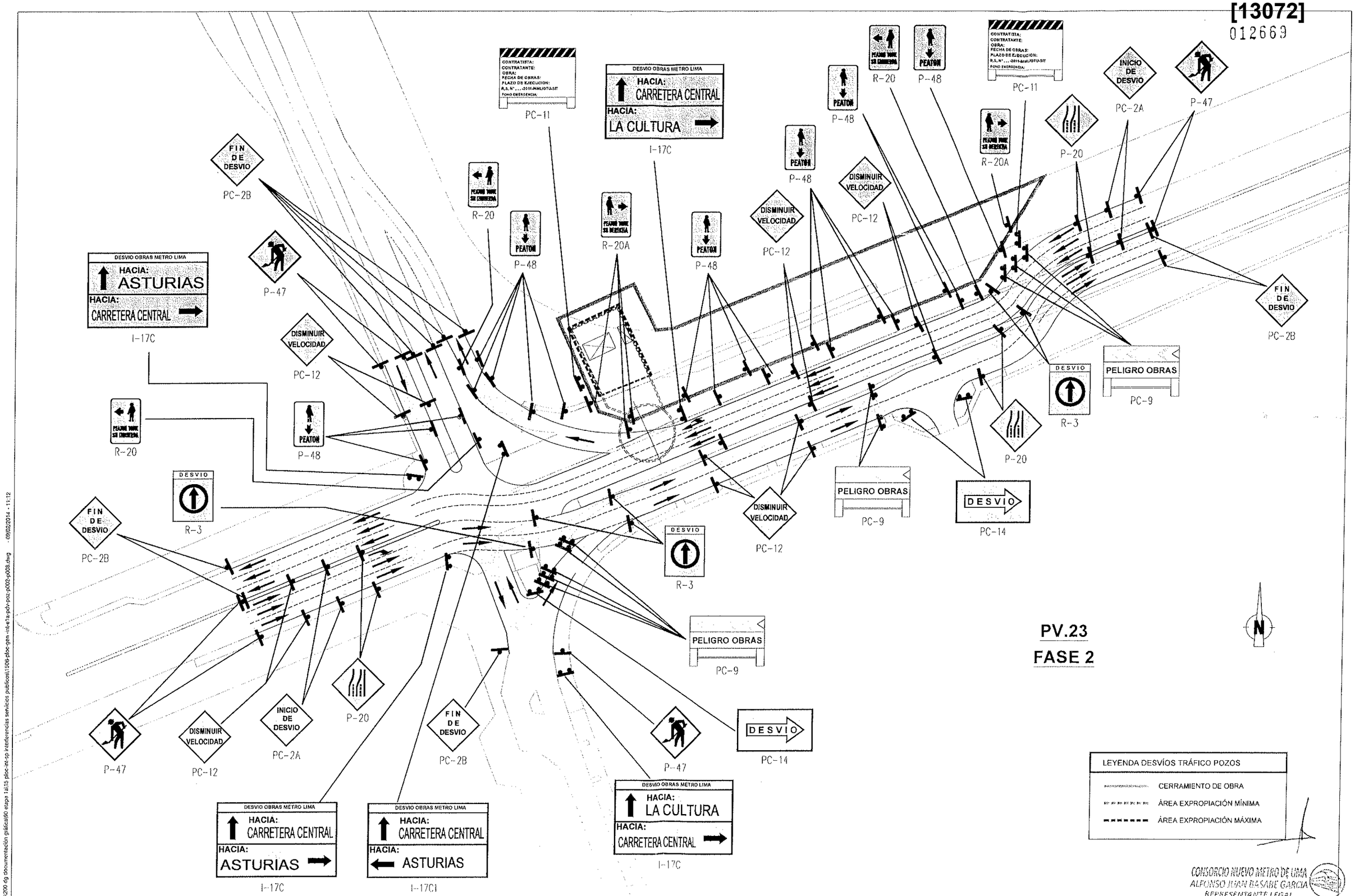
ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.23 (FASE 1)
PLANTA

PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-007
HOJA: 07 de 08
REVISIÓN: 0

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P001-P007.dwg

o:\p03-2329\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\g90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p001-p007.dwg - 09/02/2014 - 11:12



PV.23
FASE 2

LEYENDA DESVÍOS TRÁFICO POZOS
- CERRAMIENTO DE OBRA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÍNIMA
- ÁREA EXPROPIACIÓN MÁXIMA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OYESA | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:600
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
PV.23 (FASE 2)
PLANTA

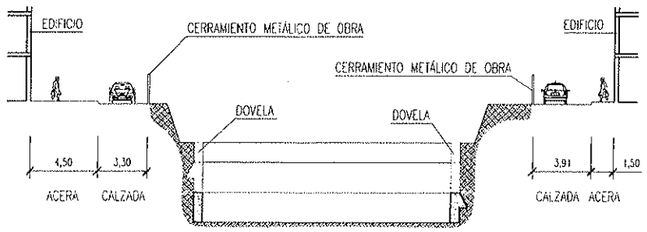
PLANO Nº: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P-008
HOJA: 08 de 08
REVISIÓN: 0

1505-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-P002-P008.dwg

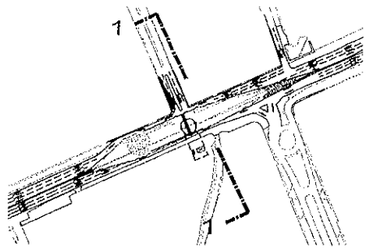
o:\1505-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1505-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-p002-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:12

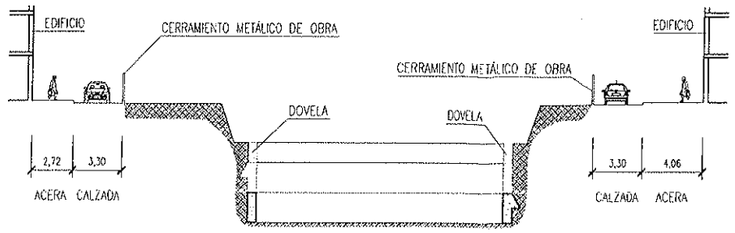
[13073]

012670

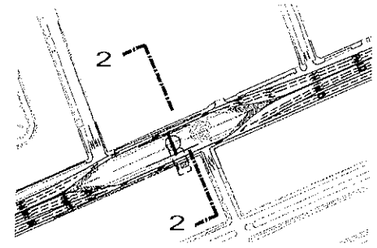


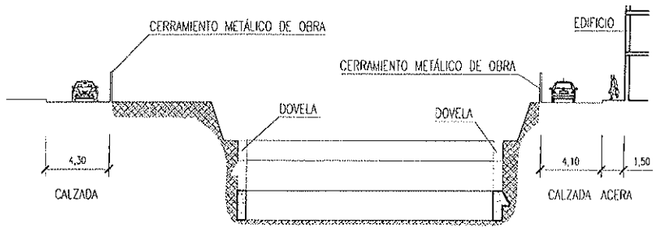
SECCIÓN TRANSVERSAL 1-1 (PV.20 - FASE 1)
Escala: 1/200



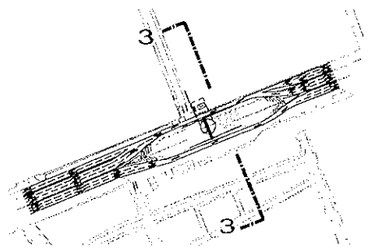


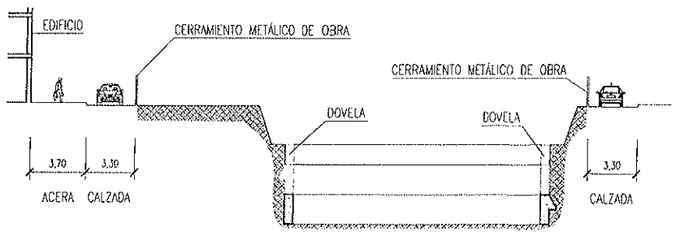
SECCIÓN TRANSVERSAL 2-2 (PV.21 - FASE 1)
Escala: 1/200



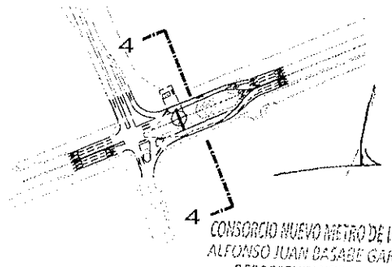


SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3 (PV.22 - FASE 1)
Escala: 1/200





SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4 (PV.23 - FASE 1)
Escala: 1/200



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASSAEV GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aqesa | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1): 1:200
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVÍOS LOCALES
POZOS
SECCIONES TRANSVERSALES.FASE 1

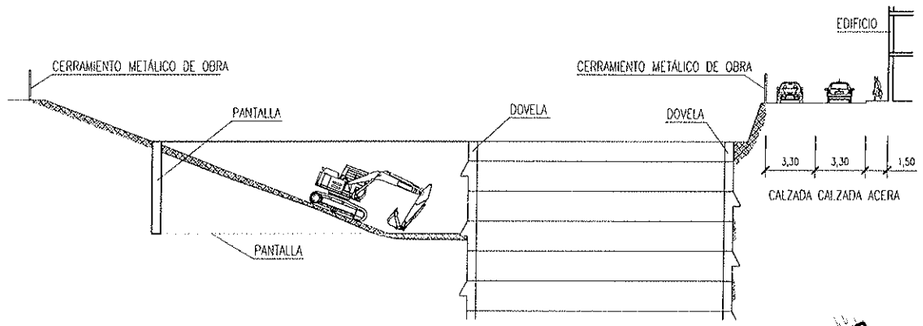
PLANO N°: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-SEC-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 2

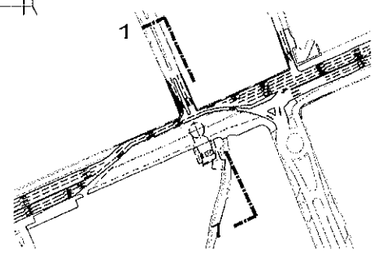
1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-SEC-P001-P001.dwg

o:\p03-2529\06 trabajo\200 dg documentacion grafica\60 etapa 1a\5 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a pdv-poz-sec-p001-p001.dwg - 09/02/2014 - 11:18

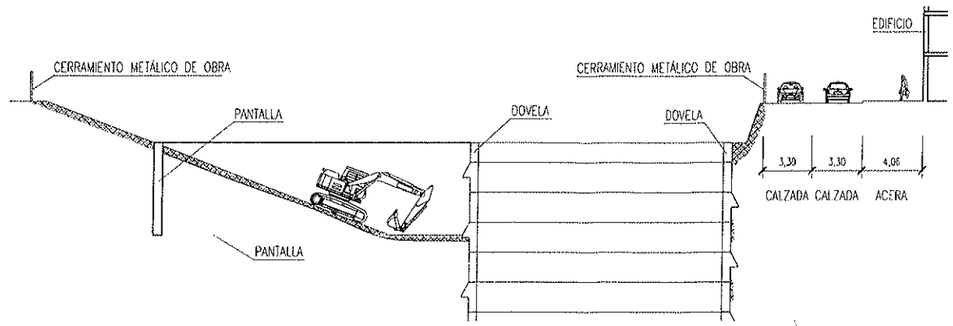
[13074]

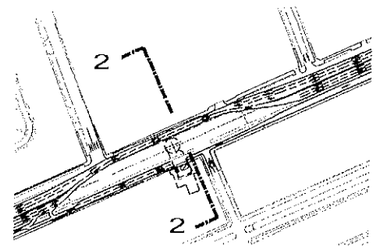
012671



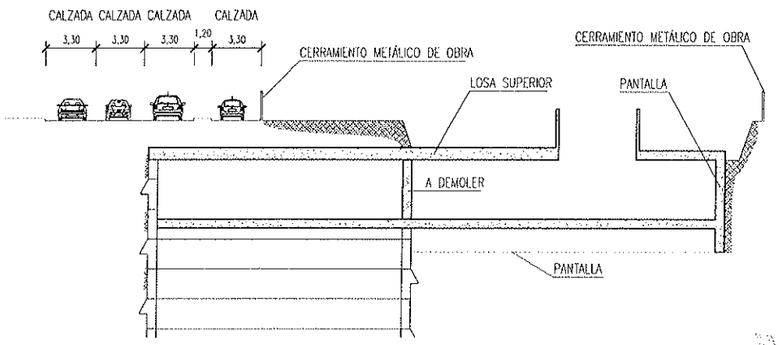


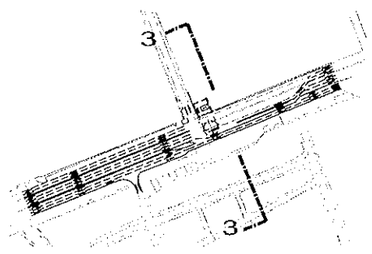
SECCIÓN TRANSVERSAL 1-1 (PV.20 - FASE 2)
Escala: 1/200



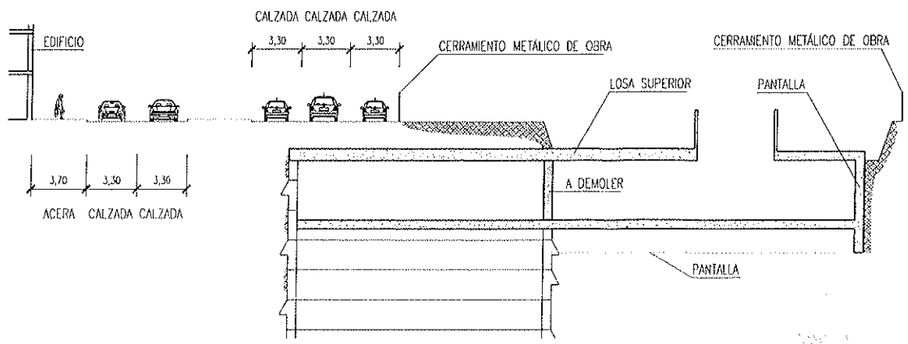


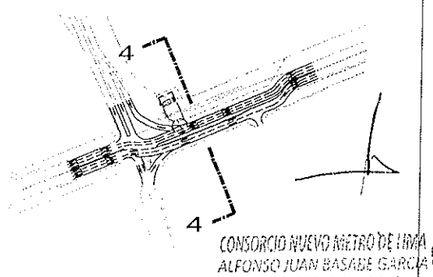
SECCIÓN TRANSVERSAL 2-2 (PV.21 - FASE 2)
Escala: 1/200





SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3 (PV.22 - FASE 2)
Escala: 1/200





SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4 (PV.23 - FASE 2)
Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1): 1:200
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE DESVIOS LOCALES
POZOS
SECCIONES TRANSVERSALES, FASE 2

PLANO: PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-SEC-P-002 | HOJA: 02 de 02 | REVISIÓN: 2

1506-PLOC-GEN -INT-E1A-PDV-POZ-SEC-P002-P002.dwg

e:\p03-2529\09 trabajo\200 dg documentación gráfica\80 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1506-ploc-gen -int-e1a-pdv-poz-sec-p002-p002.dwg - 09/02/2014 - 11:18

[13075]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
012672

O.1.5	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.5 ESTUDIOS BÁSICOS. ESTUDIO DE INTERFERENCIAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

012673

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS 4
2 INTERFERENCIAS DE REDES –ETAPA 1A-LÍNEA 2- 5
2.1 ESTACIÓN 20 EVITAMIENTO 5
2.1.1 Redes de Agua Potable 5
2.1.2 Redes de Gas 5
2.1.3 Redes de Alcantarillado 5
2.1.4 Redes Eléctricas 5
2.1.5 Redes de Comunicaciones 6
2.2 ESTACIÓN 21 OVALO SANTA ANITA 6
2.2.1 Redes de Agua Potable 6
2.2.2 Redes de Gas 6
2.2.3 Redes de Alcantarillado 6
2.2.4 Redes Eléctricas 7
2.2.5 Redes de Comunicaciones 7
2.3 ESTACIÓN 22 COLECTORA INDUSTRIAL 7
2.3.1 Redes de Agua Potable 7
2.3.2 Redes de Gas 8
2.3.3 Redes de Alcantarillado 8
2.3.4 Redes Eléctricas 8
2.3.5 Redes de Comunicaciones 9
2.4 ESTACIÓN 23 LA CULTURA 9
2.4.1 Redes de Agua Potable 9
2.4.2 Redes de Gas 9
2.4.3 Redes de Alcantarillado 9
2.4.4 Redes Eléctricas 10
2.4.5 Redes de Comunicaciones 10
2.5 ESTACIÓN 24 MERCADO SANTA ANITA 10
2.5.1 Redes de Agua Potable 10
2.5.2 Redes de Gas 10
2.5.3 Redes de Alcantarillado 11
2.5.4 Redes Eléctricas 11
2.5.5 Redes de Comunicaciones 11
3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 11
3.1 MARCO LEGAL 11
3.2 REQUERIMIENTOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN 12
3.3 REQUERIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN 12
3.3.1 Consideraciones generales 13
3.3.2 Calidad de materiales y equipos 13
3.3.3 Métodos de construcción 14
3.3.4 Trabajos en Redes Eléctricas y/o de Comunicaciones 14
3.3.5 Trabajos en Redes de Agua Potable y Alcantarillado 15
3.3.6 Trabajos en Redes de Gas y líquidos inflamables 15
3.4 REPARACIÓN Y REHABILITACIÓN 16

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13077]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

012674

APÉNDICE 1 PLANOS DE INTERFERÉNCIAS DE REDES

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

012675

El presente documento constituye el análisis de las interferencias de servicios públicos indicada en el Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima, y en el Contrato de Concesión para el Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en Concesión del Proyecto "Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", en el tramo de la Línea 2 correspondiente a la "Etapa 1ª", entre las progresiva K18+903,62 y K23+749,42, que comprende 5 estaciones y 4 pozos.

La información referencial empleada para el análisis de las interferencias de servicios públicos es la recogida en los documentos:

- Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima
- Contrato de Concesión para el Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en Concesión del Proyecto "Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao".

El objetivo principal de este documento es identificar las interferencias de los servicios públicos del tramo correspondiente a la "Etapa 1A" a lo largo del trazado de la Línea 2 para el desarrollo del proyecto de licitación de las obras previstas, así como establecer las especificaciones técnicas o condiciones para su ejecución en obra. Para ello se ha llevado a cabo un estudio complementario a la información recopilada en estudios anteriores.

Los datos aportados por la investigación, recopilación de información, coordinación con las compañías afectadas, verificaciones en campo, han permitido contrastar y complementar la información de los estudios facilitados.

La identificación de las interferencias de servicios públicos corresponde a:

- Redes de agua potable
- Redes de alcantarillado
- Redes eléctricas
- Redes Telefónicas

En el punto *O.6. Cronograma* se contempla el plan de levantamiento de interferencias de manera que la ejecución de los trabajos de ubicación y reubicación de los servicios públicos existentes que se ven afectados por la ejecución de las obras se ejecuten de manera que se cumpla con el plazo previsto de finalización de la primera Etapa A.

A continuación se detallan las interferencias identificadas

012676

2 INTERFERENCIAS DE REDES –ETAPA 1A-LÍNEA 2-

2.1 ESTACIÓN 20 EVITAMIENTO

La Estación Evitamiento está ubicada en la provincia de Lima desde la progresiva 19+319,09 a la progresiva 19+475,32, entre las Av. Nicolás Ayllon y Av. Evitamiento, en la coordenada UTM 285058E y 8666160N. Encontrándose las siguientes interferencias:

2.1.1 Redes de Agua Potable

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-AG-L2P-021, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Un Colector Ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida oeste de la estación Evitamiento, con diámetros de 450 mm, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 181.35 m.
- Línea de Agua Ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida este y oeste de la estación Evitamiento, con diámetros de 500 mm, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 185.8 7 m.

Interferencias menores:

- Retiro tubería de PVC de 250 mm, con una longitud de afectación directa de 207 m
- Reubicación tubería de PVC de 250 mm, en una longitud de afectación directa de 356 m

2.1.2 Redes de Gas

Según el plano PLOC-GEN-INT-GAS-L2-P-028, no se identifican interferencias con las redes de gas.

2.1.3 Redes de Alcantarillado

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-DES-L2-P-021, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Tubería de CSN de 350 mm, con una longitud de afectación directa de 194 m
- Tubería de CSN de 450 mm, con una longitud de afectación directa de 72 m.

2.1.4 Redes Eléctricas

Según el plano PLOC-GEN-INT-ELE-L2-P-028, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Eléctrica MT (EDELNOR) de 10 Kv, con una longitud de afectación de 310 m a lo largo de la estación.
- Red Eléctrica BT (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación y en las salidas, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 386 m.
- Red Eléctrica BT- AP (LUZ DEL SUR) ubicada en la parte central, cabeceras oeste y este y escalera de salida sureste de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 159 m.

- Red Eléctrica Alumbrado Público AP (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación y en las salidas, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 300 m.

2.1.5 Redes de Comunicaciones

Según el plano PLOC-GEN-INT-CMC-L2-P-028, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Telmex-Claro, ubicada a una distancia muy corta de la escalera de salida noroeste y a lo largo de la estación lado sur, con una longitud de afectación directa de 70 m, y una afectación de 140 m en el PV-20.
- Red Telefónica, con una longitud de afectación directa de 185 m a lo largo de la estación.

2.2 ESTACIÓN 21 OVALO SANTA ANITA

La Estación Ovalo Santa Anita está ubicada en la provincia de Lima desde la progresiva 20+378,45 a la progresiva 20+534,68, entre las Av. Nicolás Ayllon y Ovalo de Santa Anita, en la coordenada UTM 286045E y 8666595N. Encontrándose las siguientes interferencias:

2.2.1 Redes de Agua Potable

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-AG-L2P-022, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Un Colector Ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida noreste de la estación Ovalo Santa Anita, con diámetros de 450 mm, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 165.67 m.
- Un Colector Ubicada en la cabecera suroeste y en las escaleras de salida este de la estación Ovalo Santa Anita, con diámetros de 750 mm, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 43.28 m. y 28.00 m.

Interferencias menores:

- Retiro tubería de PVC de 160 mm, con una longitud de afectación directa de 28 m
- Reubicación tubería de PVC de 160 mm, en una longitud de afectación directa de 42 m

2.2.2 Redes de Gas

Según el plano PLOC-GEN-INT-GAS-L2-P-029, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 3", ubicada en a lo largo de parte noroeste y cruzando transversalmente la cabecera oeste de la estación Ovalo Santa Anita con una longitud de afectación directa de 191 m.
- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 8", ubicada a lo largo de la pare sureste de la estación Ovalo Santa Anita con una longitud de afectación directa de 120 m.
- Línea de Gas con tubería de acero que cruza transversalmente el pozo PV-20.

2.2.3 Redes de Alcantarillado

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-DES-L2-P-022, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

Tuberías a retirar y eliminar:

- Tubería de CSN de 350 mm con una longitud de afectación directa de 107 m

012678

- Tubería de CSN de 450 mm, con una longitud de afectación directa de 199 m
- Tubería de CSN de 200 mm, con una longitud de afectación directa de 163 m

Tuberías a reubicar:

- Tubería de PVC de 350 mm, con una longitud de afectación directa de 192 m
- Tubería de PVC de 450 mm, con una longitud de afectación directa de 362 m
- Tubería de PVC de 200 mm, con una longitud de afectación directa de 257 m
- Buzón: 14 ud.

2.2.4 Redes Eléctricas

Según el plano PLOC-GEN-INT-ELE-L2-P-029, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red eléctrica de AT (60Kv) enterrada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida oeste y este; y red eléctrica de AT (60 Kv) aérea en salida este, con una longitud de afectación directa de 193 m
- Red Eléctrica MT (EDELNOR) de 10 Kv+22,9 Kv, con una longitud de afectación de 560 m
- Red Eléctrica BT (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 310 m.
- Red Eléctrica BT- AP (LUZ DEL SUR) ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida oeste, este y noreste de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 228 m.
- Red Eléctrica Alumbrado Público AP (EDELNOR), ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 400m.

2.2.5 Redes de Comunicaciones

Según el plano PLOC-GEN-INT-CMC-L2-P-029, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Telmex-Claro, ubicada en la cabecera oeste el cual se encuentra transversalmente, ubicándose en la escalera noroeste el cual pasa transversalmente sobre la misma, con una longitud de afectación directa de 520 m.
- Red Telefónica, línea subterránea ubicada en la acera norte longitudinalmente, y línea aérea ubicada en la acera sur, con una longitud de afectación directa de 280 m.

2.3 ESTACIÓN 22 COLECTORA INDUSTRIAL

La Estación Colectora Industrial está ubicada en la provincia de Lima desde la progresiva 21+421 a la progresiva 21+577,23, entre la Carretera Central y Av. 09 de Octubre, en la coordenada UTM 286991E y 8667012N. Encontrándose las siguientes interferencias:

2.3.1 Redes de Agua Potable

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-AG-L2P-023, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Un Colector Ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida suroeste de la estación Colectora Industrial, con diámetros de 750 mm, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 164.31 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Un Colector Ubicada en las escaleras suroeste de la estación, en la escalera lateral, en la escalera noreste, en la parte central y en la cabecera noreste de la estación Colectora Industrial, con diámetros de 600 mm, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 188.55 m.

Interferencias menores:

- Tubería de PVC de 160 mm a retirar y eliminar, con una longitud de afectación directa de 213 m
- Tubería de PVC de 160 mm a reubicar, con una longitud de afectación directa de 498 m.

2.3.2 *Redes de Gas*

Según los planos PLOC-GEN-INT-GAS-L2-P-030/P-031, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 4", ubicada que afecta transversalmente a la estación, con una longitud de afectación directa de 100 m.
- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 8", ubicada en la parte central, en la cabecera este, escaleras oeste, escaleras noreste y sureste de la estación Colectora Industrial, con una longitud de afectación directa de 225 m.
- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 8", ubicada que pasa transversalmente por el PV-22, con una longitud de afectación directa de 40 m.

2.3.3 *Redes de Alcantarillado*

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-DES-L2-P-023, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

Tuberías a retirar y eliminar:

- Tubería de CSN de 600 mm con una longitud de afectación directa de 177 m
- Tubería de PVC de 600 mm, con una longitud de afectación directa de 239 m
- Tubería de PVC de 250 y 355 mm, con una longitud de afectación directa de 85 m

Tuberías a reubicar:

- Tubería de CSN de 600 mm, con una longitud de afectación directa de 254 m
- Tubería de PVC de 600 mm, con una longitud de afectación directa de 233 m
- Tubería de PVC de 250 y 355 mm, con una longitud de afectación directa de 270 m
- Buzón: 19 ud.

2.3.4 *Redes Eléctricas*

Según los planos PLOC-GEN-INT-ELE-L2-P-030/P-031, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Eléctrica MT (EDELNOR) de 10 Kv, con una longitud de afectación de 636 m a lo largo de la estación, y una longitud de afectación de 40 m en el PV-22.
- Red Eléctrica BT (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 80 m.
- Red Eléctrica BT- AP (LUZ DEL SUR) con una longitud de afectación a lo largo de la estación de 194 m, una longitud de afectación de 100 m en el PV-21, y una longitud de afectación de 66 m en el PV-22.
- Red Eléctrica Alumbrado Público AP (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 330 m.

Pasi

2.3.5 *Redes de Comunicaciones*

Según los planos PLOC-GEN-INT-CMC-L2-P-030/P-031, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Telmex-Claro, ubicada en la cabecera este el cual pasa transversalmente, y en la escalera de salida oeste el cual pasa longitudinalmente y en la escalera de salida este el cual pasa transversalmente, con una longitud de afectación directa de 550 m.
- Red Telefónica, con una longitud de afectación directa de 540 m a lo largo de la estación, y una afectación de 35 m en el PV-21.

2.4 ESTACIÓN 23 LA CULTURA

La Estación La Cultura está ubicada en la provincia de Lima desde la progresiva 22+664,90 a la progresiva 22+821,13, entre la Av. Huarochirí y la Av. La Cultura, en la coordenada UTM 288141E y 8667487 N, adyacente al Hospital Herminio Valdizan. Encontrándose las siguientes interferencias:

2.4.1 *Redes de Agua Potable*

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-AG-L2P-024, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

Interferencias menores:

- Un Colector ubicado a lo largo de la estación con diámetro de 350 mm.
- Tubería de PVC de 110 mm a retirar y eliminar, con una longitud de afectación directa de 14 m
- Tubería de PVC de 160 mm a retirar y eliminar, con una longitud de afectación directa de 68 m.
- Tubería de PVC de 110 mm a reubicar, con una longitud de afectación directa de 72 m.
- Tubería de PVC de 160 mm a reubicar, con una longitud de afectación directa de 151 m.

2.4.2 *Redes de Gas*

Según el plano PLOC-GEN-INT-GAS-L2-P-032, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 8" en la escalera suroeste, sureste y este de la estación, con una longitud de afectación directa de 195 m.

2.4.3 *Redes de Alcantarillado*

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-DES-L2-P-024, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

Tuberías a retirar y eliminar:

- Tubería de PVC de 355 m, con una longitud de afectación directa de 53 m
- Tubería de PVC de 400 mm, con una longitud de afectación directa de 189 m

Tuberías a reubicar:

- Tubería de PVC de 355 mm, con una longitud de afectación directa de 95,77 m
- Tubería de PVC de 400 mm, con una longitud de afectación directa de 272,15 m
- Buzón: 12 ud.

2.4.4 Redes Eléctricas

Según el plano PLOC-GEN-INT-ELE-L2-P-032, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Eléctrica MT (EDELNOR) de 10 Kv+22,9 Kv, con una longitud de afectación de 618 m a lo largo de
- Red Eléctrica BT (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 206 m.
- Red Eléctrica BT- AP (LUZ DEL SUR) ubicada a lo largo de la estación y en la escalera de salida este de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 145 m.
- Red Eléctrica Alumbrado Público AP (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación y en la escalera de salida este de la estación, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 215 m.

2.4.5 Redes de Comunicaciones

Según el plano PLOC-GEN-INT-CMC-L2-P-032, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Telefónica, con una longitud de afectación directa de 190 m.

2.5 ESTACIÓN 24 MERCADO SANTA ANITA

La Estación Mercado Santa Anita está ubicada en la provincia de Lima desde la progresiva 23+454,36 a la progresiva 23+610,59, en el cruce del Pje Lobaton y la Carretera Central, en la coordenada UTM 288868E y 8667788 N, adyacente a la Cervecería Cristal. Encontrándose las siguientes interferencias:

2.5.1 Redes de Agua Potable

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-AG-L2P-024, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

Interferencias menores:

- Un Colector Se encuentra ubicado a lo largo de la estación Mercado Santa Anita, con una longitud de afectación directa de 350 mm.

2.5.2 Redes de Gas

Según los planos PLOC-GEN-INT-GAS-L2-P-033/P-034, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 3", con una longitud de afectación directa a la estación
- de 140 m.
- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 8", con una longitud de afectación directa a la estación de 145 m.
- Línea de Gas con tubería de acero de diámetro 8" con una afectación de 25 m pozo PV-20.

2.5.3 Redes de Alcantarillado

Según el plano PLOC-GEN-INT-EST-PV-DES-L2-P-025, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Tubería de PVC de 350 mm a retirar y eliminar, con una longitud de afectación directa de 200,90 m.

- Tubería de PVC de 250 mm a retirar y reubicar ubicada en la escalera de salida sureste, con una longitud de afectación directa de 63 m.
- Tubería de PVC de 350 mm a reubicar, con una longitud de afectación directa de 324,43 m.
- Buzón a reubicar: 07 ud.

2.5.4 Redes Eléctricas

Según los planos PLOC-GEN-INT-ELE-L2-P-033/P-034, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Eléctrica MT (EDELNOR) de 10 Kv, con una longitud de afectación de 664 m a lo largo de la estación, y una longitud de afectación de 120 m en el PV-23.
- Red Eléctrica BT (EDELNOR) con una longitud de afectación a lo largo de la estación y en escaleras de salida de 350m, y con una longitud de afectación de 80m en el PV-23.
- Red Eléctrica BT- AP (LUZ DEL SUR) ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 355,70 m.
- Red Eléctrica Alumbrado Público AP (EDELNOR) ubicada a lo largo de la estación y en las escaleras de salida, los cuales tienen una longitud de afectación directa de 340 m.

2.5.5 Redes de Comunicaciones

Según los planos PLOC-GEN-INT-CMC-L2-P-033/P-034, se ha identificado las siguientes interferencias de redes:

- Red Telefónica, con una longitud de afectación directa de 365 m.

3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se incluyen a continuación las Especificaciones Técnicas o Condiciones a cumplir para la ejecución de los trabajos de ubicación y reubicación de los servicios públicos existentes que se ven afectados por la ejecución de las obras al interferir con las mismas, así como la protección de aquellos servicios próximos que no interfieren.

3.1 MARCO LEGAL

Durante la ejecución de los trabajos de identificación, sustitución y/o reubicación de los servicios afectados se cumplirá con la siguiente normativa legal vigente:

- Ley Peruana.
- Directivas, Reglamentos y Manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013), RD Nº 03-2013-MTC/14 (16.02.2013)

Pasa

- Las presentes Especificaciones Técnicas

Además, tratando de reubicar servicios de propiedad de un gestor, las Normas particulares serán las "Normas del concesionario o propietario del servicio" generales o particulares especificados en la autorización o concesión entregada.

3.2 REQUERIMIENTOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN

Previo al inicio de los trabajos en obra CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA examinará cuidadosamente la ubicación de los trabajos y llevará a cabo una investigación especial sobre las compañías que poseen, controlan u operan las instalaciones (redes) que puedan verse afectadas durante la obra.

Para ello se pedirá a las empresas responsables de los diferentes servicios afectados que pudiese haber, los planos de localización de sus líneas o canalizaciones (electricidad, tanto aérea como subterránea; agua (potable, colectores de fecales, pluviales...), telefonía, gas,...

En caso de líneas telefónicas o eléctricas se solicitará la Compañía Suministradora, por escrito, el descargo, desvío o en caso necesario la elevación de las mismas. En caso de que no se pueda realizar lo anterior se trabajará considerando unas distancias mínimas de seguridad entre el punto de tensión y el de trabajo considerando siempre la situación más desfavorable.

En todo caso y ante la duda se debe de proceder de la siguiente manera:

1. Notificación a las autoridades de las Compañías de servicios públicos y comunicaciones acerca de la existencia de la obra, informando sobre la líneas o instalaciones de agua, gas, cloacas, energía eléctrica, comunicaciones y otros servicios que puedan ser afectados.
2. Envío de carta y planos con trazado a las Compañías y Organismos propietarios de los servicios y entrevista personal con los propietarios para la identificación de las afecciones y conocer sus características.
3. Visita de campo con los propietarios para la localización e identificación de las posibles afecciones.
4. Establecimiento de un Procedimiento Técnico de trabajo específico para cada afección a aportar por empresas especializadas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA realizará una inspección pre-construcción, conjuntamente con el Supervisor de Obra y los representantes de los propietarios de los servicios, presentando un informe en el que se determine la ubicación y condición del servicio

Según la Ordenanza Nº 203-MML Reglamento para la Ejecución de Obras en las Áreas de Uso Público", CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA solicitarán autorización en Desarrollo Urbano de Lima para ejecución de obras por tratarse de avenidas principales de la Red del Sistema Vial Metropolitano.

Antes de cualquier reubicación de una instalación será necesario disponer de su aprobación por parte de la Empresa Titular del Servicio.

3.3 REQUERIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN

3.3.1 *Consideraciones generales*

Previamente al inicio de las obras, se efectuará el replanteo del proyecto, cuyas indicaciones en cuanto a trazo, alineamientos y gradientes serán respetadas en todo el proceso de la obra. Si durante el avance de la obra se ve la necesidad de ejecutar algún cambio menor, éste sería únicamente efectuado mediante la autorización de la supervisión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA, cuidará la conservación de todas las señales, estacas, benchmarks, etc. y las establecerá por su cuenta, si son estropeadas ya sea por la obra misma o por acción de terceras personas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA respetará el cronograma valorizado de avance de obra y calendarios de adquisición de materiales. Asimismo deberá prever el suministro de materiales en cantidad necesaria para asegurar el avance sin interrupciones de la obra. También coordinará los suministros de los materiales, para evitar demoras en la adquisición de los mismos. Con la suficiente anticipación, y mediante aviso por escrito hará conocer a la Supervisión la fecha en que se iniciara el proceso de fabricación o preparación de los materiales, que forman parte de la obra.

Cuando se identifica, en cualquier etapa del proyecto, el artículo, material, accesorios ó equipo por la marca de fábrica, patente o vendedor, se supone que aquellos cumplen satisfactoriamente con los propósitos diseñados para la obra, quedando a criterio del Supervisor utilizar las mismas u otras similares o equivalentes, que cumplan con los mismos propósitos.

Antes de comenzar los trabajos sobre servicios existentes, se deberá garantizar que dichos servicios no generan riesgos ante las actuaciones, es decir que están temporalmente fuera de servicio y que en su interior no queda ningún elemento que pueda producir un accidente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA, realizará un monitoreo de los servicios a lo largo de la construcción, informando diariamente por escrito al Supervisor de Obra.

Todos los trabajos realizados en altura serán ejecutados por personal formado y utilizando los medios más adecuados. Se priorizará el uso de plataformas elevadoras y de cestas frente a los trabajos sobre postes o sobre escaleras de mano.

En trabajos que superen los 1,5 metros de altura el trabajador permanecerá permanentemente amarrado al menos a un punto fijo.

En las operaciones que impliquen desplazamiento por los postes o pórticos, así como el tránsito altura, el trabajador hará uso del doble gancho, con al menos uno de ellos enganchado en todo momento.

Los trabajos sobre cesta se efectuarán siempre con las barandillas subidas.

Disponer de iluminación adecuada en las zonas de trabajo.

Se mantendrá el orden y la limpieza en el puesto de trabajo, y en especial en las zonas de tránsito verificando que estén libres de obstáculos.

3.3.2 *Calidad de materiales y equipos*

Todo el material y equipo utilizado en la obra cumplirá con las Normas Técnicas Peruanas. Solo se aceptaran materiales y equipos que se ajusten a las Normas Internacionales, cuando estas garanticen una calidad igual o superior a las Nacionales.

Así mismo se cumplirá con las especificaciones de cada Compañía propietaria o gestora de la instalación afectada.

012635

3.3.3 *Métodos de construcción*

Los métodos y procedimientos de construcción, son los mencionados en el nuevo Reglamento Nacional de Construcciones, así como los determinados en las *Especificaciones Técnicas de Proinversión.*

Sin embargo el ejecutor de la Obra puede utilizar otros, pero sujeto a la aprobación de la Supervisión y únicamente se usaran procedimientos, métodos y equipos adecuados y seguros. Esta aprobación, no impedirá al ejecutor de la Obra la obligación de cumplir con los resultados señalados en el proyecto, ni será causa de reclamo por parte del mismo.

3.3.4 *Trabajos en Redes Eléctricas y/o de Comunicaciones*

Toda las especificaciones que se detallan a continuación, estarán supeditadas a las instrucciones generales y especificas que suministre por escrito la compañía propietaria de los servicios interferidos y únicamente en el caso de que en algún apartado, sus exigencias de seguridad fueran inferiores a las aquí indicadas, se harían prevalecer estas.

Líneas aéreas

- En el caso que las distancias más desfavorables entre la línea eléctrica y la zona de trabajo sea inferior a 3 metros para tensiones mayores de 1 Kilovoltio y de 5m para mayores de 66kv, tanto en los sentidos vertical como horizontal, se realizarán las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo o desvío de la línea.

- En caso de que no sea posible el descargo o desvío de la línea, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la compañía (indefinición de comienzo y fin del descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc.), se considerará a todos los efectos que la línea sigue en tensión, por lo que, en caso de que ineludiblemente se deba trabajar en el área afectada por la línea, se seguirá el procedimiento de trabajo específico para trabajos en tensión:
  - Aislar los conductores desnudos; el aislamiento sólo es posible para tensiones hasta 1.000 voltios. La colocación y el quitado del aislamiento deben hacerse por el propietario de la línea.
  - Limitar el movimiento de traslación, de rotación y de elevación de las máquinas de elevación o movimiento de tierras por dispositivos de parada mecánicos.
  - Limitar la zona de trabajo, de las máquinas de elevación o movimiento de tierras, por barreras de protección.

Líneas subterráneas

- Efectuar las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo de la línea.

- En caso de que no sea posible el descargo, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la compañía (indefinición de comienzo y fin del descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc.), se considerará a todos los efectos que la línea sigue en tensión, por lo que, en caso de que ineludiblemente se deba trabajar en el área afectada por la línea, se deberán considerar los siguientes procedimientos:
  - Estaquear el punto donde se encuentre el cable, utilizando indicadores y/o pintura fluorescente
  - Realizar una inspección conjunta con el Supervisor de obra para confirmar que el cable ha sido señalizado.

- Las protecciones personales obligatorias, especificas del riesgo, consistirán en guantes dieléctricos adecuados a la tensión de la línea, protegidos con guantes de trabajo de cuero. Igualmente será obligatorio el casco con barbuquejo, protección ocular y calzado de seguridad clase III (aislante).
- El responsable de los trabajos, no permitirá el inicio de estos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el Visto Bueno de la compañía eléctrica y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.
- Se podrá excavar mecánicamente hasta una distancia (proyecciones vertical y horizontal) de 1,0 m., debiéndose continuar la aproximación manualmente hasta acceder a la protección (fábrica de ladrillo, tubo, etc.) o a la cubierta aislante en caso de cubrición con arenas o tierras.
- El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede) y posterior protección se efectuará de conformidad con la compañía suministradora.
- Cuando resulte necesario pasar sobre los cables con equipos pesados, se protegerán enterrándolos a una profundidad no inferior a 1,0 m. El material de relleno deberá ser previamente aprobado, será cubierto con una manta geotextil pesada, sobre la que se colocará una capa de balasto.
- Estos trabajos de principio a fin deberán estar supervisados "in situ" por un responsable de los mismos.

3.3.5 *Trabajos en Redes de Agua Potable y Alcantarillado*

Toda las especificaciones que se detallan a continuación, estarán supeditadas a las instrucciones generales y especificas que suministre por escrito la compañía propietaria de los servicios interferidos y únicamente en el caso de que en algún apartado, sus exigencias de seguridad fueran inferiores a las aquí indicadas, se harían prevalecer estas.

Para la realización de los trabajos en los que se deba entrar en pozos, colectores, etc., se tendrá los mismos requerimientos que en las conducciones eléctricas subterráneas, ya que aunque en este caso no puede producirse riesgo de electrocución o incendio si es posible una intoxicación por emanaciones diversas, por lo que además se tendrá en cuenta:

- Que la ventilación sea la suficiente, de modo que el porcentaje de oxigeno en el aire, no baje del 18%, así como que la existencia, en su caso, de ácido sulfhídrico esté por debajo de los 100 p.p.m. y que no exista gas metano en la proporción suficiente para iniciar un incendio u explosión. Para ello, se medirá de forma continuada la concentración de los citados componentes.

- En caso de lluvia o previsión de ella, se suspenderán los trabajos.

- Siempre habrá una persona en el exterior pendiente de los trabajos, para actuar rápidamente en caso de emergencia.

- Si hay puntos de luz, estos serán estancos y con tensión de seguridad.

- En caso que considerarse trabajos en espacios confinados o con nivel de oxígeno inferior al reglamentario se seguirá el Procedimiento Específico de Trabajos en Espacios Confinados:

3.3.6 *Trabajos en Redes de Gas y líquidos inflamables*

Toda las especificaciones que se detallan a continuación, estarán supeditadas a las instrucciones generales y especificas que suministre por escrito la compañía propietaria de los servicios interferidos y únicamente en el caso de que en algún apartado, sus exigencias de seguridad fueran inferiores a las aquí indicadas, se harían prevalecer estas.

Una vez identificada la conducción se marcará y se procederá de la siguiente manera:

- En conducciones enterradas a profundidad igual o inferior a 1 metro, se empezará siempre haciendo pruebas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la conducción. Se realizarán tantas pruebas como se crea necesario para asegurarse de la posición de la conducción.

- En conducciones enterradas a profundidad superior a 1 metro, se podrá empezar la excavación con máquinas hasta llegar a 1 metro por encima de la conducción, procediendo después como en el punto anterior.

- Se realizarán comprobaciones periódicas de la existencia de gas en el ambiente. En caso de fuga de gas o incendio, todo el personal de obra se retirará más allá del límite de seguridad señalado, recibiendo sólo instrucciones del personal competente de la compañía propietaria de la instalación.

- El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede) y posterior protección se efectuará de conformidad con la compañía suministradora.

- La zona de trabajo estará vallada y señalizada convenientemente, quedando prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada, cosa por la cual se intentará evitar el uso de máquinas de combustión si no están dotadas de reja cortafuegos.

- Tanto los compresores como cualquier tipo de aparato eléctrico se colocarán fuera de la zona.

3.4 REPARACIÓN Y REHABILITACIÓN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA, una vez finalizados los trabajos de eliminación, reposición y/o reubicación de los servicios afectados, se efectuará una inspección para verificar las condiciones en las que se dejan, de manera que el servicio se deje en las mismas condiciones en las que se encontraba antes de la obra, y a satisfacción del Supervisor de Obra y del propietario o concesionario del servicio.

En caso de producirse un daño accidental durante la construcción, CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA tomará las medidas necesarias para proceder a reparar y rehabilitar el servicio afectado de forma inmediata.

012638

O.1.5	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.1.5 ESTUDIOS BÁSICOS. ESTUDIO DE INTERFERENCIAS

APÉNDICE 1.PLANOS

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-INT-E1A-CMC	INTERFERENCIAS. REDES DE COMUNICACIÓN	1/1.000	8
PLOC-GEN-INT-E1A-ELEC	INTERFERENCIAS. REDES ELÉCTRICAS	1/1.000	8
PLOC-GEN-INT-E1A-AG	INTERFERENCIAS. REDES DE AGUA	1/1.000	8
PLOC-GEN-INT-E1A-DES	INTERFERENCIAS. REDES DE DESAGÜE	1/1.000	8
PLOC-GEN-INT-E1A-GAS	INTERFERENCIAS. REDES DE GAS	1/1.000	8

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAZÁN GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

P. CALLAO

ATE

012600

N

AV. NICOLAS AYLLON

AV. SANTA ROSA

AV. ALEXANDER FLEMING

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. SAN LUIS

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

INICIO ETAPA 1A

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA
TELMEX-CLARO
GLOBAL CROSSING
TELEFÓNICA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OYESA
euroestudios
IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+260 HASTA PR. 19+500
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-001
HOJA: 01 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AUTOMATIC FARE COLLECTION SYSTEM
REDES SEMAFORIZACIÓN

o:\p23-25\9\08 trabajo\200 dg documentacion grafica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:30

[13094]

P. CALLAO

ATE

012631

N

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

K20

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. DE GAMBETTA

AV. SANTA ROSA

AV. DEL CASTILLO

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

- TELMEX-CLARO
- GLOBAL CRossing
- TELEFÓNICA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
QUESO
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+500 HASTA PR. 20+020
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-002

HOJA: 02 de 08

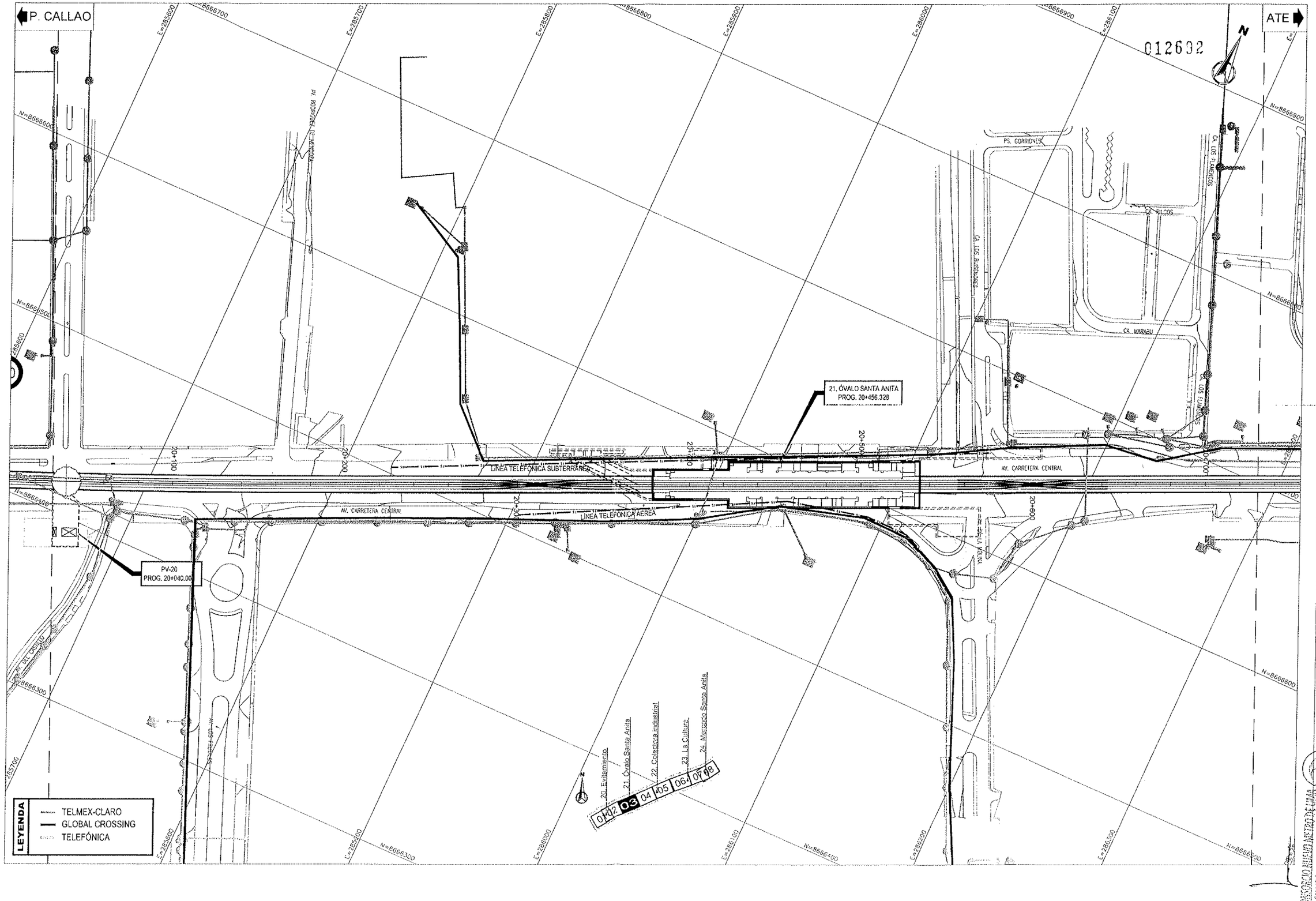
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\p03-2529\08.trabajo\200 dig documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:30

[13095]



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+020 HASTA PR. 20+740
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-003
HOJA: 03 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAUTISTA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

© UGG-2429088 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:20

[13096]

P. CALLAO

ATE

012633

K21

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

PV-21
PROG. 20+960.000

AV. CARRETERA CENTRAL

CA. PINZON

CA. LOS MIRLOS

CA. LOS FAISANES

CA. LOS ZORZALES

CA. LAS GRULLAS

CA. LOS TUCANES

CA. LOS PERICOS

CA. LOS COLIBRIES

CA. LAS GRULLAS

CA. LOS PERICOS

CA. LOS TUCANES

CA. SANTA ROSA

CA. LOS CISNES

CA. LOS ANDES

CA. LOS ROSALES

CA. LOS ALAMOS

CA. LOS CEDROS

CA. LOS PINOS

CA. LOS OLIVOS

CA. LOS NARANJOS

CA. LOS LIMONES

CA. LOS MANZANOS

CA. LOS PERALES

CA. LOS DURAZNOS

CA. LOS MANGOS

CA. LOS PLATANOS

CA. LOS GUINDOS

CA. LOS MEMBRILLOS

CA. LOS CIRUELOS

CA. LOS PARRALES

CA. LOS MORALES

CA. LOS HIGUERALES

CA. LOS CASTAÑOS

CA. LOS ALMENDROS

CA. LOS NOGALES

CA. LOS PINARES

CA. LOS ROBLES

CA. LOS ABETOS

CA. LOS CEDROS

CA. LOS ALAMOS

CA. LOS SAUCES

CA. LOS PINOS

CA. LOS OLIVOS

CA. LOS NARANJOS

CA. LOS LIMONES

CA. LOS MANZANOS

CA. LOS PERALES

CA. LOS DURAZNOS

CA. LOS MANGOS

CA. LOS PLATANOS

CA. LOS GUINDOS

CA. LOS MEMBRILLOS

CA. LOS CIRUELOS

CA. LOS PARRALES

CA. LOS MORALES

CA. LOS HIGUERALES

CA. LOS CASTAÑOS

CA. LOS ALMENDROS

CA. LOS NOGALES

CA. LOS PINARES

CA. LOS ROBLES

CA. LOS ABETOS

CA. PAUCARTAMBO

CA. CESAR VALLEJO

CA. RICARDO PALMA

20. Evitamiento

21. Puente Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 1+000 1+100 1+200 1+300 1+400 1+500 1+600 1+700 1+800 1+900 2+000 2+100 2+200 2+300 2+400 2+500 2+600 2+700 2+800 2+900 3+000 3+100 3+200 3+300 3+400 3+500 3+600 3+700 3+800 3+900 4+000 4+100 4+200 4+300 4+400 4+500 4+600 4+700 4+800 4+900 5+000 5+100 5+200 5+300 5+400 5+500 5+600 5+700 5+800 5+900 6+000 6+100 6+200 6+300 6+400 6+500 6+600 6+700 6+800 6+900 7+000 7+100 7+200 7+300 7+400 7+500 7+600 7+700 7+800 7+900 8+000 8+100 8+200 8+300 8+400 8+500 8+600 8+700 8+800 8+900 9+000 9+100 9+200 9+300 9+400 9+500 9+600 9+700 9+800 9+900 10+000 10+100 10+200 10+300 10+400 10+500 10+600 10+700 10+800 10+900 11+000 11+100 11+200 11+300 11+400 11+500 11+600 11+700 11+800 11+900 12+000 12+100 12+200 12+300 12+400 12+500 12+600 12+700 12+800 12+900 13+000 13+100 13+200 13+300 13+400 13+500 13+600 13+700 13+800 13+900 14+000 14+100 14+200 14+300 14+400 14+500 14+600 14+700 14+800 14+900 15+000 15+100 15+200 15+300 15+400 15+500 15+600 15+700 15+800 15+900 16+000 16+100 16+200 16+300 16+400 16+500 16+600 16+700 16+800 16+900 17+000 17+100 17+200 17+300 17+400 17+500 17+600 17+700 17+800 17+900 18+000 18+100 18+200 18+300 18+400 18+500 18+600 18+700 18+800 18+900 19+000 19+100 19+200 19+300 19+400 19+500 19+600 19+700 19+800 19+900 20+000 20+100 20+200 20+300 20+400 20+500 20+600 20+700 20+800 20+900 21+000 21+100 21+200 21+300 21+400 21+500 21+600 21+700 21+800 21+900

E=286200 E=286300 E=286400 E=286500 E=286600 E=286700 E=286800 E=286900 E=287000

N=8666900 N=8666800 N=8666700 N=8666600 N=8666500 N=8667200 N=8667100

LEYENDA
- TELMEX-CLARO
- GLOBAL CROSSING
- TELEFÓNICA

0+02 03 04 05 06 07 08

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Fo.3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OVESA | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+740 HASTA PR. 21+460
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-004
HOJA: 04 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

o:\pi03-2529\03 trabajo\p200 dg documentacion grafica\p80 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 03/02/2014 - 11:30

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AUTORIZADO POR EL ESTADO PERUANO
REPRESENTANTE LEGAL

P. CALLAO

ATE

012694

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

PV-22
PROG. 22+124.575

K22

LEYENDA
- TELMEX-CLARO
- GLOBAL CROSSING
- TELEFÓNICA

20. Fulgencio
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

AV. 9 DE OCTUBRE

AV. ATE

LOS CLAVELES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 21+460 HASTA PR. 22+180
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-005
HOJA: 05 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

o:\p03-550\08-trabajo\200-dg documentacion gráficos\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:30

P. CALLAO

ATE

012695

N

E=287600 E=287700 E=287800 E=287900 E=288000 E=288100

N=8667500 N=8667400 N=8667300 N=8667700 N=8667600 N=8667500 N=8667400 N=8667300 N=8667200 N=8667100

22+200 22+300 22+400 22+500 22+600 22+700 22+800 22+900

AV. CARRETERA CENTRAL

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA
- TELMEX-CLARO
- GLOBAL CROSSING
- TELEFÓNICA

E=287600 E=287900 E=288100 E=288300 E=288500 E=288700

N=8667200 N=8667100

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALCALDE METROPOLITANO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

c:\pc5-2529\8\trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:30

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+180 HASTA PR. 22+900
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-006
HOJA: 06 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

[13099]

P. CALLAO

ATE

012636

N

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

RAMAL DE SALIDA
PATIO-TALLER SANTA ANITA

PV-23
PROG. 23+000.000

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

K23

AV. ASTURIAS

LEYENDA
- TELMEX-CLARO
- GLOBAL CROSSING
- TELEFÓNICA

28. Fulgencio
27. Ovalo Santa Anita
26. Colectora Industrial
25. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

CONSULTORES

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+900 HASTA PR. 23+600
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-007

HOJA: 07 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

o:\p03-2569\06 trabajo\200 dig documentation gráfica\90 etapa 1a\1o proc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:30

[13100]

P. CALLAO

ATE

012037

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

FINAL ETAPA 1A

LÍNEA TELEFÓNICA

CA. BRUSELAS

CA. BERNA

CA. MONACO

CA. ATENAS

20. Entramiento

21. Oralo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

- TELMEX-CLARO
- GLOBAL CROSSING
- TELEFÓNICA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 23+600 HASTA PR. 23+660
REDES DE COMUNICACIÓN

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P-008
HOJA: 08 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-CMC-P001-P008.dwg

ALFONSO TAM DE LA CRUZ
REPRESENTANTE LEGAL

c:\pio\3-2529\08 trabajo\2XM dg documentacion grafica\80 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-cmc-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:30

[13101]

P. CALLAO

ATE

012038

N

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

132,17

56,89

55,35

AV. NICOLAS AYLLON

AV. SANTA ROSA

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. 30 DE AGOSTO

AV. ALEXANDER FLEMM

INICIO ETAPA 1A

230

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08

LEYENDA

- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR.
- BAJA TENSIÓN. EDELNOR
- ALUMBRADO PÚBLICO. EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

E=284600 E=284700 E=284800 E=284900 E=285000 E=285100 E=285200 E=285300

N=8666200 N=8666300 N=8666400 N=8665900 N=8666100

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Fo J

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | eurostudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+260 HASTA PR. 19+500
REDES ELÉCTRICAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-001
HOJA: 01 de 08
REVISIÓN: 0

1501 PLOC GEN INT E1A ELE P001 P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GRAU DE GANCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\pG0-2\2908 trabajo\00 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 plkc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:35

P. CALLAO

ATE

012699

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

AV. CARRETERA CENTRAL

K20

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

LEYENDA
- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR.
- BAJA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALUMBRADO PÚBLICO. EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+500 HASTA PR. 20+020
REDES ELÉCTRICAS

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-002
HOJA: 02 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\p03-2529\08 trabajo\050 dg documentación gráfica\050 utopia 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:36

P. CALLAO

ATE

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

PV-20
PROG. 20+040.000

AV. CARRETERA CENTRAL

PS. CORIGONES

CA. LOS FLAMENCOS

CA. MARABU

LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE 66 KV

LEYENDA
- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR.
- BAJA TENSIÓN. EDELNOR
- ALUMBRADO PÚBLICO. EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+020 HASTA PR. 20+740
REDES ELÉCTRICAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-003
HOJA: 03 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAUER CANCINO
REPRESENTANTE LEGAL

o:\1501\2509\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-inf-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:36

P. CALLAO

ATE

012701

N

CA. PINZON

CA. LOS REGUEROS

CA. LOS MIRLOS

CA. LOS FAISANES

CA. LOS ZORZALES

CA. LOS CISNES

CA. LOS GOLONDRINAS

CA. LOS TUCANES

CA. LOS CANARIOS

CA. LOS GORRIONES

CA. LOS JILGUEROS

CA. LOS CARDENALES

CA. LOS PERICOS

CA. LOS LORITOS

CA. LOS PAUCARTAMBO

CA. LOS HALCONES

CA. LOS CONDORES

CA. LOS AGUILUCHOS

CA. LOS ALCATRACES

CA. LOS PELICANOS

CA. LOS PATOS

CA. LOS GANSOS

CA. LOS CISNES

CA. LOS FLAMENCOS

CA. LOS PINGUINOS

CA. LOS PAVOS REALES

CA. LOS PAVOS

CA. LOS PAVOS

CA. LOS PAVOS

P. CALLAO

ATE

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

PV-22
PROG. 22+124.575

K22

012702

SANTA ANITA

AV. 9 DE SEPTIEMBRE

AV. ATE

CA. "2"

CA. "3"

LOS CLAVELES

20. Fulminante
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA
- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR.
- BAJA TENSIÓN. EDELNOR
- ALUMBRADO PÚBLICO, EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2, PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 21+460 HASTA PR. 22+180
REDES ELÉCTRICAS

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-005
HOJA: 05 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAYONE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\p03-22\2508 trabajo\200 dtg documentacion grafica\90 etapa 1a\15 plOc-int-sp interferencias servicios ptablicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:36

P. CALLAO

ATE

012703

N

308

AV. HUAROCHIRI

AV. CARRETERA CENTRAL

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR.
- BAJA TENSIÓN. EDELNOR
- ALUMBRADO PÚBLICO. EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+180 HASTA PR. 22+900
REDES ELÉCTRICAS

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-006

HOJA: 06 de 06

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAUER GANOZA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\jx03-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:36

[13107]

P. CALLAO

ATE

012704

N

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

PV-23
PROG. 23+000.000

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

K23

AV. ASTURIAS

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA
- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR.
- BAJA TENSIÓN. EDELNOR
- ALUMBRADO PÚBLICO. EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+900 HASTA PR. 23+600
REDES ELÉCTRICAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-007
HOJA: 07 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASANE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

C:\p03-2529\08 trabajo\000 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:36

P. CALLAO

ATE

012705

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

FINAL ETAPA 1A

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

CA. BRUSELAS
CA. BERNA
CA. MONACO
CA. ATENAS
CA. GINEBRA

LEYENDA
- BAJA TENSIÓN Y AP. LUZ DEL SUR, BAJA TENSIÓN, EDELNOR
- ALUMBRADO PÚBLICO. EDELNOR.
- MEDIA TENSIÓN. EDELNOR.
- ALTA TENSIÓN.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 23+600 HASTA PR. 23+660
REDES ELÉCTRICAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P-008
HOJA: 08 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-ELE-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAZAR GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\043-2529\08 trabajo\2d\ sig documentación gráfica\80 etapa 1a\15 ploc-int-sp estaciones servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ele-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:36

P. CALLAO

ATE

012706

N

E=284500

E=284600

E=284700

E=284800

E=284900

E=285000

E=285100

E=285200

E=285300

N=8666400

N=8666300

N=8666200

N=8666100

N=8666000

N=8665900

N=8665800

N=8665700

N=8665600

AV. NICOLAS AYLLON

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. SANTA ROSA

AV. ALEXANDER FLEMING

A. FLEMING

JR. CINCO

PSJE. UNO

SANTA ISABEL

FABRICA DE TEJIDOS LA UNION

MOSAICOS PERUANOS

SINTETICOS DEL PERU

INICIO ETAPA 1A

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIA

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

18+300

19+400

18"-450mm

110 PVC

160 PVC

250 PVC

75 PVC

150

100

50

230

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08

LEYENDA

RED DE AGUA

COLECTORES PRIMARIOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

ALFONSO JUAN BAYABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(S): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+260 HASTA PR. 19+500
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-001

HOJA: 01 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

G:\p02-2529\08 trabajo\200 dg documentacion grafica\90 etapa 1a\15 ploc-en-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:22

[13110]

P. CALLAO

ATE

012707

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIA

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. NICOLAS AYLLON

SINTETICOS DEL PERU

A. FLEMING

MINERA

K20

P-426

P-427

P-428

P-429

P-430

P-431

P-432

P-433

P-434

P-435

P-436

P-437

P-438

P-439

P-440

P-441

P-442

P-443

P-444

P-445

P-446

P-447

P-448

P-449

P-450

P-451

P-452

P-453

P-454

P-455

P-456

P-457

P-458

P-459

P-460

P-461

P-462

P-463

P-464

P-465

P. CALLAO

ATE

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIA

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

PV-20
PROG. 20+040.000

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. RODRIGUEZ DE MENDOZA

AV. LOS FRUTALES

AV. LOS CASTILLOS

AV. DEL CASTILLO

AV. LA MOLINA

LOS RUISEÑORES

GORRIONES

PS. GORRIONES

LAS PERDICES

PILCOS

MARABU

GARZAS

COLIBRIES

P.JE. 005

160 PVC

110 PVC

90 PVC

150 PVC

LEYENDA
RED DE AGUA
COLECTORES PRIMARIOS

20. Eviamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

012708

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+020 HASTA PR. 20+740
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-003
HOJA: 03 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

o:\03-2528\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 03/02/2014 - 11:22

P. CALLAO

ATE

0127-S

N

K21

ZONA DE INTERFERENCIAS

PV-21
PROG. 20+960.000

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIA

AV. CARRETERA CENTRAL

LÍNEA DE CANAL

Ø 200mm. AC

CARRETERA CENTRAL

AV. CALCA

AV. SANTA ROSA

AV. LOS ROSALES

CA. PINZON

CA. LOS MIRLOS

CA. LOS FAISANES

CA. LOS ZORZALES

CA. PAUCARTAMBO

CA. CESAR VALLEJO

AV. RICARDO PALMA

JOSE DE LA RIVA AGUERO

JR. RAMON PRADE

AV. SAN JUAN

URQUILLOS

PAUCARTAMBO

TRES

CUATRO

P-611

0+02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08

LEYENDA

RED DE AGUA
COLECTORES PRIMARIOS

CONCESIONARIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN B. SAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+740 HASTA PR. 21+460
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-004
HOJA: 04 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

o:\pd3-2529\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\50 etapa 1a\1a ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:22

P. CALLAO

ATE

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

PV-22
PROG. 22+124.575

K22

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIAS

CARRETERA CENTRAL

LÍNEA DE CANAL

SANTA ANITA

BUENOS AIRES

BUENOS AIRES

AV. ESTRADA MARIÁTEGUI

AV. CONSTRUCTORES

AV. AGUERO

CA. 9 DE SETIEMBRE

14 DE AGOSTO

OCHAVO CORRO OTAVO

AV. ATE

LOS OLMOS

CA. "2"

CA. "3"

DOS

TRES

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA
RED DE AGUA
COLECTORES PRIMARIOS

CONSULTORES

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

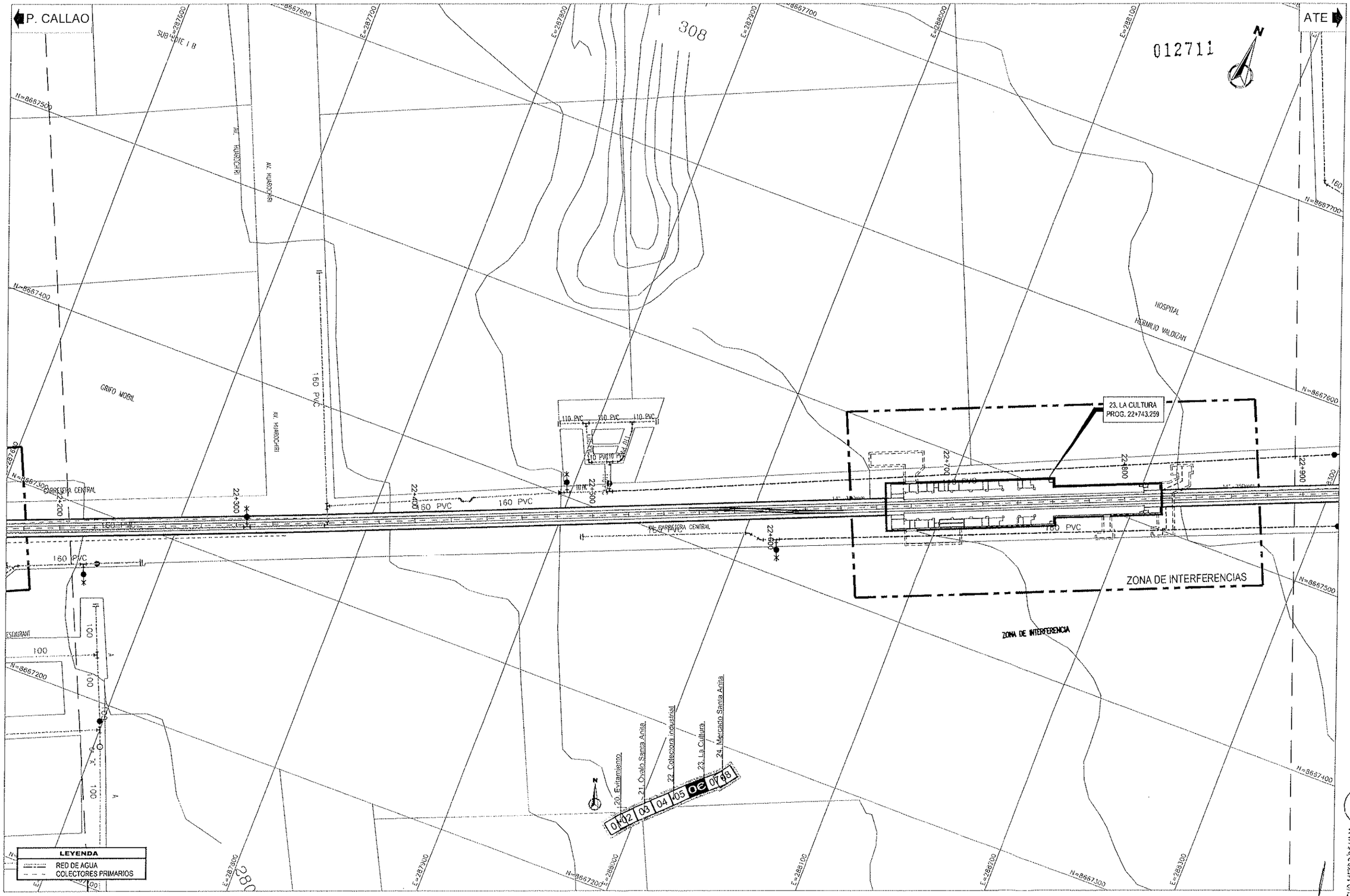
LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 21+460 HASTA PR. 22+180
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-005
HOJA: 05 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BISSIRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\p03-2529\08 trabajo\2000 dg documentacion grafica\90 vistpra 1a\15 ploc-int-sp -interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:22



a:\pi3-2525\68 trabajos\2006 dg documentación gráfica\900 etapa 1a\15 ploc-int-gi interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:23

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+180 HASTA PR. 22+900
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-006
HOJA: 06 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASOS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

P. CALLAO

ATE

012712

N

E=288300 E=288400 E=288500 E=288600 E=288700 E=288800 E=288900 E=289000

N=8667900 N=8668000

160 PVC

N=8667700

160 PVC

N=8667600

160 PRET

100 PVC

22+900

PV-23
PROG. 23+000.000

23+000

23+100

CARRETERA CENTRAL

RAMAL INGRESO
PATIO TALLER SANTA ANITA
PATIO DE MAQUINAS SANTA ANITA

PE 1200mm

23+400

23+500

23+600

150

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIAS

K23

N=8667500

E=288300

AV. ASTURIAS

COL. BACKUS

VOLVO

CERVECERIA CRISTAL

ZONA DE INTERFERENCIA

N=8667400

N=8667100

E=288500

E=288600

E=288700

E=288800

E=288900

E=289000

N=8667700

N=8667600

N=8667500

N=8667400

N=8667100

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01/02 03 04 05 06 07/08

LEYENDA

RED DE AGUA
COLECTORES PRIMARIOS

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+900 HASTA PR. 23+600
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-007

HOJA: 07 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\p02-2529\08 trabajo\200 dig documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-vp interferencias servicios públicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 09/09/2014 - 11:23

P. CALLAO

ATE

012713

PATIO DE MAQUINAS SANTA ANITA

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIA

CERVECERIA CRISTAL

ATE METAL (METINSA)

AV. SANTA ROSA

AV. 28 DE JULIO

CARRETERA CENTRAL

CA. BRUSELAS

AMSTERDAM

LINEA - ETAPA 1A

20. Estribamiento
21. Quito Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01	02	03	04	05	06	07	08

LEYENDA

- RED DE AGUA
- COLECTORES PRIMARIOS

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ovesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 23+600 HASTA PR. 23+660
RED DE AGUA

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P-008

HOJA: 08 de 09

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-AG-P001-P008.dwg

AUTORIZO EL USO DE MI FIRMA
ALFREDO JAVIER BASADRE GARCIA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 57141

o:\c40-2529\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\08 etapa 1a\1y ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-ag-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:23

P. CALLAO

ATE

012715

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

ZONA DE INTERFERENCIAS

AV. CARRETERA CENTRAL

COLECTOR SANTA ANITA

COLECTOR VITARTE

VIA DE EVITAMIENTO

AV. JOSE CASTILLA

CA "A"

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

K20

LEYENDA

- TUBERIA DE PVC
- TUBERIA DE C.S.N.
- TUBERIA DE POLIETILENO
- TUBERIA DE HIERRO DUCTIL
- TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO

CONSEJO NACIONAL DE TASACIONES DEL PERU
AUTORIZADO PARA EJERCER EN TODO EL PAIS
INDEPENDENCIA N° 1145

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

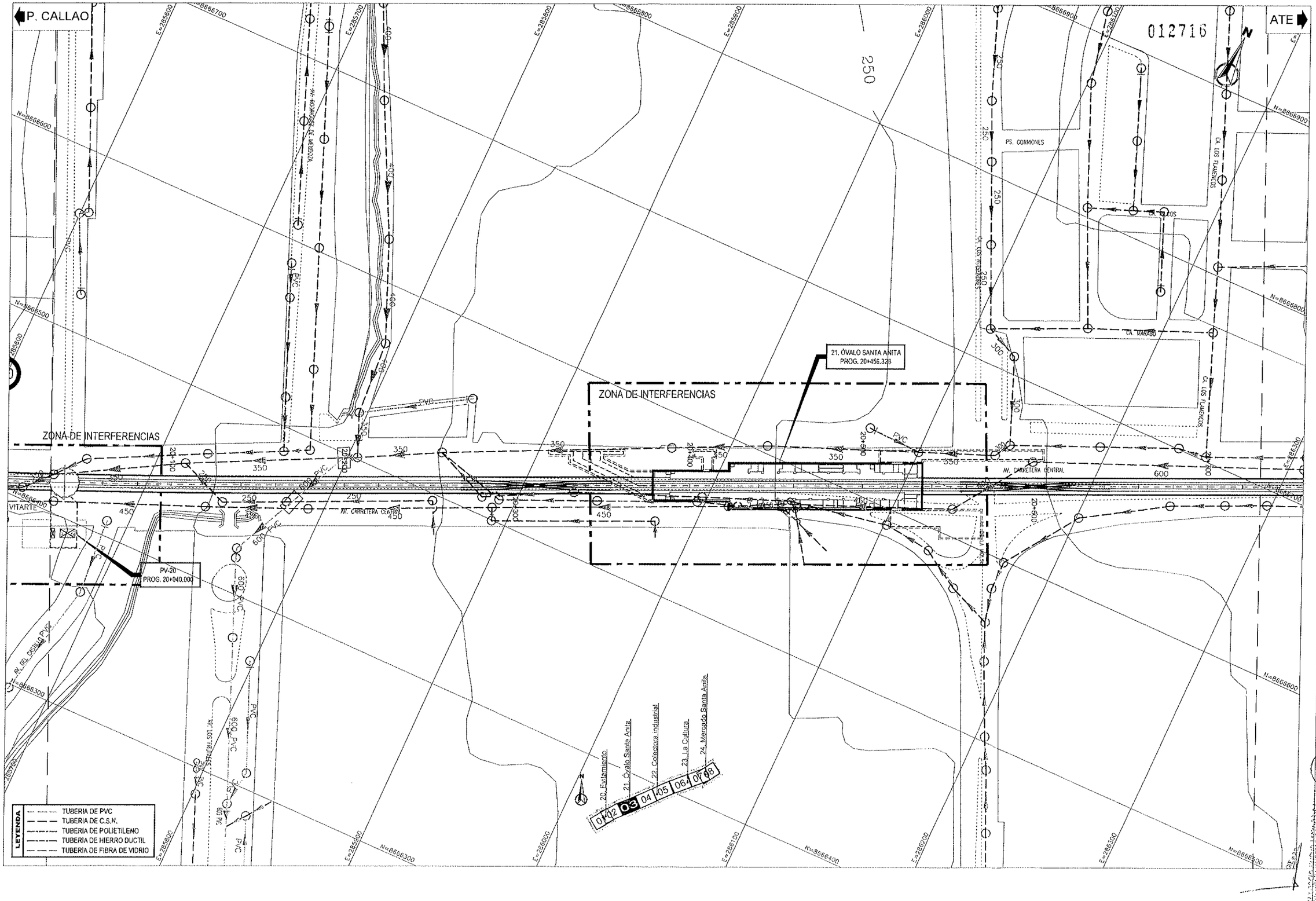
LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+500 HASTA PR. 20+020
RED DE DESAGÜE

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P-002
HOJA: 02 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P001-P008.dwg

e:\1501-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\00 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios públicos\1501-ploc-gen-int-e1a-des-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:32

[13118]


P. CALLAO
ATE
012716
ZONA DE INTERFERENCIAS
ZONA DE INTERFERENCIAS
21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328
PV-20
PROG. 20+040.000
AV. CARRETERA CENTRAL
AV. CARRETERA CENTRAL
VITARTE
PS. CORRIONES
CA. LOS FLAMENCOS
CA. LOS FLAMENCOS
CA. LOS FLAMENCOS

012717

P. CALLAO

ATE

N

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

ZONA DE INTERFERENCIAS

PV-21
PROG. 20+960.000

ZONA DE INTERFERENCIAS

AV. CARRETERA CENTRAL

COLECTOR VITARTE

CA. LOS ZORZALES

CA. LOS ANSARES

CA. LOS GOLONDRINAS

CA. LOS MIRLOS

CA. PAUCARTAMBO

CA. CESAR VALLEJO

CA. RICARDO PALMA

EL CARMEN

20. Evitamiento

21. Óvalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

- TUBERIA DE PVC
- TUBERIA DE C.S.N.
- TUBERIA DE POLIETILENO
- TUBERIA DE HIERRO DUCTIL
- TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso
eurostudios
IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+740 HASTA PR. 21+460
RED DE DESAGÜE

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P-004

HOJA: 04 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN SALAZAR CANTA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\pc0-2\2505\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-des-p001-p008.dwg - 03/02/2014 - 11:32

[13120]

P. CALLAO

ATE

012718

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

PV-22
PROG. 22+124.575

ZONA DE INTERFERENCIAS

ZONA DE INTERFERENCIAS

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA
- TUBERIA DE PVC
- TUBERIA DE C.S.N.
- TUBERIA DE POLIETILENO
- TUBERIA DE HIERRO DUCTIL
- TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 21+460 HASTA PR. 22+180
RED DE DESAGÜE

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P-005
HOJA: 05 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAGAZA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\pk3-3529\08 trabajo\200 dgn documentacion gráfica\00 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-des-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:32

[13121]

P. CALLAO

ATE

012719

N

308

AV. HUAROCHIRI

AV. HUAROCHIRI

PVC

355 PVC

400

250

22+300

22+400

22+600

22+700

22+800

22+900

CARRETERA CENTRAL

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

ZONA DE INTERFERENCIAS

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

- TUBERIA DE PVC
- TUBERIA DE C.S.N.
- TUBERIA DE POLIETILENO
- TUBERIA DE HIERRO DUCTIL
- TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO

E=287600 E=287700 E=287800 E=287900 E=288000 E=288100 E=288200 E=288300

N=8667500 N=8667400 N=8667300 N=8667200 N=8667700 N=8667600

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

oveso euroestudios iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+180 HASTA PR. 22+900
RED DE DESAGÜE

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P-006

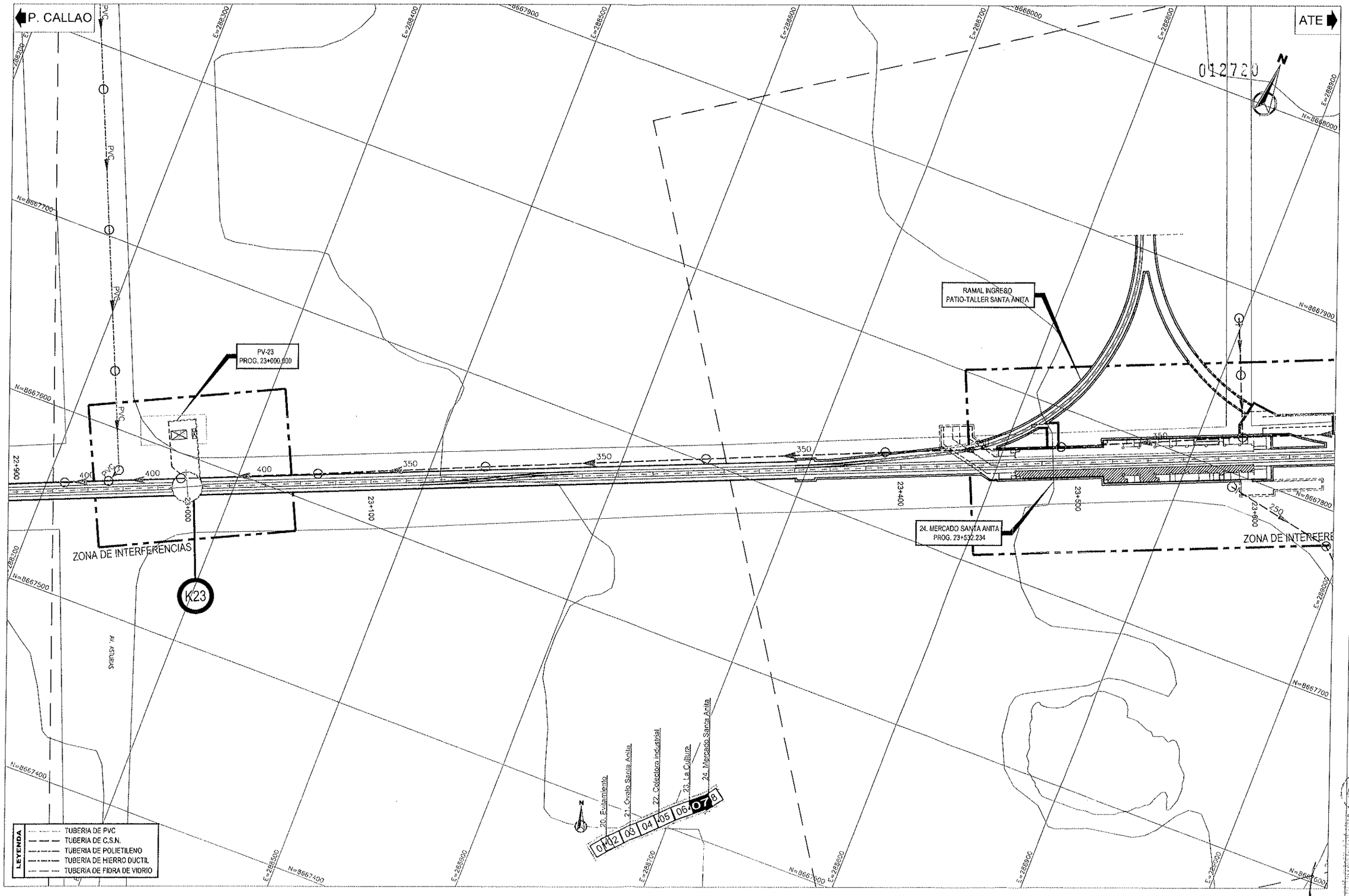
HOJA: 06 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P001-P008.dwg

© 1p03-2525108 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-ep interferencias servidas pu\ploc\1501-ploc-gen-int-e1a-des-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:32

[13122]



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+900 HASTA PR. 23+600
RED DE DESAGÜE

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P-007
HOJA: 07 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P001-P008.dwg

o:\PI3-2529\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\00 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-des-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:32

P. CALLAO

ATE

012721

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

ZONA DE INTERFERENCIAS

FINAL ETAPA 1A

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura 10°

24. Mercado Santa Anita

CA. BRUSELAS

CA. VIENA

CA. MONACO

CA. ATENAS

AV. SANTA ANITA

LEYENDA

- TUBERIA DE PVC
- TUBERIA DE C.S.N.
- TUBERIA DE POLIETILENO
- TUBERIA DE HIERRO DUCTIL
- TUBERIA DE FIBRA DE VIDRIO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 23+600 HASTA PR. 23+660
RED DE DESAGÜE

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P-008

HOJA: 08 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-DES-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RAMA BASAVE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\1501-2529\06 trabajo\200 dg documentación gráfica\99 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-des-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:32

[13124]

P. CALLAO

ATE

012723

N

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

K20

AV. CARRETERA CENTRAL

CA. "A"

20. Evitamiento

21. Cerro Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

AV. DEL CASTILLO

LEYENDA

GAS (POLIETILENO)

GAS (ACERO)

VÁLVULA

01 02 03 04 05 06 07 08

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEJANDRO JUAN BASANE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

avesa | euroestudios | IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+500 HASTA PR. 20+020
RED DE GAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P-002

HOJA: 02 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P001-P008.dwg

o:\p03-25\P5\08 trabajo\200 dg documentación grafica\80 etapa 1a\3 ploc-int-sp interferencias servicios públicos\1501-ploc-gen-int-e1a-gas-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:37

[13125]

P. CALLAO

ATE

012724

E=285600 E=285700 E=285800 E=285900 E=286000 E=286100 E=286200 E=286300 E=286400 E=286500 E=286600 E=286700

N=8666700 N=8666800 N=8666900 N=8666600 N=8666500 N=8666400 N=8666300

AV. RODRIGUEZ DE MENDOZA

AV. CARRETERA CENTRAL

PS. GORRIONES

CA. LOS FLAMENCOS

CA. LOS BUHOS

CA. MARABU

AV. DEL CASTILLO

250

20+100 20+200 20+300 20+400 20+500 20+600 20+700

PV-20
PROG. 20+040.000

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

GAS (POLIETILENO)
GAS (ACERO)
VÁLVULA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+020 HASTA PR. 20+740
RED DE GAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P-003

HOJA: 03 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P001-P008.dwg

C:\jk03-252908\trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-gas-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:37

[13126]



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OVESO
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+740 HASTA PR. 21+460
RED DE GAS

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P-004
HOJA: 04 de 08
REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P001-P008.dwg

o:\1501-2529\08 trabajo\200 dg documentacion grafica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-gas-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:38

[13127]

P. CALLAO

ATE

N

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

PV-22
PROG. 22+124.575

K22

012726

SANTA ANITA

AV. 9 DE SETIEMBRE

AV. ATE

CA. "2"

CA. "3"

LOS CLAVELES

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

GAS (POLIETILENO)

GAS (ACERO)

VÁLVULA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 21+460 HASTA PR. 22+180
RED DE GAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P-005

HOJA: 05 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN RIVERA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\p03-2535\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios públicos\1501-ploc-gen-int-e1a-gas-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:38

[13128]

P. CALLAO

ATE

012727

N

E=287600 E=287700 E=287800 E=287900 E=288000 E=288100

N=8667600 N=8667700 N=8667500 N=8667400 N=8667300 N=8667200

308

AV. HUAROCHIRI

AV. CARRETERA CENTRAL

22+200 22+300 22+400 22+500 22+600 22+700 22+800 22+900

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

20. Estamiento 21. Ovalo Santa Anita 22. Colectora Industrial 23.La Cultura 24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

LEYENDA

GAS (POLIETILENO)

GAS (ACERO)

VÁLVULA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

OYESA euroestudios IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+180 HASTA PR. 22+900
RED DE GAS

PLANO N°: PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P-006 | HOJA: 06 de 08 | REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P001-P008.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 drg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios públicos\1501-ploc-gen-int-e1a-gas-p001-p008.dwg - 03/02/2014 - 11:38

P. CALLAO

ATE

012729

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

FINAL ETAPA 1A

20. Fortalecimiento

21. Óvalo Santa Anita

22. Colectora industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

Av. Simón Bolívar

CA. BRUSELAS

CA. BERNA

CA. MONACO

CA. ATENAS

CA. SUIZAS

LEYENDA

GAS (POLIETILENO)

GAS (ACERO)

VÁLVULA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

owesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A3): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 23+600 HASTA PR. 23+660
RED DE GAS

PLANO Nº: PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P-008

HOJA: 08 de 08

REVISIÓN: 0

1501-PLOC-GEN-INT-E1A-GAS-P001-P008.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASAFE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\pro\2529\08 trabajo\200 drg documentación gráfica\90 etapa 1a\15 ploc-int-sp interferencias servicios publicos\1501-ploc-gen-int-e1a-gas-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:38

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

012730

O.2. GEOMETRIA



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSADE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

012731

O.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.2.1. TRAZADO DE LAS VÍAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012732

Índice

1 Introducción 2
2 Parámetros principales de diseño 3
3 Esquema de vías 4
4 Definición geométrica del trazado 4
5 Propuesta de modificación de fricción en las curvas. 7
6 Ventajas del diseño propuesto en la explotación 8
7 Tiempos de viaje, tiempos de ciclo de rotación y frecuencias. 9
8 Resultado del consumo enérgetico de acuerdo al material rodante propuesto 10

APÉNDICE 1. Planos. Diseño del trazado

012733

1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presentan el diseños básicos del trazado de la Primera Etapa A, en planimetría y altimetría. La Etapa A corresponde al Tramo 5, comprendido entre las estaciones de Evitamiento y Mercado Santa Anita, y cuenta con 5 estaciones y 4 pozos de ventilación y emergencia interestación. Adicionalmente, y para compatibilizar la construcción del Tramo 4 con la explotación de la Primera Etapa A, se prevé construir también en esta etapa una longitud de túnel de 60 m antes de la estación de Evitamiento. Dentro de este tramo de 60 m, se ha previsto la construcción de un tramo Cut&Cover necesario para ubicar una sala de ventilación provisional de túnel necesaria para esta etapa de explotación. De manera similar se prevé la construcción en esta etapa de un tramo del telescopio y el ramal a taller situado después de la estación de Mercado Santa Anita, para permitir tanto compatibilizar las obras con la explotación de la Primera Etapa A como ubicar otra sala provisional de ventilación de túnel.

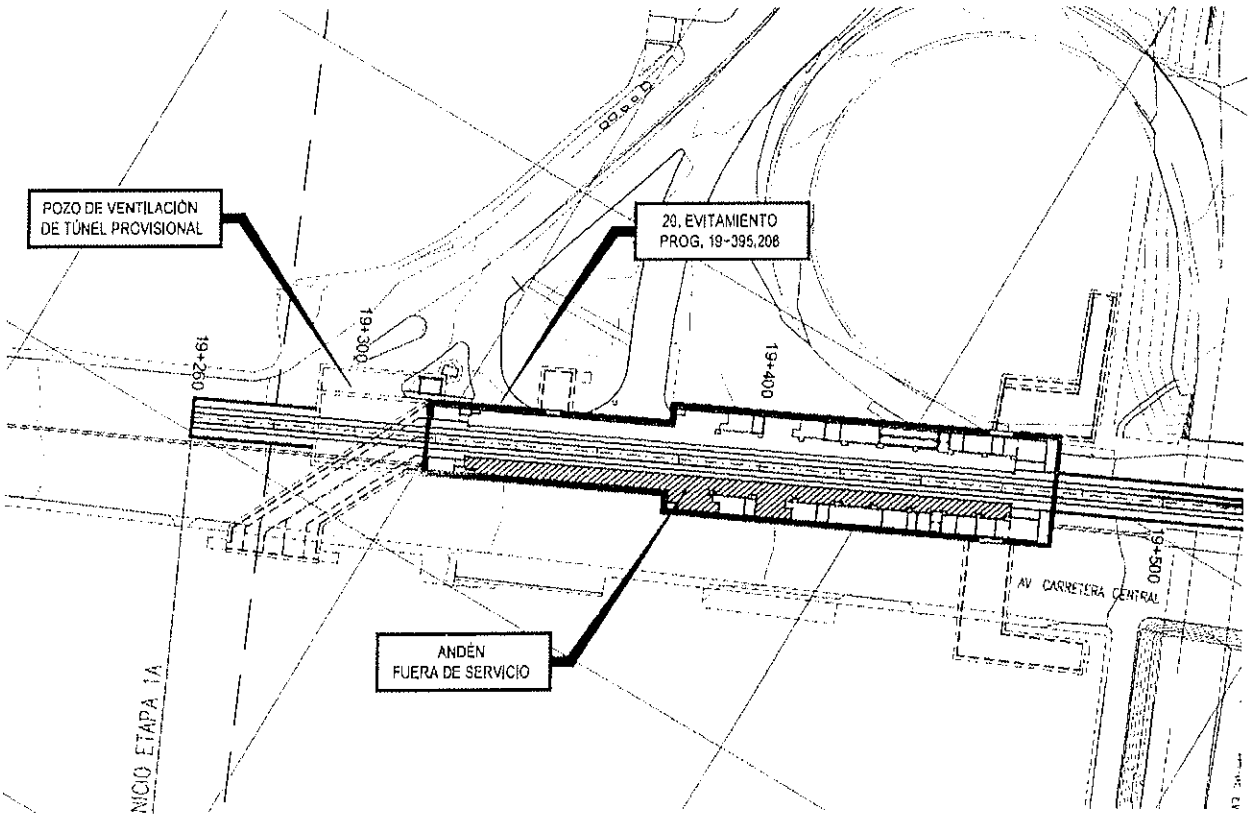


Figura 1. Tramo de túnel y pozo de ventilación provisional en zona Evitamiento

012734

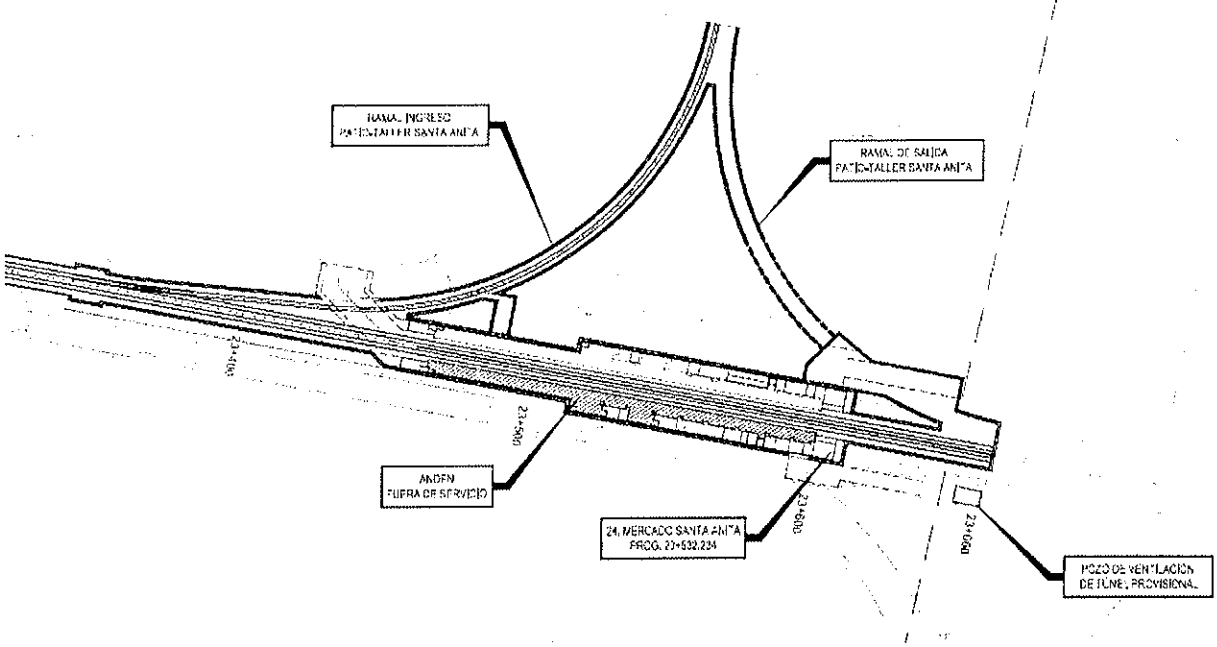


Figura 2. Tramo de telescopio, ramal y pozo de ventilación provisional en zona Mercado Santa Anita

Las principales características de la Etapa 1A son las siguientes:

Progresivas:	Inicio 19+260 Fin 23+660
Longitud del tramo	4.400 m
Estaciones terminales)	5 (todas de paso, 2 provisionalmente
Pozos de ventilación y emergencia	4
Patio taller	1
Ramales a taller superestructura)	2 (uno solo obras civiles sin
Terceras vías	0
Otros	2 salas de ventilación, provisionales

2 *PARÁMETROS PRINCIPALES DE DISEÑO*

Los parámetros empleados como base para el diseño del trazado son los mismos establecidos en el punto A.5.1. Diseño del trazado de la Propuesta Técnica.

Si bien se ha mantenido el trazado en planta previsto en A.5.1, se ha decidido, por condicionantes del material rodante, situar las estaciones en tramos con pendiente nula, en vez del 0.3% previsto anteriormente. Este ajuste se ha realizado para todas las estaciones de la Línea 2 para comprobar su factibilidad, si bien se incluye en este apartado exclusivamente el tramo comprendido entre las progresivas 19+260 y 23+660 o Tramo 5.

012735

3 ESQUEMA DE VÍAS

No se ha previsto en esta etapa zonas terminales para inversiones de marcha, puesto que se trata de una etapa muy corta y se ha considerado la realización de las inversiones de marcha por delante de la estación, de manera que tanto Evitamiento como Mercado Santa Anita funcionarán en esta etapa con un único andén de embarque y desembarque. El esquemático de vías previsto es el siguiente:

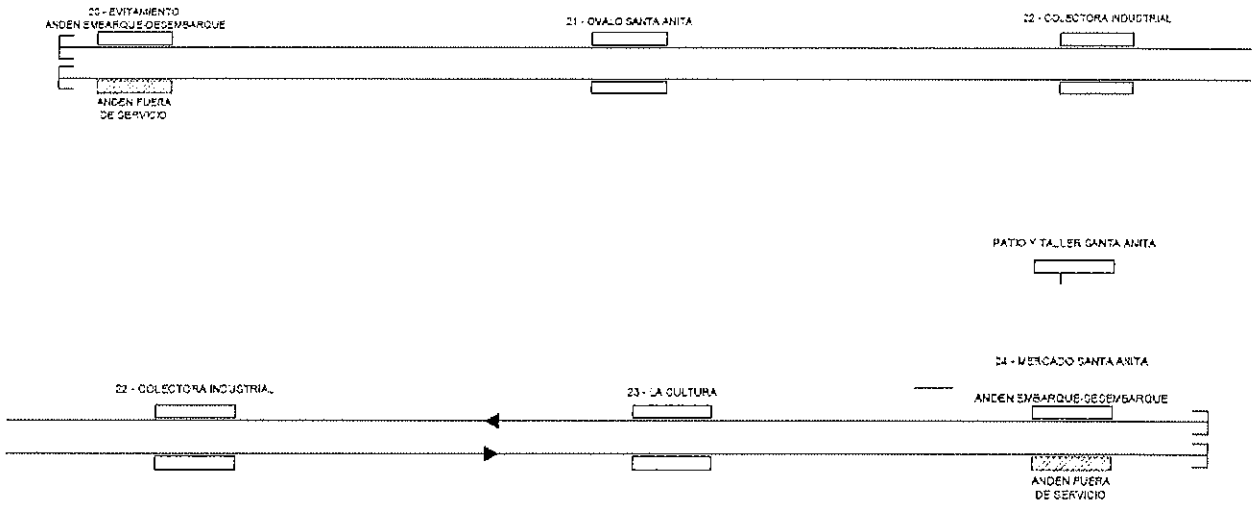


Figura 3. Esquema de vías. Primera Etapa A

4 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL TRAZADO

A continuación se muestran las ubicaciones de las estaciones con su progresiva (centro de andén) y tipología correspondiente.

ID	ESTACION	PROGRESIVA	DIST.	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN	TIPO
20	Evitamiento	19+396,96	1061,11	CUT & COVER	1.6 SER
21	Ovalo Santa Anita	20+456,32	1042,64	CUT & COVER	1.7
22	Colectora Industrial	21+498,87	1244,30	CUT & COVER	1.5 SER
23	La Cultura	22+743,26	788,98	CUT & COVER	1.5
24	Mercado Santa Anita	23+532,24	1024,40	CUT & COVER	1.2 SER

Tabla 4-1. Ubicación de estaciones de la Primera Etapa A

Los aspectos correspondientes a esta fase de implantación del patio taller Santa Anita se desarrollan en el punto O.5.

En las siguientes tablas se resumen las alineaciones y principales características del 12736
trazado horizontal del tramo comprendido entre las progresivas 19+260 a 23+660.

Elementos geométricos horizontales

L2. Vía principal. Primera Etapa A

TIPO	PARÁMETRO		LONGITUD	P.K.i	P.K.f
RECTA	Radio=	INFINITO	338,299	19+260,000	19+598,299
CLOT.	A=	141,421	10	19+598,299	19+608,299
CIRC.	Radio=	2000	125,202	19+608,299	19+733,501
CLOT.	A=	141,421	10	19+733,501	19+743,501
RECTA	Radio=	INFINITO	223,028	19+743,501	19+966,529
CLOT.	A=	223,607	10	19+966,529	19+976,529
CIRC.	Radio=	-5000	180,171	19+976,529	20+156,699
CLOT.	A=	223,607	10	20+156,699	20+166,699
RECTA	Radio=	INFINITO	612,388	20+166,699	20+779,087
CIRC.	A=	-20000	112,075	20+779, 87	20+891,162
RECTA	Radio=	INFINITO	245,958	20+891,162	21+137,120
CIRC.	Radio=	10000	96,769	21+137,120	21+233,889
RECTA	Radio=	INFINITO	541,238	21+233,889	21+775,127
CLOT.	A=	223,607	10	21+775,127	21+785,127
CIRC.	Radio=	5000	207,133	21+785,127	21+992,259
CLOT.	A=	223,607	10	21+992,259	22+002,259
RECTA	Radio=	INFINITO	253,34	22+002,259	22+255,600
CIRC.	A=	-10000	167,514	22+255,600	22+423,114
RECTA	Radio=	INFINITO	1236,886	22+423,114	23+660,000

Tabla 4-2. Elementos geométricos horizontales. Primera Etapa A

Elementos geométricos verticales

L2. Vía principal

TIPO	PARÁMETRO (‰) / Kv		LONGITUD	P.K.i	P.K.f
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3000	19,653	19+260,000	19+279,653
Tramo de pendiente constante	i =	0‰	336,995	19+279,653	19+616,648
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3000	104,936	19+616,648	19+721,584
Tramo de pendiente constante	i =	35‰	461,638	19+721,584	20+183,222

Elementos geométricos verticales L2. Vía principal					
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	2250	78,702	20+183,222	20+261,924
Tramo de pendiente constante	i =	0‰	418,917	20+261,924	20+680,841
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3000	95,950	20+680,841	20+776,791
Tramo de pendiente constante	i =	32‰	508,762	20+776,791	21+285,553
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3000	95,951	21+285,553	21+381,504
Tramo de pendiente constante	i =	0‰	258,226	21+381,504	21+639,730
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3000	74,977	21+639,730	21+714,707
Tramo de pendiente constante	i =	25,00	740,235	21+714,707	22+454,942
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3000	74,977	22+454,942	22+529,919
Tramo de pendiente constante	i =	0‰	324,096	22+529,919	22+854,015
Acuerdo vertical cóncavo	Kv =	3334,987	105,000	22+854,015	22+959,015
Tramo de pendiente constante	i =	31,5‰	267,725	22+959,015	23+226,740
Acuerdo vertical convexo	Kv =	3334,987	105,000	23+226,740	23+331,740
Tramo de pendiente constante	i =	0‰	328,260	23+331,740	23+660,000

Tabla 4-3. Elementos geométricos horizontales. Primera Etapa A

Maximos y mínimos gradientes L2. Vía principal					
TIPO	**PARÁMETRO (‰) / Kv**		**LONGITUD**	**P.K.i**	**P.K.f**
Tramo de pendiente constante	i =	0 ‰	336,995	19+279,653	19+616,648
Tramo de pendiente constante	i =	35 ‰	461,638	19+721,584	20+183,222
Tramo de pendiente constante	i =	0 ‰	418,917	20+261,924	20+680,841
Tramo de pendiente constante	i =	32‰	508,762	20+776,791	21+285,553
Tramo de pendiente constante	i =	0 ‰	258,226	21+381,504	21+639,730
Tramo de pendiente constante	i =	0 ‰	324,096	22+529,919	22+854,015
Tramo de pendiente constante	i =	31,5 ‰	267,725	22+959,015	23+226,740
Tramo de pendiente constante	i =	0 ‰	328,260	23+331,740	23+660,000

Tabla 4-4. Máximos y mínimos gradientes

Nº	ESTACIÓN	PK CENTRO ANDÉN	DIST INICIO ANDÉN - CURVA EN PLANTA ANTERIOR (m)	DIST FINAL ANDÉN - CURVA EN PLANTA POSTERIOR (m)	DIST INICIO ANDÉN - CURVA EN ALZADO ANTERIOR(m)	DIST FINAL ANDÉN - CURVA EN ALZADO POSTERIOR (m)
20	Evitamiento	19+395,21	136,198	135,589	53,057	153,938
21	Ovalo Santa Anita	20+456,32	222,121	255,267	126,896	157,021
22	Colectora Industrial	21+498,96	-	208,667	54,956	73,270
23	La cultura	22+743,26	252,646	-	145,841	50,255
24	Mercado Santa Anita	23+532,24	-	151,601	133,000	-

Tabla 4-5. Distancia de estaciones a curvas de trazado

CAMBIAVÍA	Pki	PKf	DIST A CURVA EN PLANTA ANTERIOR (m)	DIST A CURVA EN PLANTA POSTERIOR (m)	DIST A CURVA EN ALZADO ANTERIOR(m)	DIST A CURVA EN ALZADO POSTERIOR (m)	DIST A ANDEN PROXIMO (m)	
Diagonal 10	19+496,718	19+583,913	-	14,39	217,07	32,74	31,010	Evitamiento
Bretelle 5	20+267,645	20+354,840	100,95	-	5,72	326,00	33,980	Ovalo
Bretelle 6	20+556,174	20+643,369	-	135,72	294,25	37,47	32,350	Ovalo
Diagonal 11	22+554,255	22+641,451	131,14	-	24,34	212,56	34,310	Cultura
Diagonal 12	23+127,684	23+214,879	-	-	168,67	11,86	-	

Tabla 4-6. Distancia de cambiavías a curvas y extremos de andén

5 *PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE FRICCIÓN EN LAS CURVAS.*

Con el fin de reducir el ruido secundario causado por el rozamiento entre la rueda y el riel y para reducir el desgaste de los rieles y de las pestañas, en las proximidades de las curvas de radio inferior a 250 metros y de los cambia vías más utilizados, se ha previsto la instalación de lubricadores de riel. Esto no sucede en la línea principal al ser el radio mínimo de 280 m, sin embargo, se han previsto engrasadores en la vía de los patios talleres.

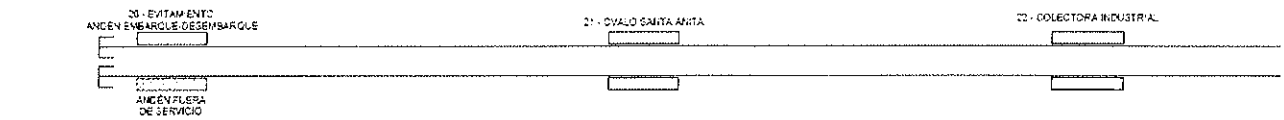
Adicionalmente el material estará equipado con lubricadores de pestañas en los bogies motores. El número de ejes y la posición de los ejes a lo largo del tren serán evaluados durante la fase del proyecto. Las 4 ruedas del bogie estarán equipadas.

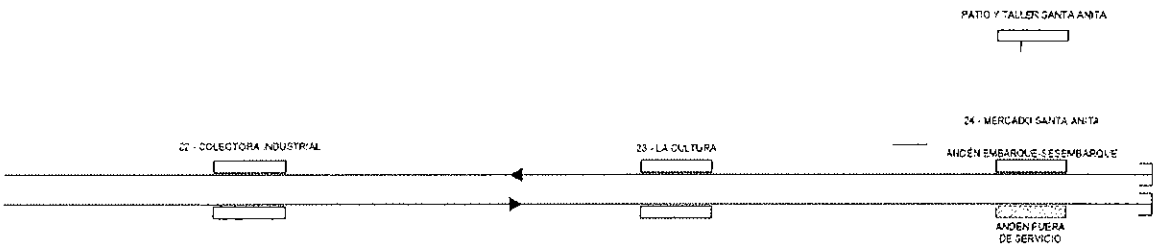
6 *VENTAJAS DEL DISEÑO PROPUESTO EN LA EXPLOTACIÓN*

012739

En la primera etapa 1 A, que comprende los años 2016 y 2017, se pondrá en explotación el tramo de la línea 2 comprendido entre las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita.

Los siguientes esquemas muestran la posición de las vías principales, las terceras vías y los cambiavías propuestos para la etapa 1A:





La configuración de aparatos de vía propuesta está diseñada para permitir flexibilidad en la operación, que se comenta más extensamente en el Apartado H. En esta etapa al disponer del taller de Santa Anita la configuración de entradas y salidas del taller se facilita enormemente. La configuración propuesta permitirá entrar indistintamente a cualquiera de los dos andenes ofreciendo una gran versatilidad con las distintas alternativas de operación posibles.

Esta versatilidad permitirá que ante incidencias en algún aparato de vía se puedan mantener los niveles de servicio utilizando otros disponibles.

La distribución de aparatos de vía en estaciones intermedias se ha realizado teniendo en cuenta por un lado la distribución de la demanda prevista y por otro el que no exista un tramo de más de dos interestaciones sin aparato de vía. Esto permitirá establecer servicios alternativos en casos de incidencias, manteniendo el servicio aunque sea en modo degradado y posibilitará, conjuntamente con las terceras vías planteadas, la retirada de la circulación de los trenes afectados por avería o por situaciones de emergencia, en el tiempo más breve posible, así como la reposición de trenes útiles en su lugar.

7 TIEMPOS DE VIAJE, TIEMPOS DE CICLO DE ROTACIÓN Y FRECUENCIAS.

Para la determinación del tiempo de viaje, considerando el tiempo de viaje como el tiempo de vuelta completa, se ha partido de los tiempos de los gráficos de marcha obtenidos de las simulaciones cinemáticas realizadas, en las que se ha considerado:

- Características de la infraestructura. Ubicaciones de estaciones, Perfil de la línea (rampas, pendientes, curvas, etc.).
- Las características del material móvil previsto (características mecánicas, dimensiones, curvas de tracción/freno, etc.).
- Composición prevista de los trenes (6 o 7 coches).
- Influencia del sistema de señalización.
- Influencia del sistema de seguridad ferroviaria.
- Influencia del sistema de regulación de tráfico
- Demanda prevista.

Se ha considerado, de la misma manera que en el Contrato de Concesión del Concurso de Proyectos Integrales para la entrega en concesión del Proyecto línea 2 y Ramal Avda. Faucett – Avda. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, un tiempo medio de parada en estaciones de 20 segundos, excepto en aquellas en que se prevé una alta concentración de usuarios entre los que esperan en los andenes y los que bajan de los trenes; en estas estaciones se ha considerado un tiempo de parada superior.

Asimismo, se ha tenido en cuenta el tiempo necesario para la inversión de marcha de los trenes en las dos cabeceras de línea, y también, en explotación por bucles, en las estaciones donde los trenes invierten el sentido de marcha. Dicho tiempo depende de si la maniobra de inversión se realiza saliendo directamente de la estación o si se lleva a cabo entrando al saco de maniobras, en cuyo caso se considera el tiempo del recorrido del tren, el movimiento de las agujas y el necesario para que los sistemas realicen la inversión de marcha y se confirme la seguridad de la maniobra.

Finalmente, debido a que la longitud media entre estaciones es superior a 1000 metros, y que los trenes circularán en conducción automática, sin conductor, se ha considerado un pequeño incremento de tiempo en el trayecto entre estaciones, debido a la aplicación de medidas de regulación del tráfico, bien sean introducidas por el sistema automático de regulación, o manuales por la actuación de los operadores del Puesto Central de Operaciones.

Con estas premisas, para las dos líneas se calcularon los tiempos de recorrido que se indican en el apartado **H.2 de esta Propuesta Técnica**, para los diversos tramos de línea que se operarán, incluyendo los bucles, y en las diferentes etapas de puesta en explotación.

8 RESULTADO DEL CONSUMO ENÉRGETICO DE ACUERDO AL MATERIAL RODANTE PROPUESTO .

En esta sección se detallan los consumos energéticos de acuerdo al material rodante propuesto para la primera Etapa A. Las necesidades de potencia y y consumos energéticos para talleres y cocheras y para las estaciones se detallan en el apartado **H. 9**.

Las simulaciones energéticas de tracción se realizan teniendo en cuenta:

- Nivel de ocupación medio de 3 pasajeros por metro cuadrado.
- Velocidad: 80 km/h.
- Consumo servicios auxiliares: 270 kW.

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.-1. Consumo energético de tracción para 6 coches

		Línea 2	
		Ruta 1	Ruta 2
6 Coches en condiciones de carga CC0 (3 pasajeros /m^2)	Energía consumida (kWh/t*km)	36,29	23,60
	Energía Regenerada 100% (kWh/t*km)	9,14	13,32

Siendo:

- Longitud de la Línea 2 en la primera etapa A: 5 km.
- Condiciones de carga (CC0) para 3 pax/m^2.
- Ruta 1: Línea 2 desde Evitamiento hasta Mercado de Santa Anita
- Ruta 2: Línea 2 desde Mercado de Santa Anita hasta Evitamiento

Con un 75 % de la energía regenerada se obtienen consumos medios para cada línea de:

Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento -2. Consumos medios de cada línea

Energía consumida (kWh/t*km) para 6 coches en condiciones de carga CC0 y 75 % de regeneración	Línea 2 18,77
Energía consumida (kWh/t*km) 7 coches en condiciones de carga CC0 y 75 % de regeneración	Línea 2 19,93

En el año 2016, la explotación se realizará con 6 coches y el número de km-tren recorridos en un año de la línea 2 se establece en 500.457, dando como resultado:

- Línea 2: 18,77 kWh/t*km x 500.457km-tren, es decir, 9.393.577 kWh.

012742

O.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.2.1. TRAZADO DE LAS VÍAS

APÉNDICE 1.PLANOS

A continuación se presentan los planos correspondientes al trazado.
En los planos de altimetría se recoge la cota de rasante, la cota de riel y la cota de terreno:

- Cota rasante: es igual a cota riel (cota correspondiente a la cabeza de riel bajo).
- Cota terreno: cota correspondiente al terreno natural
- Cota roja: es la diferencia entre la cota terreno y la cota rasante
- Alineamiento: muestra la planimetría del trazado
- Peraltes: muestra el peralte o sobreelevación del riel alto
- Kilometraje: muestra las progresivas de referencia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA 012743

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-E1A-E	LÍNEA 2. PLANO ESQUEMÁTICO DE LÍNEA	S/E	1
PLOC-GEN-GEN-E1A-PG	LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES	1/1.000	8
PLOC-TRZ-E1A-PL-L2	TRAZADO. PLANIMETRÍA	1/1.000	10
PLOC-TRZ-E1A-LO	TRAZADO. ALTIMETRIA	1/500	14

P. CALLAO

ATE

N

POZO DE VENTILACIÓN DE TÚNEL PROVISIONAL

20. EVITAMIENTO PROG. 19+395.208

ANDÉN FUERA DE SERVICIO

INICIO ETAPA 1A

AV. NICOLAS AYLLON

AV. SANTA ROSA

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. ALEXANDER FLEMING

Proyectado

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

D-1 | 2 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08

E=284500 E=284600 E=284700 E=284800 E=284900 E=285000 E=285100 E=285200 E=285300 E=285400

N=8666400 N=8666300 N=8666200 N=8666100 N=8666000 N=8665900 N=8665800 N=8665700 N=8665600

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFREDO SALINAS BONILLA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+260 HASTA PR. 19+500

PLANO Nº: PLOC-GEN-E1A-PG-P-001 | HOJA: 01 de 08 | REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

o:\p03-252f\08 trabajo\200 otg documentación gráfica\150 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-e1a-pg-p001-p008.dwg - 05/02/2014 - 11:27

P. CALLAO

ATE

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+395.208

ANDÉN
FUERA DE SERVICIO

K20

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. EVITAMIENTO

JR. SANTA ROSA

PSJE. DEL OASIS

21. Óvalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

0 02 03 04 05 06 07 08

N=8666600 E=285500 E=285400 E=285300 E=285200 E=285100 E=285000 E=284900 E=284800 E=284700 E=284600 E=284500

N=8666400 N=8666300 N=8666200 N=8666100 N=8666000

19+300 19+400 19+500 19+600 19+700 19+800 19+900 20+000

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ANTONIO JUAN DE LAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 19+500 HASTA PR. 20+020

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-PG-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-e1a-pg-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:27

012747
[13146]

P. CALLAO

ATE

N

N=8666900

E=286100

PS. CORRIONES

CA. LOS FLAMENCOS

CA. PILCOS

CA. MARABU

AV. CARRETERA CENTRAL

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

PV-20
PROG. 20+040.000

AV. DEL CASTILLO

AV. LOS FLAMENCOS

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

04/12 03 04 05 06 07 08

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RAMON BASAÑEZ GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 20+020 HASTA PR. 20+740

PLANO Nº: PLOC-GEN-E1A-PG-P-003
HOJA: 03 de 08
REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

o:\2013-252\008 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-01a-pg-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:27

P. CALLAO

ATE

N

CA. PINZON

CA. LOS MIRLOS

CA. LOS FAISANES

CA. LOS PAVAS

CA. LOS GRILLOS

CA. LOS RUISEÑORES

CA. LOS JILGUEROS

CA. LOS CANARIOS

CA. LOS TUCANES

CA. LOS PERICOS

CA. LOS LORITOS

CA. LOS PAVOS REALES

CA. LOS PAVITOS

CA. LOS PAVITOS

CA. LOS PAVITOS

[13148]

012743

P. CALLAO

ATE

SANTA ANITA

AV. 5 DE SEPTIEMBRE

CA. 5 DE SEPTIEMBRE

AV. ATE

LOS CLAVELES

CA. 2

CA. 3

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.957

K22

PV-22
PROG. 22+124.575

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

N=8667500
N=8667400
N=8667300
N=8667200
N=8667100
N=8667000
N=8666900
N=8666800

E=286900
E=287000
E=287100
E=287200
E=287300
E=287400
E=287500
E=287600
E=287700

21+500
21+600
21+700
21+800
22+000
22+100
22+200

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

CONCESIONARIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DALAME GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 21+460 HASTA PR. 22+180

PLANO Nº: PLOC-GEN-E1A-PG-P-005
HOJA: 05 de 08
REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

o:\ic02-25296\8 trabajo\200 dg documentación gráfica\00 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-e1a-pg-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:28

P. CALLAO

ATE

N

E=287600 E=287700 E=287800 E=287900 E=288000 E=288100 E=288200 E=288300

N=8667600 N=8667700

N=8667500

N=8667400

N=8667300

N=8667200

N=8667100

22+200 22+300 22+400 22+500 22+600 22+700 22+800 22+900

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

AV. CARRETERA CENTRAL

20. Evtiamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01|02|03|04|05|06|07|08

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN RASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+180 HASTA PR. 22+900

PLANO Nº: PLOC-GEN-E1A-PG-P-006
HOJA: 06 de 08
REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

o:\0106-252\06 trabajo\200 dg documentación gráfica\80 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-e1a-pg-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:28

[13150]

012751

P. CALLAO

ATE

PV-23
PROG. 23+000.000

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

RAMAL DE SALIDA
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

ANDÉN
FUERA DE SERVICIO

K23

AV. ASTURIAS

20. Futamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RIOS CASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aqvesa
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 22+900 HASTA PR. 23+600

PLANO Nº: PLOC-GEN-E1A-PG-P-007
HOJA: 07 de 08
REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

c:\p00-25/0608 trabajo\200 dg documentacion gráfica\90 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-e1a-pg-p001-p008.dwg - 06/02/2014 - 11:26

012752

P. CALLAO

ATE

RAMAL INGRESO PATIO-TALLER SANTA ANITA

RAMAL DE SALIDA PATIO-TALLER SANTA ANITA

ANDÉN FUERA DE SERVICIO

24. MERCADO SANTA ANITA PROG. 23+532.234

POZO DE VENTILACIÓN DE TÚNEL PROVISIONAL

FINAL ETAPA 1A

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08

AV. SANTA ROSA

CA. BRUSELAS

CA. ATENAS

CA. ESPAÑA

CA. HOLANDA

CA. SUIZA

E=288600 E=288700 E=288800 E=288900 E=289000 E=289100 E=289200 E=289300

N=8667900 N=8668000 N=8668100 N=8668200 N=8667800 N=8667700 N=8667600 N=8667500

23+400 23+500 23+600 23+700

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

avesa | eurostudios | IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. PLANTAS GENERALES
DESDE PR. 23+600 HASTA PR. 23+660

PLANO N°: PLOC-GEN-E1A-PG-P-008

HOJA: 08 de 08

REVISIÓN: 0

0106-PLOC-GEN-E1A-PG-P001-P008.dwg

o:\05-252\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\800 etapa 1a\01 ploc-gen-gen general\0106-ploc-gen-e1a-pg-p001-p008.dwg - 09/02/2014 - 11:28

[13152]
012753

P. CALLAO

ATE

N=8666100

N=8666000

N=8665900

N=8665800

N=8666300

E=284600

E=284700

E=284800

E=284900

E=285000

E=285100

E=285200

ET=EST.19+280.000

RECTA

19+300

19+400

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+396.960

PCV=PST.19+466.716
JCA39

DIAGONAL 10

PCV=PST.19+583.913
JCA40

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. NICOLAS AYLLON

AV. SANTA ROSA

INICIO ETAPA 1A

Propaganda Toledo

AV. ALEXANDER FLEMING

VIA DE EVITAMIENTO

R=2000.000

L=10.000

TED=EST.19+598.299

ET=EST.19+608.299

20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DARABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 19+260 HASTA PR. 19+500

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-001
HOJA: 01 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\03 ploc-trz-gen traza\50\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:40

[13153]

01754

P. CALLAO

ATE

20. EVITAMIENTO
PROG. 19+396.960

PCV=PST.19+495.718
JCA30

DIAGONAL 10

PI-29
X=285315.97
Y=8666281.83

PCV=PST.19+583.913
JCA40

AV. CARRETERA CENTRAL

RECTA

R=2000.000

L=10.000 m

TED=EST.19+598.299

EC=EST.19+608.299

VIA DE EVITAMIENTO

CE=EST.19+733.501

ET=EST.19+743.501

EC=EST.19+976.529

TEE=EST.19+966.529

K20

L=10.000 m

R=5000.000

RECTA

PI-30
X=285683.26
Y=8666429.16

PV-20
PROG. 20+040.000

AV. DEL CASTILLO

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industriel

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

CONCESIONARIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEJANDRO CASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 19+500 HASTA PR. 20+000

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-002
HOJA: 02 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\p03-252508 trabajo\200 da documentación gráfica\00 etapa 1a\03 ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 03/02/2014 - 11:40

[13154]

012755

P. CALLAO

ATE

N=8666600

E=285500

E=285600

E=285700

E=285800

E=285900

E=286000

E=286100

N=8666500

N=8666400

N=8666300

N=8666200

N=8666700

N=8666800

N=8666900

N=8666600

N=8666500

N=8666400

K20

EC=EST.19+976.529

TEE=EST.19+966.529

L=10.000 m

RECTA

R=5000.000

CE=EST.20+156.699

ET=EST.20+166.699

L=10.000 m

R=5000.000

RECTA

19+900

20+000

20+100

20+200

20+300

20+400

20+500

20+600

20+700

20+800

BRETELLE 05

BRETELLE 06

AV. CARRETERA CENTRAL

X=285883.26
Y=8666429.16

PI-30

PCV=EST.20+207.045
JCA41

PCV=EST.20+364.840
JCA42

PCV=EST.20+556.171
JCA43

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

PV-20
PROG. 20+040.000

AV. DEL CORTIJO

CR. LOS BUSSOS

AV. LA MOLINA

CUATRIONES

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN CASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 20+000 HASTA PR. 20+500

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-003

HOJA: 03 de 10

REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

e:\pi03-2527608 trabajos\200 dg documentación gráfica\03 etapa 1a\03 ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:40

[13155]

012756

P. CALLAO

ATE

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

PCV=EST.20+556.174
JCA43

PCV=EST.20+643.369
JCA44

PCE=EST.20+679.087
R=20000.000

PT=EST.20+880.162
R=20000.000

PI-31
X=286385.14
Y=8666742.23

K21

PV-21
PROG. 20+980.000

PS. CORRIONES

CA. LOS RUISEÑORES

CA. LOS FLAMENCOS

CA. MARABU

CA. PINZON

CA. LOS MIRLOS

CA. LOS TUCANES

CA. LOS PAVONES

CA. LOS GRILLOS

AV. SANTA ROSA

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. DE LA MOLINA

CA. LA CULTURA

CA. PUCARUMBA

20. Evitamiento

21. Óvalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

N=8666800
N=8666700
N=8666600
N=8666500
N=8666400
E=286000
E=286100
E=286200
E=286300
E=286400
E=286500
E=286600
E=286700

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
oyesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 20+500 HASTA PR. 21+000

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-004
HOJA: 04 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\pi03-2525\03 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:10

P. CALLAO

ATE

012757

K21

PI-32

PV-21
PROG. 20+960.000

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+498.870

PCD=EST.21+137.120

PT=EST.21+233.889

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. RICARDO PALMA

CL. PAUCARTAMBO

CL. CESAR VALLEJO

CA. 5 DE DICIEMBRE

20. Evitamiento

21. Ovalo Santa Anita

22. Colectora Industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

012030 05 070940

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABLANCA CUEVA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 21+000 HASTA PR. 21+500

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-005
HOJA: 05 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\jobs\2529\05 trabajo\20c dig documentación gráfica\50 etapa 1a\03 ploc-trz-gen hazard\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:40

P. CALLAO

ATE

012758

SANTA ANITA

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+496.670

PI-33
X=287347.71
Y=8667170.56

K22

R=500.000
RECTA
L=10.000 m
TED=EEST 21+775.127
EC=ESTI 21+785.127

R=500.000
RECTA
L=10.000 m
CE=EESTI 21+992.259
ET=EESTI 22+002.259

AV. AYE

CA. 9 DE SETIEMBRE

CA. 7

CA. 3

CA. 5

LOS CLAVELES

SAN JUAN

20. Futaminto
21. Quaio Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 21+500 HASTA PR. 22+000

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-006
HOJA: 06 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\pc0-2529\08 trabajo\200 dg documentacion grafica\90 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 06/02/2014 - 11:41

P. CALLAO

ATE

012753

K22

PV-22
PROG. 22+124.575

PI-33

PI-34

PCE=EST.22+255.600

PT=EST.22+423.114

PCV=EST.22+554.255

JCA45

DIAGONAL 11

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. ATE

CA. 2

CA. 3

LOS CLAVELES

R=50000.000

RECTA

L=10.000 m

ET=EST.22+002.259

CE=EST.21+992.259

20. Evitamiento
21. Ovalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO. PLANIMETRÍA
DESDE PR. 22+000 HASTA PR. 22+500

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-007
HOJA: 07 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\2013-25\25008 trabajo\200 dig documentación gráfica\50 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:41

P. CALLAO

ATE

012760

N

PT=EST.22+423.114

RECTA
R=10000.000

PCV=EST.22+554.255
JCA45

DIAGONAL 11

AV. CARRETERA CENTRAL

PCV=EST.22+641.451
JCA46

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

PV-23
PROG. 23+000.000

K23

AV. ASTURIAS

20. Evtamiento
21. Quelo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita

N=8667800
N=8667700
N=8667600
N=8667500
N=8667400
N=8667300
N=8667200

E=287200
E=287600
E=287900
E=288000
E=288100
E=288200
E=288300
E=288400
E=288500

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OYESA
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

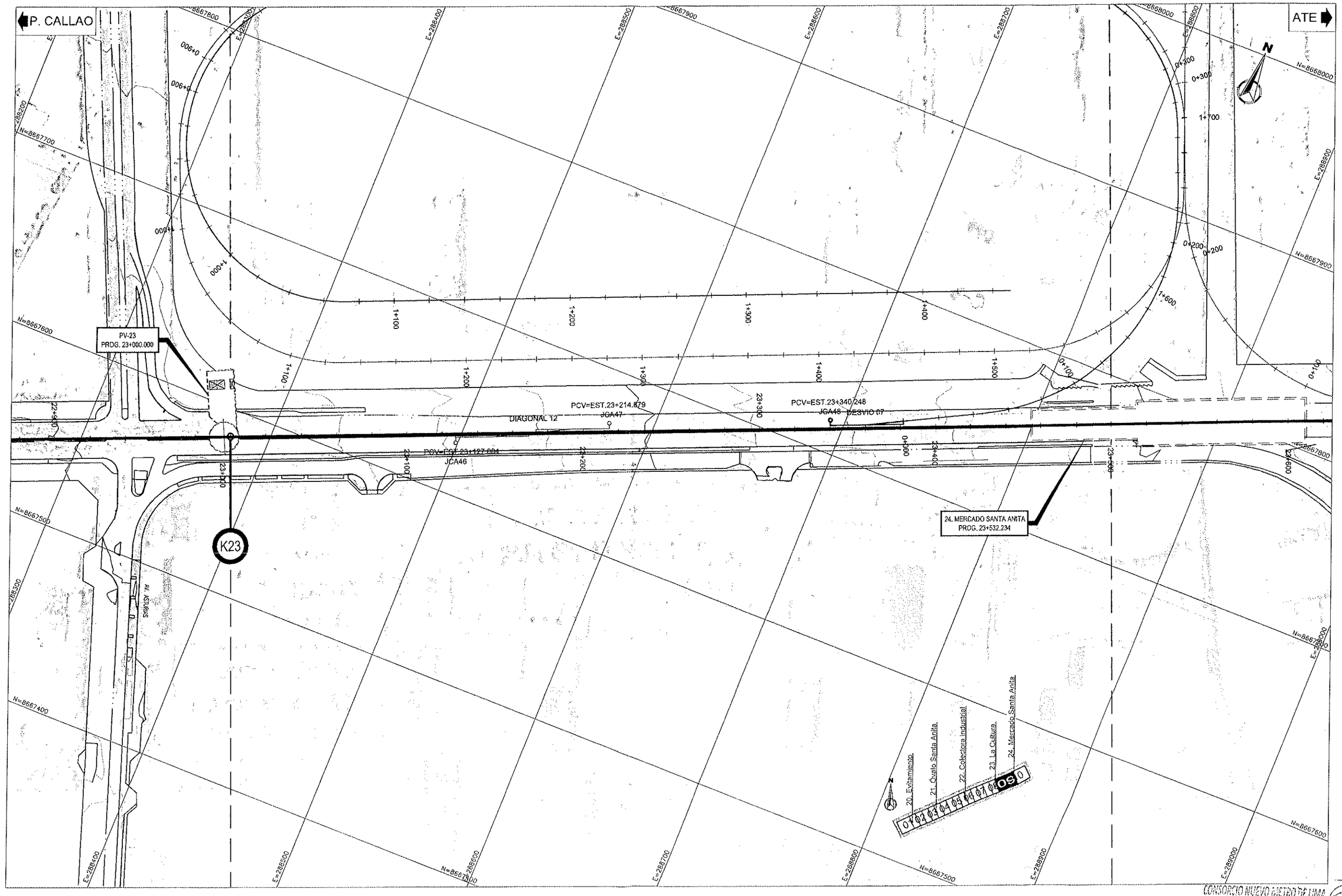
TRAZADO, PLANIMETRIA
DESDE PR. 22+500 HASTA PR. 23+000

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-008
HOJA: 08 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\p03-2529\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\86 ktapa 1a\03 ploc-trz gen hazada\0301-ploc-trz-e1a-pl42-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:41

[13160]



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO. PLANIMETRIA
DESDE PR. 23+000 HASTA PR. 23+500

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-009
HOJA: 09 de 10
REVISIÓN: 0

0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\203-2509\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\09 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:41

P. CALLAO

ATE

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

TEE=EST. 23+660.000

RESTA

FINAL ETAPA 1A

20. Evitamiento

21. Óvalo Santa Anita

22. Colectora industrial

23. La Cultura

24. Mercado Santa Anita

CA. BRUSELAS

CA. LONDRES

CA. CHIPRE

CA. SUECIA

CA. ARNAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000

FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO. PLANIMETRIA
DESDE PR. 23+500 HASTA PR. 23+660

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P-010

HOJA: 10 de 10

REVISIÓN: 0

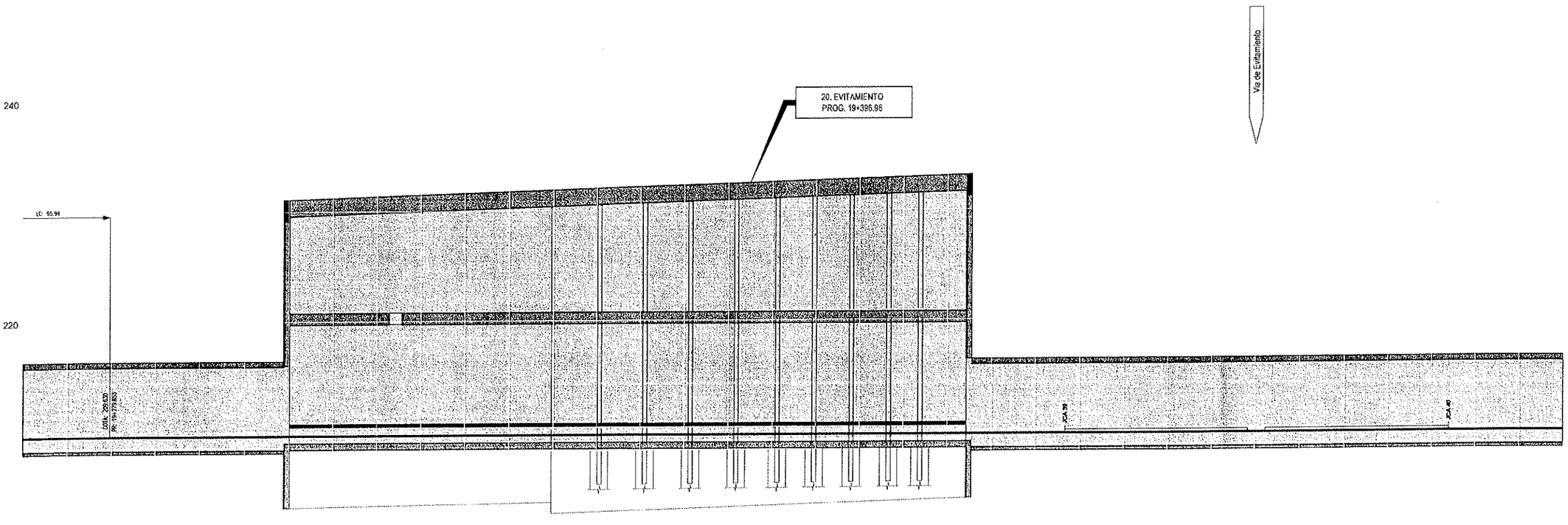
0301-PLOC-TRZ-E1A-PL-L2-P001-P004.dwg

o:\os3-25295\08 trabajo\200 dgn documentación gráfica\00 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0301-ploc-trz-e1a-pl-l2-p001-p004.dwg - 09/02/2014 - 11:41

[13162]

01

012763



| | | |

02

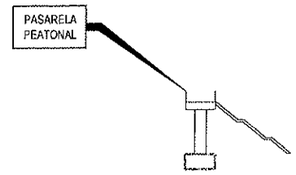
012764

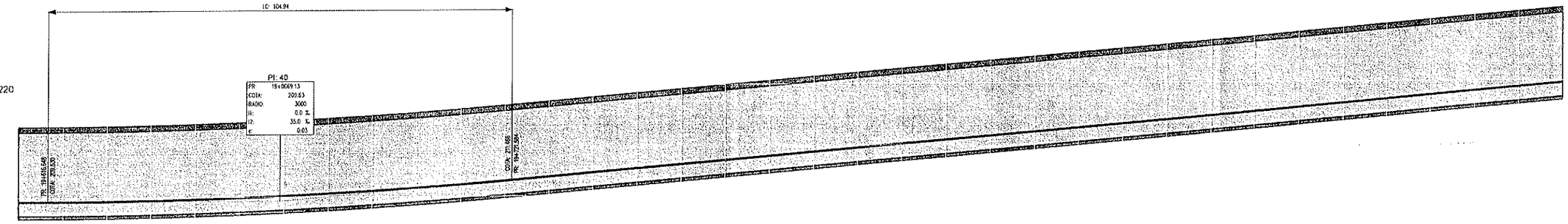
260

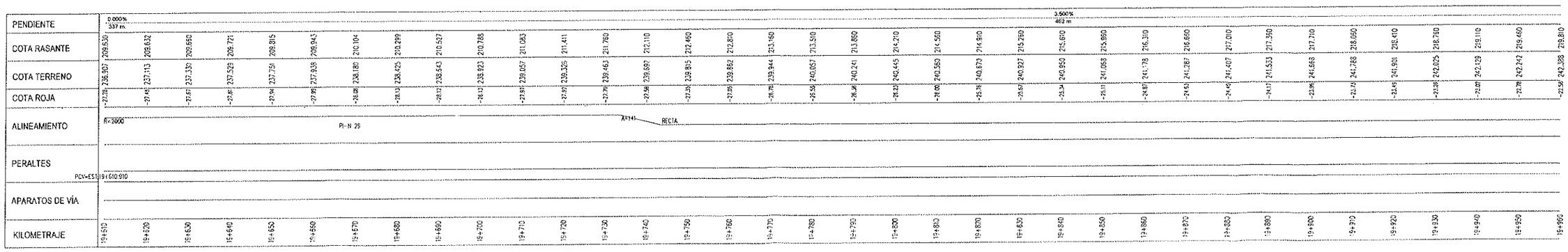
240

220

200







ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveSa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, ALTIMETRÍA
DESDE PR. 19+610 HASTA PR. 19+960

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-002
HOJA: 02 de 14
REVISIÓN: 0

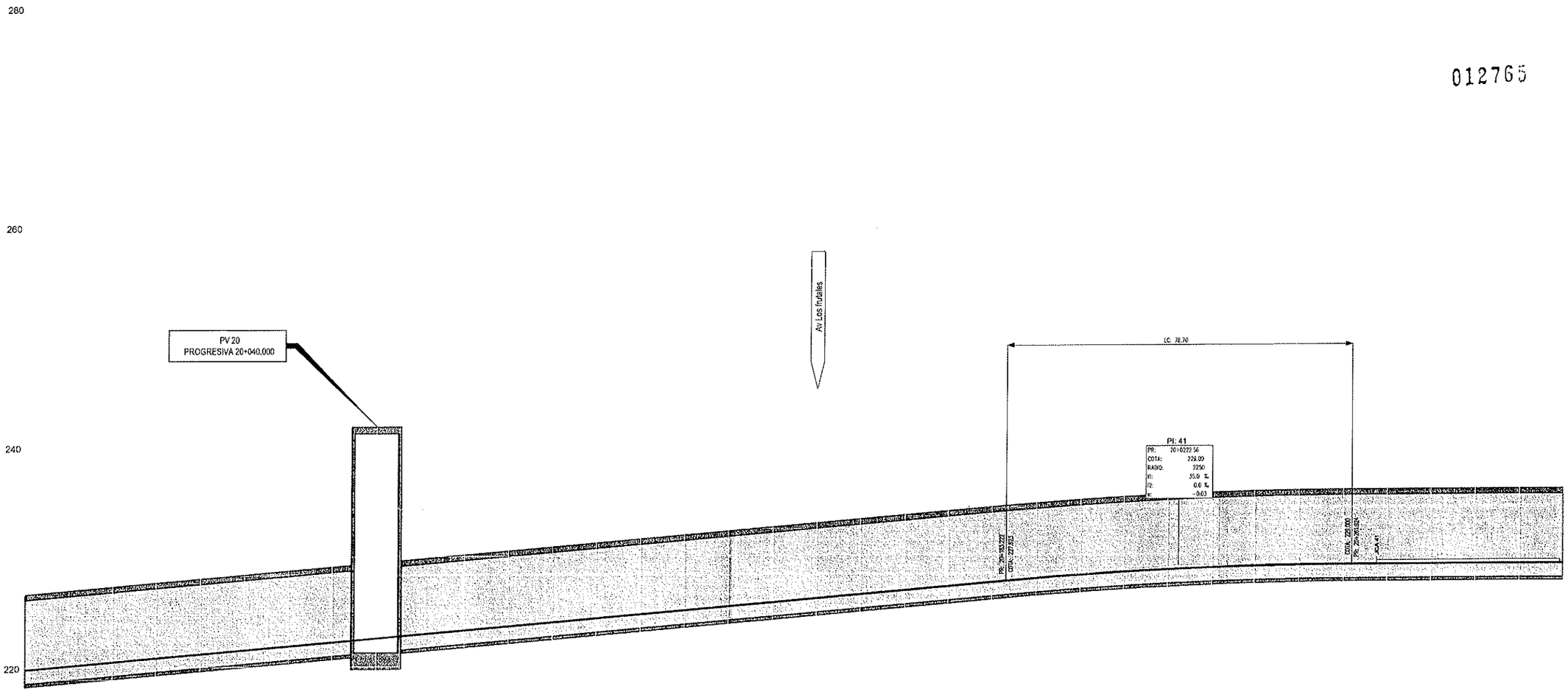
0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

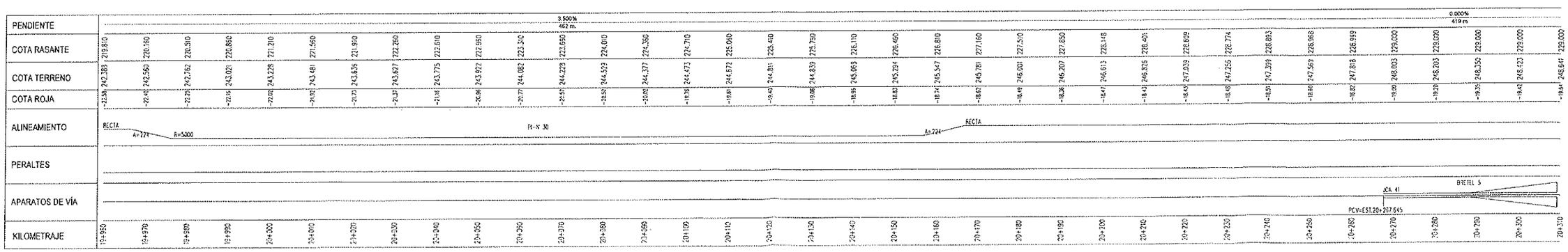
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN MACHUCA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

c:\p03-2529\05 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\03 planos\gen trazado\0302-planos-gen trazado-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:32

03

012765





ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, ALTIMETRIA
DESDE PR. 19+960 HASTA PR. 20+310

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-003
HOJA: 03 de 14
REVISIÓN: 0

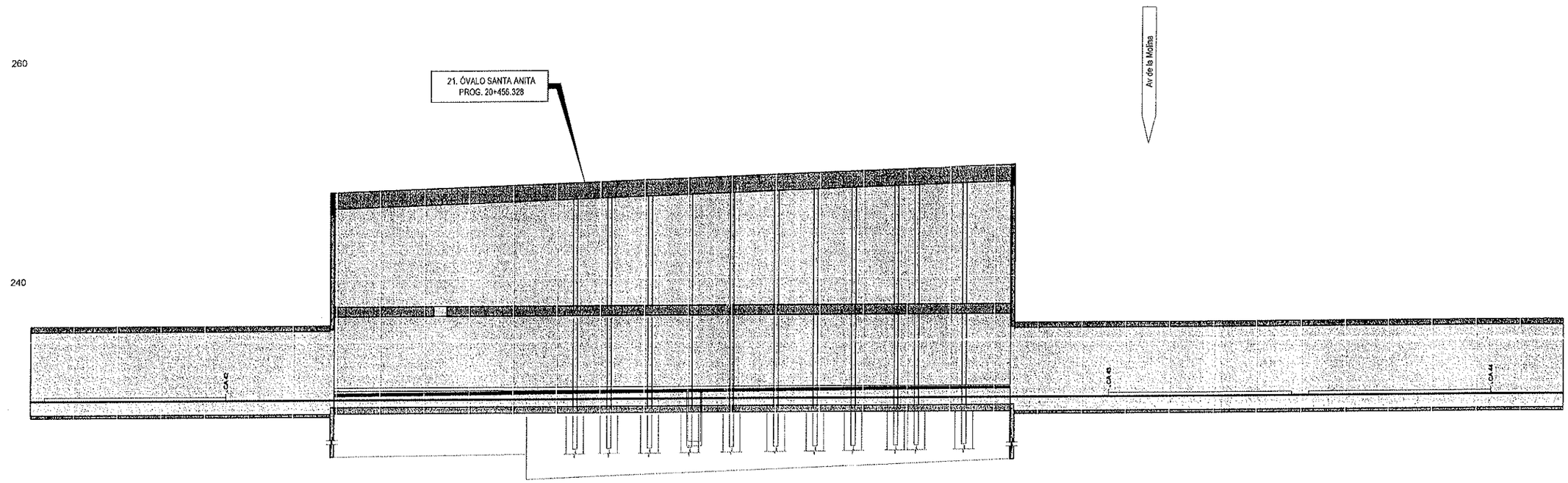
0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

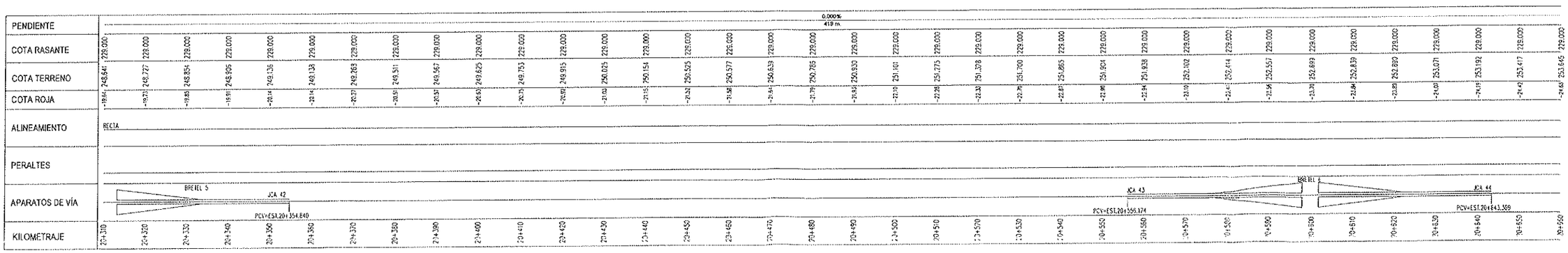
c:\p03-2529\08 trabajo\206 dg documentación gráfica\60 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0302-ploc-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:32

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
AGENCIA PARA BASILIO DE GARCIA
Representante Legal

04

012766





ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500

FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, ALTIMETRIA
DESDE PR. 20+310 HASTA PR. 20+660

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-004

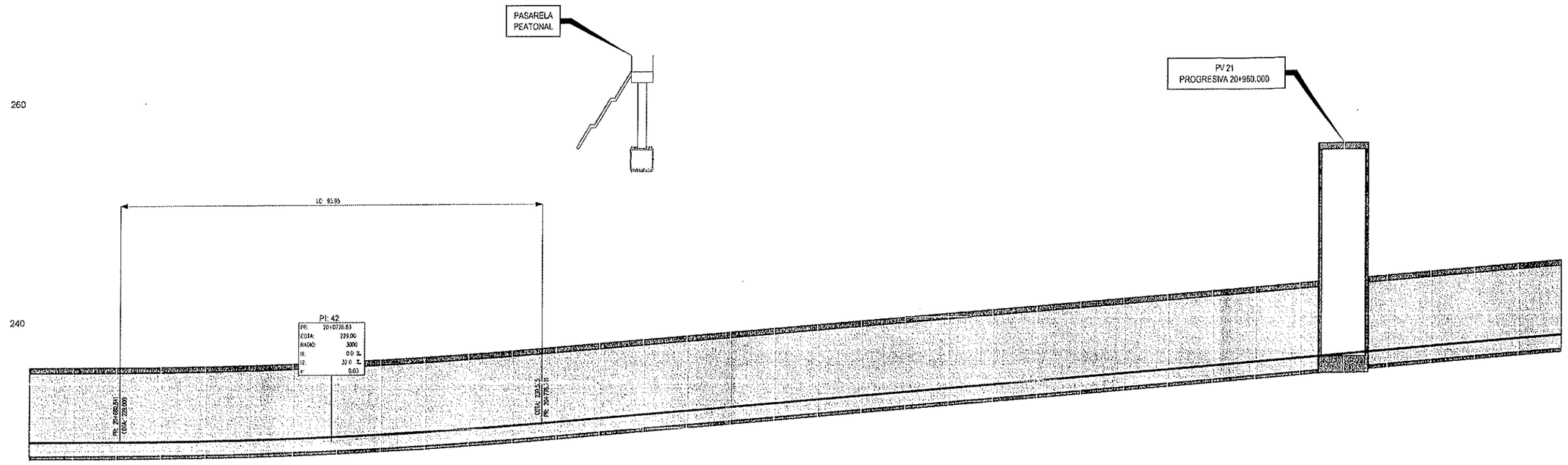
HOJA: 04 de 14

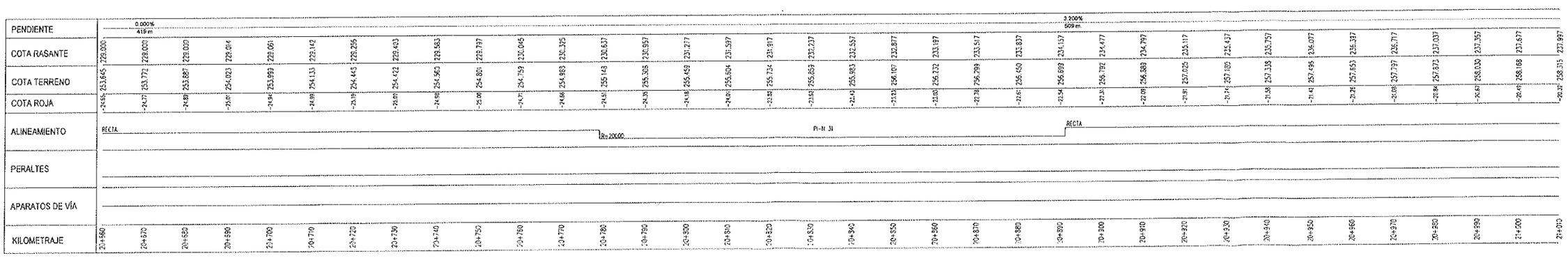
REVISIÓN: 0

0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

c:\pc0-2529\08 trabajos\200 dg documentación gráfica\00 etapa 1a\dd plocitrz-gen trazado\02802-ploc-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:32

05





ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
aveso
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, ALTIMETRIA
DESDE PR. 20+660 HASTA PR. 21+010

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-005
HOJA: 05 de 14
REVISIÓN: 0

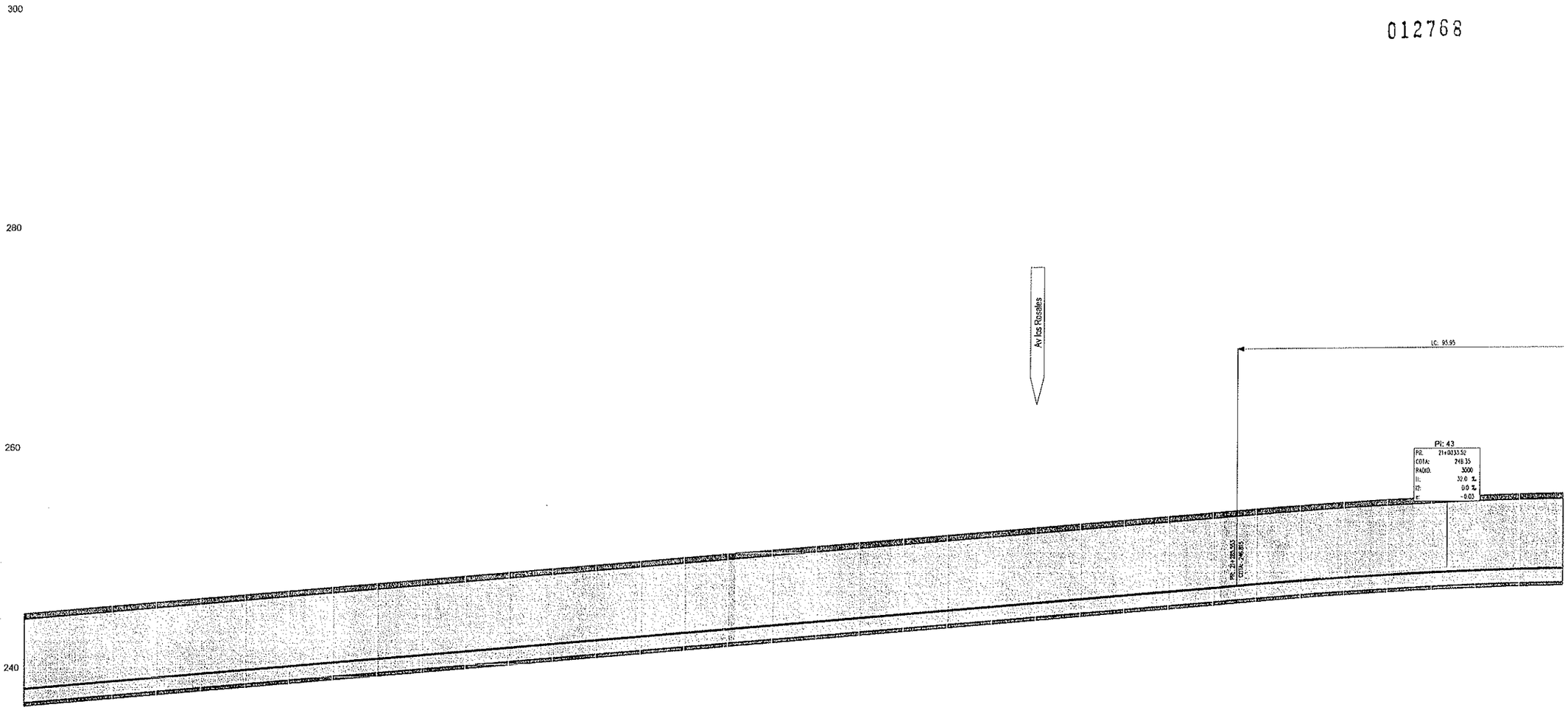
0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

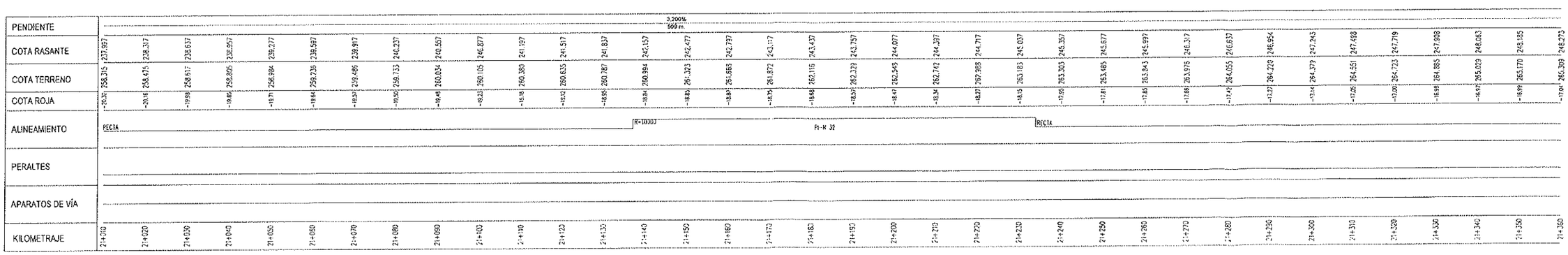
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

c:\1503-25\29\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\90 etapa 1a\00 plot-trz-gen trazado\0302-plot-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:32

06

012768





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEJANDRO JUAN DE SOUZA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

c:\pci-2529608 trabajo\d200 dg documentación gráfica\d90 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0302-ploc-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:32

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO. ALTIMETRIA
DESDE PR. 21+010 HASTA PR. 21+360

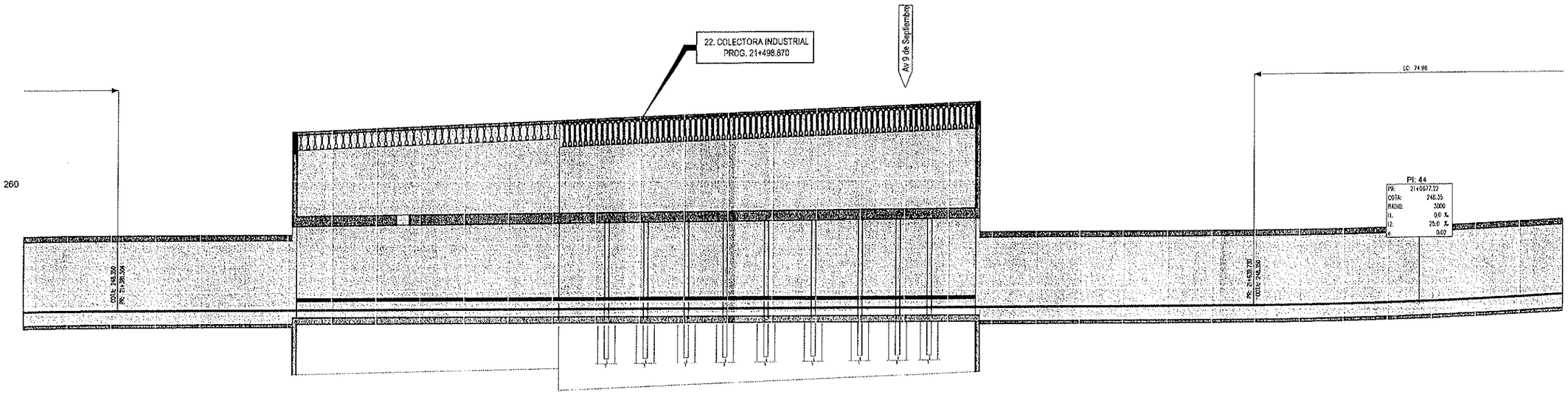
PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-006
HOJA: 06 de 14
REVISION: 0

0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

[13168]

07

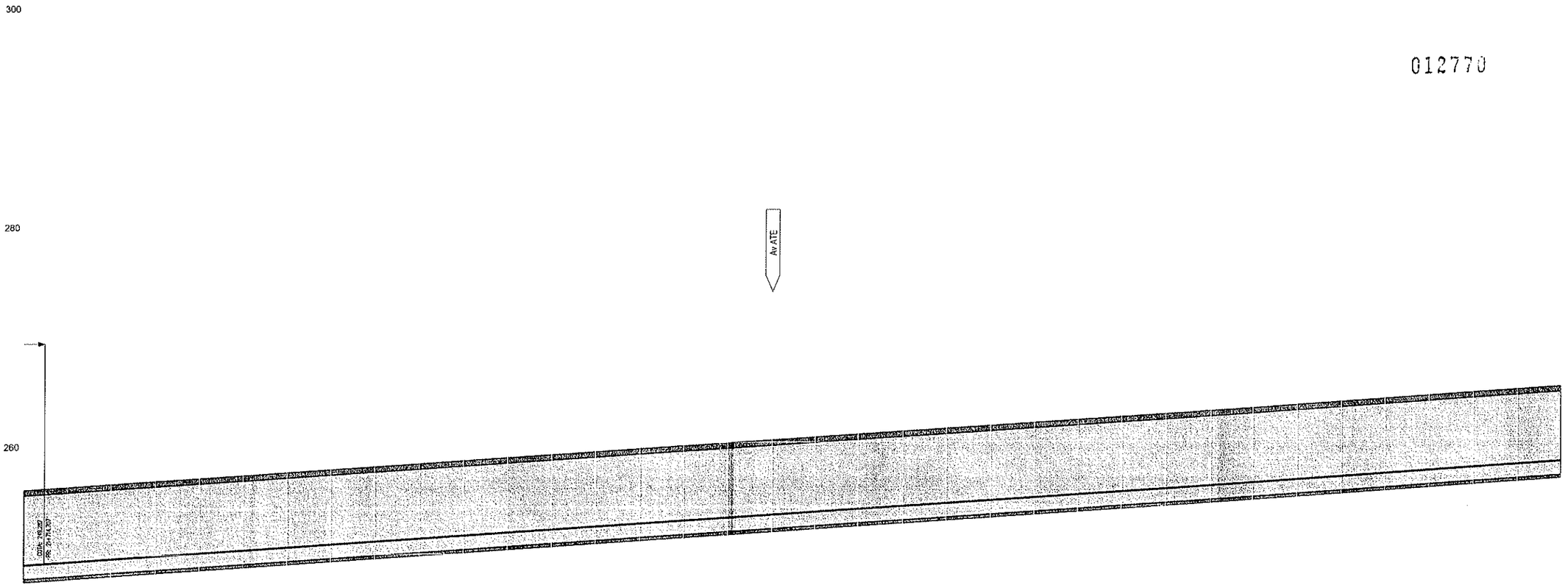
012769



| | | |

08

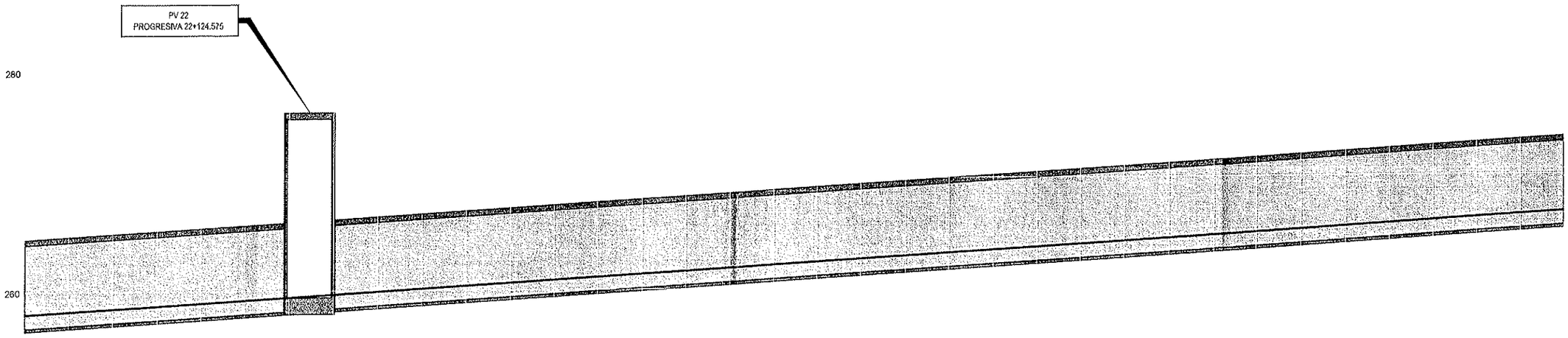
012770



| | | |

09

012771



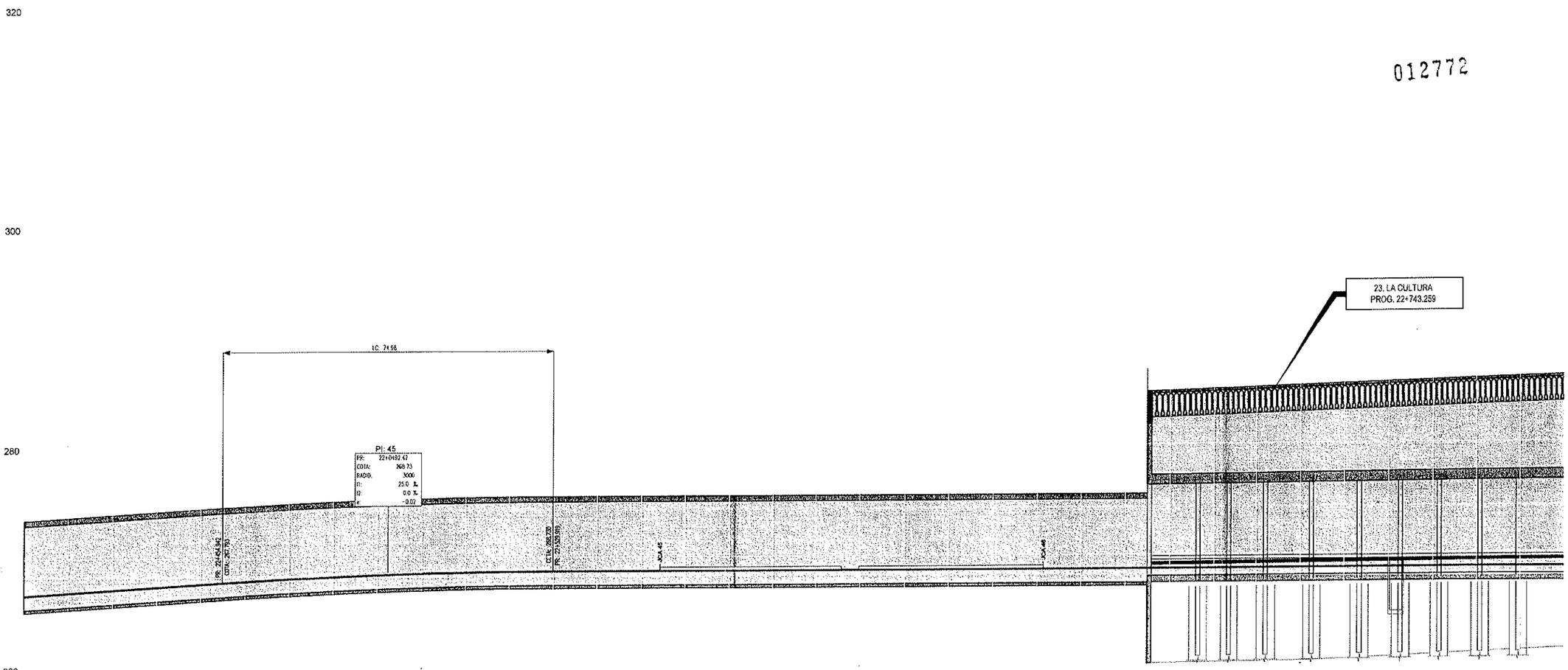
260

| | | |

[13171]

10

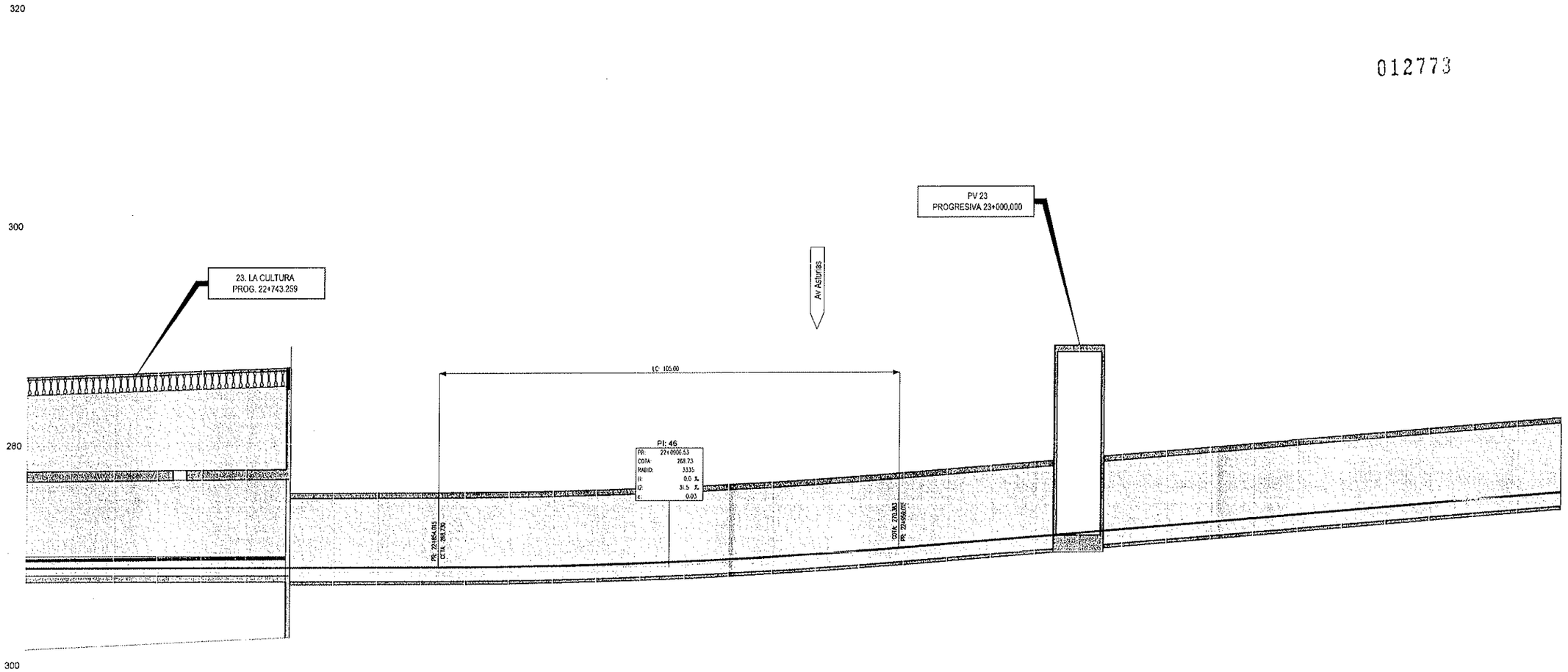
012772



| | | |

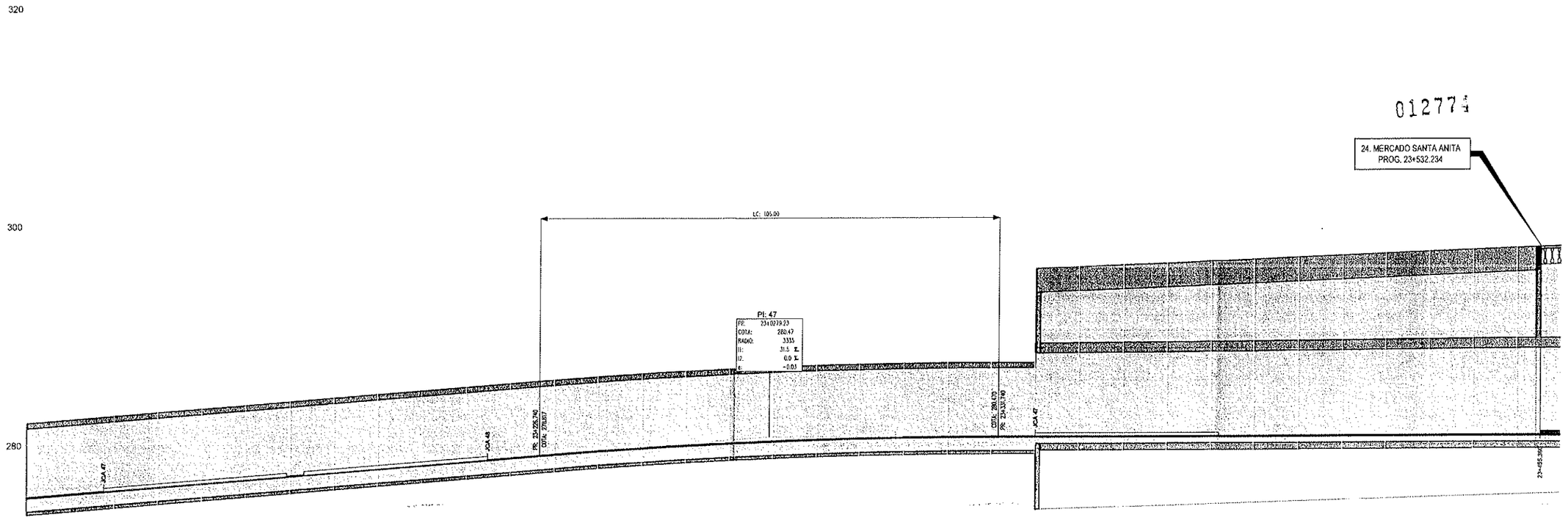
11

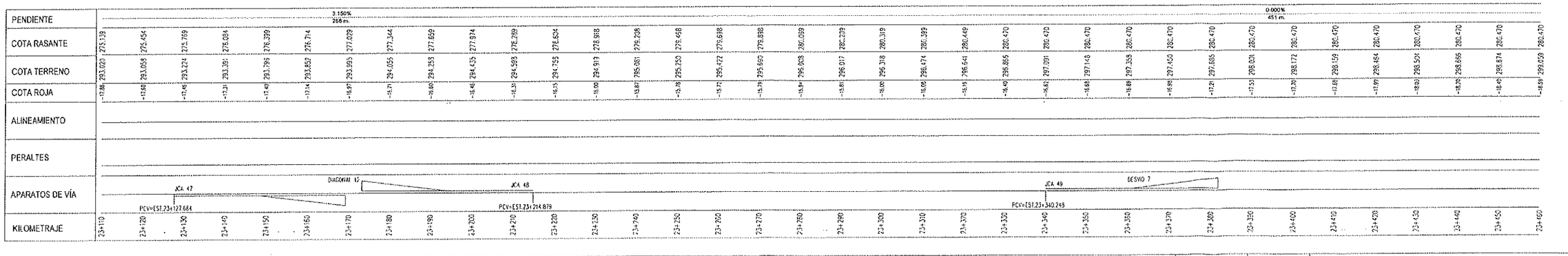
012773


320
300
280
300
23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259
Av Asturias
PV 23
PROGRESIVA 23+000.000
LC: 105.00
PI: 46
PR: 22+090.53
COTA: 268.73
RAMP.: 3.15%
I1: 0.0 %
I2: 31.5 %
L: 0.03
PR: 22+854.015
CTA: 268.700
CTA: 278.30
PR: 22+960.01

| | | |

12





ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, ALTIMETRIA
DESDE PR. 23+110 HASTA PR. 23+460

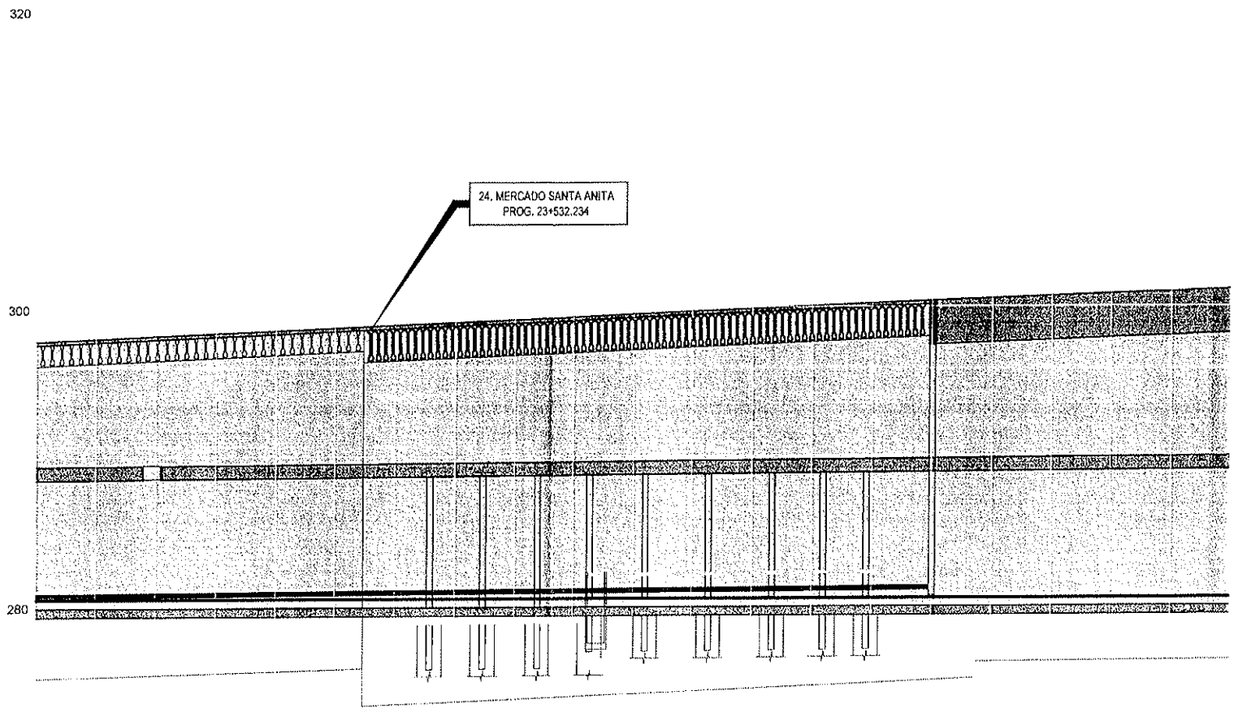
PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-012
HOJA: 12 de 14
REVISIÓN: 0

0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFREDO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

o:\1503-2526\08 trabajo\0200 dgn documentación gráfica\100 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0302-ploc-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:33

012775



PENDIENTE																		0.000% 451 m						
COTA RASANTE	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470	280.470
COTA TERRENO	299.059	299.223	299.420	299.638	299.797	299.971	300.147	300.325	300.356	300.551	300.731	301.027	301.201	301.370	301.573	301.670	301.709	301.943	302.016	302.158	302.282			
COTA ROJA	-18.59	-18.75	-18.95	-19.17	-19.33	-19.50	-19.68	-19.85	-19.89	-20.08	-20.26	-20.56	-20.73	-20.90	-21.10	-21.20	-21.24	-21.47	-21.55	-21.69	-21.81			
ALINEAMIENTO																								
PERALTES																								
APARATOS DE VÍA																								
KILOMETRAJE	23+460	23+470	23+480	23+490	23+500	23+510	23+520	23+530	23+540	23+550	23+560	23+570	23+580	23+590	23+600	23+610	23+620	23+630	23+640	23+650	23+660			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

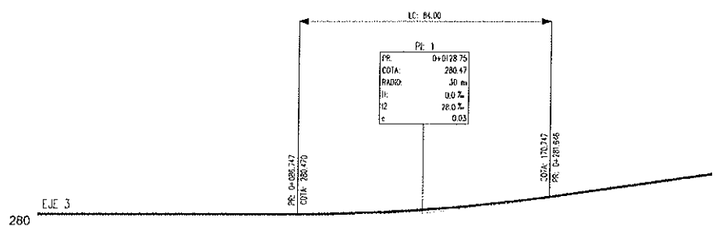
TRAZADO. ALTIMETRIA
DESDE PR. 23+460 HASTA PR. 23+660

PLANO N°: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-013
HOJA: 13 de 14
REVISION: 0

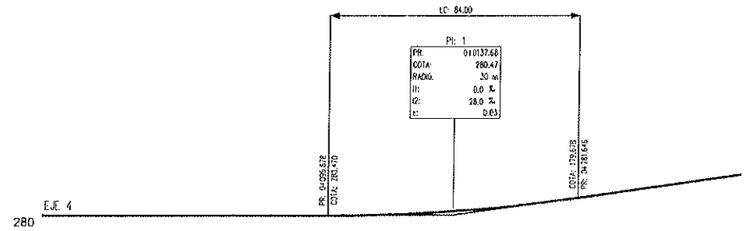
0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

o:\pc0-2529\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\190 etapa 1a\02 planos\0302-ploc-trz-gen trazado\0302-ploc-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:33

012776



PENDIENTE	0.000% 87 m.
COTA RASANTE	280.470 280.470 280.470 280.470 280.470 280.492 280.654 280.943 281.364 281.925 282.485 283.025
COTA TERRENO	297.545 297.379 298.204 298.226 298.958 299.266 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283
COTA ROJA	-17.08 -17.41 -17.73 -18.18 -18.49 -18.77 -14.63 -14.34 -13.91 -13.38 -12.81 -12.26
ALINEAMIENTO	RECTA R=120 PI-N 1
PERALTES	1.67mm/m P: 100.00mm 1.67mm/m PCV=EST 0+000.000 PCV=EST 0+076.630 PCV=EST 0+096.630 PCV=EST 0+195.509
APARATOS DE VÍA	
KILOMETRAJE	0+000 0+010 0+020 0+030 0+040 0+050 0+060 0+070 0+080 0+090 0+100 0+110 0+120 0+130 0+140 0+150 0+160 0+170 0+180 0+190 0+200 0+210 0+220



PENDIENTE	0.600% 96 m.	2.800% 76 m.
COTA RASANTE	280.470 280.470 280.470 280.470 280.470 280.473 280.569 280.797 281.153 281.635 282.215 282.775	
COTA TERRENO	303.395 302.890 302.455 307.376 301.746 301.718 301.509 301.541 301.452 301.518 295.283 295.283	
COTA ROJA	-32.93 -32.47 -31.99 -36.91 -31.28 -31.24 -31.04 -30.74 -30.30 -30.88 -13.07 -12.51	
ALINEAMIENTO	RECTA R=120 PI-N 1	
PERALTES	PCV=EST 0+000.000 1.67mm/m P: 100.00mm 1.67mm/m PCV=EST 0+026.357 PCV=EST 0+086.357 PCV=EST 0+204.515	
APARATOS DE VÍA		
KILOMETRAJE	0+000 0+010 0+020 0+030 0+040 0+050 0+060 0+070 0+080 0+090 0+100 0+110 0+120 0+130 0+140 0+150 0+160 0+170 0+180 0+190 0+200 0+210 0+220 0+230	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
OYOSA euroestudios iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

TRAZADO, ALTIMETRIA
RAMALES A PATIO TALLER SANTA ANITA
EJES 3 Y EJE 4

PLANO Nº: PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P-014
HOJA: 14 de 14
REVISIÓN: 0

0302-PLOC-TRZ-E1A-LO-L2-P001-P009.dwg

o:\lx03-2529\08 trabajo\2cad cg documentación gráfica\90 etapa 1a\03 ploc-trz-gen trazado\0302-ploc-trz-e1a-lo-l2-p001-p009.dwg - 13/02/2014 - 12:33

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES
	Apéndice 1: Planos
	A.3. TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO
	Apendice 1: Planos
TOMO 3	A.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO
	Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
	Apéndice 2: Registros de calicatas
	Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ
	Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
	Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
	Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5. TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1. Diseño del Trazado
	Apéndice 1:Planos
TOMO 6	A.5.2 Tipo de Superestructura de vía
	Apéndice 1:Planos
	A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas
	Apéndice 1: Planos
	A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía
	Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5. Estudio de ruido y vibraciones
	Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6. TUNEL
	A.6.1. Memoria descriptiva general de túneles
	Apéndice 1: Planos
	A.6.2. Selección del diámetro del túnel
	Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determineción de gálibos
	Apéndice 2. Planos de secciones tipo
	Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3. Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal
	Apéndice1.Planos
	A.6.4. Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
	Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
	Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
	Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
	Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
	A.6.5. Selección de TBM
TOMO 8	A.6.6. Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1. Pozos de ataque para TBM
	Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
	Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
	Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
	Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2. Logística TBM
	Apéndice 1: Planos
	A.6.7. Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.
	Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
	Apendice 2: Cálculos de subsidencias de la L4
	Apéndice 3. Planos
	A.6.8. Sistema de Monitoreo y Auscultación.
	Apendice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9. Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
	Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
	Apendice 2. CálculosTerceras Vías
	Apendice 3. Cálculos ramales Santa Anita
	Apéndice 4. Planos
	A.6.10. Excavación en caverna
	Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
	Apéndice 2.Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
	Apéndice 4. Planos
	A.7. ESTACIONES DE PASAJEROS
	A.7.1. Memoria Descriptiva General por estación
TOMO 10	Apéndice 1: Planos definición funcional
	A.7.2. Arquitectura por tipología de estación.
	Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
	A.7.3. Excavación y tratamiento de consolidación por tipología
	Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
	A.7.4. Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.
TOMO 11	Apendica 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
	Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
	Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
	A.7.5. Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
	Apéndice 1.Cálculos de evacuación
	Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
	Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
TOMO 12	**A.7.6. Instalaciones ferroviarias en estación**
	A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5 Sistema de señalización
	A.7.6.6 Dimensionamiento de tornquetes
	A.7.7. Simulaciónes del flujo de pasajeros
	Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
	Apéndice 2.Informes de simulación
	A.7.8 Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación
	A.7.8.1. Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2. Hidrología y drenaje
TOMO 13	Apéndice 1: Planos
	A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA
	A.8. Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana
	Apendice 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1. Estaciones Línea 2
	Apéndice 1: Planos da inserción urbana. L-2
	A.8.2. Estaciones Línea 4
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
	A.8.3. Soluciones de ingeniería
	A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
	A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
	A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)
TOMO 14	Apéndice 1: Planos
	A.9. PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA
	A.9.1. Memoria descriptiva general
	A.9.2. Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller
	Apéndice 1: Equipos
	Apéndice 2: Planos generales
	A.9.3 Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia
	A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia
TOMO 15	Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4 Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia
	A.9.4.1. Estructuras de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2. Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia
	Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5 Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes
	A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller
	A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos
	Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
	Apendice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freatico
	Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatico
	A.9.8. Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres
	A.9.6.1. Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO			CONTENIDO
			Apéndice 1: Planos
		A.9.6.2.	**Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.**
		A.9.6.3.	**Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.**
	A.9.7.		**Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia**
	A.10.		**DESVÍOS**
			Apéndice 1: Planos macrodesvíos
TOMO 16	B		DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1		**Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento**
			Equipos
		B.1.a.1	**Selección de procedencia y tecnología**
		B.1.a.2	**Seguridad, oportunidad y optimización**
		B.1.a.3	**Gestiones y ruta crítica**
			Gestiones. Transporte a pie de obra
			Gestiones. Importación
			Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje
			Ruta crítica.Cronograma de suministro
			Materiales
		B.1.b.1	**Selección de procedencia y tecnología**
		B.1.b.2	**Seguridad, oportunidad y optimización**
		B.1.b.3	**Gestiones y ruta crítica**
			Gestiones. Transporte a pie de obra
			Gestiones. Importación
			Gestiones. Acopios
			Ruta crítica.Cronograma de suministro
TOMO 17	C		DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1		**INSTALACIONES FERROVIARIAS**
	C.1.1.		**Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía**
			Apéndice 1: Planos
	C.1.2.		**Instalaciones ferroviarias**
			Diseño
		C.1.2.1	**Señalización y control**
		C.1.2.2	**Puertas de andén**
		C.1.2.3	**Mando y control centralizado**
		C.1.2.3.1	SCADA-DWH
		C.1.2.3.2	IWS
		C.1.2.3.3	Service Availability
		C.1.2.4	**Control de pasajeros**
		C.1.2.5	**Sistema de Alimentación**
		C.1.2.6	**Sistema de tracción eléctrica**
		C.1.2.7	**Sistemas de telecomunicaciones**
		C.1.2.7.1	Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
		C.1.2.7.2	Subsistema de Video Vigilancia
		C.1.2.7.3	Subsistema de Relojería
		C.1.2.7.4	Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
		C.1.2.7.5	Subsistema de Difusión Sonora
		C.1.2.7.6	Subsistema de Comunicación Primaria
		C.1.2.7.7	Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
		C.1.2.7.8	Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
		C.1.2.7.9	Subsistema Data Communication System (DCS)
		C.1.2.7.10	Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
		C.1.2.7.11	Fleet Data Collector
		C.1.2.7.12	Subsistema de a bordo
		C.1.2.8	**Puesto Central de comando y control**
		C.1.2.9	**PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA**
			Suministro e instalación
		C.1.2.10	**Suministro e istalación**
TOMO 18	C.2		**INSTALACIONES NO FERROVIARIAS**
	C.2.1.		**Diseño de las instalaciones no ferroviarias**
			Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19			Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20			Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21			Apéndice 1: Cálculos
			Apéndice 2: Planos
TOMO 22			Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO				CONTENIDO
TOMO 22		C.2.2.		Suministro e instalacion
TOMO 23	D			DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1			DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
		D.1.1.		Configuración del tren
		D.1.2.		Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
		D.1.3.		Gálibo
		D.1.4.		Capacidad de transporte del tren
		D.1.5.		Características de los trenes
		D.1.6.		Prestaciones de los trenes
		D.1.7.		Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
		D.1.8.		Salidas de emergencia del tren
		D.1.9.		Composición estructural de las cajas
		D.1.10.		Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
		D.1.11.		Design Book
TOMO 24	E			METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.			METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
		E.1.a		Memoria descriptiva
			E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles
				Metodologia constructiva de las obras civiles
				Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
				Metodología constructiva con tuneladora
				Estrategia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
			E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
		E.1.b		Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
		E.1.c		Listado de equipos y herramientas especiales
		E.1.d		Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2			RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3			LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F			ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.			Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H			PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1			PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2			TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3			CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4			FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5			PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6			FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7			PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8			PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9			DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10			PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11			PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I			PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1			ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2			INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3			TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4			EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5			TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6			AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL
				IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA.
				DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7			PERSONAL REQUERIDO
	I.8			LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	I.9 OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1. Plan General de Calidad.
	Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2. Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3. Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4. Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5. Plan de Calidad del Material Rodante
	J.1.6. Plan de Calidad en Explotación
	J.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1. Gestión Ambiental
	K.1.1.1 Gestión Ambiental Diseño y Construcción
	Apendice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
	Apendice 2: Matrices ambientales
	Apendice 3: Fichas ambientales
	Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
	Apendice 5: Plan de gestión de residuos
	Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
	Apendice 7: Informe de evaluación arqueológice
	Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos
	Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológice
	Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
	Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
	Apendice 8: Planos de gestión ambiental
	Apendice 9: Planos arqueología
TOMO 28	K.1.1.2 Gestión Ambiental Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
	K.1.2. Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1 Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
	Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2 Plan de Seguridad y Salud en Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.
	M.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

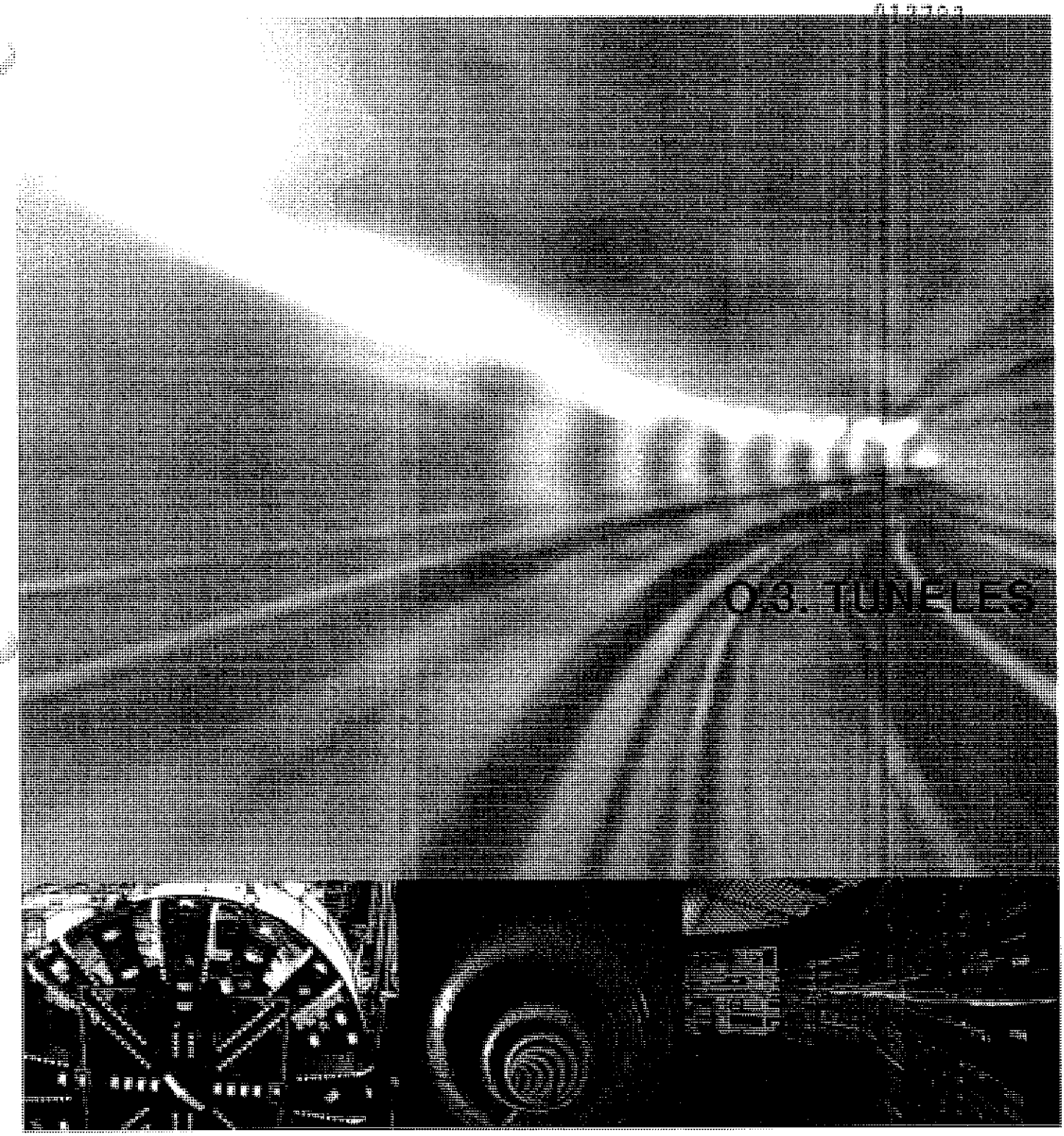
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS
	N.2.	HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.	ESTUDIOS BÁSICOS
	O.1.1.	Topografía de detalle
		Apéndice 1: Planos
TOMO 30	O.1.2	Estudio geotécnico
		Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
		Apendice 2: Registro de calicata
		Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apendice 5: Planos
	O.1.3.	Análisis de riesgo sísmico
		Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
		Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excendencia para aceleración espectral T=0 s.
		Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme
TOMO 31		Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico
		Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias
		Apéndice 1: Planos
	O.2.	GEOMETRIA (Trazado)
	O.2.1.	Trazado de las vías
		Apéndice 1: Planos
	O.3	TÚNELES
	O.3.1.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos
	O.3.2.	Diseño de las secciones tipo de tunel
		Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
		Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
		Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
		Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del tunel de linea
		Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles
		Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias
TOMO 32		Apéndice 7. Planos
	O.3.3	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres)
		Apéndice 1 Cálculos de tramales Santa Anita
		Apéndice 2 Planos
	O.3.4	Pozos de ataque (ventilación)
		Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1	Memoria descriptiva de las estaciones
		Apéndice 1: Planos
	O.4.2.	Arquitectura de estaciones
	O.4.3.	Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
		Apéndice 1: Cálculos de evacuación
		Apéndice 2: Planos
		Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
TOMO 33	O.4.4.	Estructuras
		Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
		Apéndice 3. Planos
	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional
		Apéndice 1: Planos
	O.5.2	Excavaciones y muros de contención. Estructuras
TOMO 35		Apéndice 1:Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita
		Apéndice 1:Planos
	O.5.4	Plan de movimiento de tierras
	O.6	CRONOGRAMA
	O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



0.3. TUNELES

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012784

O.3.1.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA CON DEFINICIÓN DE LOS MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.3.1. Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos

012785

Índice

1 INTRODUCCIÓN 3
2 DISEÑO DEL TÚNEL DE LÍNEA 3
3 DISEÑO DE LA CONEXIÓN SUBTERRÁNEA CON EL PATIO DE TALLERES 4
4 DISEÑO DE LOS POZOS DE ATAQUE 4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.3.1. Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos

012786

1 INTRODUCCIÓN

La Línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, que conecta los distritos del Este de Lima (Ate, Santa Anita) con los del centro de Lima y Callao (eje Este-Oeste), sirve de complemento y se integra a la Línea 1 del Metro de Lima (Villa El Salvador - San Juan de Lurigancho) y Línea 1 del Metropolitano (Chorrillos - Independencia) que tiene recorridos Sur-Norte.

El Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta conecta la zona de los barrios adyacentes al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez con el sistema masivo de transporte de la ciudad, por la Av. Elmer Faucett, desde la Av. Néstor Gambetta hasta el distrito de Bellavista en la Provincia de Callao.

La construcción de la línea se ha dividido en varias etapas, siendo la primera etapa, denominada Primera Etapa A la que corresponde al tramo la Línea 2 entre las estaciones **Evitamiento** y **Mercado Santa Anita**, es decir el **Tramo 5** de la **Línea 2**, incluyendo el tramo del ramal a patio de talleres de Santa Anita excavado en mina.

En el documento *O.3. Túneles* se presenta la Ingeniería de detalle correspondiente al diseño de la obra civil subterránea, que incluye el diseño del Túnel de Línea, la conexión subterránea con el Patio de Santa Anita y el Diseño de los Pozos de Ataque.

2 DISEÑO DEL TÚNEL DE LÍNEA

El Túnel de Línea alberga dos vías. Los requisitos geométricos de las secciones se presentan en el Punto *O.2 Geometría.*

La ejecución de los túneles se plantea mediante métodos convencionales. La elección de los métodos convencionales de excavación, en este tramo, responde a una mejor adecuación a los plazos de obra previstos para la puesta en servicio de la Primera Etapa A y cumple con las previsiones del Contrato de Concesión.

El diseño del túnel se ha desarrollado teniendo en cuenta las principales normativas, códigos y recomendaciones existentes, así como bibliografía técnica.

La ejecución del túnel de línea de la Primera Etapa A se realizará empleando métodos convencionales de excavación en suelos, es decir, excavando el terreno mediante retroexcavadora. Se emplearán sostenimientos basados en la utilización de hormigón proyectado y cerchas. La ejecución de los túneles se realizará en fases (avance, destroza y eventualmente contrabóveda).

Los modelos de la sección de túneles en vía principal y en sus conexiones con los patios de talleres se han realizado teniendo en cuenta los parámetros marcados por la normativa de referencia, ajustándose posteriormente a la realidad de los trenes y el material móvil auxiliar de mantenimiento que finalmente va a circular por las líneas, en aras a optimizar la ubicación de instalaciones eléctricas, de señalización, de comunicaciones, de PCI y pasarelas de evacuación, entre otros sistemas y subsistemas, para optimizar el diseño funcional y adaptar las evacuaciones potenciales de pasajeros a situaciones lo más aceptables y seguras posibles, en cuanto a distancias de paramentos y suelos de coches a andenes y plataformas.

El diseño de las secciones de revestimiento para la excavación por métodos convencionales, se ha basado en integrar el espacio necesario para la explotación de la línea en una geometría lo más circular posible, con el objeto de optimizar el revestimiento; la sección circular es la que mejor soporta las cargas del terreno y la acción sísmica, lo que permite menores espesores de hormigón en el revestimiento.

El revestimiento del túnel se construirá en dos etapas. El revestimiento primario que estará constituido, básicamente, por hormigón proyectado y cerchas y el definitivo constituido por hormigón armado convencional. Para ello, se han realizado una serie de análisis numéricos: por un lado, una simulación de la excavación y el revestimiento primario y por otra parte, el análisis del revestimiento definitivo a largo plazo.

La maquinaria empleada para la construcción del túnel de línea puede clasificarse, en base a su cometido, en los siguientes tipos:

- Maquinaria de excavación y desescombro.
- Maquinaria de colocación del sostenimiento.
- Maquinaria para el revestimiento y la impermeabilización.

Los metros iniciales de la excavación del avance se efectuará al abrigo de un paraguas de micropilotes de 12 m de longitud, en general. El paraguas será ejecutado previamente al inicio de la excavación desde el la estación o pozo que hará las funciones de pozo de ataque. Una vez ejecutado el paraguas con la correspondiente viga de atado, se procederá a la demolición de las pantallas o pilotes en la zona correspondiente a la sección a excavar, quedando la parte de las pantallas o pilotes sin demoler, perfectamente sujetas mediante la viga de atado. Seguidamente se procede a la excavación del túnel.

El frente es estable incluso en las etapas con mayor superficie de excavación. No obstante se ha determinado que el núcleo del frente plastifica, pudiéndose producir alguna inestabilidad. Para evitar esto y como medida de seguridad adicional, se ha comprobado la bondad de excavar el frente dejando un machón central.

No obstante se han previsto tratamientos especiales, es decir, técnicas o procesos constructivos que pueden aplicarse de manera ocasional y no de forma sistemática en zonas donde las características geotécnicas sean particularmente bajas o se detecte la presencia de agua, en concreto, hormigón proyectado en el frente, paraguas pesado y drenaje.

3 DISEÑO DE LA CONEXIÓN SUBTERRÁNEA CON EL PATIO DE TALLERES

En el ramal a patio de talleres de Santa Anita hay un tramo en el que es necesario excavarlo en mina, a diferencia del Túnel de Línea, este tramo solamente alberga una sola vía.

Respecto al resto de aspectos, se han seguido los mismos criterios para su diseño que en el caso del Túnel de Línea y por tanto, el mismo método constructivo descrito en el apartado anterior.

4 DISEÑO DE LOS POZOS DE ATAQUE

Todos los tramos de túnel de la Primera Etapa A, es decir, ejecutados en mina por métodos convencionales, se inician desde pozos cenitales de ventilación o estaciones ejecutados al abrigo de pantallas, cuyos diseño se detalla en el Punto O.3.4 Diseño de los Pozos de Ataque.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012788

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012789

Índice

0 CONTENIDO MÍNIMO 4
1 INTRODUCCIÓN 5
1.1 GENERALIDADES 5
1.2 TRAMO OBJETO DE PROYECTO 5
1.3 CRITERIO DE DISEÑO 5
1.4 NORMATIVA Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA 6
2 MÉTODO CONSTRUCTIVO 7
2.1 GENERALIDADES 7
2.2 SECCIÓN TIPO 7
2.3 EXCAVACIÓN 8
2.3.1 Introducción 8
2.3.2 Secuenciación de la excavación 8
2.3.3 Excavación mecánica 8
2.4 CICLOS DE TRABAJO 9
2.5 EQUIPOS Y MAQUINARIA A EMPLEAR 10
2.5.1 Generalidades 10
2.5.2 Equipos y maquinaria de excavación y desescombro 10
2.5.3 Equipos y maquinaria de colocación de revestimiento primario 10
2.5.4 Maquinaria para revestimiento definitivo e impermeabilización 11
3 DISEÑO DEL REVESTIMIENTO 12
3.1 GENERALIDADES 12
3.2 REVESTIMIENTO PRIMARIO 12
3.2.1 Pre-dimensionamiento inicial revestimiento primario 12
3.2.2 Secciones tipo de revestimiento primario propuestas 12
3.2.3 Criterio de aplicación 13
3.2.4 Simulación de la excavación y el revestimiento primario 14
3.2.5 Emboquilles 15
3.2.6 Estabilidad del Frente 16
3.2.7 Tratamientos Especiales 16
3.3 Revestimiento definitivo 17
3.3.1 Bases de diseño 17
3.3.2 Esfuerzos sobre el revestimiento definitivo 17
3.3.3 Dimensiones revestimiento definitivo 18
4 IMPERMEABILIZACIÓN 18
5 ANÁLISIS DE SUBSIDENCIAS 19
5.1 ESTUDIO DE LA AFECCIÓN A EDIFICIOS POR SUBSIDENCIA 19
5.1.1 Metodología para el estudio de la subsidencia 19
5.1.1.1.1 Calculo mediante métodos semiempíricos 19
5.1.1.1.2 Criterios de daños 26
5.1.2 Características geotécnicas de los terrenos atravesados 30
5.1.3 Resultados obtenidos 31
6 AUSCULTACIÓN Y CONTROL 34

6.1 GENERALIDADES 34
6.2 CONTROL GEOMÉTRICO Y TOPOGRÁFICO 34
6.2.1 Triangulación exterior 34
6.2.2 Topografía interior 34
6.2.3 Comprobación de secciones transversales 34
6.3 AUSCULTACIÓN 35
6.3.1 Generalidades 35
6.3.2 Auscultación a lao largo del túnel 35
6.3.2.1 Medidas de convergencias 35
6.3.3 Auscultación en secciones de control 35
6.3.4 Niveles de alerta 36
APÉNDICE 1. MODELIZACIÓN NUMÉRICA (FLAC3D) PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS SECCIONES TIPO DE REVESTIMIENTO PRIMARIO DEL METRO DE LIMA 36
APÉNDICE 2. OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO POR MÉTODOS ANALÍTICOS 115
APÉNDICE 3. MODELIZACIÓN NUMÉRICA (phase2d) PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO 128
APÉNDICE 4. DIMENSIONAMIENTO REVESTIMIENTO DEFINITIVO DEL TÚNEL DE LÍNEA 166
APÉNDICE 5. CÁLCULOS DE DAÑOS A ESTRUCTURAS SENSIBLES 211
APÉNDICE 6. CÁLCULOS DE LA CUBETA DE SUBSIDENCIAS 215
APÉNDICE 7. PLANOS ..... ¡Error! Marcador no definido.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

012791

0 CONTENIDO MÍNIMO

El contenido mínimo del Punto O.*3.2 Diseño de las secciones tipo de túnel* es el siguiente:

- Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos a aplicar en cada tramo de túnel (NATM & TBM):

  Se desarrolla en *Apartado 1.2 Tramo Objeto de Estudio* (página 5), donde se justifica el empleo de métodos convencionales en la ejecución de todos los túneles en este tramo, quedando descartada la utilización de tuneladora.
- Diseño de las secciones tipo de túnel NATM y/o TBM:

  Se desarrolla en el *Apartado 3.2 Revestimiento Primario* (páginas 12 a 15) donde expone todo el proceso llevado a cabo para el diseño de las secciones tipo del revestimiento primario del túnel principal. Puesto que no se utiliza TBM, no hay previstas secciones tipo de túnel con TBM en el diseño.
- Diseño de la conexión subterránea con el Patio Santa Anita: Se desarrolla en el Apartado 3.2 Revestimiento Primario (páginas 12 a 15) donde expone todo el proceso llevado a cabo para el diseño de las secciones tipo del revestimiento primario del tramo ejecutado en mina del ramal de conexión con el Patio Santa Anita.
- Diseño de los pozos de ataque (SI APLICA AL METODO PROPUESTO):

  Se presenta en el *Apartado 3.2.5 Emboquilles* (página 15) donde se indica que todos los tramos ejecutados en mina por métodos convencionales se inician desde pozos de ventilación cenitales o estaciones ejecutados al abrigo de pantallas, cuyos cálculos se detallan en los puntos correspondientes.
- Diseño de la(s) tuneladora(s) a utilizar en la Primera Etapa A y compromiso oficial que demuestre el cumplimiento del plazo para la entrega de la tuneladora (SI APLICA AL METODO PROPUESTO):

  Debido a que no se contempla el empleo de tuneladora en este tramo, no se ha realizado el diseño de la tuneladora, ni se ha justificado el cumplimiento del plazo de entrega de la misma, de hecho ha sido una de las causas para descartar el empleo de tuneladora, puesto que no se podía asegurar que la puesta en servicio exigida en el Contrato para este tramo, se cumplía.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

012792

1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La Línea 2 de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, que conecta los distritos del Este de Lima (Ate, Santa Anita) con los del centro de Lima y Callao (eje Este-Oeste), sirve de complemento y se integra a la Línea 1 del Metro de Lima (Villa El Salvador - San Juan de Lurigancho) y Línea 1 del Metropolitano (Chorrillos - Independencia) que tiene recorridos Sur-Norte.

El Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta conecta la zona de los barrios adyacentes al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez con el sistema masivo de transporte de la ciudad, por la Av. Elmer Faucett, desde la Av. Néstor Gambetta hasta el distrito de Bellavista en la Provincia de Callao.

1.2 TRAMO OBJETO DE PROYECTO

Este documento presenta el diseño del túnel entre las estaciones **Evitamiento** y **Mercado Santa Anita** (Primera Etapa A), es decir **Tramo 5** de la **Línea 2**, incluyendo el tramo del ramal a patio de talleres de Santa Anita excavado en mina.

El Túnel de Línea alberga dos vías, mientras que el tramo del ramal a patio de talleres de Santa Anita excavado en mina, alberga una sola vía. Los requisitos geométricos de las secciones se presentan en el Punto *O.2 Geometría*.

La ejecución de los túneles se plantea mediante métodos convencionales. La elección de los métodos convencionales de excavación, en este tramo, responde a una mejor adecuación a los plazos de obra previstos para la puesta en servicio de la Primera Etapa A y cumple con las provisiones del Contrato de Concesión. Además y de acuerdo con los datos proporcionados por Proinversión para la Ingeniería de Detalle de la Primera Etapa A, el túnel debe atravesar un macizo rocoso entre las progresivas 19+550 y 19+650, lo que hace que la excavación por métodos convencionales resulte más adecuada en este tramo; al evitar tener que considerar un terreno de diferentes características geotécnicas respecto a la mayor parte del trazado, lo que condicionaría el diseño de la tuneladora que tuviera que excavar ambas formaciones.

Por tanto, queda descartada la ejecución de este tramo mediante el empleo de TBM.

1.3 CRITERIO DE DISEÑO

El diseño del túnel se ha desarrollado teniendo en cuenta las principales normativas, códigos y recomendaciones existentes, así como bibliografía técnica.

En general, las guías y recomendaciones están basadas en la identificación y análisis de aspectos clave, ordenándose por temas que representen los diferentes aspectos sucesivos del problema a analizar y cuantificar durante las diferentes fases del proyecto, es decir, diseño, licitación y construcción. El grado de detalle de cada uno de los aspectos clave depende de las particularidades del proyecto y de la etapa de diseño.

El proceso implica las siguientes fases clave:

A. Parámetros generales de la obra subterránea.
B. Estudio geológico-estructural.
C. Estudios geotécnico-geomecánicos.
D. Predicción del comportamiento mecánico del terreno.
E. Opciones de diseño.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

F. Diseño de trabajos auxiliares y de los documentos de licitación.
G. Instrumentación y Auscultación en fase de construcción y en fase de explotación.
H. Seguimiento durante la fase de construcción.

1.4 NORMATIVA Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

El diseño del túnel de línea se ha realizado considerando los siguientes documentos:

- Especificaciones Técnicas Básicas del *Contrato de Concesión del Proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao"*, elaborado por Proinversión, noviembre de 2013.
- Estudio de Proinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", Provincias de Lima y Callao, Región Lima, elaborado por el Consorcio GEODATA-ESAN-SERCONSULT por encargo de Proinversión, julio de 2013.

Y teniendo en cuenta la siguiente normativa y bibliografía técnica, entre otras:

- República del Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente.
- República del Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. EG-2013.
- Lambe, T.W., Whitman, R.V., (1997). Mecánica de Suelos. México.
- Peck, R.B., (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. Proceedings Seventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, State-of-the-Art Volume, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, Mexico City, Mexico, pp. 225–290.
- Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects.
- International Tunnelling Association (ITA), Working Group No. 2, 2000. Guidelines for the Design of Shield Tunnel Lining, Tunnelling and Underground Space Technology, 15 (3), pp. 303–331.
- Dr.-Ing. A. Haack (1991), "Water Leakages in Subsurface Facilities: Required Watertightness, Contractual Matters, and Methods of Redevelopment. Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 6, No. 3, pp. 273-282.
- ITA Working Group on General Approaches to the Design of Tunnels (1988), "Guidelines for the Design of Tunnels", Tunnelling and Underground Space Technology, Vol.3 , No. 3. pp. 237-249.
- EFNARC (1996), "European Specification for Sprayed Concrete", ISBN 0 9522483 1 X, Farnham, UK.
- AFTES (1997), "Grouting for rehabilitation of man-entry Underground structures", Tunnels et Ouvrages Souterrains – Hors-Serie N° 3 – 2005,
- AFTES - Working Group n.7, (1993). "Considerations on the usual methods of tunnel lining design".
- AFTES - Working Group n°18 (1998). Recommandations relatives a la conception, le dimensionnement et l'execution des revêtements en voussoirs préfabriques en béton armé installés à l'arriere d'un tunnelier.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- AFTES - Working Group n°7 - Temporary Supports and Permanent Lining 1988. Considerations on the usual methods of tunnel lining design. Tunnel et Ouvrages Souterrains, n°90, p.337-357.
- AFTES, (1993). Les Joints d'étanchéité entre voussoirs. Tunnels et Ouvrages Souterrains, Suppl. N°.155 pp 164-166.
- Anagnostou, G. & Kovári, K. (1996), "Face stability conditions with Earth Pressure Balanced shields", Tunnelling and Underground Space Technology, 11 (2), 165-173.
- NHI, (2009). Technical manual for Design and construction of Road Tunnels – Civil Elements. Report No. FHWA-NHI-10-034.
- FHWA, (2004). Road Tunnel Design Guidelines. Report No. FHWA-IF-05-023.
- US Army Corps of Engineers, 1997. Tunnel and Shafts in Rock. Manual No. 1110-2-2901.
- Carranza-Torres, C. & Fairhurst, C. (2000). Application of convergence-confinement method of tunnel design to rock masses that satisfy the Hoek-Brown failure criterion. Tunnel. Underground Space Technol; 15: 187-213.
- Terzaghi. K. (1946). Rock defects and load on tunnel supports. In: Proctor, R.V., White, T.C. (Eds.). Introduction to Rock Tunnelling with Steel Support.Youngstava, OH, USA.
- Wittke.W. (2007). Stability analysis and design for mechanized tunneling. Edited by WBI. Aachen. Germany.581p.
- Wang, J.N. (1993). Seismic Design of Tunnels, Professional Associate Parsons Brinckeroff Quade & Douglas , Inc., Chapter 2-3-4.
- Bobet, A. (2003). Effect of pore water pressure on tunnel support during static and seismic loading. Tunnelling and Underground Space Technology Volume 18, Issue 4, August 2003, Pages 377–393.
- Pescara, M., Gaspari, G.M. & Repetto, L. (2011). Design of underground structures under seismic conditions: a long deep tunnel and a metro tunnel. ETH Zurich – 15 dec. 2011 Colloquium on seismic design of tunnels.

2 MÉTODO CONSTRUCTIVO

2.1 GENERALIDADES

La ejecución del túnel de línea de la Primera Etapa A se realizará empleando métodos convencionales de excavación en suelos, es decir, excavando el terreno mediante retroexcavadora. Se emplearán sostenimientos basados en la utilización de hormigón proyectado y cerchas. La ejecución de los túneles se realizará en fases (avance, destroza y eventualmente contrabóveda).

2.2 SECCIÓN TIPO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Los modelos de la sección de túneles en vía principal y en sus conexiones con los patios de talleres se han realizado teniendo en cuenta los parámetros marcados por la normativa de referencia, ajustándose posteriormente a la realidad de los trenes y el material móvil auxiliar de mantenimiento que finalmente va a circular por las líneas, en aras a optimizar la ubicación de instalaciones eléctricas, de señalización, de comunicaciones, de PCI y pasarelas de evacuación, entre otros sistemas y subsistemas, para optimizar el diseño funcional y adaptar las evacuaciones potenciales de pasajeros a situaciones lo más aceptables y seguras posibles, en cuanto a distancias de paramentos y suelos de coches a andenes y plataformas.

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
012795

De esta forma se dan cumplimiento a los niveles de servicio requeridos y a las prestaciones y características del tren, velando en todo momento por el cumplimiento de fechas previstas y por la seguridad del personal, de todo tipo, implicado en la explotación.

El diseño de las secciones de revestimiento para la excavación por métodos convencionales, se ha basado en integrar el espacio necesario para la explotación de la línea en una geometría lo más circular posible, con el objeto de optimizar el revestimiento; la sección circular es la que mejor soporta las cargas del terreno y la acción sísmica, lo que permite menores espesores de hormigón en el revestimiento.

2.3 EXCAVACIÓN

2.3.1 Introducción

De acuerdo al método constructivo propuesto, basado en la aplicación de métodos convencionales, cada una de las secciones se excavará secuencialmente y por fases. Las fases en las que se divide cada una de las secciones son: avance, destroza y contrabóveda.

La excavación se realizará fundamentalmente mediante el empleo de retroexcavadora con ayuda ocasional de martillo hidráulico.

2.3.2 Secuenciación de la excavación

A continuación se exponen brevemente diversos aspectos relacionados con la excavación de cada una de estas fases:

- Avance: es la mitad superior de la sección del túnel (zona de bóveda). La sección de excavación de esta fase tiene una altura de 5,50 m que permite la correcta movilidad de la maquinaria necesaria. La definición geométrica para cada tipo de sección se recoge en los planos correspondientes.
- Destroza: es la mitad inferior de la sección del túnel. Su excavación se podrá subdividir a su vez en varias fases, tanto por condicionantes geotécnicos como por sistemática de ejecución durante la obra. En el caso de hacerse en dos fases, en primer lugar se excavará una mitad de la sección, se sostendrá su hastial, para, a continuación, excavar la otra mitad y sostener el hastial restante. Las excavaciones en varias fases reducen al máximo la sección de excavación y, por lo tanto, aumentan la estabilidad.
- Contrabóveda: excavada bajo la destroza. En el caso de no formar parte del revestimiento primario (terreno con mejores características geotécnicas) puede ejecutarse simultáneamente a la construcción del revestimiento definitivo (hormigón armado).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.3.3 Excavación mecánica

En general la excavación se realizará mediante retroexcavadora utilizando un cazo excavador; ocasionalmente será necesario el empleo de martillo hidráulico.

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Se estima que el 90% del volumen sea excavado utilizando el cazo excavador y el 10% restante con el martillo hidráulico.

Puntualmente, en zonas con el material muy compacto se requerirá abrir un hueco inicial con explosivos o cemento expansivo, que se irá ensanchando con el martillo hidráulico.

2.4 CICLOS DE TRABAJO

La ejecución de la excavación, revestimiento primario, impermeabilización y revestimiento definitivo de los túneles se realizará de acuerdo a procesos cíclicos. A continuación se describen los ciclos de trabajo a seguir en cada etapa de ejecución:

- Ciclos de excavación y revestimiento primario: la primera etapa en la ejecución de los túneles es la excavación y revestimiento primario. En general, se emplearán medios mecánicos (retroexcavadoras). La longitud de los pases de excavación dependerá de la calidad del terreno, variando entre 2 m para los tramos de mejor calidad y 1 m para los de peores características geotécnicas. Simultáneamente a la excavación, se harán las labores de desescombro. Una vez finalizado el pase de excavación, se colocará el revestimiento primario previsto (hormigón proyectado y cerchas) con ayuda de plataformas elevadoras. El ciclo finaliza con el replanteo del siguiente pase de excavación. Mediante este proceso cíclico, se excavará tanto el avance como la destroza.

- Ciclos de colocación de la impermeabilización y revestimiento definitivo: el proceso constructivo de colocación de la impermeabilización y del revestimiento definitivo constará de las siguientes fases. En primer lugar, se comprobarán escrupulosamente las secciones transversales del túnel para verificar que se dispone de espacio suficiente para obtener un canto mínimo de revestimiento. Para ello, se hará circular por el túnel un carro comprobador de gálibos, que marcará todos los puntos de la periferia del sostenimiento que queden dentro de la sección de revestimiento. A continuación se picarán localmente dichos puntos.

- Posteriormente, se colocará la impermeabilización en todo el túnel. En tercer lugar, se hormigonará un muro-zapata hasta la altura correspondiente al inicio de la bóveda. En la parte superior del muro se dejará embebidas unas roscas para el posterior atornillado de las sujeciones del carro de encofrado (conos de amarre). La misión de los muros - zapata es múltiple: transmisión a la base de los esfuerzos del revestimiento (axiles y flectores), apoyo y sujeción del encofrado de la bóveda, e incluso son parte del propio revestimiento estructural del túnel.
- En cuanto a la contrabóveda, hay dos variantes, la correspondiente a las secciones en las que no se ejecuta en el ciclo anterior (Secciones tipo A y B) y la correspondiente a la sección en la que sí se ejecuta la contrabóveda con el sostenimiento primario (Sección tipo C).
- En la primera variante se excavará la contrabóveda una vez ejecutados los muro-zapata y en la segunda variante, en la que la contrabóveda se ha ejecutado en el revestimiento primario, el revestimiento de la contrabóveda, se ejecutará a la vez que los muro-zapata.
- Posteriormente, se posicionará el carro de encofrado y se hormigonará el revestimiento. En clave habrán de dejarse unos tubos para la posterior inyección del trasdós. En principio se situarán un tubo cada metro a lo largo del túnel. Por

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
012797

último, se inyectará en el trasdós de clave con lechada de cemento para rellenar los huecos que hayan podido quedar en esta zona durante el hormigonado.

2.5 EQUIPOS Y MAQUINARIA A EMPLEAR

2.5.1 Generalidades

La maquinaria empleada para la construcción del túnel de línea puede clasificarse, en base a su cometido, en los siguientes tipos:

- Maquinaria de excavación y desescombro.
- Maquinaria de colocación del sostenimiento.
- Maquinaria para el revestimiento y la impermeabilización.

2.5.2 Equipos y maquinaria de excavación y desescombro

Los túneles se excavarán utilizándose medios mecánicos. El desescombro se realizará con maquinaria diésel utilizando una pala cargadora de neumáticos y camiones de carga convencionales. Las principales fases de trabajo son:

- Excavación.
- Saneo y sostenimiento provisional.
- Carga del escombro y transporte a lugar de acopio.

Para la ejecución de la excavación mecánica se dispondrá de una máquina retroexcavadora sobre orugas específica para obras subterráneas que pueda montar un martillo picador y cazo excavador.

El desescombrado se hará mediante una pala cargadora convencional, que recogerá el escombro en el frente, vertiéndolo posteriormente sobre un camión.

2.5.3 Equipos y maquinaria de colocación de revestimiento primario

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Los elementos de sostenimiento que se emplearán en este túnel son:

- Hormigón proyectado.
- Cerchas.

Cada uno de estos elementos requiere unos medios y maquinaria específicos:

Hormigón Proyectado: El hormigón proyectado tiene la misión principal de sellar la superficie del terreno, cerrando las discontinuidades y evitando la descompresión y alteración del terreno, pudiendo resistir además los esfuerzos solicitados por algún bolo suelto.

Una vez terminadas las labores de excavación, se aplicará, en el menor tiempo posible, una primera capa de sellado. Una vez concluidos los trabajos de colocación del resto del revestimiento primario, se procederá a proyectar por capas, hasta conseguir el espesor mínimo propuesto por el tipo de revestimiento primario elegido para atravesar esa zona.

La puesta en obra será con un robot de gunitado por vía húmeda y flujo denso de alto rendimiento, ya que la longitud del perímetro de la sección obliga a utilizar una máquina de gran capacidad para no alargar en exceso los ciclos de trabajo. Esta máquina equipará todos

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

los accesorios necesarios: gunitadora, brazo de proyección articulado, tolvas para la recepción del hormigón y la adición de aditivos, y chasis automóvil.

La mezcla de los componentes del hormigón habitualmente se hace en planta, aunque también podrá hacerse a boca de túnel. Los aditivos se añadirán mediante la bomba dosificadora que porta la máquina de proyección.

Siempre que el túnel lo permita, el abastecimiento de hormigón se realizará con cubas de hormigón convencionales debido a su versatilidad y bajo coste. El número de cubas depende de la distancia entre el frente de trabajo y la planta de hormigón.

El equipo de proyección se limpiará y revisará minuciosamente al finalizar cada turno de trabajo; estas operaciones son de gran importancia para la correcta ejecución de los trabajos de proyección.

Como reserva y como previsión ante posibles inestabilidades o averías, se dispondrá de un segundo equipo de proyección de menor rendimiento.

Cerchas: Para la colocación de las cerchas se dispondrá de una plataforma de elevación móvil independiente, que permita acceder a cualquier punto de la sección con garantía de seguridad y estabilidad.

Como elementos auxiliares se dispondrá, además, de equipos de oxi-corte, unidad móvil de soldadura eléctrica y herramienta de mano.

2.5.4 Maquinaria para revestimiento definitivo e impermeabilización

Para la colocación de la lámina de impermeabilización y el geotextil, se utilizará un andamio móvil que garantice el acceso a cualquier punto del perímetro de la sección y proporcione la estabilidad necesaria para realizar los trabajos con eficacia. Además, se emplearán las herramientas necesarias para fijar y soldar la lámina y el geotextil.

Para los muros de arranque se emplearán módulos de encofrado metálico. El encofrado de la bóveda estará formado por una cimbra móvil o carro, y módulos de encofrado curvo metálico.

El carro estará diseñado para soportar la carga del hormigón fresco y tener el gálibo suficiente para permitir el paso de maquinaria. Circulará sobre carriles longitudinales apoyados en los muro-zapata.

Se dejarán unas ventanas en los elementos específicos del encofrado para bombear el hormigón y realizar el vibrado. Cada una de las aberturas tendrá un tape de cierre con bisagras.

Se hará especial hincapié en procurar una buena conservación y limpieza de este encofrado para contribuir al buen acabado del revestimiento definitivo del túnel.

El transporte del hormigón se realizará en cubas de hormigón convencionales. El número de camiones estará condicionado por la longitud del anillo de revestimiento definitivo, la distancia a la planta y conseguir una total continuidad en el proceso. Siempre estará preparada una cuba a pie de bomba cuando termine la anterior.

Se utilizará una bomba de hormigón con un rendimiento real que asegure el hormigonado de un anillo en el tiempo previsto. Preferentemente se utilizará una bomba especial para obras subterráneas. Como repuesto permanente habrá otra máquina de similares características dispuesta para su funcionamiento en caso de averiarse la que se esté utilizando. Se empleará también en el relleno de huecos o cavidades provocados por desprendimientos ocasionales.

Para el relleno del trasdós del revestimiento definitivo se empleará una bomba de inyección con la potencia y rendimiento suficientes para llenar sin problemas las cavidades que hubieran quedado entre el arco de hormigón de revestimiento y la superficie del sostenimiento de hormigón proyectado.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MEMORIA DE CÁLCULO

3 DISEÑO DEL REVESTIMIENTO

3.1 GENERALIDADES

En este apartado se aborda el diseño del revestimiento para el túnel de línea de la Primera Etapa A de la Línea 2.

El revestimiento del túnel se construirá en dos etapas. El revestimiento primario que estará constituido, básicamente, por hormigón proyectado y cerchas y el definitivo constituido por hormigón armado convencional. Para ello, se han realizado una serie de análisis numéricos: por un lado, una simulación de la excavación y el revestimiento primario y por otra parte, el análisis del revestimiento definitivo a largo plazo.

En los siguientes subapartados se describe y justifica el diseño planteado, cuyo resultado se presenta en los Planos.

3.2 REVESTIMIENTO PRIMARIO

3.2.1 Pre-dimensionamiento inicial revestimiento primario

El punto de partida del diseño ha sido la solución propuesta en el Estudio de Proinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto (en adelante, Estudio de Factibilidad), en concreto la geometría del túnel y el empleo de capas sucesivas de hormigón proyectado con fibras de acero junto con cerchas reticuladas.

A partir de un pre-diseño inicial, se ha comprobado la capacidad estructural del revestimiento primario para las situaciones más desfavorable en cuanto a las características geotécnicas del terreno y en cuanto al recubrimiento de la Primera Etapa A – Línea 2.

La comprobación de la capacidad estructural se ha realizado por métodos numéricos, en concreto, elementos finitos por medio de la aplicación comercial PHASE^2 de Rocdata.

3.2.2 Secciones tipo de revestimiento primario propuestas

Tras un proceso iterativo, se han planteado tres secciones tipo de revestimiento primario que se presentan en la *Tabla 1 Secciones Tipo de Sostenimiento Primario.*

Tabla 1: Secciones Tipo de Revestimiento Primario

SECCIÓN TIPO	TIPO DE TERRENO	HORMIGÓN PROYECTADO (cm)	CERCHAS Tipo Espaciamiento (m)	LONGITUD DE PASE (m)	CONTRABÓVEDA (*)
A	Conglomerado de Lima	5,0 + 15,0	TE-70 De 1,0 m a 2,0 m	De 1,0 a 2,0	NO
B		5,0 + 20.0	TE-130 A 1,0	1,0	NO
C		5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	SI

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

RAMAL A PATIO TALLERES	5,0 + 20.0	TE-130 A 1,0	1,0	NO

NOTAS:

(*) Se refiere a la necesidad de contrabóveda en el revestimiento primario, en el definitivo las cuatro secciones tipo tienen contrabóveda.

3.2.3 Criterio de aplicación

El criterio de aplicación de cada una de las secciones, excepto la correspondiente al tramo del ramal a patio de talleres de Santa Anita excavado en mina, es en función de las características geotécnicas del terreno que se observen en el frente de excavación en cada pase, en concreto de la densidad relativa/velocidad de transmisión de las ondas sísmicas tipo P.

De acuerdo a los estudios geotécnicos, el Conglomerado de Lima, se puede dividir en dos, por un lado, en el que las ondas P se transmiten a una velocidad media de 1500 m/s y que se denominan "GP-S f" y por otro lado, en el que las ondas P se transmiten a una velocidad media de 750 m/s y que se denominan "GP-S s".

El criterio de aplicación sería el siguiente:

- Sección Tipo A: Se aplicará si la totalidad del frente de excavación está constituido por las gravas denominadas "GP-S f", es decir, las de densidad relativa muy elevada (Vp ≥ 1500 m/s).
- Sección Tipo B: Se aplicará si parte del frente de excavación presenta las gravas denominadas "GP-S s", es decir, las de menor densidad relativa (Vp < 1500 m/s).
- Sección Tipo C: Se aplicará si la totalidad de la sección presenta las gravas denominadas "GP-S s", es decir, las de menor densidad relativa (Vp < 1500 m/s).

En el tramo del ramal a patio de talleres de Santa Anita excavado en mina, se prevé utilizar únicamente la sección definida.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2.4 *Simulación de la excavación y el revestimiento primario*

Mediante una simulación de la excavación y el revestimiento primario, utilizando cálculo numérico, se realizan las comprobaciones correspondientes a la sección de sostenimiento tipo A y a la sección de sostenimiento tipo C y que sirven para confirmar la sección tipo B, puesto que es una mezcla de ambas (La contrabóveda de la sección tipo B es igual a la sección tipo A y la bóveda de las sección tipo B es igual a la de la sección tipo C).

En el análisis de cada sección tipo de sostenimiento se tiene en cuenta el recubrimiento correspondiente al tipo de terreno, de acuerdo al perfil geotécnico interpretado.

La simulación de la excavación y el revestimiento primario incluye el análisis tenso-deformacional del macizo y el revestimiento primario y para ello se ha utilizado la aplicación informática FLAC3D de Itasca, que emplea el método de las diferencias finitas y permite analizar un modelo de tres dimensiones. En la *Figura 1* se presenta un ejemplo de la simulación, en este caso la correspondiente a la sección tipo A.

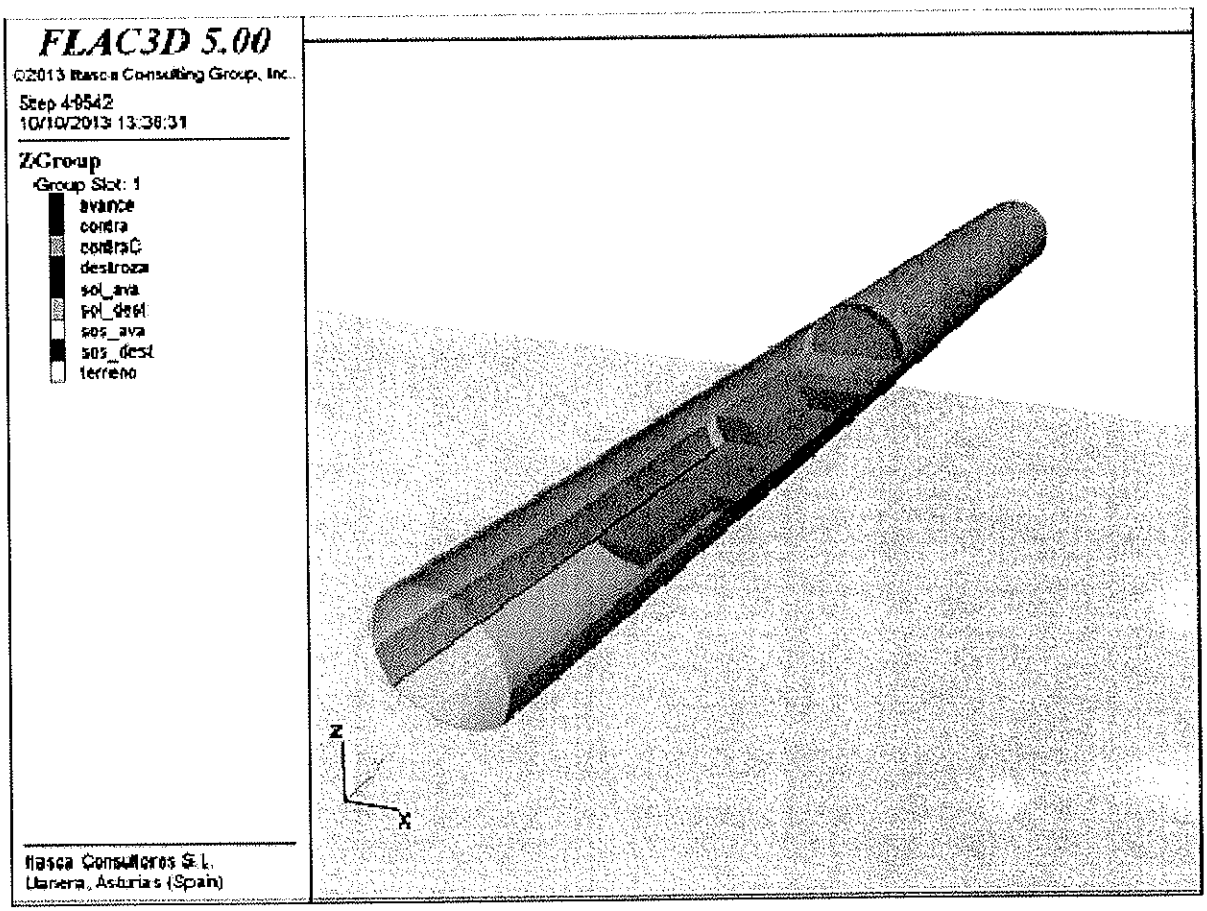


Figura 1: Simulación de la excavación y el sostenimiento primario de la sección tipo A.

Para esta simulación se ha contado con la participación de la oficina de Itasca en España (ITASCA Consultores SL) que ha realizado la modelización y el análisis bajo la dirección y supervisión de AYESA-EUROESTUDIOS.

Los resultados obtenidos, así como una memoria explicativa, se incluyen en los apéndices finales de este documento, donde se puede comprobar que los resultados obtenidos son los que se presentan en la *Tabla 2 y 3.*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

Tabla 2: **Sección tipo A. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo** 012802

			Máximo		Observaciones
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	10.5		Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	10.3		Localizados en el hastial de destroza
		Desp. Vertical en superficie (mm)	4.1		Máximo sobre clave
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	2.7		Máximo a 13 m del eje del túnel
		Plastificación	1-1.5 m		Alrededor de la excavación
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5		Las tracciones son nulas en prácticamente toda la sección Máximos puntuales en la unión bóveda+solera provisional en avance
		Compresiones (MPa)	3.25		Máximo localizado en la unión hastial-contrabóveda En la bóveda máximos de 2.6 MPa
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	8		Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
		Bajada de cleve medible (mm)	8		Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
	Cerchas TE-70	Axil (T)	13.7		Estos valores corresponden a los máximos, no tienen porque ser concomitantes En diagrama de Interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=3.18
		Flector (m*T)	0.04		

Tabla 3: **Sección tipo C. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo**

			Máximo		Observaciones
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	29.7		Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	39.9		Localizados en el hastial de destroza
		Desp. Vertical en superficie (mm)	16.0		Máximo sobre clave
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	7.4		Máximo a 17 m del eje del túnel
		Plastificación	1-1.5 m		Alrededor de la excavación
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5		Las tracciones son nulas en prácticamente toda la sección Máximos puntuales (0.7 MPa) en la unión hastial-contrabóveda
		Compresiones (MPa)	5.8		Máximo localizado en la unión hastial-contrabóveda En la bóveda máximos de 3.7 MPa
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	25		Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
		Bajada de clave medible (mm)	15		Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
	Cerchas TE-130	Axil (T)	19.2		Estos valores corresponden a los máximos, no tienen porque ser concomitantes En diagrama de Interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=2.13
		Flector (m*T)	0.26		
Factor de seguridad del frente			1.25		Se considera una fase intermedia con el pase de avance abierto (1 m)

3.2.5 *Emboquilles*

Los metros iniciales de la excavación del avance se efectuará al abrigo de un paraguas de micropilotes de 12 m de longitud, en general. El paraguas será ejecutado previamente al inicio de la excavación desde el la estación o pozo que hará las funciones de pozo de ataque. Una vez ejecutado el paraguas con la correspondiente viga de atado, se procederá a la demolición de las pantallas o pilotes en la zona correspondiente a la sección a excavar, quedando la parte de las pantallas o pilotes sin demoler, perfectamente sujetas mediante la viga de atado. Seguidamente se procede a la excavación del túnel.

Todos los tramos ejecutados en mina por métodos convencionales se inician desde pozos cenitales de ventilación o estaciones ejecutados al abrigo de pantallas, cuyos cálculos se detallan en los puntos correspondientes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2.6 *Estabilidad del Frente*

012803

La estabilidad del frente depende de la capacidad del núcleo de terreno que se encuentra por delante del avance, para soportar la redistribución de tensiones, debido a la propia excavación del túnel y que las deformaciones que se produzcan estén dentro de niveles admisibles.

Se ha comprobado la estabilidad del frente en aquellas secciones de mayor superficie, como es el avance de la excavación de la caverna del eje de estación.

La comprobación se ha realizado por métodos numéricos mediante la utilización de la aplicación comercial PHASE2 y FLAC3D y cuyo resultado se encuentra en los Apéndices finales de este documento.

Tal y como se puede comprobar en dicho documento, el frente es estable incluso en las etapas con mayor superficie de excavación. No obstante se ha determinado que el núcleo del frente plastifica, pudiéndose producir alguna inestabilidad. Para evitar esto y como medida de seguridad adicional, se ha comprobado la bondad de excavar el frente dejando un machón central.

Puesto que la excavación es mecánica, en la práctica totalidad del trazado y la excavación con machón central no supone ningún perjuicio al ciclo, en cuanto a incrementos de coste o tiempo de ejecución; se utilizará la técnica del machón central en todas las excavaciones en mina, puesto que aunque no es estrictamente necesario, incrementa la estabilidad del frente y por tanto la seguridad de los trabajadores sin ningún tipo de coste adicional.

En cuanto a la necesidad de utilizar paraguas de pre-sostenimiento, se ha comprobado que no son necesarios sistemáticamente, pudiendo ser necesarios de forma ocasional en caso de afectar una zona con características geotécnicas particularmente bajas.

No obstante, en todos los arranques de los túneles o cavernas planteados a ejecutar en mina, ya sea desde un recinto entre pantallas u otro túnel o caverna, se ejecutará un paraguas de micropilotes para el pre-sostenimiento de la bóveda del túnel o caverna antes del inicio de la excavación.

3.2.7 *Tratamientos Especiales*

Se conciben los tratamientos especiales, como aquellos elementos, técnicas o procesos constructivos que pueden aplicarse de manera ocasional y no de forma sistemática en zonas donde las características geotécnicas sean particularmente bajas o se detecte la presencia de agua; puesto que de acuerdo a la información existente, en este tramo, el nivel de agua en el terreno está muy por debajo del túnel.

A continuación se describen los tratamientos especiales adecuados a las características geotécnicas del terreno afectado:

Hormigón proyectado en el frente: En ocasiones, puede ser necesario proceder al gunitado del frente. El grosor de la capa de hormigón proyectado puede ser del orden de 3-5 cm. La proyección deberá realizarse a la vez que la capa de sellado, pudiendo ser necesario proceder por fases sucesivas (protección de cada parte excavada). El hormigón proyectado estará reforzado con fibras y se dispondrán los drenes correspondientes.

Paraguas pesado: En caso de que el terreno presente condiciones muy desfavorables, puede ser necesario disponer paraguas de micropilotes en el avance, para favorecer la estabilidad de la bóveda del túnel.

Drenaje: Este tramo discurre por encima del Nivel de Agua en el terreno, de acuerdo a la información disponible. No obstante, en el caso de interceptar algún nivel de agua, se ejecutarán sondeos de reconocimiento y si se confirma que es un nivel de agua constante y que puede aportar muchas agua a la excavación, además de disponer de los medios de bombeo adecuados en el frente, se ejecutarán inyecciones en el terreno para minimizar la afluencia de agua al interior del túnel. El agua que se drene del frente se reinyectará al terreno desde superficie para minimizar la afección a la cota del nivel de agua.

012804

3.3 REVESTIMIENTO DEFINITIVO

3.3.1 Bases de diseño

Para garantizar la estabilidad del túnel de línea a largo plazo, el diseño incluye la construcción de un anillo de hormigón armado, aislado del soporte primario mediante una lámina de impermeabilización y una lámina de geotextil.

El revestimiento definitivo se ha dimensionado sin tener en cuenta el revestimiento primario y teniendo en cuenta las siguientes acciones:

- Carga estática del terreno a largo plazo
- Carga sísmica.

La carga estática del terreno no tiene en cuenta ninguna deformación previa del terreno y por tanto, de relajación de tensiones, por lo que el revestimiento definitivo se dimensiona para soportar la totalidad de las cargas del terreno.

En cuanto a la carga sísmica, teniendo en cuenta la Norma Sísmica Peruana y el Estudio de Factibilidad y se ha realizado un análisis sísmico utilizando el método denominado "Free-Field Deformation Approach" [Wang, 1993, Hashash et al., 2001, Bobet, 2003] específico para el diseño de obras subterráneas y que se basa en la determinación de las cargas aplicadas a la estructura subterránea debidas a las deformaciones y tensiones impuestas a la misma por su interacción con el terreno circundante afectado por la acción sísmica. Expresado de otro modo, se basa en el cálculo de los desplazamientos del terreno debido a la acción sísmica y su efecto sobre las estructuras subterráneas.

A partir de las cargas obtenidas se dimensiona el revestimiento definitivo y se comprueba que es capaz de soportar los esfuerzos a los que va a ser sometido.

3.3.2 Esfuerzos sobre el revestimiento definitivo

La determinación de los esfuerzos sobre el revestimiento, se ha realizado en primer lugar, por métodos analíticos y en segundo lugar por métodos numéricos, tanto para la carga del terreno como para la acción sísmica.

Para la obtención de los esfuerzos por métodos analíticos, se utiliza el método de la rigidez relativa (Bobet, 2001). En este método se asume, entre otras simplificaciones, que el terreno es perfectamente elástico y la sección del túnel es circular. En los Apéndices finales se describe la formulación analítica, los valores delos parámetros que intervienen y los resultados obtenidos.

Los valores obtenidos mediante el método analítico, en el caso del túnel de sección circular excavado con TBM, serían suficientes pues como se ha indicado anteriormente, el resultado es válido para túneles con sección circular.

Para obtener los valores de los esfuerzos en secciones cuya geometría sea diferente a la circular se realiza un análisis por métodos numéricos, utilizando la aplicación PHASE2, de la siguiente manera:

Una vez determinados los esfuerzos por métodos analíticos, se calibra el modelo numérico para obtener los mismos resultados en una sección circular similar a la considerada analíticamente. Finalmente, en el modelo calibrado se analiza la sección geométrica correspondiente al túnel de línea, galería o caverna objeto de estudio, obteniéndose los esfuerzos correspondientes y que sirven para el diseño del revestimiento.

En los Apéndices finales se presentan los resultados obtenidos y que han servido para el dimensionamiento del revestimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

012805

3.3.3 *Dimensiones revestimiento definitivo*

Con los resultados obtenidos se determina el espesor de hormigón HA-40 necesario, así como la cuantía de acero para el armado del mismo.

Para el caso del túnel de línea se han obtenido los espesores y cuantías que se presentan en la Tabla 4. Para el túnel del ramal de conexión al patio de Santa Anita, son válidas las cuantías de la Sección Tipo B.

Tabla 4: Espesor de hormigón y cuantía de armado del túnel de línea

	ESPESOR DE HORMIGÓN HA-40 (m)			CUANTÍA DE ACERO (kg/m^3)		
SECCIÓN	A	B	C	A	B	C
BOVEDA	0,30	0,30	0,30	100	100	70
CONTRABOVEDA	0,30	0,50	0,50	240	240	70
HASTIAL	0,50	0,30	0,50	95	95	95

En el *Apéndice VI. Dimensionamiento Revestimiento Definitivo*, se presenta la justificación del dimensionamiento del hormigón y el acero.

En el documento Planos se incluyen los planos de detalle de cada una de las secciones definidas.

4 *IMPERMEABILIZACIÓN*

El sistema de impermeabilización en el túnel se ha planteado de manera que no se infiltre agua al interior del túnel, es decir, un túnel no drenante y que por tanto, se establezcan todas las medidas necesarias para que el túnel sea totalmente impermeable.

Los materiales por los que circula el túnel se consideran permeables desde un punto de vista hidrogeológico aunque presentan permeabilidades consideradas bajas (entre 10^{-4} m/s y 10^{-5} m/s según el Estudio de factibilidad).

Aunque en algún sondeo se ha detectado presencia de agua por encima de la cota del túnel, en general, el túnel de línea excavado por métodos convencionales discurre por encima del nivel freático, puesto que los materiales constituyen un acuífero libre en el que el nivel freático se encuentra muy por debajo de la cota del túnel, aunque no se descarta que durante la vida de la infraestructura pueda subir hasta la cota del túnel.

Por tanto, la impermeabilización del túnel se realiza colocando una lámina de PVC con un geotextil de protección en su trasdós, que se aplican en el paramento del revestimiento primario, quedando dispuestas en "Sandwich" entre el revestimiento primario y el revestimiento definitivo. Tanto la lámina como el geotextil rodean por completo la sección del túnel con el objetivo de impedir la entrada de agua al interior del mismo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

012806

5 ANÁLISIS DE SUBSIDENCIAS

En este apartado se analizan las posibles afecciones generadas por la perforación de los túneles de la etapa 1A de la Línea 2 de Metro de Lima, comprendida entre los PK 19+260 y 23+609,59.

A continuación se proponen los tratamientos de consolidación y mejoramiento del terreno, necesarios para proteger a las estructuras ante los movimientos inducidos.

5.1 ESTUDIO DE LA AFECCIÓN A EDIFICIOS POR SUBSIDENCIA

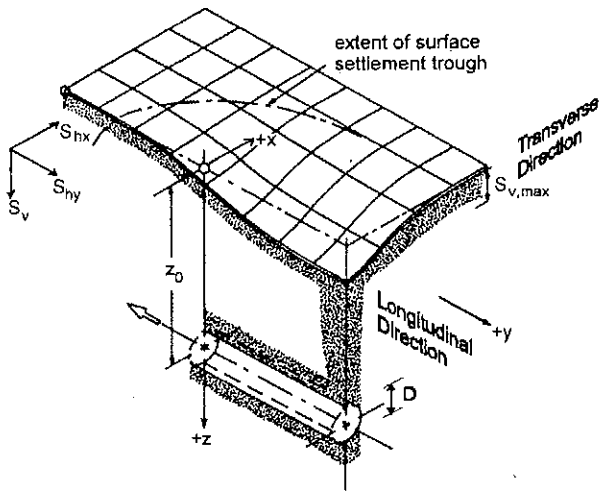
5.1.1 Metodología para el estudio de la subsidencia.

Las obras subterráneas, tanto los túneles como las posibles excavaciones asociadas, son imprescindibles para integrar en la ciudad las infraestructuras de transporte. Uno de los criterios esenciales que se tiene que analizar durante la fase de proyecto es la minimización del riesgo a terceros que su ejecución conlleva. La construcción de túneles en terrenos blandos conduce inevitablemente a movimientos en el terreno, pudiendo afectar a edificaciones, estructuras o servicios existentes en el subsuelo. Para valorar tal riesgo se debe estimar, en cada caso, la respuesta de las edificaciones o estructuras circundantes a los movimientos del terreno que la obra subterránea provoca.

El uso de criterios de daño basados en modelos simplificados de la respuesta estructural facilita la tarea y permite el estudio sistemático necesario en grandes obras.

5.1.1.1.1 CALCULO MEDIANTE MÉTODOS SEMIEMPÍRICOS

En la figura siguiente se muestra un esquema teórico de los asientos generados por la excavación de un túnel como consecuencia de la relajación tensional inducida en el terreno.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura 1: Esquema de los asientos generados por la excavación de un túnel (Attewel et al).

En el caso de Líneas 2 y 4 de Metro de Lima los asientos serán fundamentalmente de carácter inmediato, descartándose asientos de tipo diferido o debidos al drenaje, pues se presupone la adecuada inyección del trasdós en las zonas bajo el freático, así como el correcto tratamiento en las conexiones con galerías o pozos; puntos estos susceptibles de ser origen de filtraciones.

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

012807

A día de hoy, resulta muy habitual trabajar empleando modelos empíricos derivados de los clásicos de Peck y Attewel y que reproducen con cierta fiabilidad geometrías como la de la figura. Estos modelos se utilizan para predecir movimientos del terreno para condiciones de campo abierto, es decir, condiciones en las que no se tiene en cuenta la presencia de ninguna estructura.

En 1969 durante el Congreso Internacional de Mecánica del Suelo, Peck presentó su procedimiento para la estimación de asientos en superficie. Este modelo, por su sencillez sigue siendo de aplicación hoy en día habiendo sufrido alguna modificación para ajustarlo a las circunstancias locales de cada obra.

En este modelo se establece que la cubeta de asientos se aproxima a una curva de distribución de Gauss para condiciones de campo abierto. Esto no se deriva de ningún desarrollo teórico sino que se adopta por razones prácticas habiéndose comprobado que se trata de una aproximación razonable. En la figura siguiente se muestra la propuesta de Peck, representándose también las distribuciones de desplazamientos así como de deformaciones horizontales.

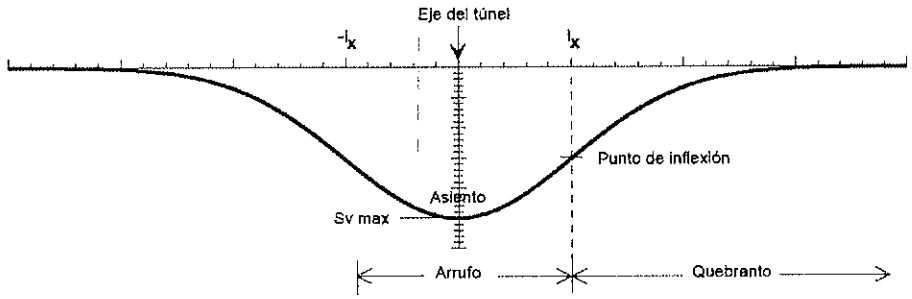


Figura 2: Ajuste gaussiano de la curva de asientos (Peck 1969).

De este modo, la curva de asientos quedaría definida mediante la siguiente expresión:

$$S_v(x) = S_{v,máx} \exp(-x^2/2i^2)$$

donde:

$S_v(x)$: Asiento en cualquier punto x

$S_{v,máx}$: Asiento máximo, que se da en el eje del túnel

x: abscisa medida desde la vertical de la clave del túnel

i: distancia en horizontal del punto de inflexión de la curva de Gauss, a la clave del túnel

En la figura siguiente se muestra la cubeta de asientos más parametrizada, delimitando la línea límite de subsidencias y el límite de la zona afectada por las deformaciones.

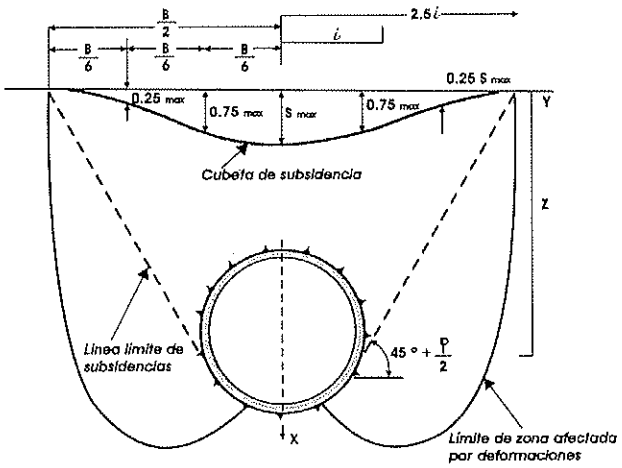


Figura 3: Cubeta de subsidencia con zonas límite de subsidencias y zona afectada por deformaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Por otro lado, se suelen relacionar los asientos inducidos por el avance de la excavación de un túnel, no necesariamente construido empleando tuneladoras, con la pérdida de volumen debida a la excavación. En suelos la pérdida de volumen se resuelve inexorablemente en asientos superficiales.

De las propiedades geométricas de la curva de Gauss, resulta fácil expresar el asiento máximo, en función del volumen de la cubeta de asientos (V_s) como:

$V_S = (2\cdot\pi)^{1/2} \cdot i \cdot S_{v,máx}$; donde V_S es el área limitada por la curva de asientos y la superficie.

Por tanto la curva de asiento quedaría completamente definida una vez que se conozca el volumen de asientos (V_S) y la posición del punto de inflexión (i).

Se define como pérdida relativa de terreno o suelo Vs (%) al volumen de asientos referido a la sección de túnel excavada.

$V_s\ (\%)=V_S/(\pi x D^2/4)$; donde D es el diámetro de excavación del túnel

Esta pérdida de terreno es el resultado de numerosos efectos, como el desplazamiento hacia el frente de la excavación y el movimiento radial hacia el eje del túnel debido a la reducción de las presiones de sostenimiento. La magnitud de este valor depende del tipo de terreno, la posición del nivel freático, el método constructivo empleado, el tiempo que se tarda en disponer el sostenimiento y la calidad del sistema de auscultación y control.

Respecto al volumen de asientos (V_S) hay que decir que la práctica habitual recomendada para su determinación consiste en la utilización de valores empíricos de pérdida del terreno Vs(%) basados en los datos medidos durante la construcción de túneles en terrenos semejantes (Schmidt, 1969; Peck, 1969; Attewel y Yeates, 1986; O'Reilly y New, 1982). Más recientemente Mair (1996) establece las siguientes conclusiones:

- La excavación sin confinamiento del frente en arcillas duras como la arcilla de Londres conduce a volúmenes de asientos comprendidos entre el 1 y el 2%, referidos a la sección del túnel.
- Cuando el método de excavación en arcillas duras permita controlar de forma efectiva los movimientos del terreno se pueden considerar valores del 0,5 al 1,5 %; comparables a la excavación con escudo abierto.
- La utilización de tuneladoras con confinamiento del frente (EPB o hidroescudo) permite conseguir un gran control del volumen de asientos, especialmente en arenas donde son frecuentes volúmenes de asientos tan bajos como el 0,5 %. Incluso en arcillas blandas se consiguen volúmenes de asiento del 1 al 2 %, sin contar asientos de consolidación.

En la siguiente página se recogen valores de volúmenes de pérdidas relativas de suelo Vs (%) recopilados de bibliografía, obtenidos a partir de datos reales en distintas obras de excavación de túneles.

En la **Figura 4** se pueden ver distintos valores para la pérdida de terreno en función del tipo de material y relacionada con la sección de excavación.

La limitación fundamental de emplear un volumen de asientos relativo para el estudio de asentamientos, es que la elección del mismo se hace de gran dificultad si no se cuenta con experiencia previa en esos mismos materiales. Este es el caso de la Línea 2 de Metro de Lima, donde no hay registradas apenas experiencias anteriores de obra subterránea.

Otro modo de estimar el volumen de asientos (V_S) es a partir de la ecuación propuesta por Peck (1969) formulada a partir de numerosas mediciones reales:

$V_S=0,7x(1+K_0)x(1+\nu)x(p_0-p_i)xA/E;$

donde:

k0: coeficiente de empuje al reposo: 1 – sen ϕ

ν: coeficiente de Poisson

p0: presión total a nivel de eje

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

pi: presión de trabajo

A: área de la excavación

E: módulo de elasticidad del terreno.

012809

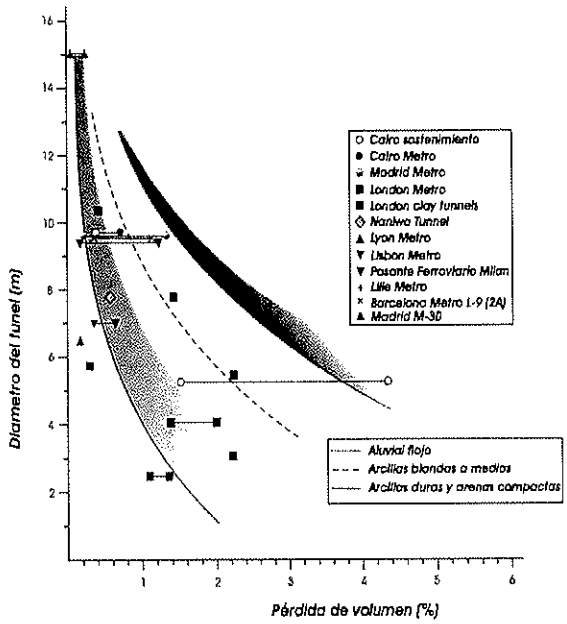


Figura 4: Volumen de asientos reales recopilados por Rodríguez Ortiz (2008).

Tipo de suelo	Sistema de excavación	Volumen de asiento relativo, V_s (%)
Arcilla rígida fisurada de Londres	Escudo o nada	1-2 excepcionalmente del 3 al 16
Arcilla de Londres	Escudo abierto	2 - 2,5
Depósitos glaciares	Escudo abierto o escudo de aire comprimido	1 - 1,25
Arcilla limosa cuaternaria (Cu=10-40 KPa)	Escudo de aire comprimido	2 - 10
Suelos granulares sobre el nivel freático	-	1 - 5
Suelos granulares bajo el nivel freático	Escudo de presión de tierras	1 - 10
Arcilla dura y arena compacta (Línea 9 de Metro Madrid)	Escudo abierto	0,10 - 0,40
Arcilla dura (Línea 10 de Metro Madrid)	Escudo abierto	0,33 - 0,64
Arenas aluviales y rellenos (Línea 10 de Metro Madrid)	Escudo cerrado con presión de tierras	0,7 - 4,2
Arenas tosquizas (Líneas 8-10 de Metro Madrid)	Método Belga	0,3 - 0,5
Arenas tosquizas (Línea 7 de Metro Madrid)	Método Belga	0,2 - 0,6
Cuaternario aluvial (Línea 5 de Metro Valencia)	Escudo de presión de tierras	0,3 - 0,6 excepcionalmente 1,2
Arcillas marinas blandas y arenas aluviales bajo NF (Metro Singapur)	Escudo de presión de tierras	3 - 8
Arcillas marinas blandas y arenas aluviales bajo NF (Metro Singapur. North East Line)	Escudo de presión de tierras	0,5 incidentes de 1 a 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Tipo de suelo	Sistema de excavación	Volumen de asiento relativo, V_s (%)
Arenas limosas y arcillas limosas (Metro Taipei, Korea)	Escudo de presión de tierras	1,6
Rellenos, arcilla limosa, limo arenoso bajo NF (Metro Washington)	EPB túneles paralelos	3,8 excepcionalmente del 24
Arcilla arenosa blanda y turba bajo NF (túnel ferrocarril Botlek, Países Bajos)	EPB túneles paralelos	0,08 frente 0,8 escudo 1,41 final, tras consolidación
Zona de Peñuelas y yesos (Línea 10 de Metro Madrid)	EPB	0,5
Zona de toscos y arena de miga (Túnel de la Cela, por debajo del aeropuerto Madrid-Barajas)	EPB	0,2
Zona de Peñuelas y yesos (M-30 Bypass Sur)	EPB	0,2
Zona del Prat de Llobregat (Línea 9 de Metro de Barcelona)	EPB	1
Zona de Tricicle y Plioceno (Línea 9 de Metro de Barcelona, Trajana-Habaneras)	EPB	0,2
Arcillas duras (Bangkok MRT Subway Line)	EPB túneles paralelos	0,4
Arenas medianamente densas (Bangkok MRT Subway Line)	EPB túneles paralelos	2,5
Aluviales compactos, limos (Delhi Metro Phase-II)	EPB túneles paralelos	0,3 - 0,8

Tabla 5: Volumen de asientos reales recopilados a partir de Rankin (1987), Oleo y Moya (1979), Melis et al (1997), Celma (2000), Gutierrez Manjón (2008) y recopilados por Ayesa.

En esta expresión Peck introdujo el factor de corrección de 0,7, de modo que la pérdida de volumen que se experimenta alrededor de la excavación del túnel es algo mayor que la que finalmente se transmite en superficie debido a las propiedades geotécnicas del material (ángulo de rozamiento) y al proceso constructivo empleado.

De la ecuación anterior se puede ver que el asiento es inversamente proporcional al módulo de deformación del terreno en descarga (que es superior al de carga), lo cual pone de manifiesto la importancia de este parámetro y la necesidad de su correcta determinación.

En los casos en los que la cobertera sobre la clave del túnel supere 1,5 veces el diámetro del túnel, se reducirá la altura de carga a la resultante de la parábola de descarga de Protodyakonov, ya que de otra forma, se daría la paradoja de que cuanto más profundo es el túnel, mayor es el asiento, cuando sucede realmente lo contrario.

Para el caso de la Línea 2 del Metro de lima, sin embargo, se optó inicialmente por estimar el volumen de asientos mediante el empleo de la Expresión de Sagaseta y Oteo (1981) pues, resultado de sencilla aplicación, introduce el módulo de deformación del terreno (en extensión), así como la incidencia del método constructivo:

$$S_{V,\,max} = \psi \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot (0{,}85\text{-}\upsilon)/E_{sub};$$

donde

γ es el peso específico del terreno

E_{sub} es el módulo de deformación en extensión del terreno

ψ es un factor función del método de excavación del que se muestran algunos valores de referencia a continuación:

- Excavación mecanizada con contención del frente:
  - Tuneladora en modo EPB: 0,2-0,4
  - Tuneladora en modo abierto: 0,5-0,7

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

- Excavación no mecanizada manual convencional:
  - Métodos convencionales tipo MTM: 0,3-0,5
  - Método secuencial (SEM): 0,7-1,0

Por otra parte, el parámetro "i" nos da una medida de la distribución de los asientos. En la figura siguiente se muestran diferentes correlaciones aportadas por Peck (1969) en función del tipo de terreno, cuya formulación responde a la siguiente expresión:

$i/R = (z_0/2R)^n$; variando el parámetro "n" entre 0,8 y 1,0

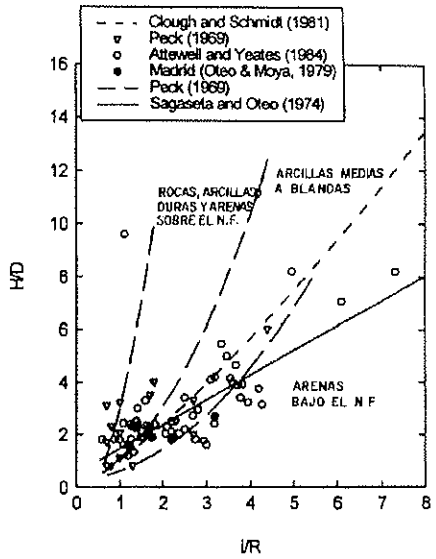


Figura 5: Relación entre la posición del punto de inflexión y la cobertera del túnel para distintos tipos de terrenos.

Seguidamente aparece la relación recomendada por Sagaseta y Oteo (1974) cuya expresión es:

$$i/R = 1{,}05 \cdot H/2R - 0{,}42;$$

siendo:

R el radio del túnel excavado,

H la profundidad del eje del mismo y D su diámetro.

También aparece la expresión de Clough & Schmidt (1981) cuya expresión es:

$i/R = \alpha(z_0/2R)^n$; siendo α=1 y n=0,8

Atkinson & Potts (1979) presentaron las siguientes formulaciones:

$i=0{,}25\ (z_0+R)$; para el caso de arenas sueltas

$i=0{,}25\ (1{,}5z_0+0{,}5R)$; para el caso de arenas densas y arcillas sobreconsolidadas

O'Reilly & New (1982) presentaron 19 casos de estudios de túneles en arcilla. Representando gráficamente el parámetro "i" con la correspondiente profundidad del túnel para cada caso particular se observó una cierta linealidad entre ambos parámetros, según se puede observar en la figura siguiente.

$i = 0{,}43z_0 + 1{,}1$; donde tanto "i" como "z_0" se miden en metros.

Para el caso de túneles en terrenos granulares recomendaron esta otra ley:

$i = 0{,}28z_0 - 0{,}1$; donde tanto "i" como "z_0" se miden en metros.

Posteriormente, O'Reilly & New (1982) simplificaron esta ecuación a una con la forma de:

$$i = Kz_0;$$

Concluyendo que para la mayoría de los casos de arcillas el parámetro k variaba entre 0,4 y 0,7, siendo 0,4-0,5 el valor más usual para el caso de arcillas duras y los valores más altos,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

0,7 para el caso de arcillas limosas blandas. Para el caso de suelos granulares, este parámetro suele variar entre 0,2 y 0,3. 012312

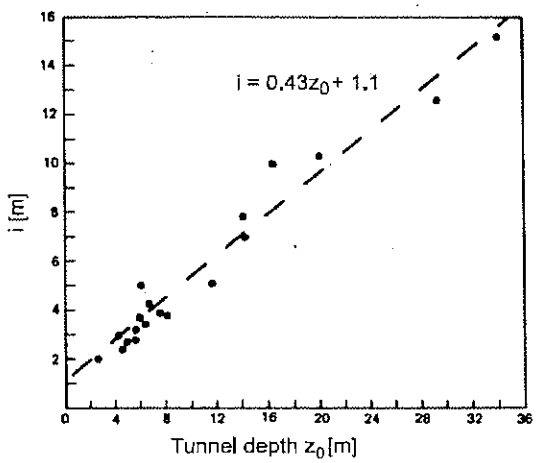


Figura 6: Correlación entre el punto de inflexión "i" y la profundidad del túnel z0 (O'Reilly & New, 1982).

Finalmente, para obtener el valor de i, se ha utilizado la siguiente expresión, propuesta por Sagaseta y Oteo:

$i = \eta \cdot (0{,}52 \cdot z_0 - 0{,}42 \cdot R)$;

donde, el parámetro η varía entre 0,75 y 1,30, en función del terreno (0,75 para materiales sueltos y 1,30 materiales densos o rígidos). Esta expresión es análoga a la ya indicada anteriormente para estos autores, pero tomando en consideración la compacidad del terreno.

De este modo, a partir del área V_s, la posición del punto de inflexión i (distancia del eje de simetría a ese punto) y el asiento máximo $S_{máx}$ podemos definir la curva de asientos de la figura siguiente:

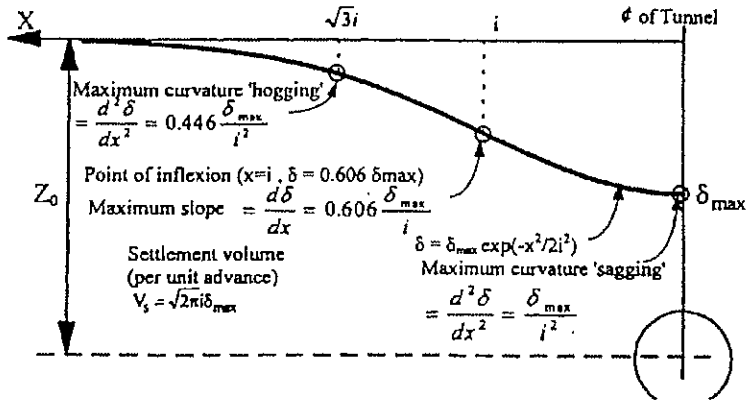


Figura 7: Perfil de asientos definido por el método de Peck

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En base a la fórmula anterior, los parámetros deformacionales del terreno estimados y los procedimientos constructivos propuestos, resultan valores comprendidos entre el 0,1 y el 0,5%, con un valor normal en torno al 0,2%. Sin embargo, las incertidumbres existentes en torno a las características deformacionales de la grava de Lima hacen que se opte por un valor conservador, en comparación con los resultados obtenidos con la ecuación anterior. Así, se ha establecido una pérdida de suelo del 0,5%, con la idea de gestionar el riesgo geotécnico asociado.

Respecto a los desplazamientos horizontales O'Reilly y New (1982) indicaron que éstos podían derivarse del vertical asumiendo que el desplazamiento resultante se dirigiera hacia el centro del túnel. Según esto el movimiento horizontal en superficie en dirección perpendicular al túnel puede expresarse como:

$S_h(x) = - x \cdot S_v(x)/z_0$

012813

En la figura siguiente se muestra el desplazamiento horizontal junto con la ley de desplazamientos verticales. Puede observarse cómo el máximo desplazamiento horizontal coincide con el punto de inflexión. La deformación horizontal se muestra también en dicha figura y se obtiene derivando respecto a x el desplazamiento horizontal (compresiones negativas):

$$\varepsilon_{h,x}(x) = S_v(x)/z_0 \cdot (x^2/i^2-1)$$

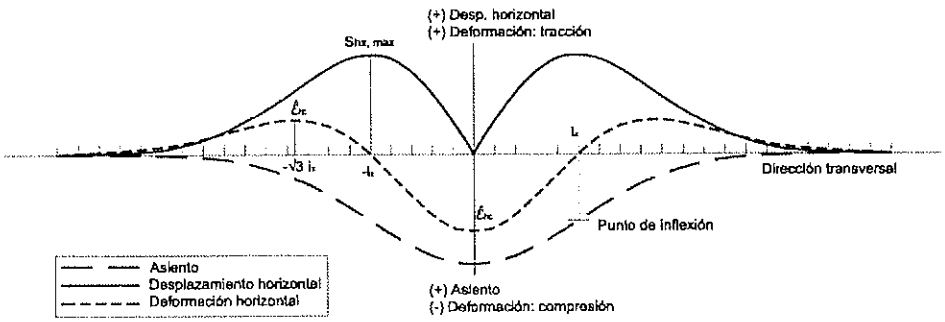


Figura 8: Distribución del desplazamiento horizontal en superficie y la deformación horizontal junto con el asiento.

En esta figura se observa una zona de compresión entre los dos puntos de inflexión y tracciones en las zonas exteriores. Los valores máximos de $\varepsilon_{h,x}$, denominados como $\varepsilon_{h,c}$ y $\varepsilon_{h,t}$ se obtienen en x=0 (compresión) y $x=(3)^{1/2} \cdot i_x$ (tracción). Es ésta, la deformación de tracción, la más perjudicial para los edificios.

Por lo que respecta a la extensión en planta, la cubeta superficial de asientos puede también definirse con las indicaciones de las figuras siguientes. Éstas están tomadas de las recomendaciones del llamado Modelo Madrid y pueden adoptarse teniendo en cuenta que sólo en obra podrán calibrarse de forma adecuada tanto los modelos numéricos como los empíricos una vez se recopilen los datos de la instrumentación.

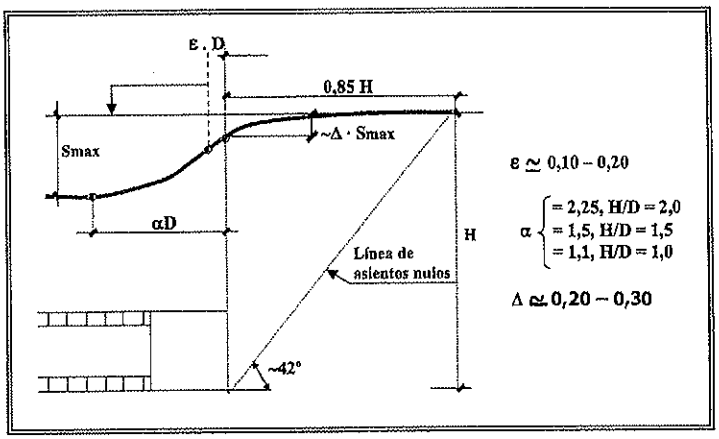


Figura 9: Ley semiempírica de asientos superficiales longitudinales sobre el eje del túnel (Oteo, C.)

5.1.1.1.2 <u>*CRITERIOS DE DAÑOS*</u>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Los daños sufridos por los edificios en función de su facilidad de reparación fueron clasificados y recogidos por el BRE británico de acuerdo a la **Tabla 2** que se incluye seguidamente, originalmente desarrollada por Burland (1977).

Ha de resaltarse que la Tabla 2 se refiere sólo a daños visibles en obras de ladrillo, bloque o mampostería.

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

012814

Por su parte, Boscarding y Cording (1989) asociaron, a partir del estudio de más de 70 casos de daños en edificaciones causados por subsidencia, el anterior nivel de daños a los valores de deformación horizontal de tracción (deformación límite de tracción) que se recogen en la **Tabla 3**.

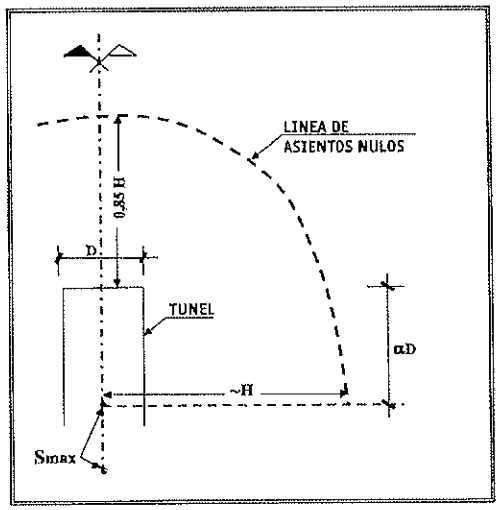


Figura 10: Definición semiempírica de la cubeta de Attewell (Oteo, C.)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Categoría de daño	Descripción del daño típico	Anchura aproximada de las grietas o fisuras
Insignificante (0)	Grietas capilares internas	< 0,1 mm
Muy leve (1)	Los daños muy leves incluyen grietas visibles que puedan ser tratadas fácilmente durante la decoración; quizás una fractura leve y aislada en un edificio y grietas en los trabajos externos de ladrillo que resulten visibles en una inspección llevada a cabo de cerca.	1 mm
Leve (2)	Los daños leves incluyen grietas que puedan ser fácilmente rellenadas o redecoradas, algunas fracturas leves que pudieran aparecer y que dejaran ver el interior del edificio, también las grietas que se puedan ver externamente y que puedan requerir rejuntamiento o en el caso de ventanas o puertas que necesiten ser clavadas o sujetas.	5 mm
Moderado (3)	Los daños moderados incluyen grietas que requieran ser abiertas y que puedan ser parcheadas por un obrero, también a las grietas que puedan ser enmascaradas por medio de apropiados revestimientos interiores, rejuntamiento de trabajos externos de ladrillos y que posiblemente una pequeña cantidad de reemplazamiento de los trabajos de ladrillo, las puertas y ventanas que requieran ser clavadas, tuberías de servicio fracturadas y reducción en la estanqueidad del agua.	De 5 mm a 15 mm o un número de grietas o fisuras > 3 mm
	Los daños graves incluyen grietas grandes que requieran trabajos importantes de reparación y que conlleven fractura y posterior sustitución de secciones de pared (especialmente puertas y ventanas), puertas y marcos de ventana deformados, pisos inclinados visiblemente, paredes en estado precario, pérdidas de punto de apoyo en vigas, rotura de tuberías de servicio.	De 15 mm a 25 mm pero también en función del número de fisuras
	Los daños muy graves por lo general son aquellos que requieren un trabajo de reparación de gran calibre que suponga reconstrucción total o parcial, pérdida de los puntos de apoyo de las vigas, paredes en estado pésimo que requieran apuntalamiento o soporte, rotura de ventanas con distorsión y peligro de inestabilidad de estructuras.	Normalmente > 25 mm pero también depende del número de fisuras.

Tabla 6: Clasificación de afecciones visibles con referencia a la facilidad de la reparación (Escala de Burland J.B. (1977) y adoptada por el Building Research Establishment).

Posteriormente, y dado que junto con las deformaciones horizontales de tracción, la distorsión angular juega un papel fundamental en el impacto generado en las edificaciones, los mismos autores ligaron igualmente, a partir de diferentes casos prácticos, los 2 parámetros con el nivel de daños ocasionado, proponiendo el conocido gráfico de nivel de daños.

Categoría del daño	Deformación límite de tracción (%)
0 DESPRECIABLE	0,00 a 0,05
1 MUY LIGERO	0,05 a 0,075
2 LIGERO	0,075 a 0,15
3 MODERADO	0,15 a 0,30

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

012816

4 a 5	SEVERO A MUY SEVERO	>0,30

Tabla 7: Relación entre la deformación de tracción y el daño asociado (Boscarding y Cording, 1989)

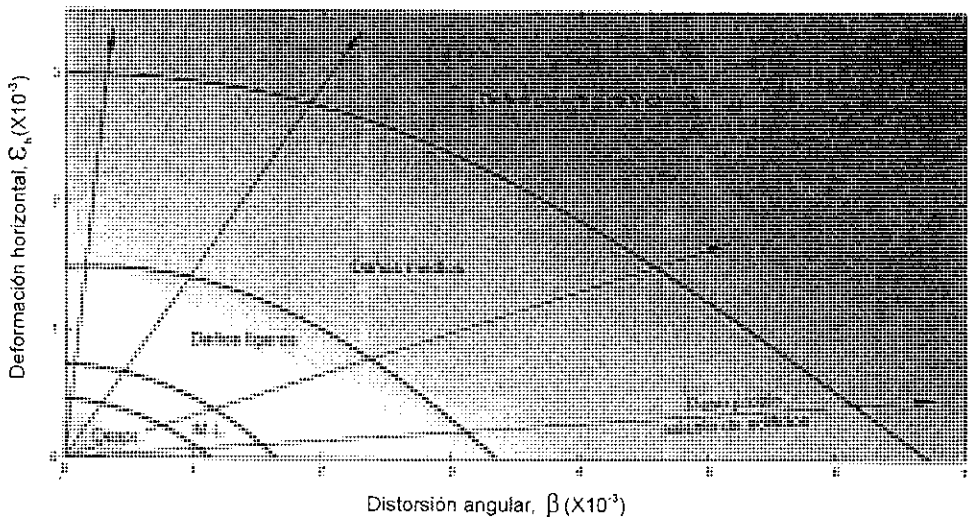


Figura 11: Criterio de daño basado en distorsión angular y deformación horizontal (Boscarding y Cording, 1989)

En cualquier caso, a partir de los anteriores criterios y en base a experiencias locales pueden establecerse umbrales o límites teóricos de movimientos admisibles como el de Metro de Madrid que a continuación se incluye. Estos criterios o umbrales sólo deben tomarse como orientativos pues están ligados a las condiciones particulares del sitio y en algún caso podrían resultar conservadores.

Umbral de control	Asiento admisible (mm)			Distorsión angular			Deformación horizontal Unitaria (%)		
	Verde	Ámbar	[illegible]	Verde	Ámbar	[illegible]	Verde	Ámbar	[illegible]
*Zonas sin edificaciones	<50	50–100	>100	1/100	1/100–1/50	>1/50	<1,5	1,5–2,0	>2,0
*Edificios cimentados profundos o con losa en buen estado *Conducciones no de gas	<20	20–30	>30	<1/1000	1/1000–1/500	>1/500	<0,15	0,15–0,20	>0,20
*Estructura subterránea o Túneles existentes	<15	15–25	>25	<1/2000	1/2000–1/1000	>1/1000	<0,15	0,15–0,20	>0,20
*Edificios cimentados superficialmente sin daños aparentes	<10	10–15	>15	<1/2000	1/2000–1/1000	>1/1000	<0,15	0,15–0,20	>0,20
*Edificios cimentados superficialmente con daños *Edificios monumentales *Edificios con más de 10 alturas *Tuberías de gas	<5	5–10	>10	<1/3000	1/3000–1/2000	>1/2000	<0,05	0,05–0,10	>0,10
*Túneles existentes	Asiento o levantamiento: 10 mm/10 m								

Tabla 8: Umbrales de control o límites teóricos de movimientos usualmente considerados en Metro de Madrid.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pág

En este estudio se ha considerado que no debe superarse en ningún caso el nivel 2 de daños o de daños ligeros'.

5.1.2 Características geotécnicas de los terrenos atravesados

El trazado en estudio de la etapa 1A de la Línea 2 de Metro de Lima afectará principalmente a los materiales granulares gruesos que constituyen el Aglomerado de Lima. Estos depósitos cuaternarios aluviales del cono deyectivo del río Rimac se encuentran formados por cantos rodados (gravas subredondeadas de naturaleza ígnea y volcánica), arenas y, en menor medida, arcillas y limos, dispuestos de forma desordenada. Estos materiales se presentarán siempre en el frente de excavación (a falta de confirmación por la campaña geotécnica complementaria) y constituyen un material muy denso, poco deformable y de capacidad portante elevada. No obstante, ha podido comprobarse que superficialmente estos materiales se encuentran algo decomprimidos, con la matriz lavada y, en resumen, presentan una compacidad menor, de modo que se han diferenciado geotécnicamente, denominándolos como GP-S s y GP-S f, para los materiales sueltos y firmes respectivamente.

Superpuestos a estos materiales se encuentran los depósitos de terraza más modernos del río Rimac, los cuales aparecen con las mismas granulometrías pero con un mayor orden interno. Sobre estos materiales groseros se encuentran niveles métricos de arcillas y limos, sin gravas, con relativa plasticidad y poco consistentes. Superficialmente se pueden encontrar rellenos de origen antrópico contaminado de espesor variable (máximo 5 m).

Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales han sido caracterizados mediante los resultados de las fases de investigación precedentes, así como mediante datos bibliográficos.

Desde el punto de vista deformacional no existen datos directos del comportamiento de los materiales en los estudios precedentes, fundamentalmente debido al carácter granular grueso de los materiales predominantes a lo largo del trazado; el citado aglomerado de Lima.

Para solventar este aspecto se ha recurrido a los datos de velocidades de ondas de corte (Vs) aportados por los resultados de la geofísica realizada en las fases precedentes. De este modo es posible obtener el módulo de corte dinámico Gmax el cual es posible correlacionar con los valores estáticos a través de diversas publicaciones como la de Alpan (1970) teniendo en cuenta, asimismo, el tipo de material de que se trata.

Por otro lado, a efectos de cálculo de subsidencias, el módulo a considerar será un módulo en descarga o decompresión E_{sub}, que se ha estimado en Esub = 2·E.

En la Tabla 5 se resumen los principales parámetros de los terrenos afectados.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Unidad geotécnica (síntesis)		Descripción litológica general	γ_{ap} (KN/m^3)	Clasif. U.S.C.S.	c' (KPa)	ϕ (°)	Coeficiente de Poison estático ν	Módulo de rigidez o de cortante dinámico máximo G_{max} (MPa)	Módulo de Young dinámico máximo Emax (MPa)	Módulo de Young estático E (MPa)	Módulo de deformación en extensión (para subsidenc.) E (MPa)
	RELLENOS	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados.	16,7	SM 25%; GP 25%; GC 13%; ML 13%; CL 13%	0	26	0,3	67	174	17	35
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad	17,38	ML 42%; CL 37%; MH 19%	8	26	0,25	70	181	23	45
SM	ARENA	Arenas limosas.	16,95	SM 54%; SM-SP 11%; SP 11%; SC 7%; ML 7%; GM-GP	5	30	0,3	68	176	35	71
GP-S s	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	20	GP 76%; GW 9%	15	34	0,3	80	208	42	83
	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa	22	GP 81%; GM-GP 8%; GW 4%; GM 4%	32	39	0,3	352	915	183	366

Tabla 9: Resumen de parámetros geotécnicos asignados a los materiales afectados en los tramos.

5.1.3 Resultados obtenidos

En los **Apéndices 2** y **3** que acompañan a este documento se recogen los resultados de los diferentes cálculos semiempíricos realizados. Para evaluar las zonas que requerían de análisis así como el impacto de los resultados se ha contado con un inventario fotográfico realizado recientemente. Los resultados de los cálculos de subsidencia realizados para la Primera Etapa se resumen en las **Tablas 6** y **7** que se muestran a continuación.

Localización	Razón	Sección analizada (P.K.)	Litología en el frente	Distancia de posible afección al eje de excavación	Z_0 (m) (*)	i (m)	Sv,máx sobre clave (mm)	Sv,máx bajo estructura (mm)	Daños y umbral
del P.K. 19+515 al P.K. 19+565, zona de cruce de la Avenida Nicolás Ayllón con la Vía de Evitamiento	nudo, cruce de vías a distinto nivel por medio de un paso superior	19+515	GP-S f	Apoyos a >5 m	19,86	10,58	15,0	9,9	Muy leves
P.K. 19+840, en la Avenida Carretera Central	se trata de una zona donde el eje del trazado pasa por debajo de una pasarela peatonal	19+840	GP-S f	Apoyos a >5 m	18,20	9,45	17,0	15,3	
P.K. 20+840, en la Avenida Carretera Central	se trata de una zona donde el eje del trazado pasa por debajo de una pasarela peatonal	20+840	GP-S f	Apoyos a 0 y 5m.	20,45	10,35	15,7	15,7	

(*) Cota medida desde el terreno al eje de la excavación

Tabla 10: Resumen de los resultados de los cálculos de subsidencias realizados para la etapa 1A de la línea 2 en las estructuras más próximas al eje del túnel del tramo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Sección analizada (P.K.)	Razón	Z_0 (m)	Espesor de suelo suelto (m)	Distancia máxima al eje de excavación (m)		Distancia mínima de estructura al eje de excavación (m)	Daño esperado
				Para daño moderado	Para daño leve		
19+260	Inicio tramo estudio	20,6	4,7	No hay	3	20	Despreciable
19+285	Inicio tramo entre pantallas	20,7	3,5	No hay	1,9	25	Despreciable
19+930	Inicio de tramo con daños leves	21,5	1,3	No hay	No hay	0	Muy Leve
20+120	Salto brusco en daños leves	17,6	1,5	No hay	6,8	22	Despreciable
20+140	Salto brusco en daños leves	17,1	1,2	No hay	14,8	22	Despreciable
20+220	Montera minima entre estaciones	16,6	2,1	No hay	15,3	25	Despreciable
20+300	Salto brusco en daños leves	17,7	3,2	No hay	14,0	27	Despreciable
20+320	Salto brusco en daños leves	18,1	3,5	No hay	6,6	26	Despreciable
20+380	Inicio tramo entre pantallas	18,7	2,6	No hay	5,9	25	Despreciable
20+535	Inicio tramo en mina	20,5	2,3	No hay	2,3	25	Despreciable
20+550	Fin de tramo con daños leves	20,5	2,3	No hay	No hay	25	Despreciable
20+800	Inicio de tramo con daños leves	21,4	5,7	No hay	No hay	12	Despreciable
20+820	Punto singular para daños leves	21,1	6,0	No hay	0,3	0	Leve
20+830	Punto singular para daños leves	21,2	5,9	No hay	No hay	22	Despreciable
21+040	Salto brusco en daños leves	17,5	0,6	No hay	6,8	25	Despreciable
21+060	Salto brusco en daños leves	17,4	0,8	No hay	13,9	22	Despreciable
21+380	Montera minima entre estaciones	15,4	1,5	No hay	15,3	22	Despreciable
21+420	Inicio tramo entre pantallas	16,0	1,8	No hay	15,4	25	Despreciable
21+580	Inicio tramo en mina	18,1	1,5	No hay	6,4	22	Despreciable
21+680	Montera máxima entre estaciones	18,9	1,2	No hay	5,5	22	Despreciable
21+980	Salto brusco en daños leves	17,8	1,9	No hay	6,7	20	Despreciable
22+000	Salto brusco en daños leves	17,5	1,5	No hay	13,9	20	Despreciable
22+360	Inicio de tramo con daños moderados	15,2	1,6	No hay	15,3	18	Despreciable
22+480	Montera mínima entre estaciones	14,1	1,3	3,2	14,8	24	Despreciable
22+600	Fin de tramo con daños moderados	15,1	1,7	No hay	15,2	25	Despreciable
22+665	Inicio tramo entre pantallas	16,0	1,2	No hay	15,4	25	Despreciable
22+820	Inicio tramo en mina	17,5	1,4	No hay	13,8	25	Despreciable

0.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Sección analizada (P.K.)	Razón	Z_0 (m)	Espesor de suelo suelto (m)	Distancia máxima al eje de excavación (m)		Distancia mínima de estructura al eje de excavación (m)	Daño esperado
				Para daño moderado	Para daño leve		
22+905	Salto brusco en daños leves	17,4	0,3	No hay	13,3	25	Despreciable
22+910	Salto brusco en daños leves	18,4	1,0	No hay	6,0	25	Despreciable
22+920	Salto brusco en daños leves	18,4	1,3	No hay	6,0	25	Despreciable
22+940	Salto brusco en daños leves	17,4	1,0	No hay	14,1	25	Despreciable
23+160	Inicio de tramo con daños moderados	15,2	2,2	No hay	15,2	28	Despreciable
23+260	Montera mínima entre estaciones	14,0	1,8	3,5	14,7	25	Despreciable
23+340	Inicio tramo entre pantallas	15,0	1,8	0,8	15,2	25	Despreciable

Tabla 11: Resumen de los resultados de los cálculos de los puntos que delimitan las zonas de daños realizados para la etapa 1A de la línea 2.

Cabe recordar que para todos los cálculos realizados, se ha asumido una pérdida de suelo constante de 0,5%, la cual se ha considerado independiente del perfil geológico existente en las distintas secciones analizadas, ya que este planteamiento queda del lado de la seguridad, en cuanto a los tratamientos necesarios.

De cara a la consideración de las zonas que requerían de un tratamiento del terreno para limitar los efectos de los movimientos, se ha empleado como base el criterio de Boscarding y Cording, tomándose como de referencia el "riesgo moderado" como el umbral que nos marcaría las zonas a tratar.

Sin embargo, cabe comentar que en los análisis se ha tenido en cuenta igualmente el criterio de Madrid, habiéndose obtenido en numerosos casos asientos y distorsiones angulares superiores a los umbrales de control rojo:

- Asientos >15 mm y distorsiones angulares >1/1000 para el caso de edificios cimentados superficialmente sin daños aparentes.
- Asientos >10 mm y distorsiones angulares >1/2000 para el caso de edificios monumentales y edificios con más de 10 alturas.

Teniendo en cuenta que los cálculos efectuados no consideran la rigidez de las edificaciones y estructuras, se cree suficientemente conservador aplicar a estos efectos el citado criterio de Boscarding y Cording, que considera conjuntamente la distorsión y la deformación horizontal.

Por tanto, atendiendo exclusivamente al criterio de Boscarding y Cording, las zonas más sensibles o resultados más significativos se resumen seguidamente.

A efectos de afección a edificaciones, tal y como se deduce de las tablas anteriores, no queda afectado ningún edifico, ya que el daño resultante sobre todos ellos, es despreciable, ya que se encuentran bastante alejados del túnel (20 diámetros o más). Ni siquiera del criterio de los umbrales establecido para el metro de Madrid, que parece algo más conservador, se deduce ninguna afección a edificios.

De los cálculos anteriores, y a pesar de que el daño resultante de la comprobación anterior resulta leve o muy leve, se deduce que las estructuras más sensibles a los túneles resultan ser todas las estructuras de paso a diferente nivel que atraviesan transversalmente al eje del túnel. Así es recomendable estudiar en detalle la afección sobre este tipo de estructuras dentro del tramo, cuando se disponga de información geotécnica más detalla para el subsuelo y un inventario más detallado de ambas estructuras peatonales en los PK 19+840 y 20+840, así como el paso superior de la Vía de Evitamiento.

No obstante no parece razonable esperar afección sobre las mismas al tomar en consideración la rigidez de dichas estructuras y su iteración con el terreno, ya que ambas pasarelas peatonales son estructuras metálicas ligeras, teniendo solamente el segundo paso peatonal un apoyo sobre el eje del túnel y el resto de apoyos se encuentran a más de 10 m del eje del túnel. Por otra parte el paso superior de la Vía de Evitamiento es una estructura bastante rígida, con los apoyos más próximos al túnel situados a 12 m o más del eje del túnel, que reducirán aún más las distorsiones angulares de la estructura en comparación con las estimadas aquí en campo libre.

6 AUSCULTACIÓN Y CONTROL

6.1 GENERALIDADES

En los túneles ejecutados por métodos convencionales y como principio fundamental de la filosofía del Nuevo Método Austriaco (NATM) para la ejecución de los túneles, la adecuada auscultación y control sistemático de los trabajos de excavación y sostenimiento forma parte esencial del método.

El seguimiento comprende el control geométrico y topográfico, la comprobación de las secciones transversales, gálibos y soleras, así como la auscultación mediante la realización de medidas específicas de convergencia, extensométricas y de presión.

6.2 CONTROL GEOMÉTRICO Y TOPOGRÁFICO

6.2.1 Triangulación exterior

Previamente al inicio de los trabajos, se realizará la triangulación exterior, efectuando el cierre topográfico entre las bocas y la colocación de las bases necesarias para acometer los trabajos en el túnel.

6.2.2 Topografía interior

Consistirá en:

- Implantación de las bases topográficas en el interior del túnel durante las distintas fases de su ejecución para la correcta ejecución de los apoyos topográficos al frente.
- Comprobación del eje del túnel y ayudas al replanteo.

Los trabajos de topografía actualizarán diariamente las referencias respecto a la situación del eje del túnel y rasante de replanteo.

En los trazados curvos se entregarán a los responsables de la excavación las plantillas correctoras con las distancias de traslación en función de la distancia y curvatura.

Al emplear sostenimientos con cerchas, el apoyo topográfico podrá ser directo durante la excavación.

6.2.3 Comprobación de secciones transversales

Consistirá en la ejecución de las secciones transversales de comprobación de la sección libre dejada por los revestimientos primarios y en el control de la posible existencia de sobreexcavaciones en solera o contrabóveda.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Otros controles y mantenimientos rutinarios consistirán en la determinación del P.K. del frente en cada pase de avance y destroza, con la toma de dos medidas a cada lado de la excavación y la colocación y mantenimiento de referencias visibles con el P.K., en cada 10 m de distancia, en ambos hastiales y clave del túnel.

6.3 AUSCULTACIÓN

6.3.1 Generalidades

La auscultación, como es habitual, constará de una instrumentación extendida a lo largo del túnel y de una instrumentación específica, localizada en secciones de control.

Las características de cada tipo se describen a continuación:

6.3.2 Auscultación a lao largo del túnel

6.3.2.1 Medidas de convergencias

Se controlarán en secciones equipadas con 5 pernos, mediante el acoplamiento de la cinta extensométrica para medida de apertura o cierre de distancia entre pernos. Se instalará uno de los pernos en la clave y los otros cuatro en los arranques de bóveda y hastiales en el avance y destroza.

Los pernos se instalarán dentro de las 24 horas siguientes a la excavación del avance correspondiente, y siempre antes de la excavación del avance siguiente. En el momento de la instalación de los pernos se efectuará una lectura, que se establecerá como el origen de las medidas.

En las proximidades de los entronques, dado que se trata de zonas singulares, se intensificarán las medidas de convergencia. De esta forma, las estaciones de medida de convergencia se instalarán cada 5, 10, 15 y 25 m de túnel desde el entronque. Las demás estaciones de convergencia, si se requiriese, se dispondrían cada 25 m hasta completar la longitud de túnel.

Caracterización del terreno descubierto por la excavación

En cada avance se tomarán los datos geológicos y geomecánicos que sean necesarios para clasificar el terreno dentro de los tipos considerados, o en las correlaciones terreno – revestimiento primario, generadas a partir del propio túnel a medida que se va construyendo.

Perforación de taladros en el frente

Cuando las condiciones geológicas, geotécnicas o hidrogeológicas existentes o previsibles así lo aconsejen, se podrá proceder a la realización de sondeos en el frente de una longitud correspondiente al avance de varios días, destinados a obtener información sobre posibles zonas con peores características geotécnicas.

6.3.3 Auscultación en secciones de control

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Consistirá en la instalación, de los siguientes elementos:

- Células de presión total: Se dispondrán 3 unidades entre el sostenimiento y el revestimiento definitivo, en clave y hastiales.

- Extensómetros de varilla: Se instalarán 3 también en clave y hastiales. Se ha previsto que cada extensómetro esté compuesto por 3 varillas a 3, 6 y 9 m de longitud medidas desde la cara interior del sostenimiento. Los extensómetros se instalarán lo más rápido posible tras la excavación. Las deformaciones en los extensómetros se comenzarán inmediatamente tras su instalación.
- Medida de convergencias: Las secciones de control coincidirán con alguna de las secciones en que se midan convergencias.
- Esfuerzos en elementos metálicos: Se instalarán extensómetros de cuerda vibrante adosados a las cerchas del sostenimiento. Se instalarán 3 unidades, en clave y hastiales.

Se prevé la instalación de cada una de estas secciones en zonas representativas de cada tipo de sostenimiento considerado, así como en zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno.

Además de la instalación de los instrumentos y de la toma de lecturas, la auscultación incluirá la organización de un sistema que permita al almacenamiento y procesamiento informático de los datos, la comunicación y el análisis inmediato de la información obtenida así como la introducción en la obra de las modificaciones que, a la vista de los datos de auscultación se consideren necesarias.

6.3.4 Niveles de alerta

Si se producen movimientos apreciables en las secciones de convergencia, será necesaria la adopción de medidas correctivas adicionales. Lo niveles de alerta que se emplearán serán los siguientes:

- Nivel de prevención:
  - Se adoptará si las medidas de convergencia alcanzan el 0,5% de la distancia o si se alcanza un movimiento de 5 mm/día.
  - Una vez alcanzado el nivel de prevención, se realizará un estudio sobre la necesidad de incrementar el revestimiento primario.

- Nivel de riesgo:
  - Se adoptará si las medidas de convergencia alcanzan el 1% de la distancia o si alcanza un movimiento de 1 cm/día.
  - Una vez alcanzado el nivel de riesgo, se reforzará el revestimiento primario.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

APÉNDICE 1. MODELIZACIÓN NUMÉRICA (FLAC3D) PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS SECCIONES TIPO DE REVESTIMIENTO PRIMARIO DEL METRO DE LIMA.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ITASCA
Consultores, S.L.

012825

MODELIZACIÓN NUMÉRICA PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS SECCIONES TIPO DEL METRO DE LIMA

Preparado para:

EUROESTUDIOS

Preparado por: **Montse Senís**

ITASCA CONSULTORES S.L.

Parque Empresarial Asipo I
c/ Secundino Roces, 1 – 1° Of. 11
33428 Llanera (Asturias)

4 de Noviembre de 2013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

MODELIZACIÓN NUMÉRICA PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS SECCIONES TIPO DEL METRO DE LIMA

ÍNDICE

1.0 INTRODUCCIÓN 39

2.0 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO 39

2.1 SECCIÓN TIPO A: GEOMETRÍA 39
2.2 SECCIÓN TIPO A: GEOLOGÍA 42
2.3 SECCIÓN TIPO A: ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO 42
2.4 SECCIÓN TIPO A: SECUENCIA CONSTRUCTIVA 42
2.5 SECCIÓN TIPO B: GEOMETRÍA 45
2.6 SECCIÓN TIPO B: GEOLOGÍA 47
2.7 SECCIÓN TIPO B: ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO 48
2.8 SECCIÓN TIPO B: SECUENCIA CONSTRUCTIVA 48
2.9 SECCIÓN TIPO B2: GEOMETRÍA 51
2.10 SECCIÓN TIPO B: GEOLOGÍA 51
2.11 SECCIÓN TIPO B: ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO 52
2.12 SECCIÓN TIPO B: SECUENCIA CONSTRUCTIVA 52
2.13 SECCIÓN TIPO CAVERNA: GEOMETRÍA 53
2.14 SECCIÓN TIPO CAVERNA: GEOLOGÍA 55
2.15 SECCIÓN TIPO CAVERNA: ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO 56
2.16 SECCIÓN TIPO CAVERNA: SECUENCIA CONSTRUCTIVA 56
2.17 PROPIEDADES DE CÁLCULO DE LOS TERRENOS 57
2.18 PROPIEDADES DE CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO 58
2.19 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL FRENTE 60

3.0 RESULTADOS OBTENIDOS 61

3.1 SECCIÓN TIPO A 61
3.2 SECCIÓN TIPO B 73
3.3 SECCIÓN TIPO B2 86
3.4 SECCIÓN TIPO CAVERNA 99

4.0 RESUMEN 112

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

1.0 INTRODUCCIÓN

Con objeto de validar el refuerzo propuesto para las secciones tipo A y B de los túneles de línea y de la sección tipo de caverna de estación, se ha llevado a cabo un estudio mediante modelización numérica con el programa de diferencias finitas *FLAC3D* de Itasca Consulting Group.

Se han puesto a punto modelos de cálculo que reproducen tanto la geometría del problema como la secuencia constructiva seguida, se cara a validar las diferentes propuestas.

La validez de las secciones tipo se ha analizado tanto en términos de deformaciones como de esfuerzos en los sostenimientos. Adicionalmente, en aquellas seccione excavadas en gravas sueltas, se ha determinado la estabilidad del frente de avance en términos de factor de seguridad.

A continuación se presenta una descripción de la metodología de trabajo seguida, los modelos de cálculo utilizados y se presentan los resultados obtenidos en las diferentes hipótesis.

2.0 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO

Se han analizado las siguientes secciones tipo e hipótesis:

1. Sección tipo A: toda la sección se excava en conglomerado
2. Sección tipo B: toda la sección se excava en grava suelta
3. Sección tipo B2: la sección de avance se excava en grava suelta, y la destroza en conglomerado
4. Sección en caverna: se analiza sólo la excavación de la sección en avance, excavada en conglomerado, para evaluar su estabilidad al ser excavada a sección completa.

En los siguientes epígrafes se describen en detalle las características de los diferentes modelos de cálculo.

2.1 Sección tipo A: geometría

El modelo tiene unas dimensiones de 120 m en la dirección longitudinal del eje del túnel, 120 m en la dirección transversal y 60 m en la dirección vertical. La Figura 2.1-1 muestra una vista general del modelo de cálculo. Los contornos del modelo se han seleccionado lo suficientemente alejados de la zona de interés para minimizar su afección a la misma.

La clave del túnel se sitúa a una profundidad de 15 m. Se ha reproducido en la medida de lo posible la geometría del túnel, con una altura total de la sección de 9.47 m y una anchura de 10.24 m. El espesor de sostenimiento tiene un total de 20 cm, de los cuales 5 cm corresponden a una primera capa de sellado. La altura del avance es de 5.5 m, mientras que la de la destroza es de 2.5 m. El resto de sección corresponde a la contrabóveda. Tanto en avance como en destroza se incluyen soleras provisionales horizontales, de 20 cm de canto. Las Figuras 2.1-2 y 2.1-3 representan un alzado de la sección, con la geometría modelizada.

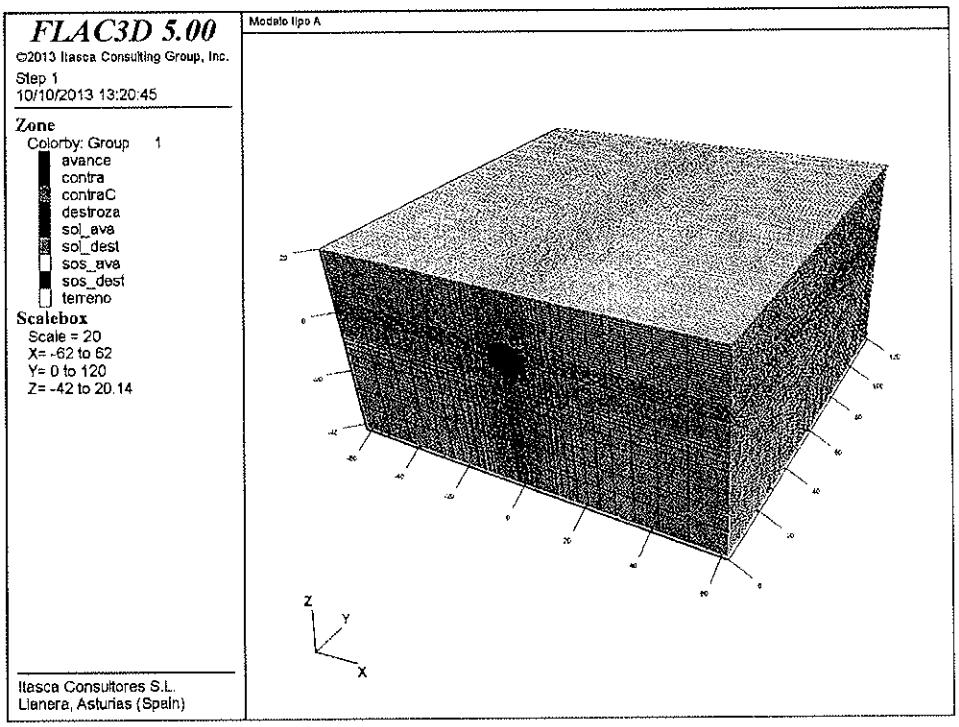


Figura 2.1-1. Sección tipo A. Modelo de cálculo. Vista general.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pag

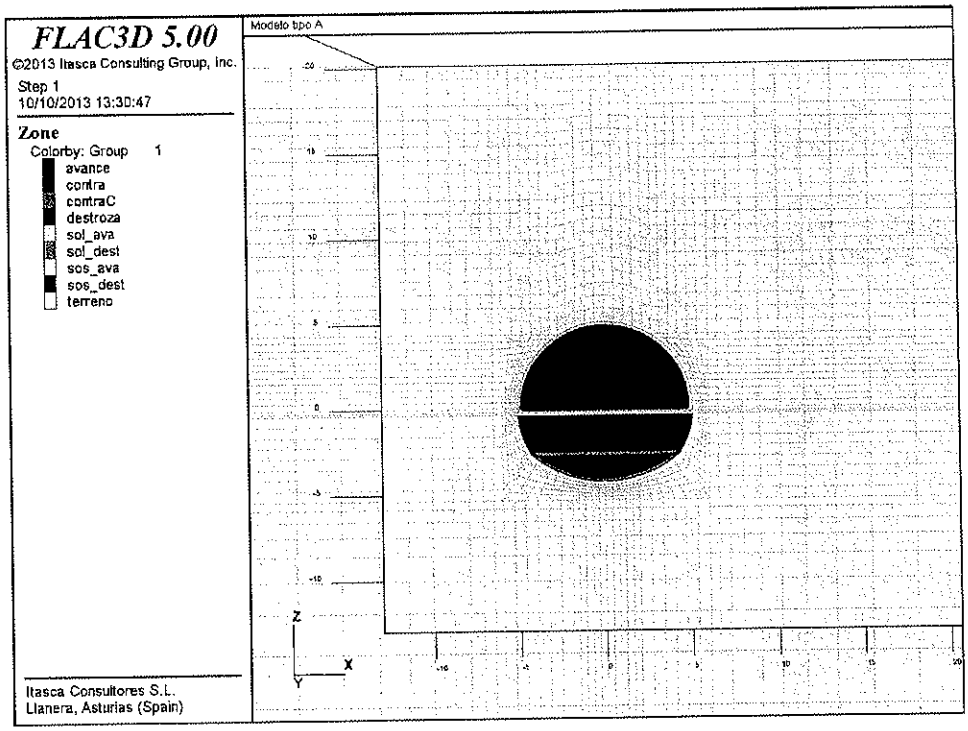


Figura 2.1-2. Sección tipo A. Modelo de cálculo. Geometría de la galería.

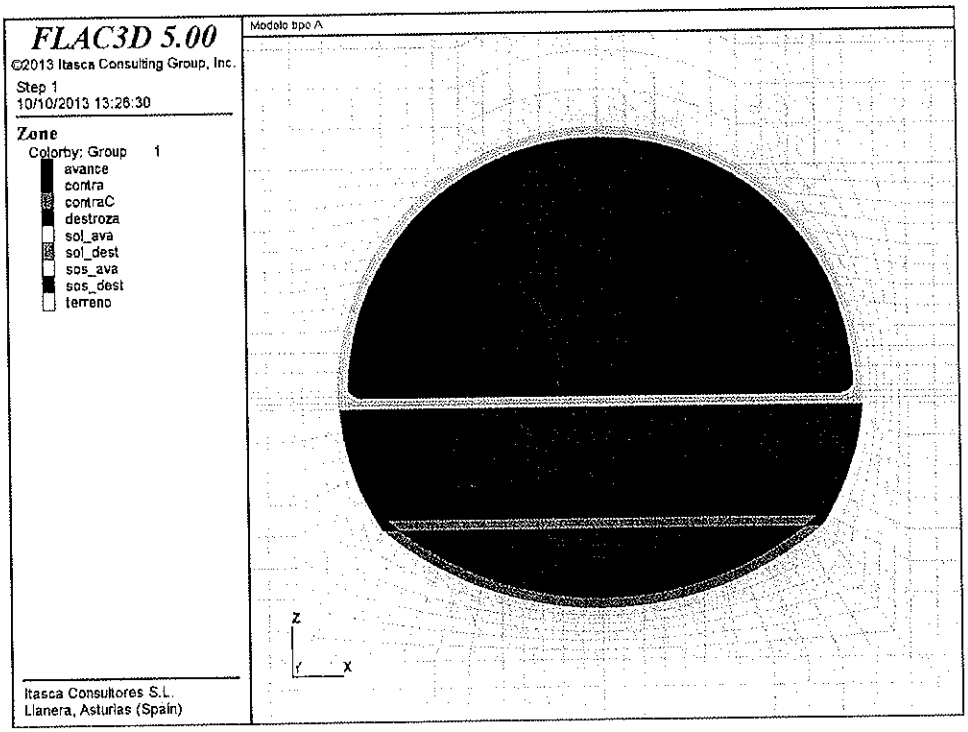


Figura 2.1-3. Sección tipo A. Modelo de cálculo. Detalle sección tipo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pag

2.2 Sección tipo A: geología

En esta sección, la clave del túnel se localiza 15 m por debajo de la superficie, de los cuales los 10 m superiores corresponden a grava suelta y el resto a conglomerado. Es decir toda la sección será excavada en conglomerado (Figura 2.2-1).

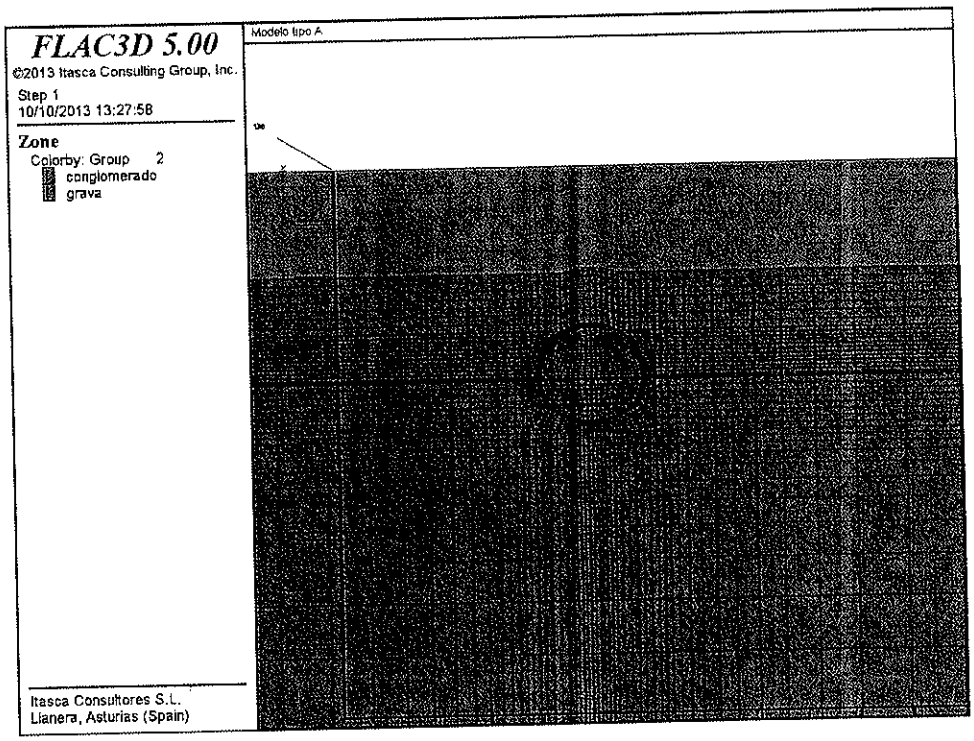


Figura 2.2-1. Sección tipo A. Distribución de litotipos.

2.3 Sección tipo A: elementos de sostenimiento

De acuerdo con la información facilitada, la sección tipo A incluye los siguientes elementos de sostenimiento:

- 20 cm de hormigón HP-30 con fibras. Se divide en una primera capa de sellado de 5 cm y una segunda capa de HP-30 con fibras de 15 cm
- Cerchas reticuladas TE-70 cada 2 m

2.4 Sección tipo A: secuencia constructiva

Las fases de cálculo seguidas con el modelo de cálculo descrito han sido las siguientes:

1. Establecimiento del estado inicial de tensiones, en equilibrio con la profundidad de la sección analizada y con el ratio tensión horizontal/tensión vertical de proyecto (descritos en el epígrafe de propiedades).

2. Excavación secuencial del avance del túnel, en una longitud igual a un pase de 2 m de longitud.

3. Hormigonado del pase anterior (de 2 m de longitud) y colocación de los marcos metálicos (1 marco). Cierre de la solera provisional en avance.

4. A una distancia de 10 m del frente de avance, excavación secuencial del hastial derecho en una longitud igual a un pase de 2 m de longitud.

5. Hormigonado del hastial en un pase inmediatamente anterior (de 2 m de longitud), con 20 cm de hormigón proyectado y recalce de los marcos metálicos. Se hormigona la contrabóveda provisional de destroza lado derecho.

6. A una distancia de 10 m del frente de destroza derecho, excavación secuencial del hastial izquierdo en una longitud igual a un pase de 2 m de longitud.

7. Hormigonado del hastial izquierdo en un pase inmediatamente anterior (de 2 m de longitud), con 20 cm de hormigón proyectado y recalce de los marcos metálicos. Se hormigona la contrabóveda provisional de destroza, lado izquierdo.

8. A una distancia de 20 m del frente del destroza derecho, se excava la mitad de la contrabóveda en un tramo de 10 m.

9. A una distancia de 20 m del frente del destroza izquierdo, se completa la contrabóveda excavando la otra mitad en un tramo de 10 m.

Tras cada uno de estos pases (sostenimiento de un pase de avance y excavación del siguiente) se permite el equilibrio mecánico del modelo. Las Figuras 2.4-1 a 2.4-3 muestran diferentes vistas y detalles del modelo, en una fase de cálculo intermedia, con la secuencia constructiva reproducida en el modelo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag 431

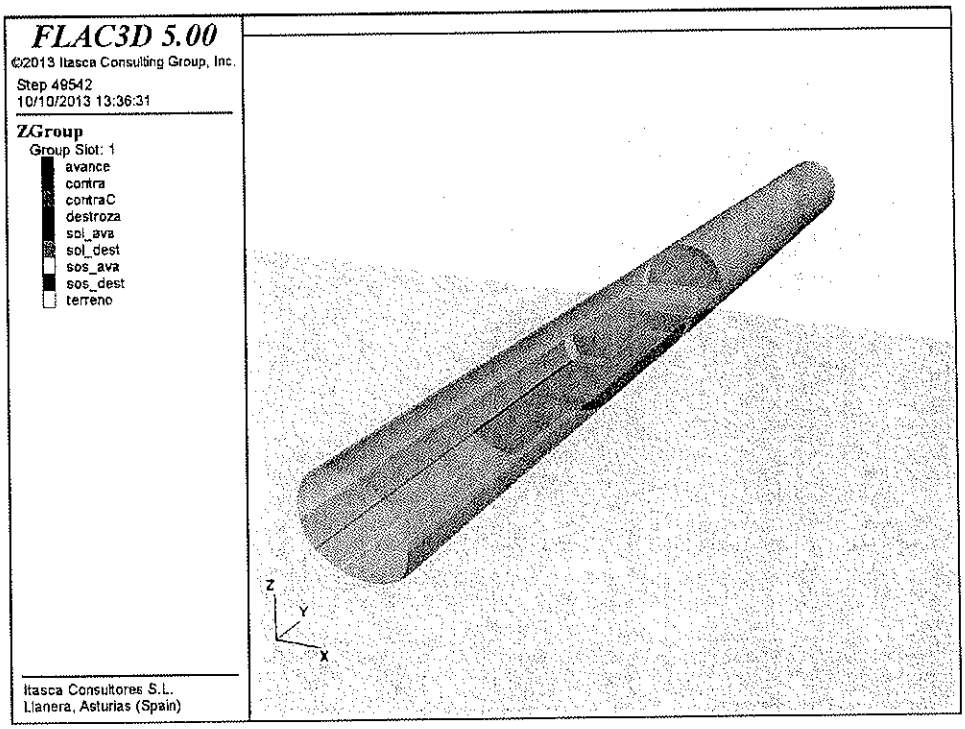


Figura 2.4-1. Sección tipo A. Secuencia de excavación reproducida en el modelo. Fase intermedia.

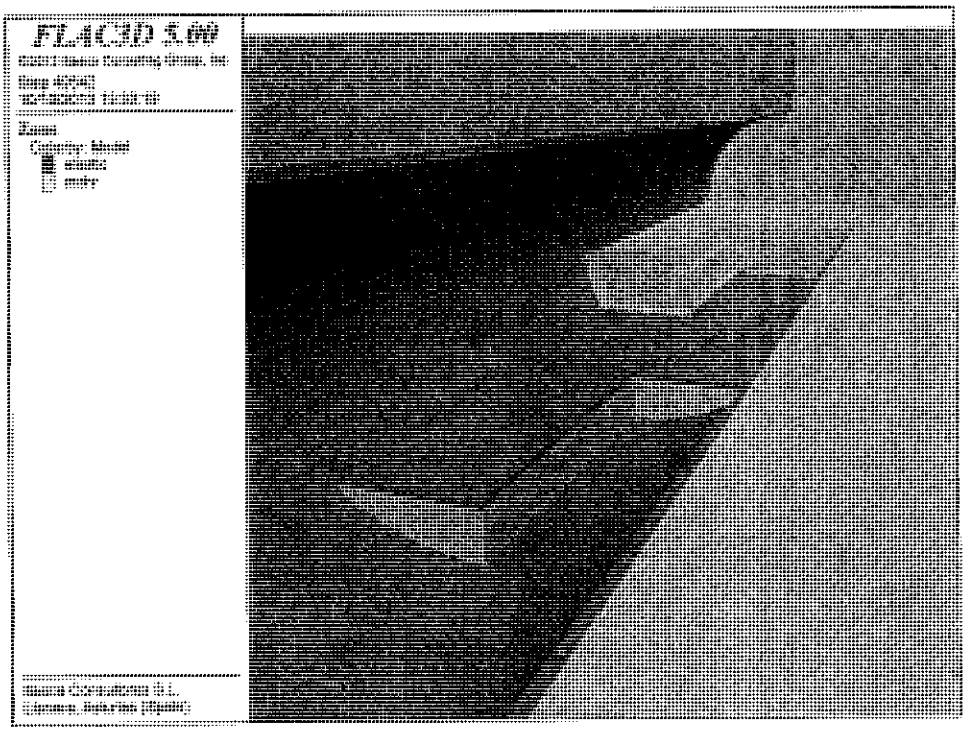


Figura 2.4-2. Sección tipo A. Detalle secuencia de cálculo. Fase intermedia.

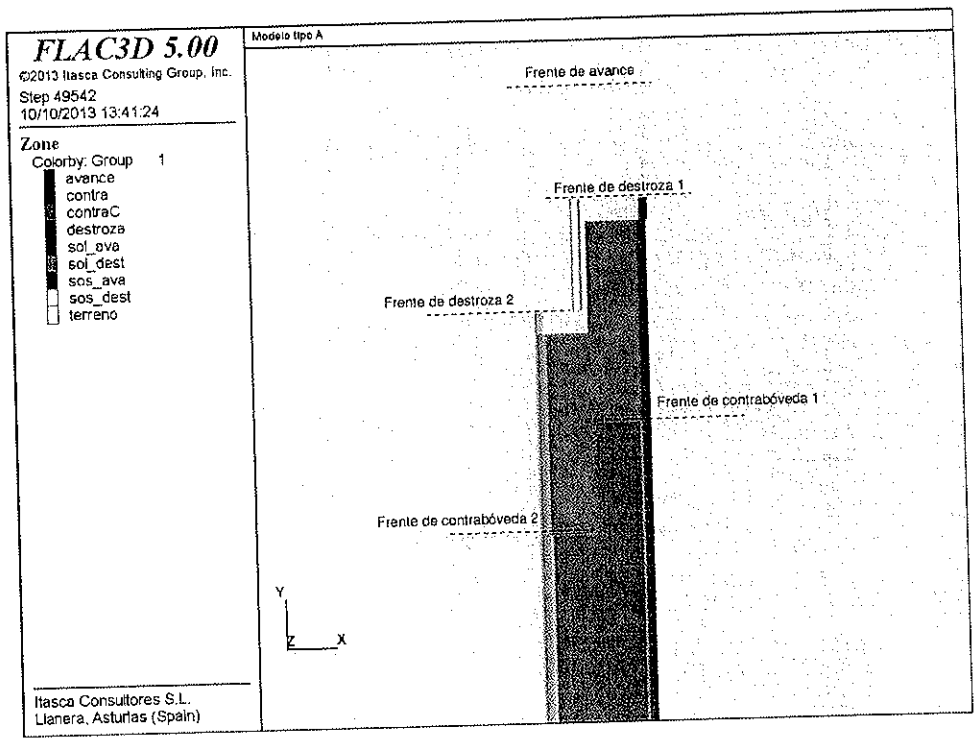


Figura 2.4-3. Sección tipo A. Detalle secuencia de cálculo. Vista en planta.

2.5 Sección tipo B: geometría

El modelo tiene unas dimensiones de 140 m en la dirección longitudinal del eje del túnel, 120 m en la dirección transversal y 60 m en la dirección vertical. La Figura 2.5-1 muestra una vista general del modelo de cálculo. Los contornos del modelo se han seleccionado lo suficientemente alejados de la zona de interés para minimizar su afección a la misma.

La clave del túnel se sitúa a una profundidad de 15 m. Se ha reproducido en la medida de lo posible la geometría del túnel, con una altura total de la sección de 9.47 m y una anchura de 10.24 m. El espesor de sostenimiento tiene un total de 25 cm, de los cuales 5 cm corresponden a una primera capa de sellado. La altura del avance es de 5.5 m, mientras que la de la destroza es de 2.5 m. El resto de sección corresponde a la contrabóveda. En esta sección, las soleras provisionales tanto en avance como en destroza, de 20 cm de canto, tienen una curvatura dada por una flecha de 0.5 m. Adicionalmente, en este caso el avance se excava con machón central, con un talud 1H:3V. Las Figuras 2.5-2 y 2.5-3 representan un alzado de la sección, con la geometría modelizada.

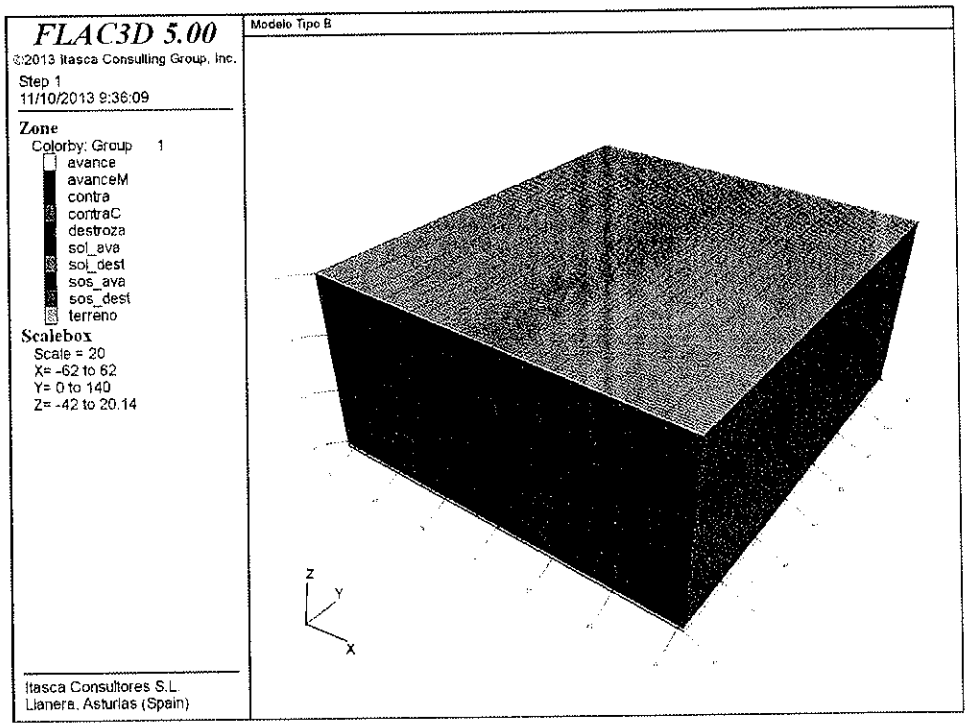


Figura 2.5-1. Sección tipo B. Modelo de cálculo. Vista general.

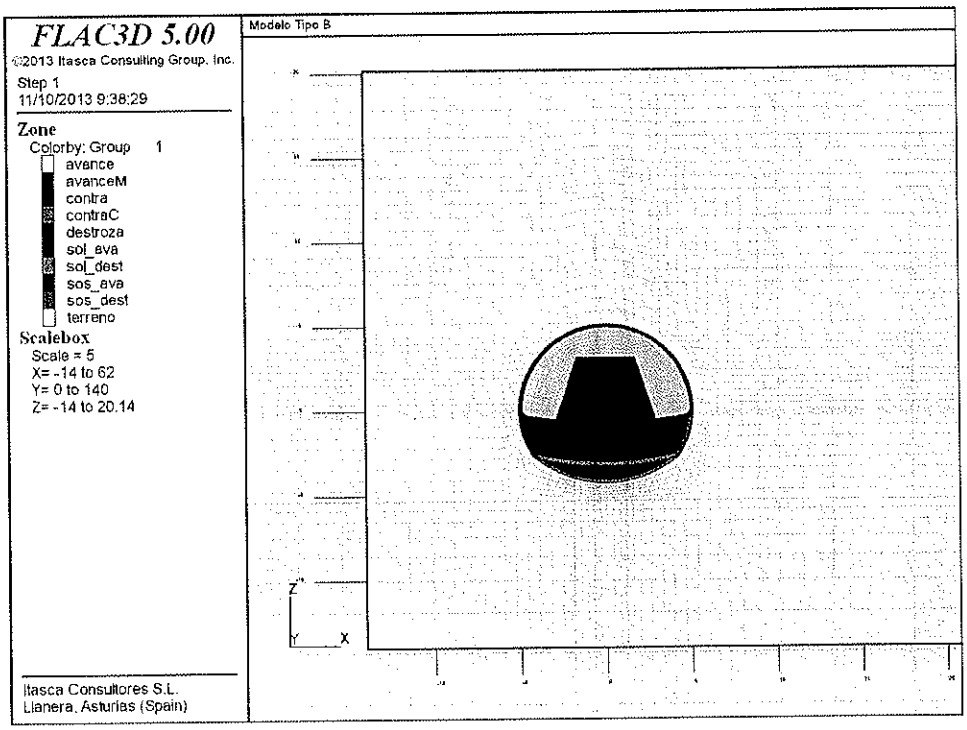


Figura 2.5-2. Sección tipo B. Modelo de cálculo. Geometría de la galería.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

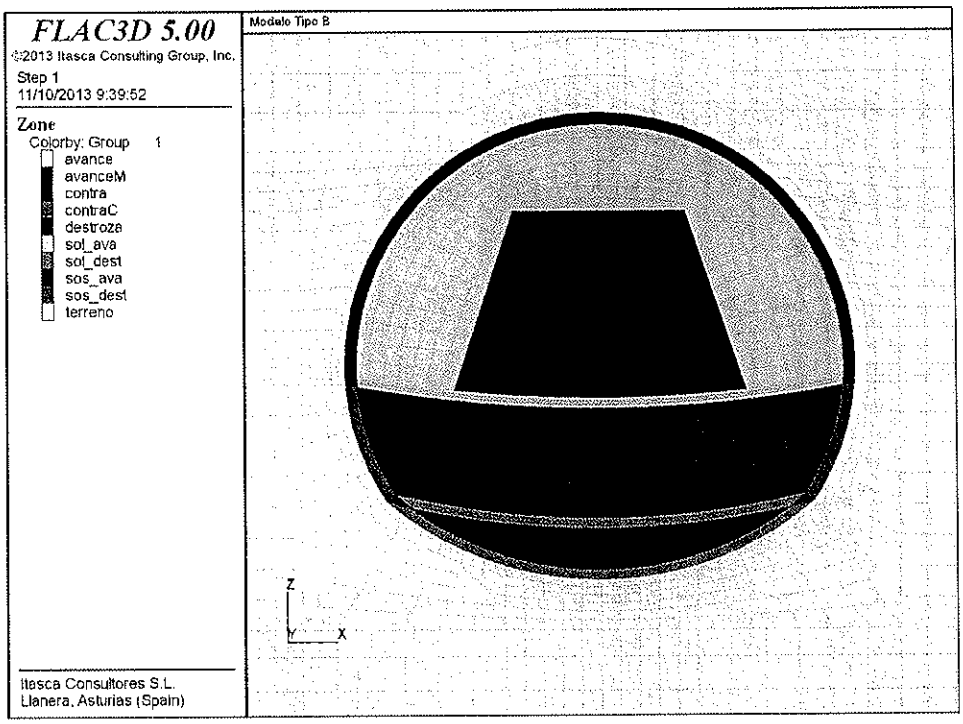


Figura 2.5-3. Sección tipo B. Modelo de cálculo. Detalle sección tipo.

2.6 Sección tipo B: geología

En esta sección, la clave del túnel se localiza también 15 m por debajo de la superficie. La grava suelta aparece en este caso hasta 1 m por debajo de la solera del túnel, y el resto corresponde a conglomerado. Es decir toda la sección será excavada en grava suelta (Figura 2.6-1).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

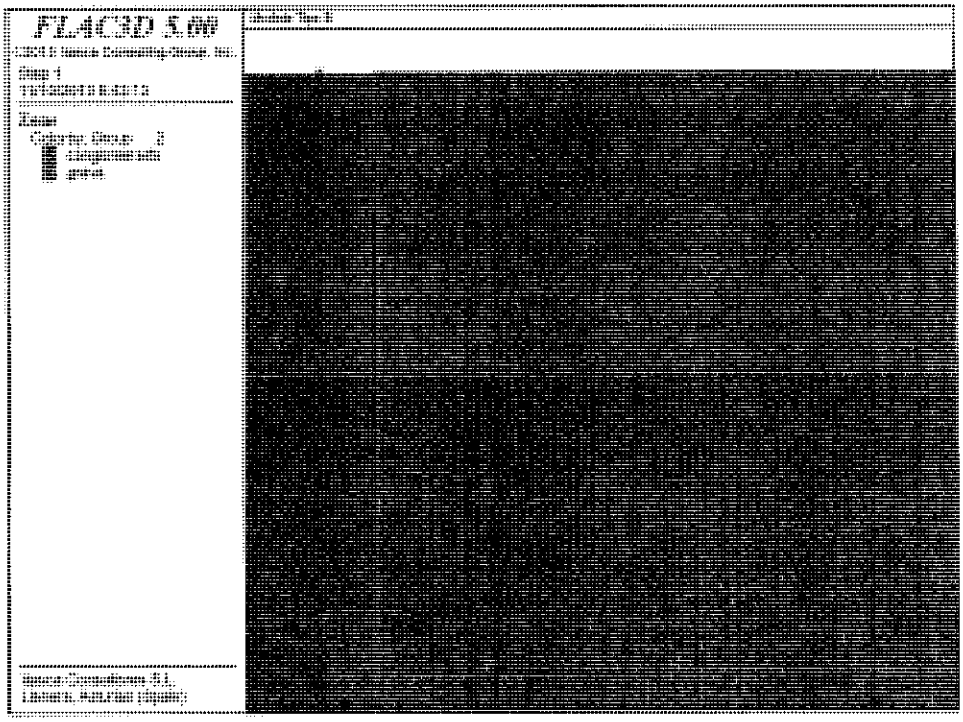


Figura 2.6-1. Sección tipo B. Distribución de litotipos.

2.7 Sección tipo B: elementos de sostenimiento

De acuerdo con la información facilitada, la sección tipo B incluye los siguientes elementos de sostenimiento:

- 25 cm de hormigón HP-30 con fibras. Se divide en una primera capa de sellado de 5 cm y una segunda capa de HP-30 con fibras de 20 cm
- Cerchas reticuladas TE-130 cada 1 m

2.8 Sección tipo B: secuencia constructiva

Las fases de cálculo seguidas con el modelo de cálculo descrito han sido las siguientes:

1. Establecimiento del estado inicial de tensiones, en equilibrio con la profundidad de la sección analizada y con el ratio tensión horizontal/tensión vertical de proyecto (descritos en el epígrafe de propiedades).
2. Excavación secuencial del avance del túnel, en una longitud igual a un pase de 1 m de longitud, dejando el machón central sin excavar.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

3. Hormigonado del pase anterior (de 1 m de longitud) y colocación de los marcos metálicos (1 marco).

4. Una vez excavado el machón central, hormigonado de la solera provisional del avance.

5. A una distancia de 10 m del frente de avance, excavación secuencial del hastial derecho en una longitud igual a un pase de 2 m de longitud.

6. Hormigonado del hastial en un pase inmediatamente anterior (de 2 m de longitud), con 20 cm de hormigón proyectado y recalce de los marcos metálicos. Se hormigona la contrabóveda provisional de destroza lado derecho.

7. A una distancia de 10 m del frente de destroza derecho, excavación secuencial del hastial izquierdo en una longitud igual a un pase de 2 m de longitud.

8. Hormigonado del hastial izquierdo en un pase inmediatamente anterior (de 2 m de longitud), con 20 cm de hormigón proyectado y recalce de los marcos metálicos. Se hormigona la contrabóveda provisional de destroza, lado izquierdo.

9. A una distancia de 20 m del frente del destroza derecho, se excava la mitad de la contrabóveda en un tramo de 10 m.

10. A una distancia de 20 m del frente del destroza izquierdo, se completa la contrabóveda excavando la otra mitad en un tramo de 10 m.

Tras cada uno de estos pases (sostenimiento de un pase de avance y excavación del siguiente) se permite el equilibrio mecánico del modelo. Las Figuras 2.8-1 a 2.8-3 muestran diferentes vistas y detalles del modelo, en una fase de cálculo intermedia, con la secuencia constructiva reproducida en el modelo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

pag

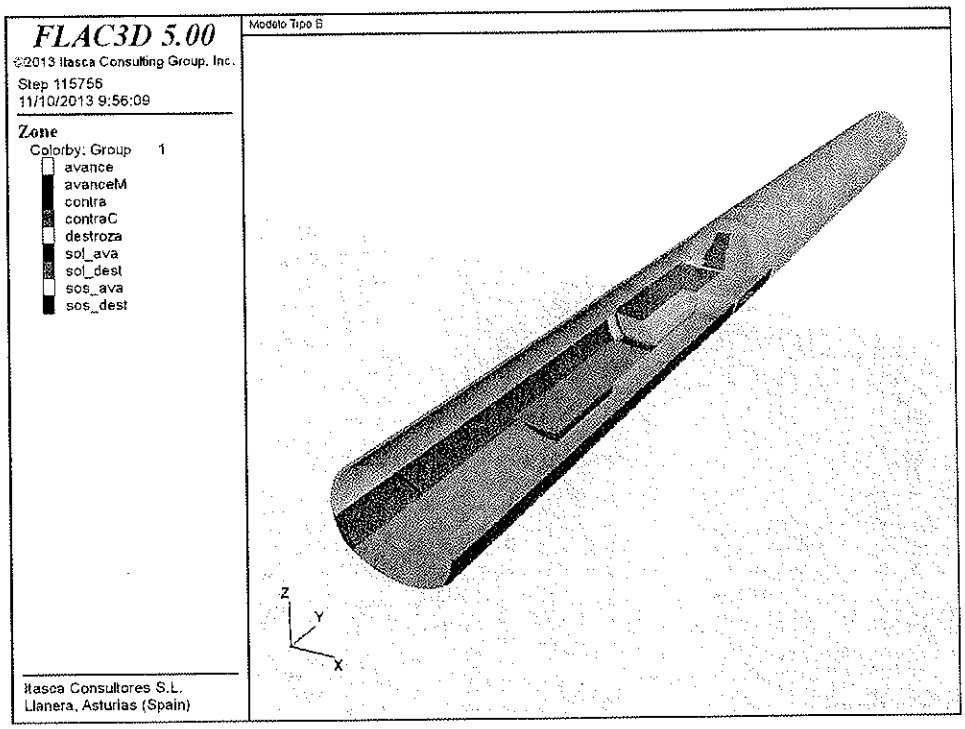


Figura 2.8-1. Sección tipo B. Secuencia de excavación reproducida en el modelo. Fase intermedia.

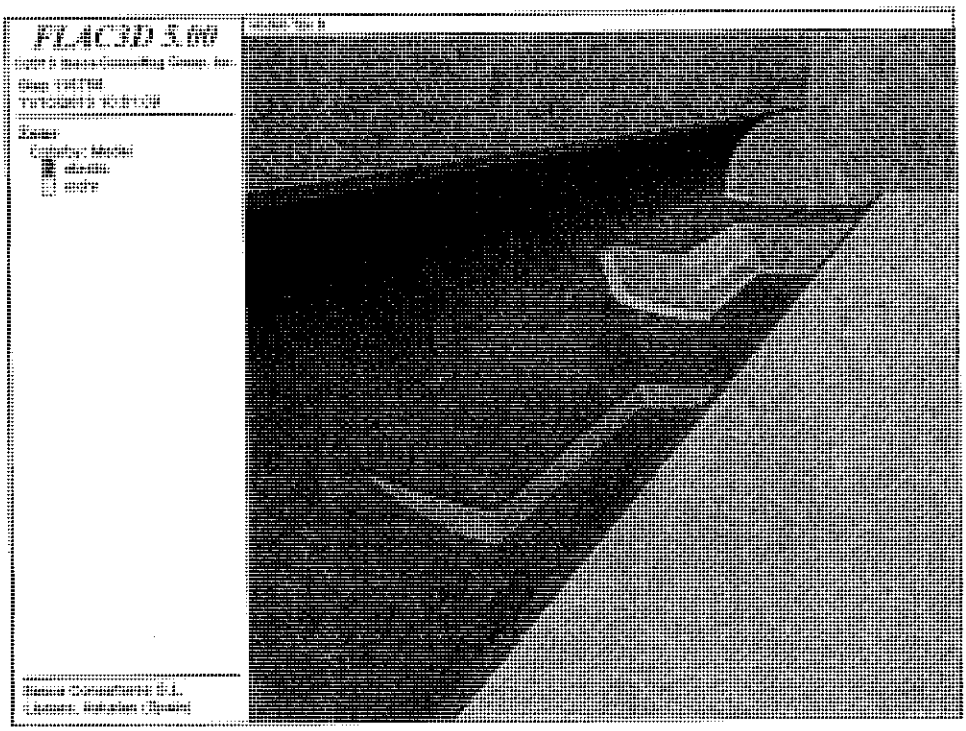


Figura 2.8-2. Sección tipo B. Detalle secuencia de cálculo. Fase intermedia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

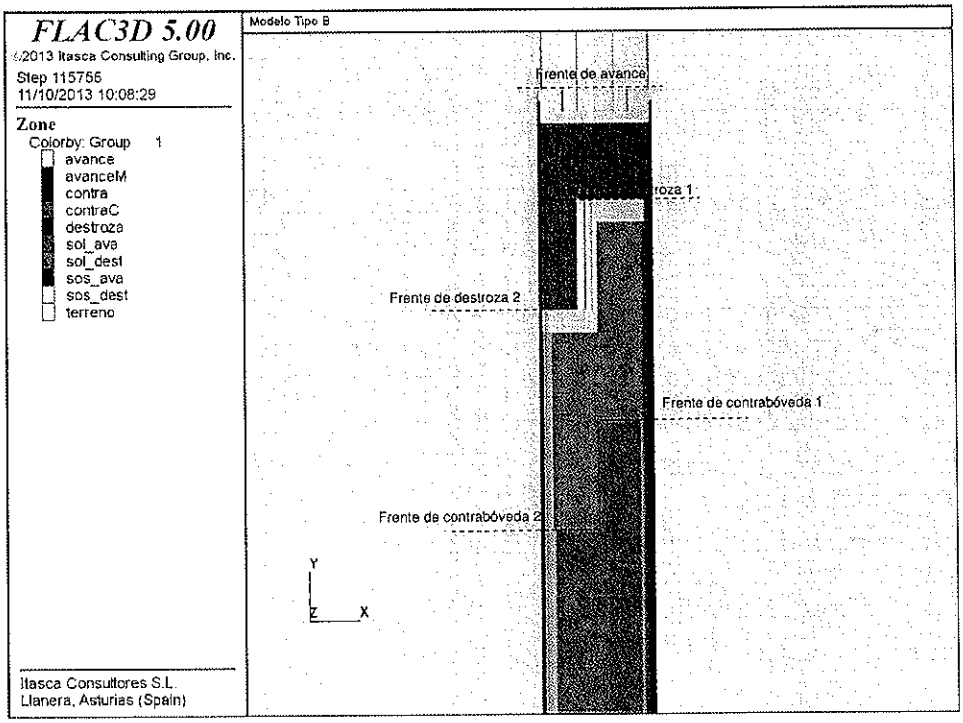


Figura 2.8-3. Sección tipo B. Detalle secuencia de cálculo. Vista en planta.

2.9 Sección tipo B2: geometría

La sección tipo B2 es idéntica a la sección tipo B salvo que no se considera solera provisional en avance, como era el caso de la anterior.

2.10 Sección tipo B: geología

En esta sección, la clave del túnel se localiza también 15 m por debajo de la superficie. En este caso el avance será excavado en grava suelta, y el resto del túnel hasta el fondo del modelo, se excavará en conglomerado (Figura 2.10-1).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

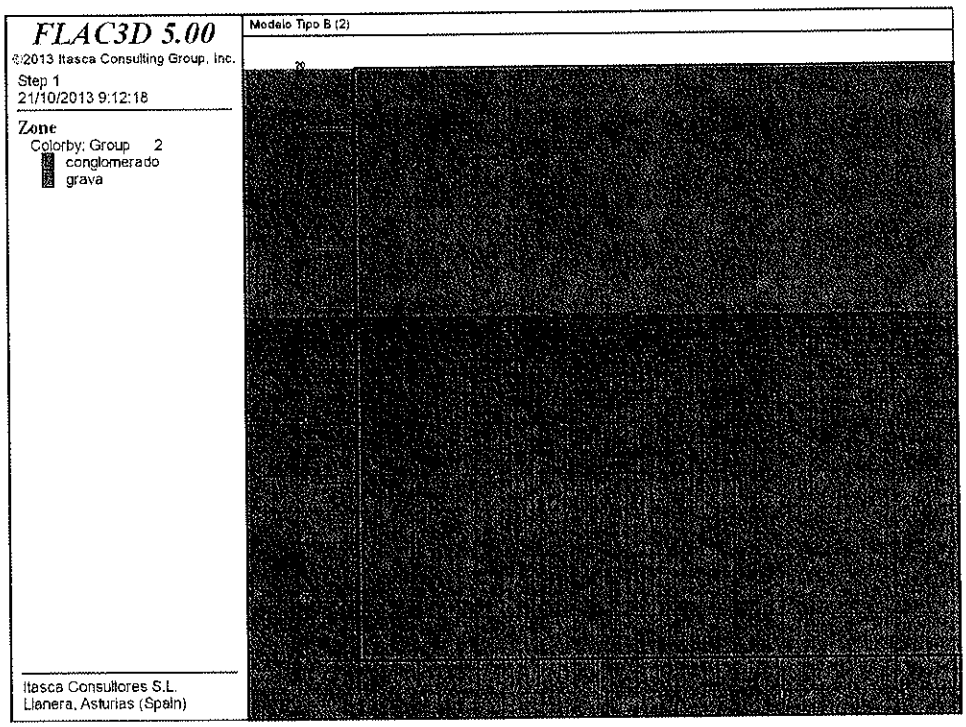


Figura 2.10-1. Sección tipo B2. Distribución de litotipos.

2.11 Sección tipo B: elementos de sostenimiento

Los elementos de sostenimiento de la sección tipo B2 son idénticos a los de la sección tipo B:

- 25 cm de hormigón HP-30 con fibras. Se divide en una primera capa de sellado de 5 cm y una segunda capa de HP-30 con fibras de 20 cm
- Cerchas reticuladas TE-130 cada 1 m

2.12 Sección tipo B: secuencia constructiva

Las fases de cálculo seguidas con el modelo de cálculo de la sección tipo B2 son iguales a las descritas para la sección tipo B, salvo que no se activa la solera provisional en avance.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

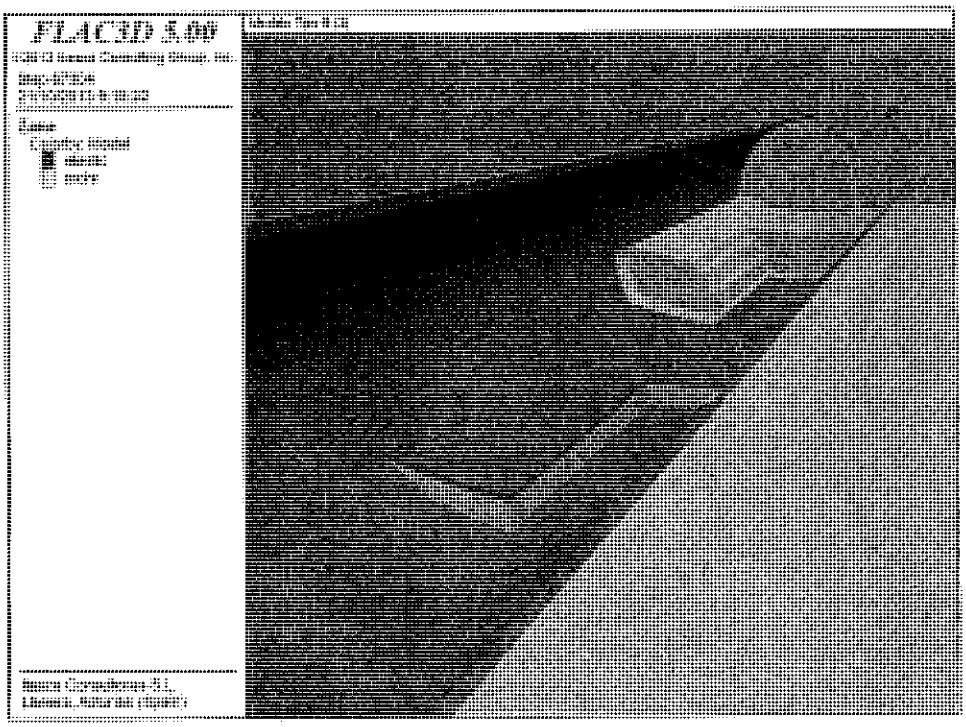


Figura 2.12-1. Sección tipo B2. Detalle secuencia de cálculo. Fase intermedia.

2.13 Sección tipo Caverna: geometría

El objetivo del análisis de la sección tipo de caverna ha sido determinar la estabilidad de la sección de avance, con objeto de determinar la posibilidad de excavarla a sección completa. Por dicho motivo, con el presente modelo no se analizó la excavación de la sección de destroza.

El modelo tiene unas dimensiones de 120 m en la dirección longitudinal del eje del túnel, 120 m en la dirección transversal y 150 m en la dirección vertical. Dado que tanto la geometría del avance como la secuencia constructiva lo permiten, a efectos de reducir el tamaño del modelo, y por tanto los tiempos de cálculo, se ha considera un modelo con media simetría por el eje de la caverna. La Figura 2.13-1 muestra una vista general del modelo de cálculo.

La clave del túnel se sitúa a una profundidad de 37 m. Se ha reproducido en la medida de lo posible la geometría del túnel, con una altura total de la sección de 13.4 m y una anchura de 18.9 m. El espesor de sostenimiento tiene un total de 30 cm, de los cuales 10 cm corresponden a una primera capa de sellado. La altura del avance es de 5.5 m. Las Figuras 2.13-2 y 2.13-3 representan un alzado de la sección, con la geometría modelizada.

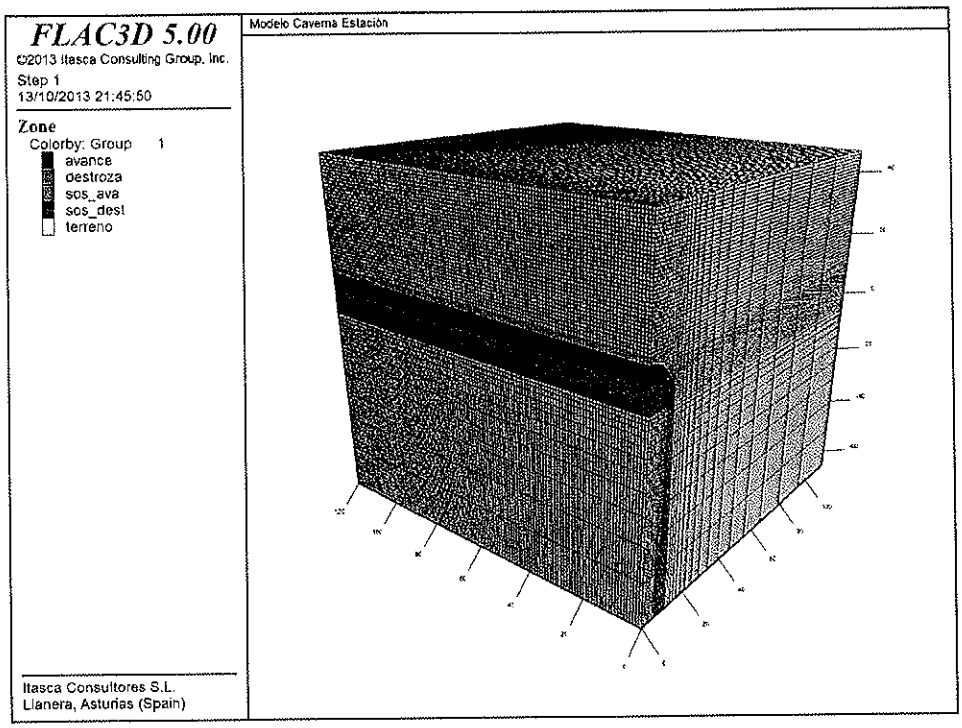


Figura 2.13-1. Sección tipo Caverna. Modelo de cálculo. Vista general.

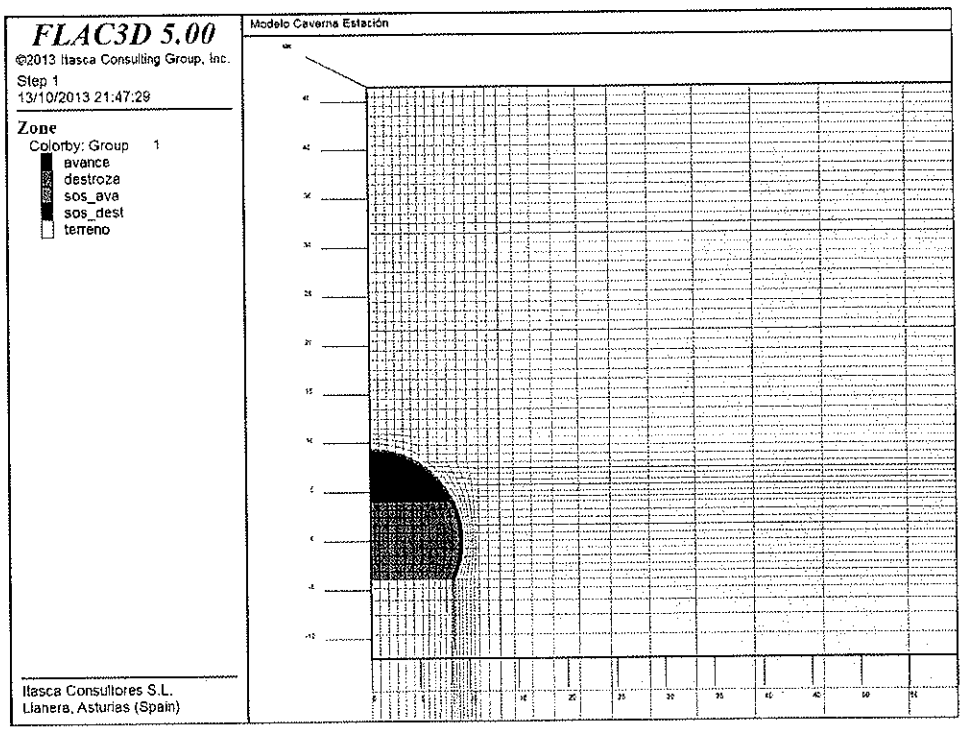


Figura 2.13-2. Sección tipo Caverna. Modelo de cálculo. Geometría de la galería.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

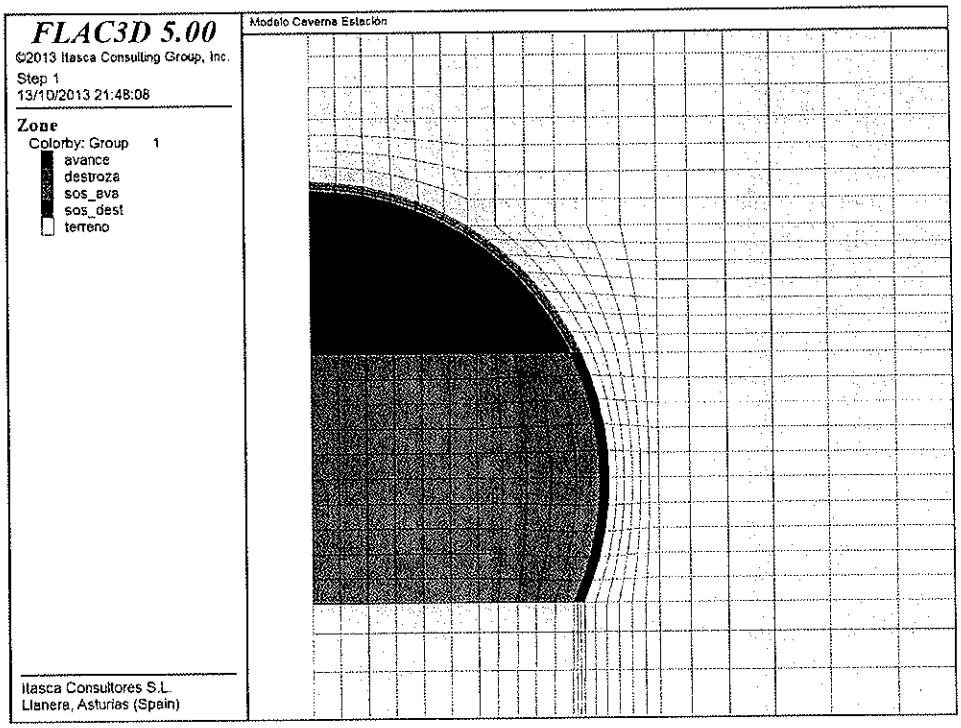


Figura 2.1-3. Sección tipo A. Modelo de cálculo. Detalle sección tipo.

2.14 Sección tipo Caverna: geología

En la sección en Caverna, la clave se localiza 37 m por debajo de la superficie, de los cuales los 16 m superiores corresponden a grava suelta y el resto a conglomerado. Es decir toda la sección de la caverna será excavada en conglomerado (Figura 2.14-1).

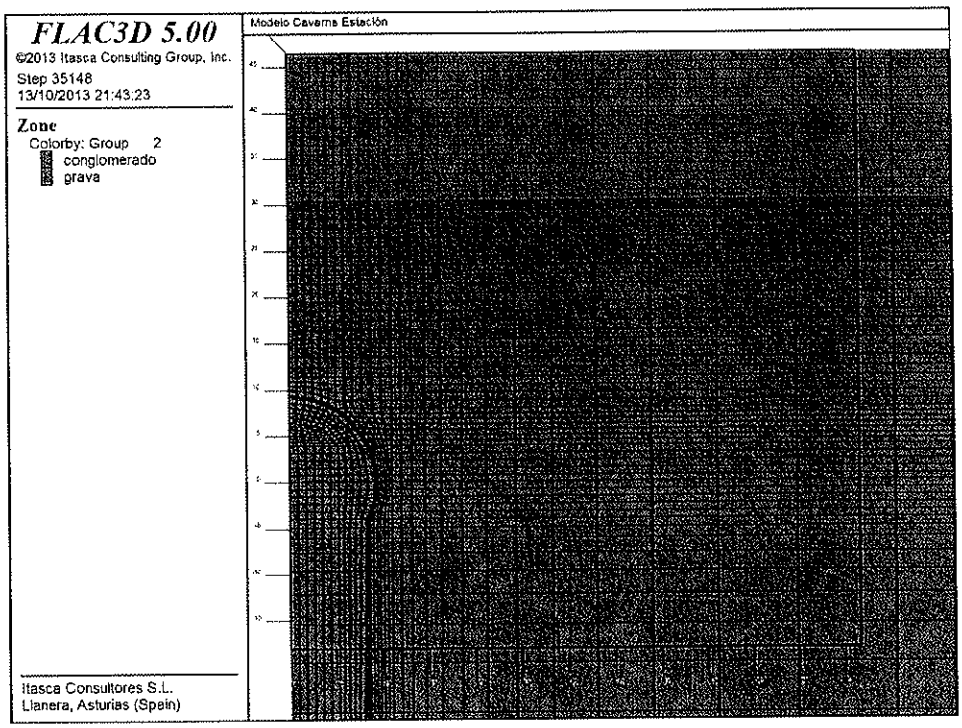


Figura 2.14-1. Sección tipo Caverna. Distribución de litotipos.

2.15 Sección tipo Caverna: elementos de sostenimiento

De acuerdo con la información facilitada, la sección en caverna incluye los siguientes elementos de sostenimiento:

- 30 cm de hormigón HP-30 con fibras. Se divide en una primera capa de sellado de 10 cm y una segunda capa de HP-30 con fibras de 20 cm
- Cerchas reticuladas TE-130 cada 1 m

2.16 Sección tipo Caverna: secuencia constructiva

Como ya se ha comentado, en este caso sólo se ha analizado la excavación del avance. Las fases de cálculo seguidas por tanto en este caso han sido las siguientes:

1. Establecimiento del estado inicial de tensiones, en equilibrio con la profundidad de la sección analizada y con el ratio tensión horizontal/tensión vertical de proyecto (descritos en el epígrafe de propiedades).
2. Excavación secuencial del avance del túnel, en una longitud igual a un pase de 1 m de longitud.

3. Hormigonado del pase anterior (de 1 m de longitud) y colocación de los marcos metálicos (1 marco).

Tras cada uno de estos pases (sostenimiento de un pase de avance y excavación del siguiente) se permite el equilibrio mecánico del modelo. La Figura 2.16-1 muestran un detalle del modelo en una fase de cálculo intermedia con la secuencia constructiva reproducida.

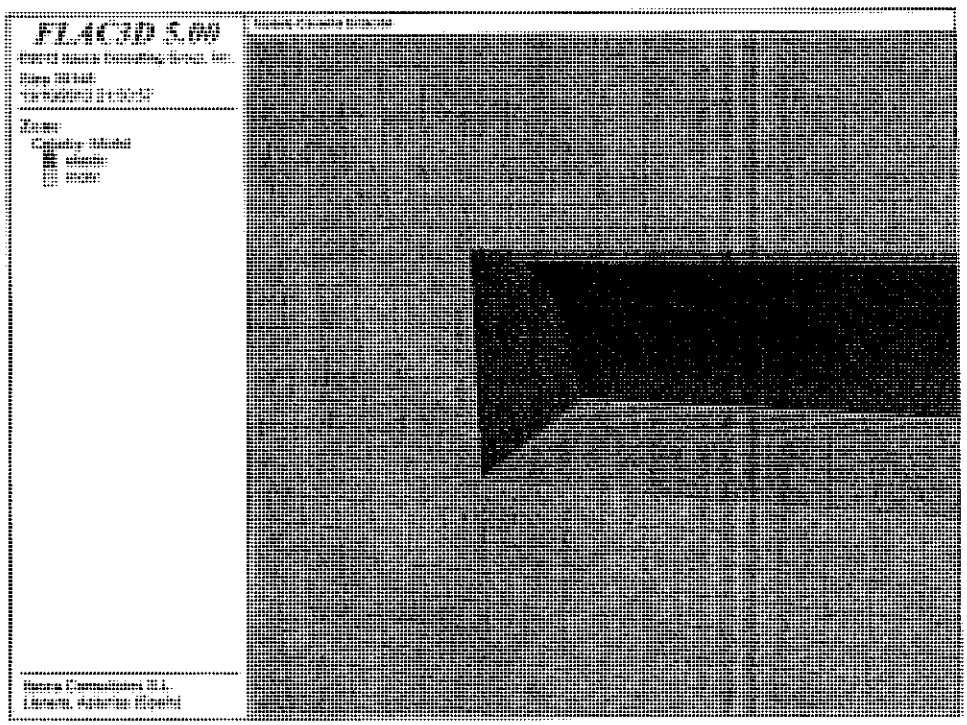


Figura 2.16-1. Sección tipo Caverna. Secuencia de excavación reproducida en el modelo. Fase intermedia.

2.17 Propiedades de cálculo de los terrenos

En todos los modelos, a los elementos que conforman el terreno se les ha asignado un modelo constitutivo tipo Mohr-Coulomb, y se les han asignado las propiedades de cálculo mostradas en la Tabla 2.17-1.

Terreno	*Elásticas*		*Plásticas*			$\gamma(t/m^3)$
	E (MPa)	*ν*	*c (MPa)*	*φ (°)*	*δ(°)*	
Grava suelta	83	0.30	0.015	34	23	2.0
Conglomerado	366	0.30	0.032	39	26	2.2

Tabla 2.17-1. Características de los terrenos analizados.

El lo que respecta al estado tensional de partida, de acuerdo con la información facilitada, se ha considerado un coeficiente de empuje horizontal K_0= 1 para los dos tipos de terrenos.

2.18 Propiedades de cálculo de los elementos de sostenimiento

Los elementos de hormigón de sostenimiento del túnel se han modelizado con elementos volumétricos a los que se ha asignado un modelo constitutivo elástico. Dado que se ha modelizado la excavación secuencial del túnel, se ha tenido en cuenta el fraguado del mismo. La evolución de la resistencia del hormigón con el tiempo es bastante conocida, y viene definida en la norma EHE para hormigones de endurecimiento normal y rápido. La Figura 2.18-1 muestra en un gráfico dichas definiciones, comparándolas con los resultados de una serie de ensayos en probetas de hormigón, obteniéndose un buen ajuste entre éstos y la curva de endurecimiento rápido.

Por el contrario, la variación del módulo elástico con el tiempo no está tan clara. La Figura 2.18-2 presenta los resultados de varios ensayos, según los cuales se puede asumir una relación entre la resistencia del hormigón proyectado y su módulo tal que E≈500*resistencia. Se han añadido en el gráfico las fórmulas dadas por la EHE y la EH-91, mostrando una considerable diferencia entre dichas fórmulas y los resultados de los ensayos.

De acuerdo con esto, se ha introducido en el modelo la ley de fraguado dada por la evolución de la resistencia de hormigones de endurecimiento rápido de la EHE y la relación entre dicha resistencia y el módulo elástico dada por los ensayos. Para tener en cuenta este fraguado, se debe además relacionar en el modelo el tiempo con la distancia al frente para lo que se ha considerado una velocidad de avance media de 2 pases por día. Se ha considerado un hormigón de 30 MPa de resistencia, con un coeficiente de Poisson de 0.2 y un peso específico de 2.5 t/m3.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

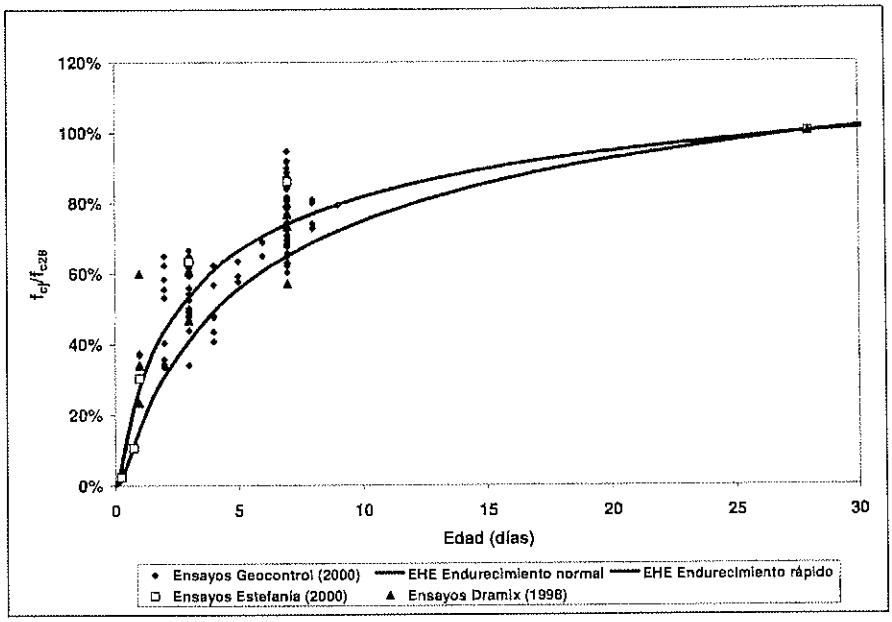


Figura 2.18-1. Evolución de la resistencia del hormigón con el tiempo.

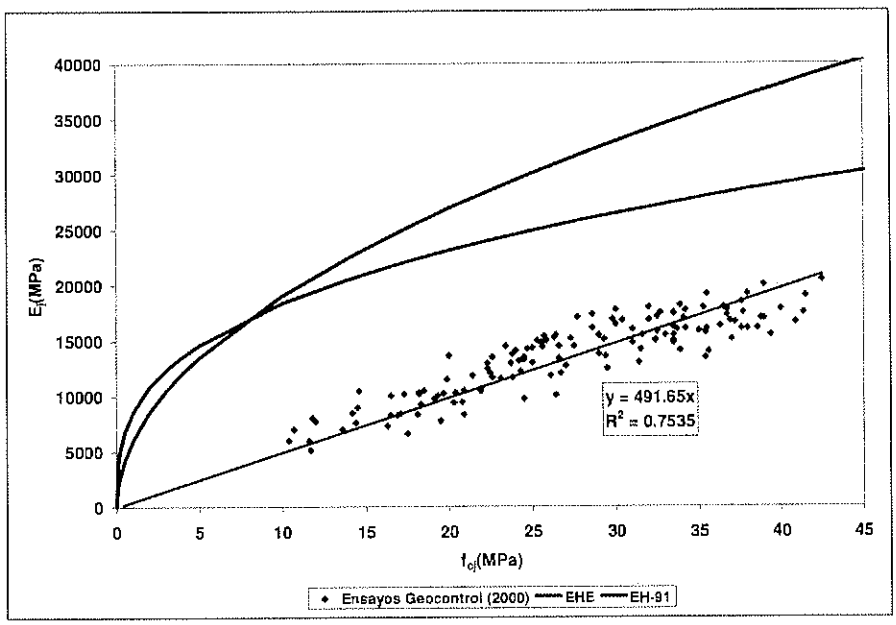


Figura 2.18-2. Relación entre el módulo elástico y la resistencia del hormigón.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Las cerchas se han modelizado con elementos estructurales tipo pile de FLAC3D, que son elementos unidimensionales de dos nodos con 6 grados de libertad por nodo (3 desplazamientos y 3 rotaciones), con un comportamiento elástico lineal y un acoplamiento elastoplástico al mallado. Se han considerado dos tipos de cerchas en función de la sección tipo: cerchas reticuladas TE-70 y TE-130. Las propiedades asignadas, en función del tipo, se muestran en la Tabla 2.18-1.

Tipo	*Área* (cm^2)	*Momento y* (cm^4)	*Momento z* (cm^4)	*E (GPa)*	*ν*
TE-70	14.32	332	240	210	0.2
TE-130	14.32	865	635	210	0.2

Tabla 2.18-1. Propiedades asignadas a las cerchas.

2.19 Metodología para el cálculo de la estabilidad del frente

De cara a validar la geometría de las secciones estudiadas, en el caso de la sección tipo B y de la caverna, se ha realizado no sólo una comprobación del sostenimiento planteado sino también el análisis de la estabilidad del frente, dada la presencia de grava suelta en la sección.

El factor de seguridad global se ha calculado utilizando la técnica de reducción de la resistencia al corte, descrita entre otros autores por Varona & Ferrer (1998), que consiste en reducir progresivamente la resistencia al corte de los terrenos hasta que se produce la rotura, estando el factor de seguridad definido por el ratio entre la resistencia al corte original del material y la resistencia al corte para la que se ha producido la rotura.

La gran ventaja de esta técnica es que no es necesario presuponer ninguna geometría potencial de rotura (como ocurre con algunos métodos de equilibrio límite), por lo que es aplicable a cualquier tipo de problemas, incluidos aquellos en los que la superficie potencial de deslizamiento puede ser una superficie compleja.

La estabilidad se ha analizado considerando un pase de avance abierto.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.0 RESULTADOS OBTENIDOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en las secciones tipo analizadas.

Para cada caso, se presenta una tabla resumen de los principales resultados obtenidos (en términos de deformaciones y esfuerzos) y se hace referencia a la figura correspondiente en la que se puede comprobar dicho resultado. Además, se incluyen una serie de comentarios y conclusiones sobre los resultados obtenidos.

Respecto a los marcos reticulados, para el cálculo del factor de seguridad a flexo-compresión se considera un límite elástico f_{yk}=355 MPa (minorado por 1.15), con lo que su capacidad de cálculo es de:

- Cerchas TE-70: N_{max}=44.2 ton y M_{max}=1.61 m·ton.
- Cerchas TE-130: N_{max}=44.2 ton y M_{max}=2.75 m·ton

3.1 Sección tipo A

			Máximo	*Figura Nº*	*Observaciones*
Fase Final	*Terreno*	*Desp. Vertical sobre clave (mm)*	10.5	3.1-1/3.1-4	Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	10.3	3.1-2/3.1-5	Localizados en el hastial de destroza
		Desp. Vertical en superficie (mm)	4.1	3.1-4	Máximo sobre clave
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	2.7	3.1-5	Máximo a 13 m del eje del túnel
		Plastificación	1-1.5 m	3.1-6/3.1-7	Alrededor de la excavación
	Hormigón HP-30	*Tracciones (MPa)*	<0.5	3.1-14/3.1-15	Las tracciones son nulas en prácticamente toda la sección Máximos puntuales en la unión bóveda+solera provisional en avance
		Compresiones (MPa)	3.25	3.1-12/3.1-13	Máximo localizado en la unión hastial-contrabóveda En la bóveda máximos de 2.6 MPa
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	8	3.1-10	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
		Bajada de clave medible (mm)	8	3.1-9	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
	Cerchas TE-70	*Axil (T)*	13.7	3.1-16/3.1-17	Estos valores corresponden a los máximos, no tienen porque ser concomitantes En diagrama de interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=3.18
		*Flector (m*T)*	0.04	3.1-18/3.1-19	

Tabla 3.1-1. Sección tipo A. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

Teniendo en cuenta las hipótesis consideradas en este modelo numérico (propiedades del terreno, geometría, cuantías de sostenimiento, longitud del pase de excavación, etc.), del cálculo realizado se concluye lo siguiente:

- El desplazamiento vertical máximo en la sección es de 10.5 mm sobre clave
- El desplazamiento horizontal máximo es de 10.3 mm en el hastial de destroza.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- El desplazamiento del frente de avance medio es de 7.8 mm.
- En superficie, estas deformaciones se traducen en un asiento máximo de 4 mm y un desplazamiento horizontal máximo de 2.7 mm.
- La bajada de clave máxima en el sostenimiento es de 8 mm. La semi-convergencia medible máxima en el avance es de 8 mm. En el modelo, se considera que la lectura de los puntos de monitoreo comienzan a una distancia de 0 m del frente. Obviamente, este valor es un límite superior, dado que en la realidad la lectura de datos comenzará más tarde por motivos técnicos, el valor real será en todo caso inferior a éste.
- Las compresiones máximas en el sostenimiento son de 3.25 MPa en la unión hastial-contrabóveda. En la bóveda, el máximo que se registra es de 2.6 MPa
- Las tracciones son prácticamente nulas en toda la sección, salvo en la unión entre la bóveda y la solera provisional de avance, con máximos de 0.4 MPa.
- Representando los axiles y flectores concomitantes de todos los elementos de cercha en un diagrama de interacción y teniendo en cuenta la resistencia de la cercha, se obtienen factores de seguridad mínimos de FS=3.18.

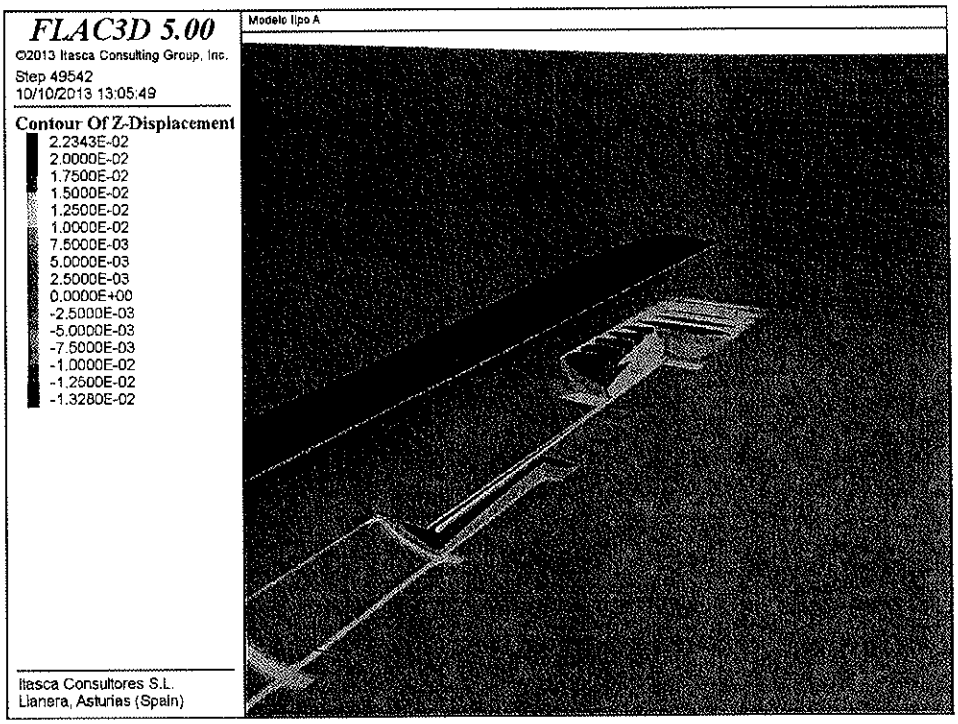


Figura 3.1-1. Sección tipo A. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Fase intermedia

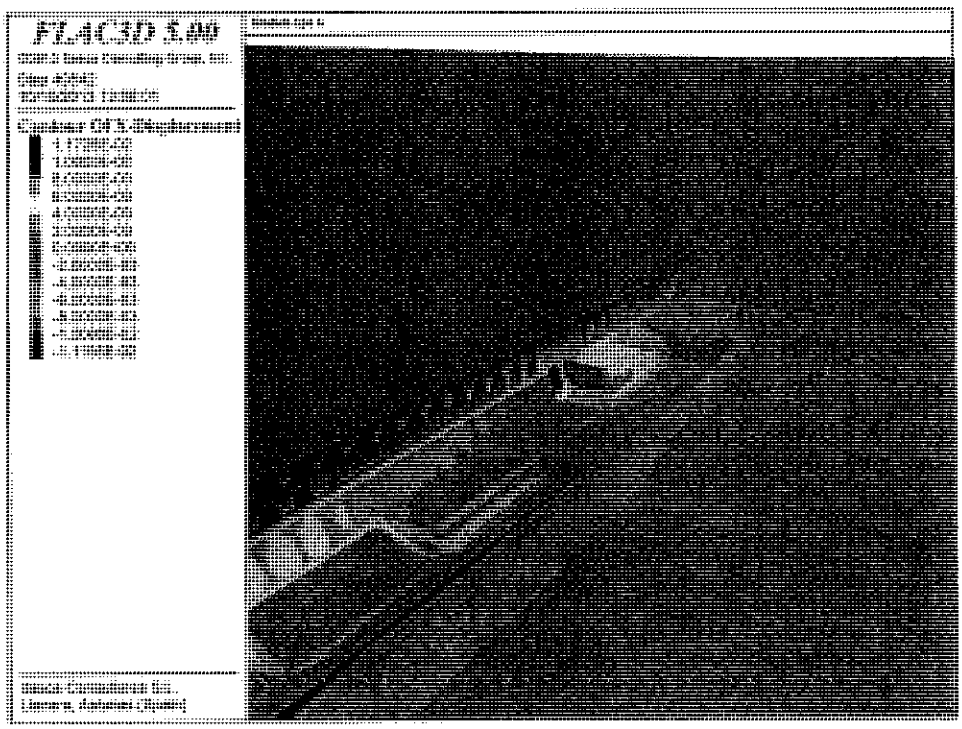


Figura 3.1-2. Sección tipo A. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Fase intermedia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

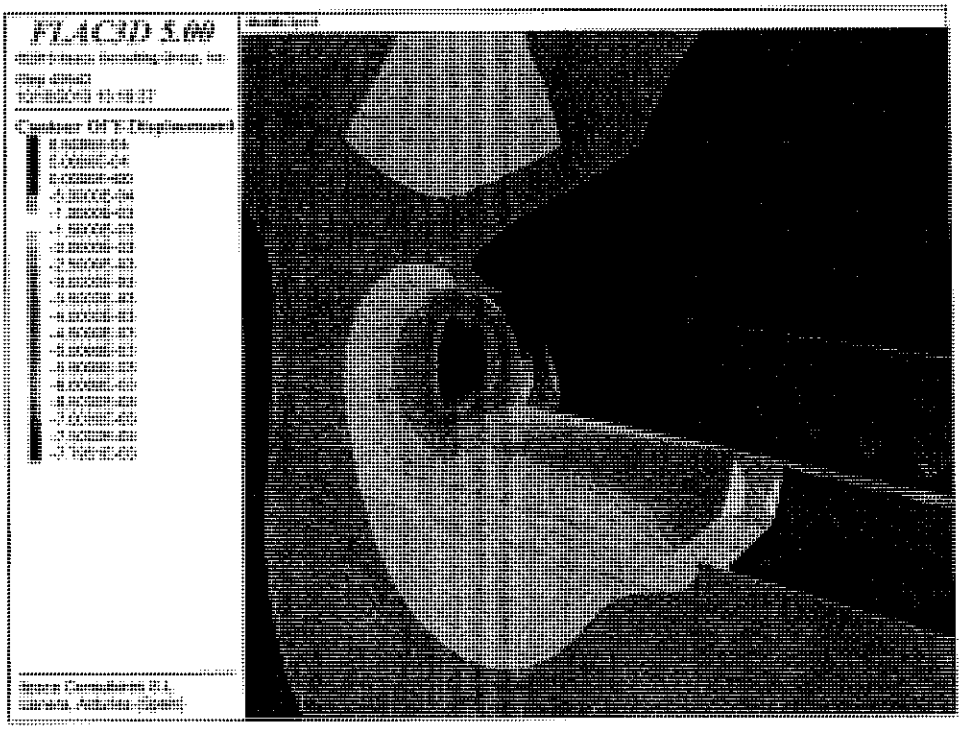


Figura 3.1-3. Sección tipo A. Desplazamiento horizontal longitudinal del terreno (en m). Fase intermedia.

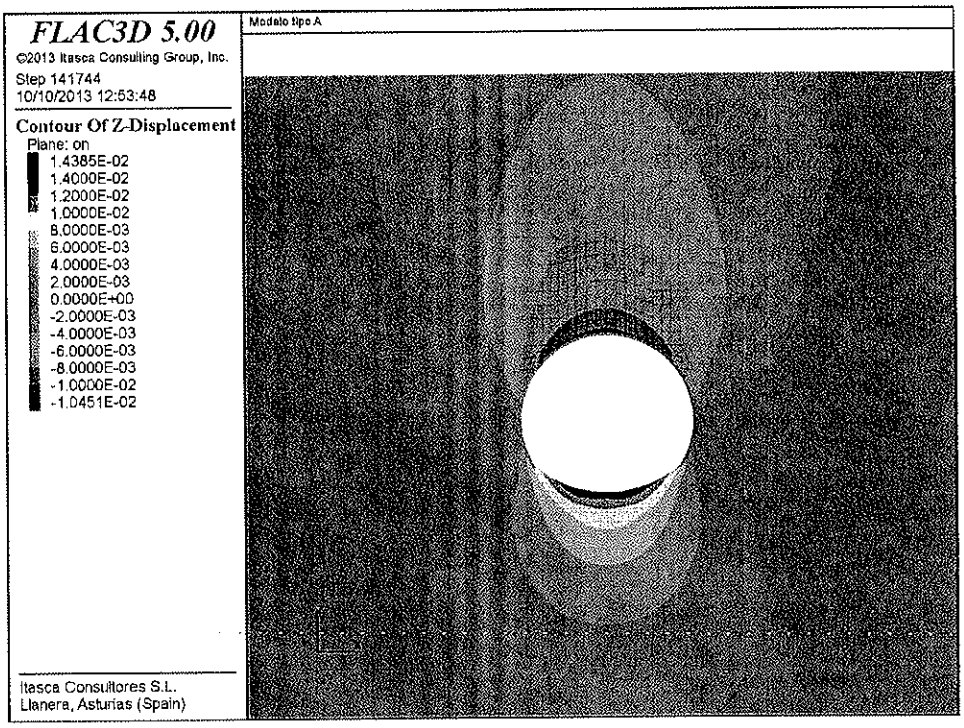


Figura 3.1-4. Sección tipo A. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

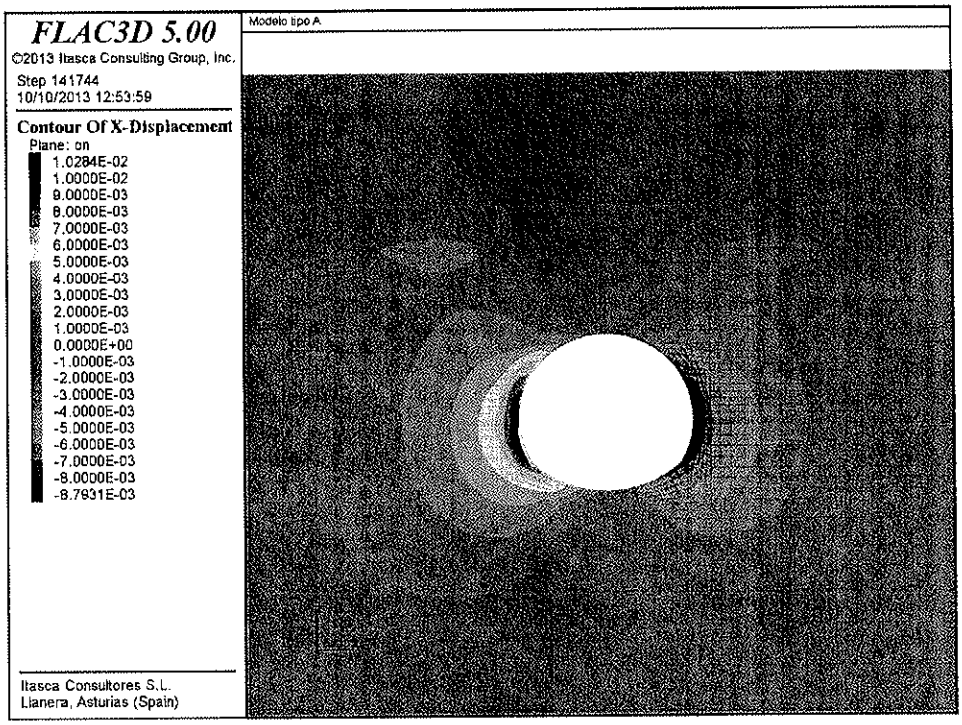


Figura 3.1-5. Sección tipo A. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

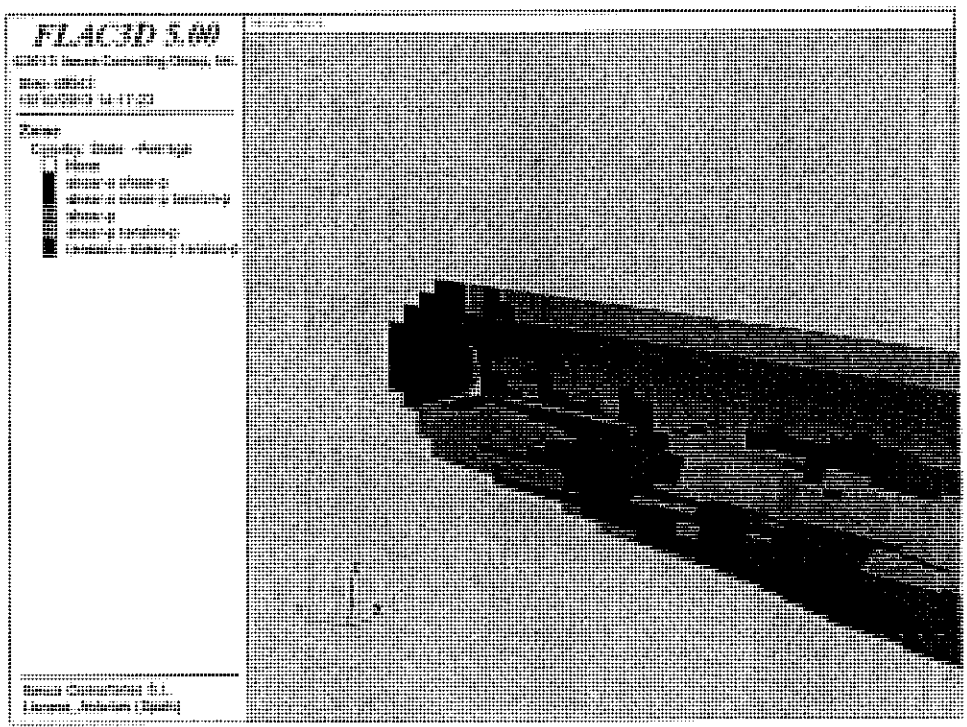


Figura 3.1-6. Sección tipo A. Elementos plastificados en el terreno. Fase intermedia.

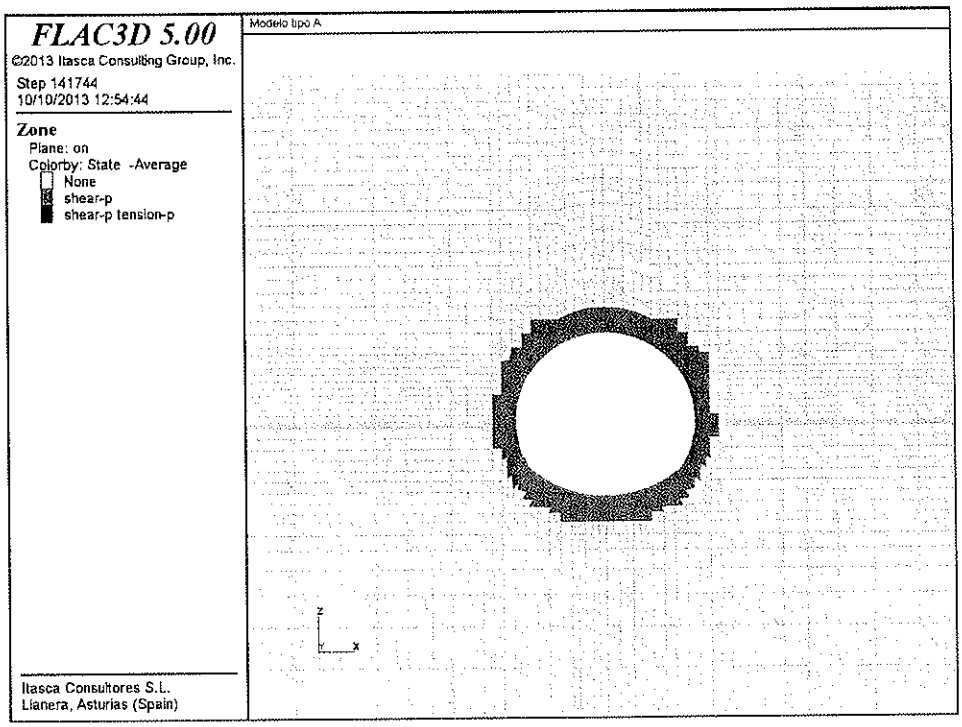


Figura 3.1-7. Sección tipo A. Elementos plastificados en el terreno. Fase final.

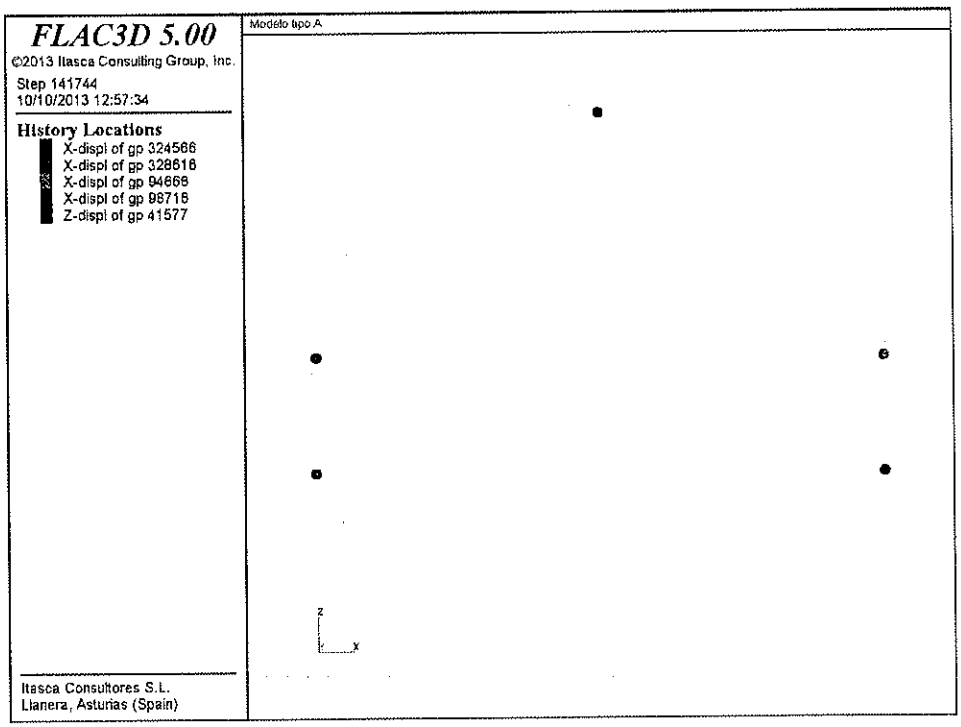


Figura 3.1-8. Sección tipo A. Localización puntos de control en el sostenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

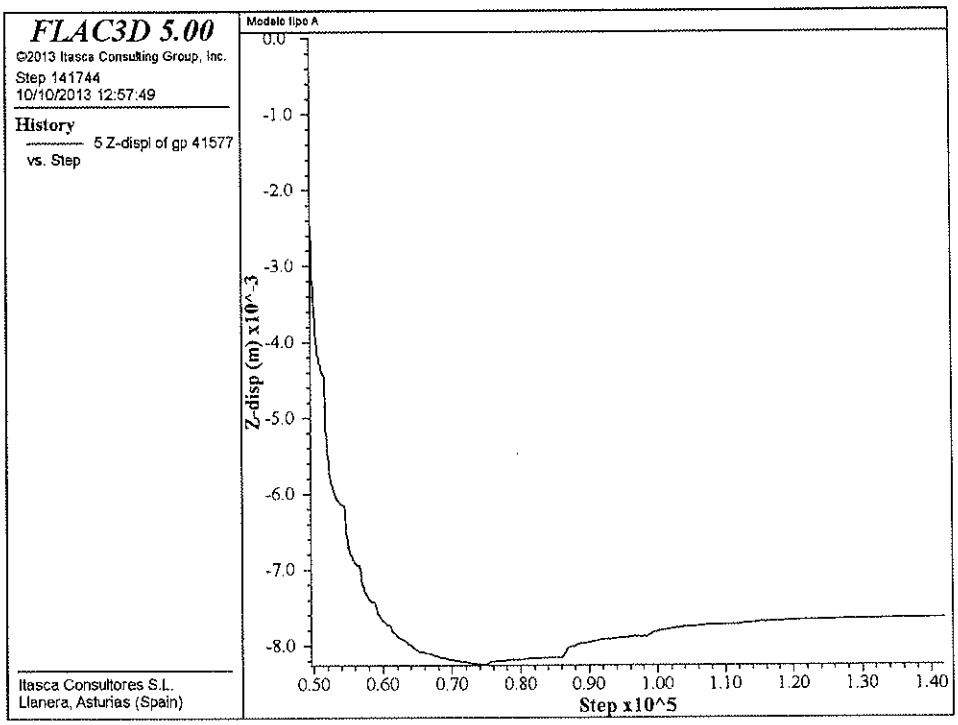


Figura 3.1-9. Sección tipo A. Evolución monitoreo bajada de clave

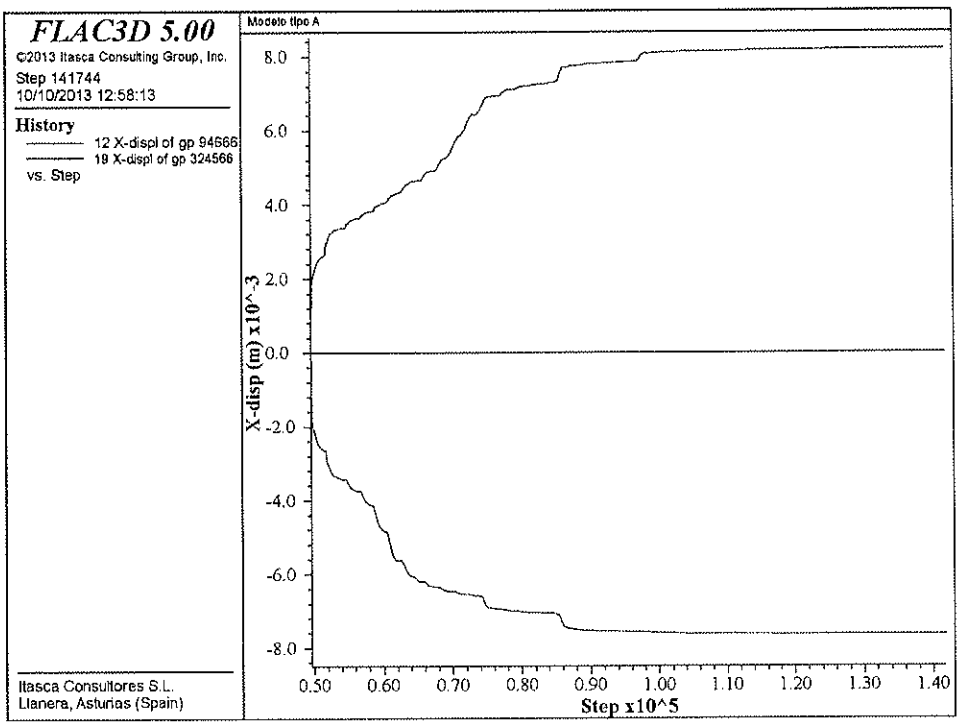


Figura 3.1-10. Sección tipo A. Evolución monitoreo bóveda en hombros.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

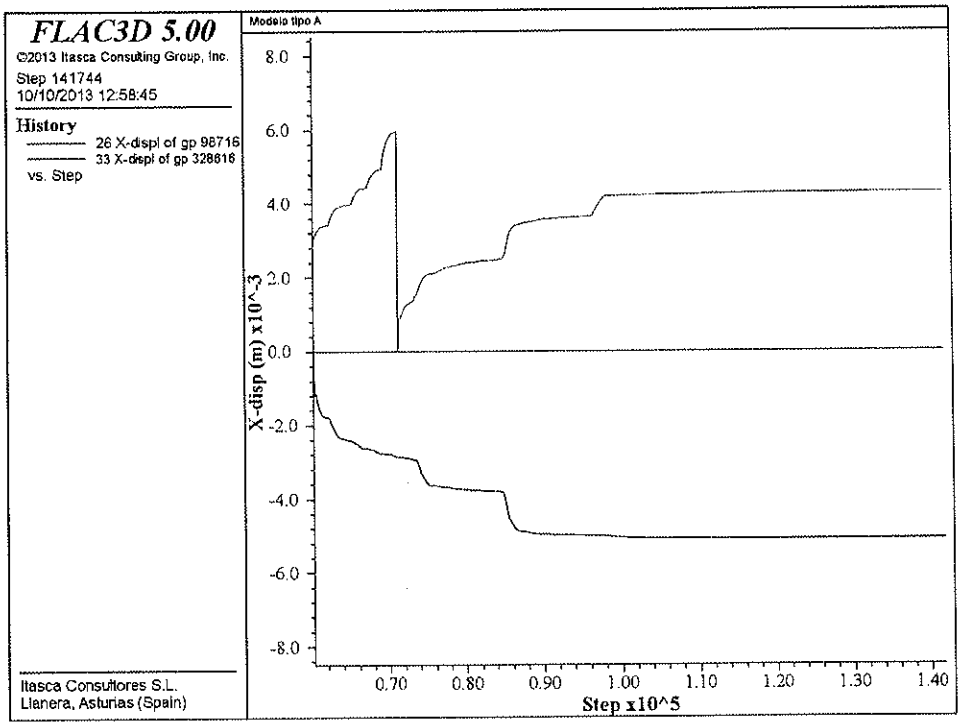


Figura 3.1-11. Sección tipo A. Evolución monitoreo hastiales.

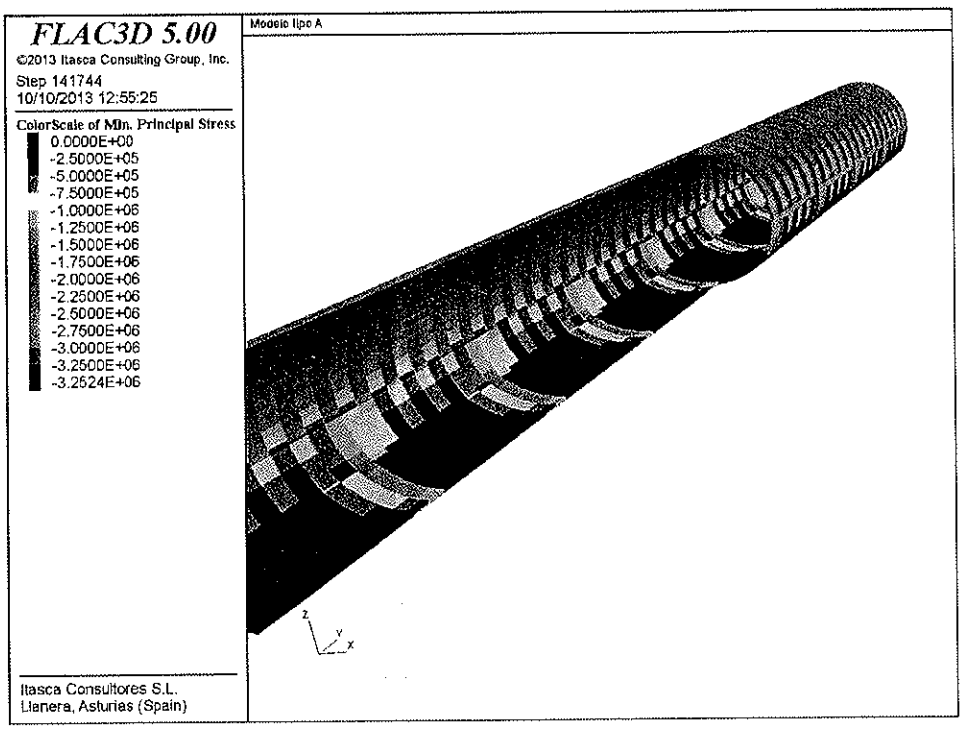


Figura 3.1-12. Sección tipo A. Compresiones en el hormigón (en Pa).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

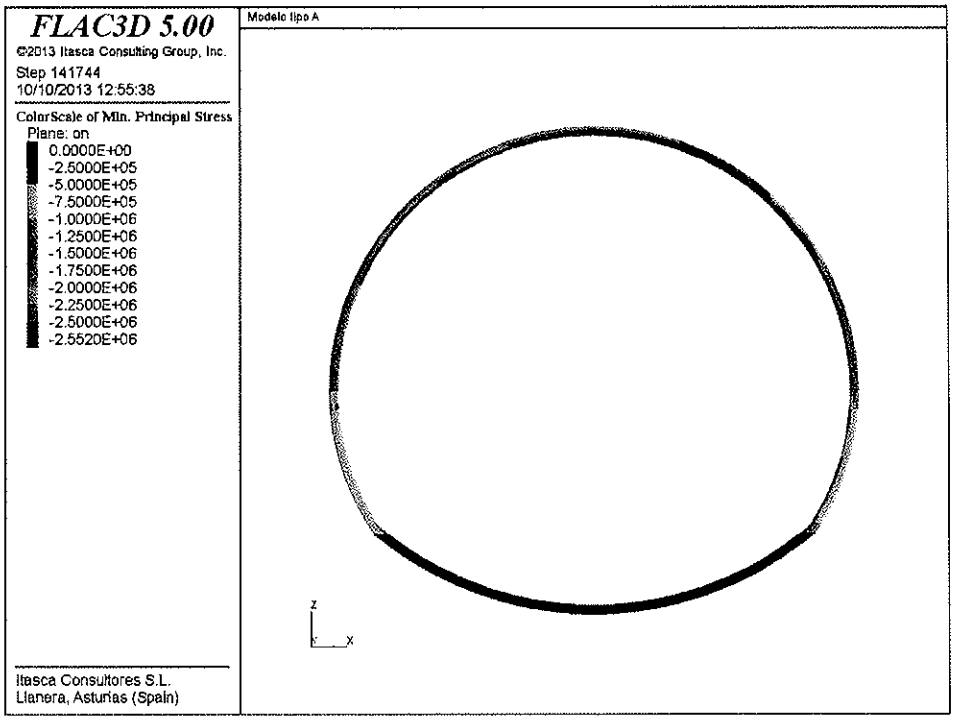


Figura 3.1-13. Sección tipo A. Compresiones en el hormigón (en Pa). Sección central.

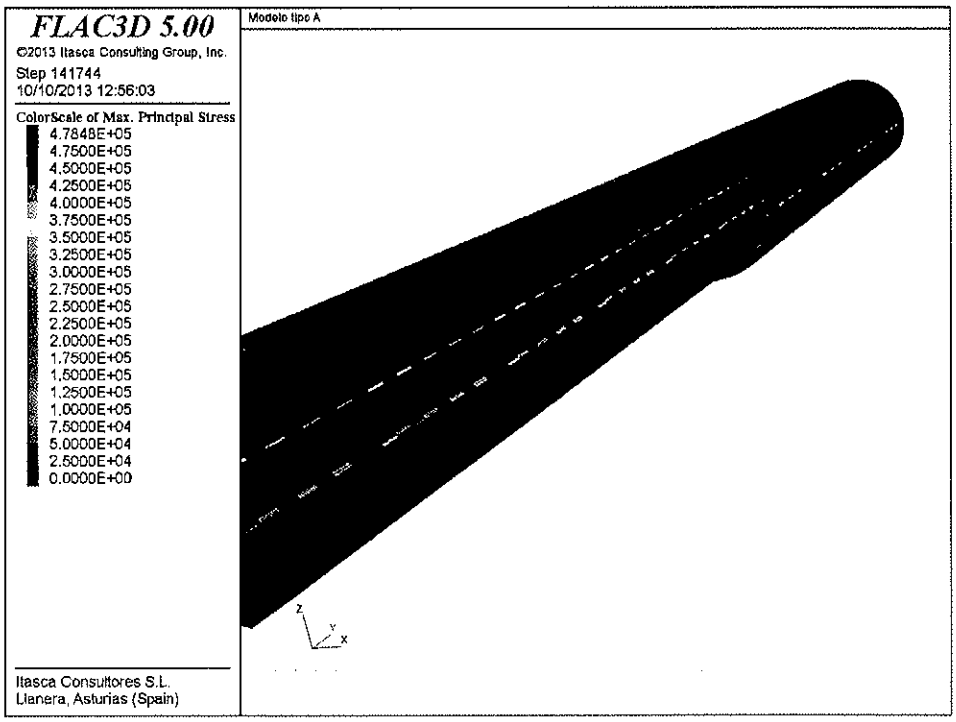


Figura 3.1-14. Sección tipo A. Tracciones en el hormigón (en Pa).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

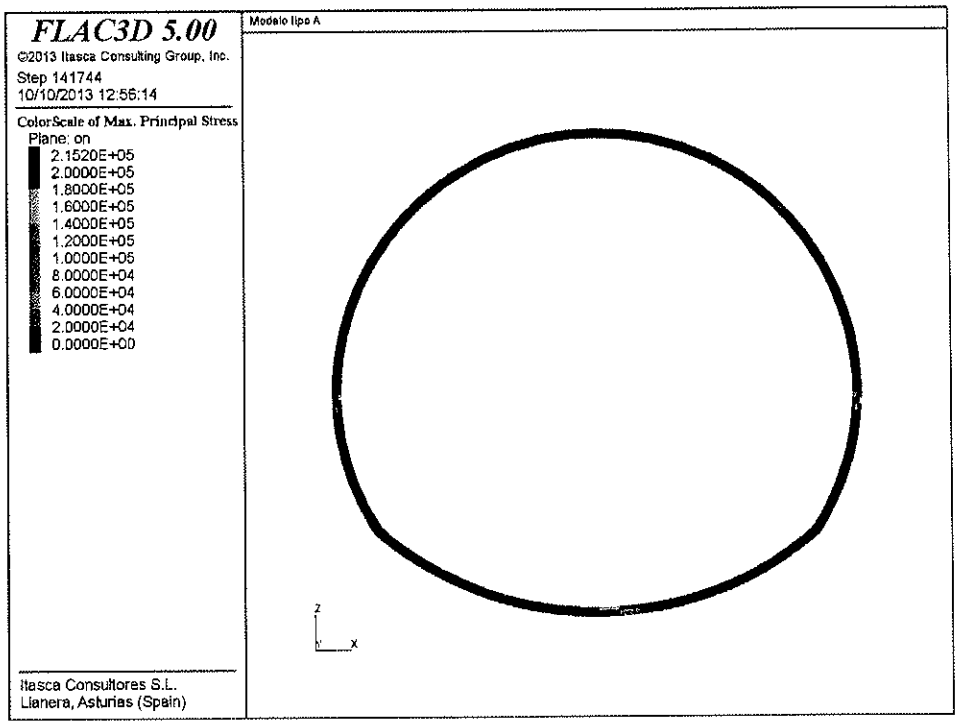


Figura 3.1-15. Sección tipo A. Tracciones en el hormigón (en Pa). Sección central.

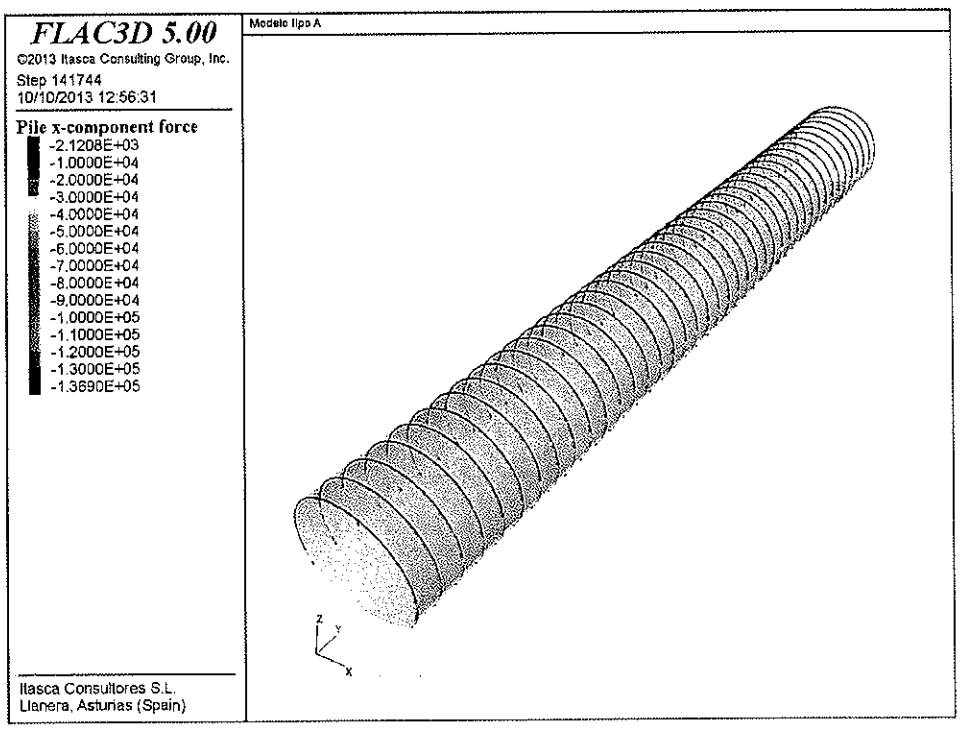


Figura 3.1-16. Sección tipo A. Distribución de axiles en las cerchas (en N).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

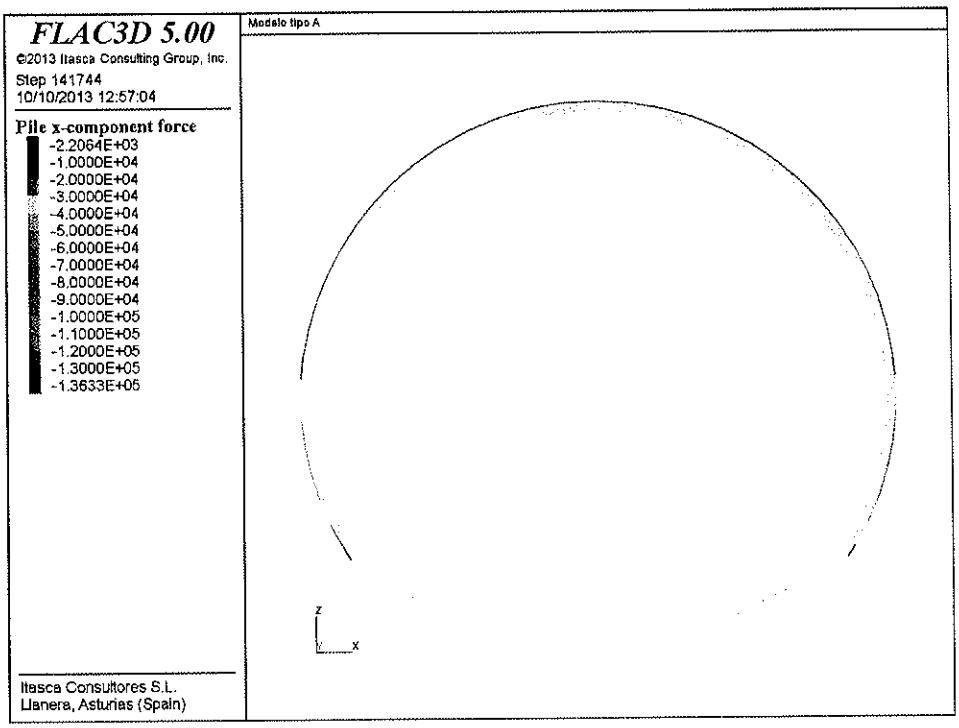


Figura 3.1-17. Sección tipo A. Distribución de axiles en las cerchas (en N). Sección central.

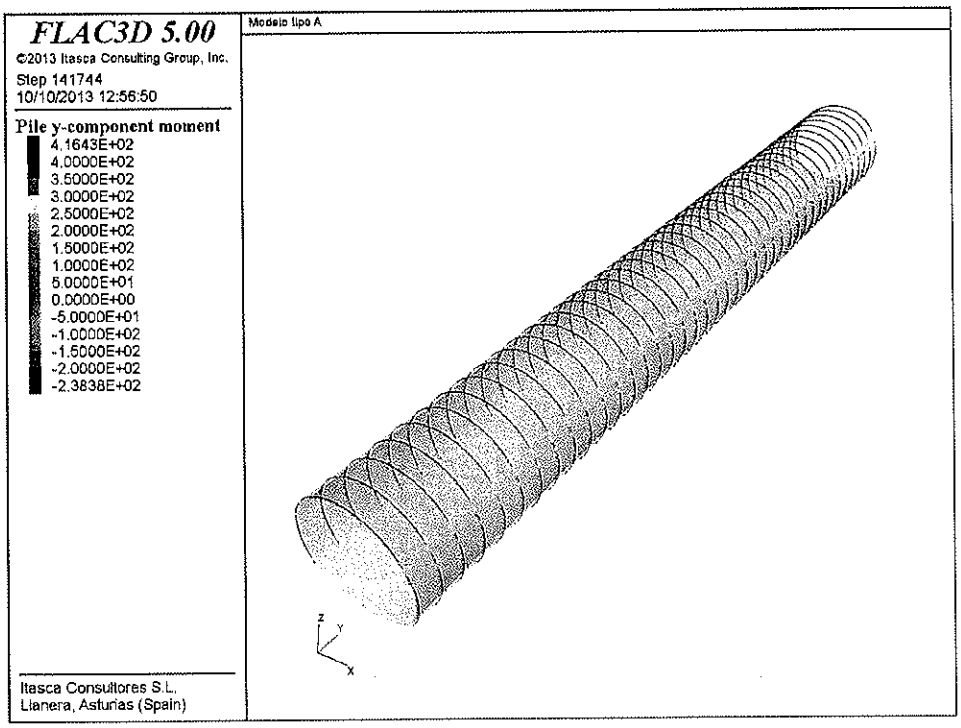


Figura 3.1-18. Sección tipo A. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

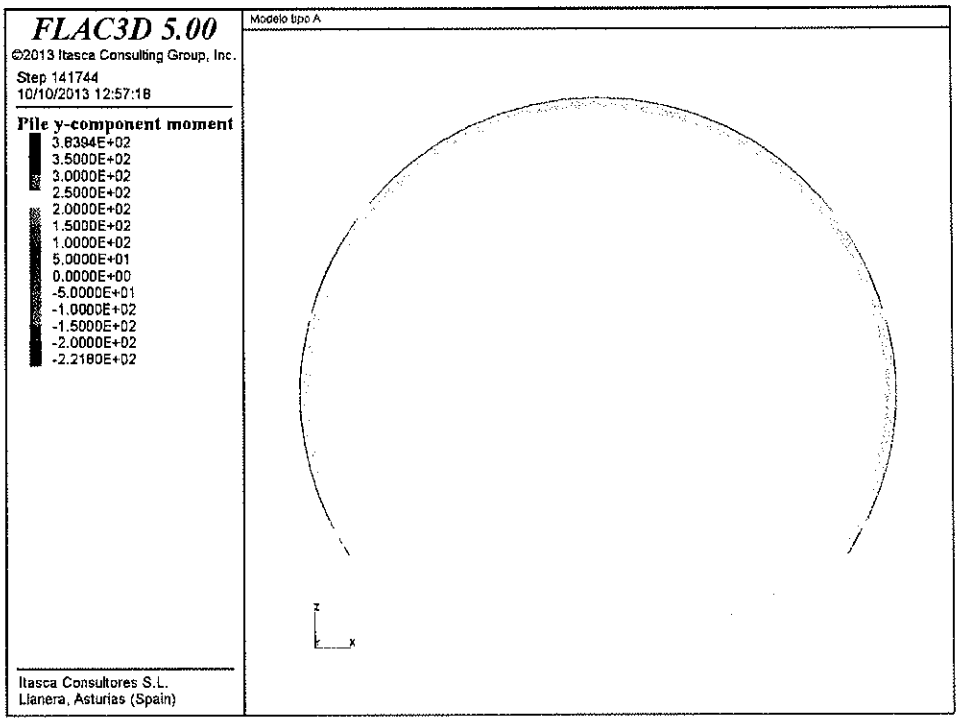


Figura 3.1-19. Sección tipo A. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N). Sección central.

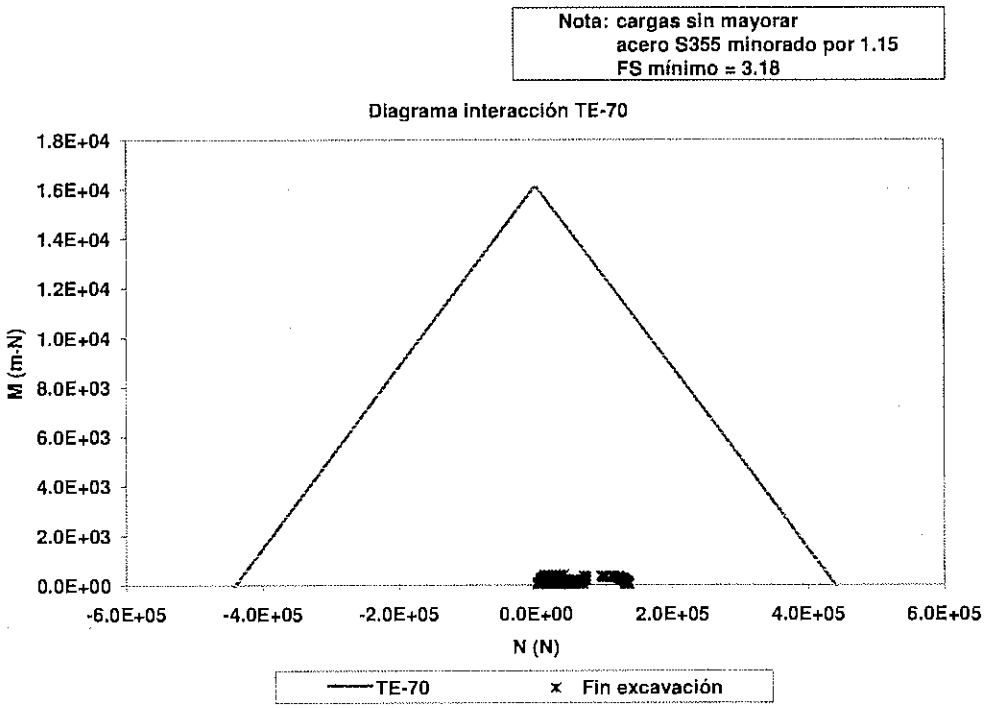


Figura 3.1-20. Sección tipo A. Diagrama de interacción de las cerchas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2 Sección tipo B

			Máximo	Figura Nº	Observaciones
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	29.7	3.2-1/3.2-4	Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	39.9	3.2-2/3.2-5	Localizados en el hastial de destroza
		Desp. Vertical en superficie (mm)	16.0	3.2-4	Máximo sobre clave
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	7.4	3.2-5	Máximo a 17 m del eje del túnel
		Plastificación	1-1.5 m	3.2-6/3.2-7	Alrededor de la excavación
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5	3.2-14/3.2-15	Las tracciones son nulas en prácticamente toda la sección Máximos puntuales (0.7 MPa) en la unión hastial-contrabóveda
		Compresiones (MPa)	5.8	3.2-11/3.2-12	Máximo localizado en la unión hastial-contrabóveda En la bóveda máximos de 3.7 MPa
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	25	3.2-10	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
		Bajada de clave medible (mm)	15	3.2-9	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
	Cerchas TE-130	Axil (T)	19.2	3.2-17/3.2-18	Estos valores corresponden a los máximos, no tienen porque ser concomitantes
		Flector (m*T)	0.26	3.2-19/3.2-20	En diagrama de Interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=2.13
Factor de seguridad del frente			1.25	3.2-21/3.2-22	Se considera una fase intermedia con el pase de avance abierto (1 m)

Tabla 3.2-1. Sección tipo B. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

Teniendo en cuenta las hipótesis consideradas en este modelo numérico (propiedades del terreno, geometría, cuantías de sostenimiento, longitud del pase de excavación, etc.), del cálculo realizado se concluye lo siguiente:

- El desplazamiento vertical máximo en la sección es de 29.7 mm sobre clave
- El desplazamiento horizontal máximo es de 39.9 mm en el hastial de destroza.
- El desplazamiento del frente de avance medio es de 40-50 mm.
- En superficie, estas deformaciones se traducen en un asiento máximo de 16 mm y un desplazamiento horizontal máximo de 7.4 mm.
- La bajada de clave máxima en el sostenimiento es de 15 mm. La semi-convergencia medible máxima en el avance es de 25 mm. En el modelo, se considera que la lectura de los puntos de monitoreo comienzan a una distancia de 0 m del frente.
- Las compresiones máximas en el sostenimiento son de 5.8 MPa en la unión hastial-contrabóveda. En la bóveda, el máximo calculado es de 3.7 MPa.
- Las tracciones son prácticamente nulas en toda la sección, salvo en la unión entre el hastial y la contrabóveda, con máximos de 0.7 MPa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- En la solera provisional del avance, se obtiene una compresión media de 7 MPa, con un pico máximo de hasta 15 MPa en el entronque bóveda-solera. Las tracciones son práeticamente nulas en la solera, salvo en los apoyos de las esquinas con un máximo de 1.2 MPa.

- Representando los axiles y flectores concomitantes de todos los elementos de cercha en un diagrama de interacción y teniendo en cuenta la resistencia de la cercha, se obtienen factores de seguridad mínimos de FS=2.13 .

- El análisis de la estabilidad del frente da como resultado un FS mínimo en el frente de 1.25

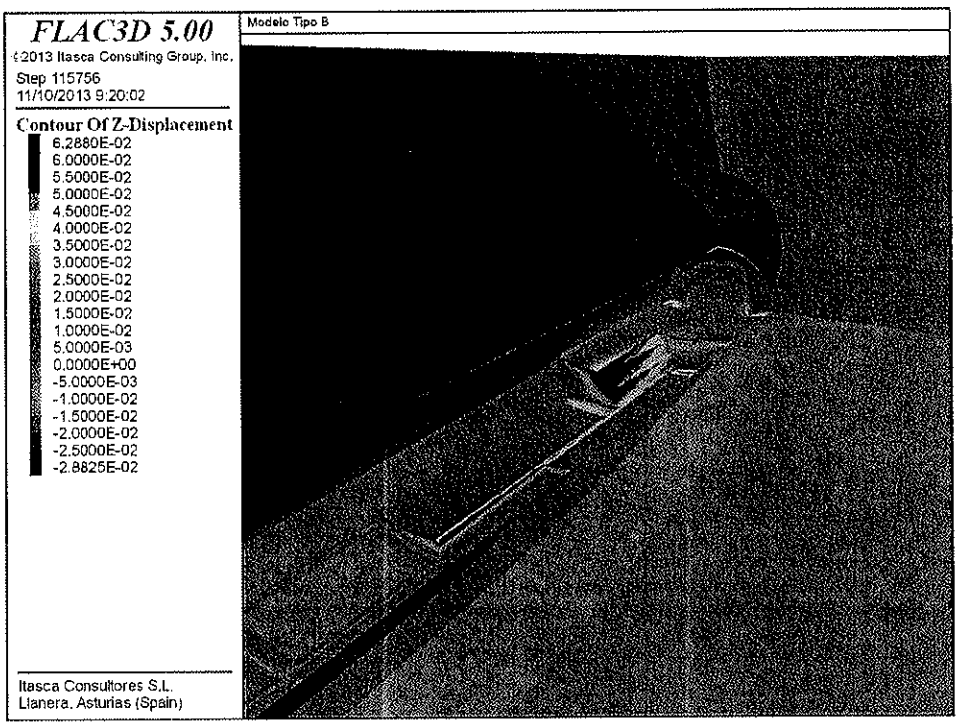


Figura 3.2-1. Sección tipo B. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Fase intermedia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

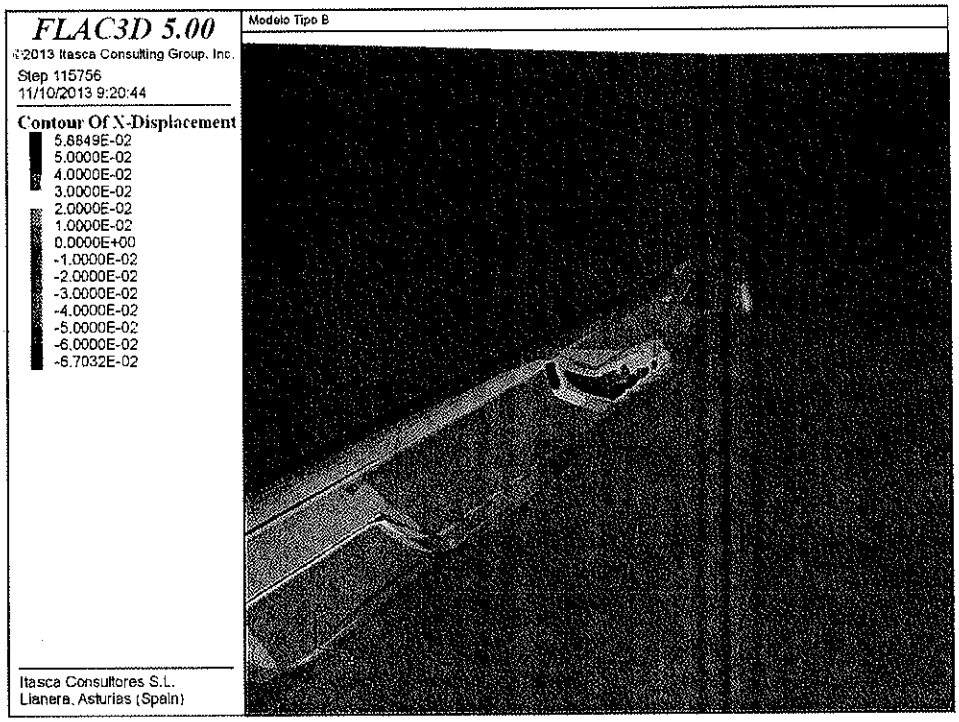


Figura 3.2-2. Sección tipo B. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Fase intermedia.

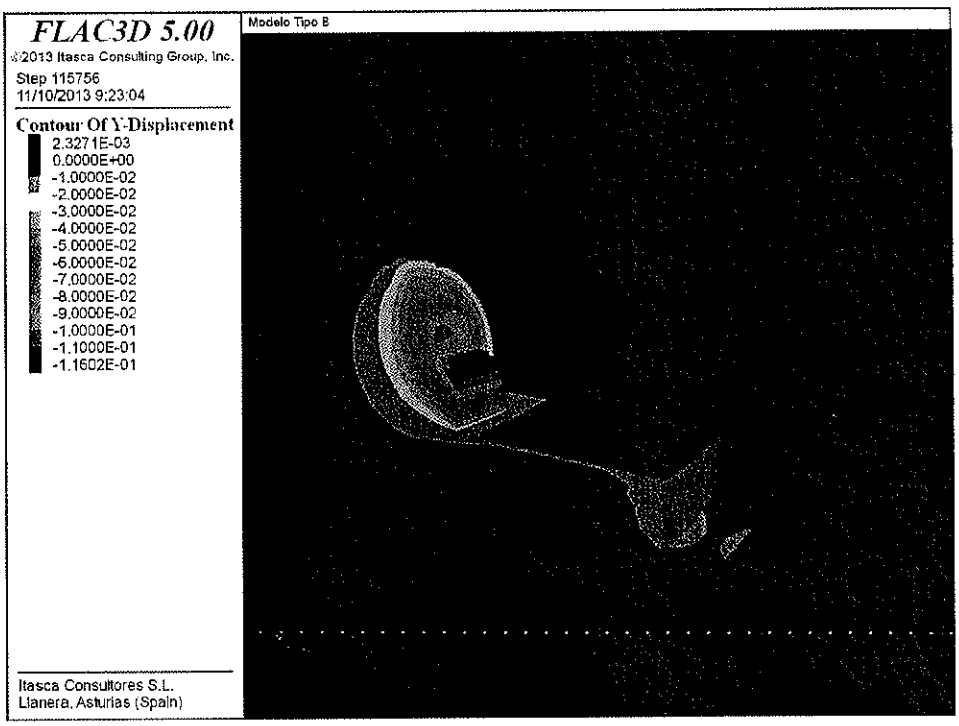


Figura 3.2-3. Sección tipo B. Desplazamiento horizontal longitudinal del terreno (en m). Fase intermedia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

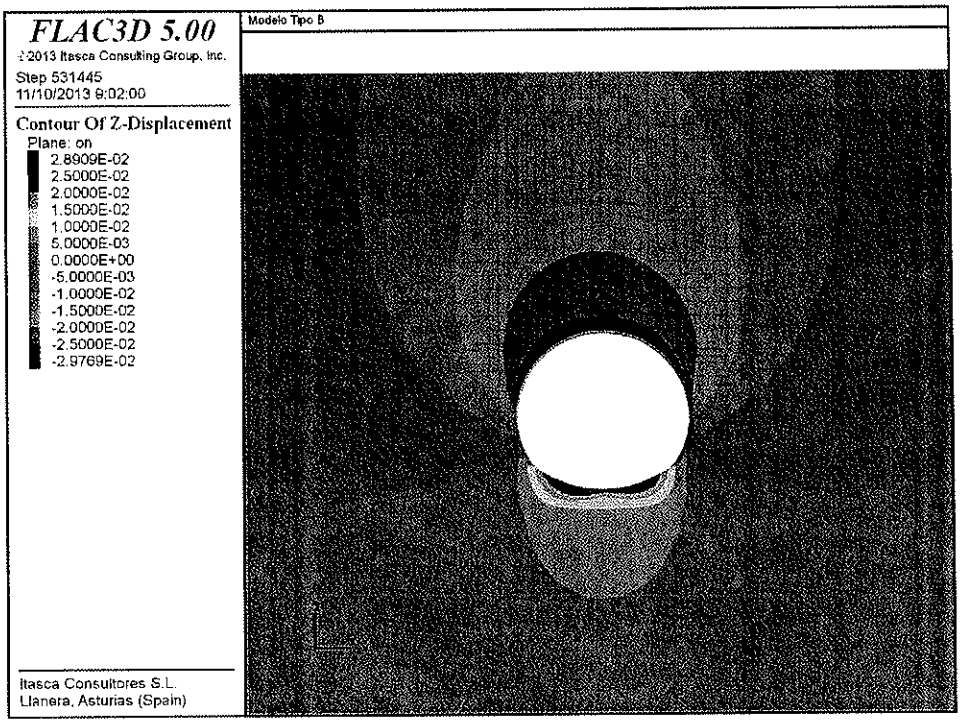


Figura 3.2-4. Sección tipo B. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

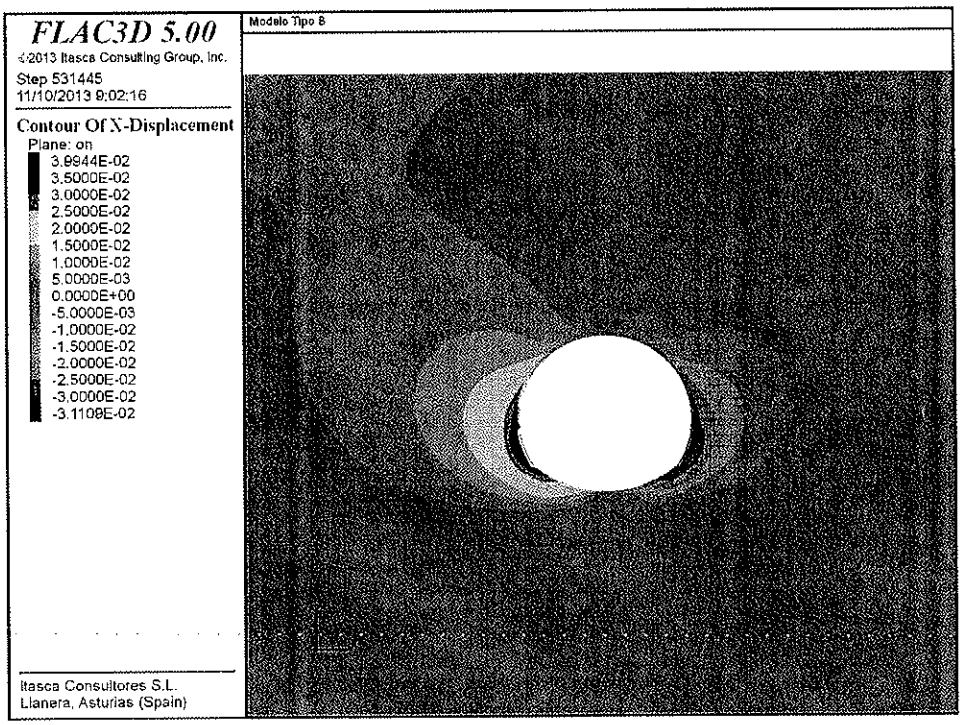


Figura 3.2-5. Sección tipo B. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

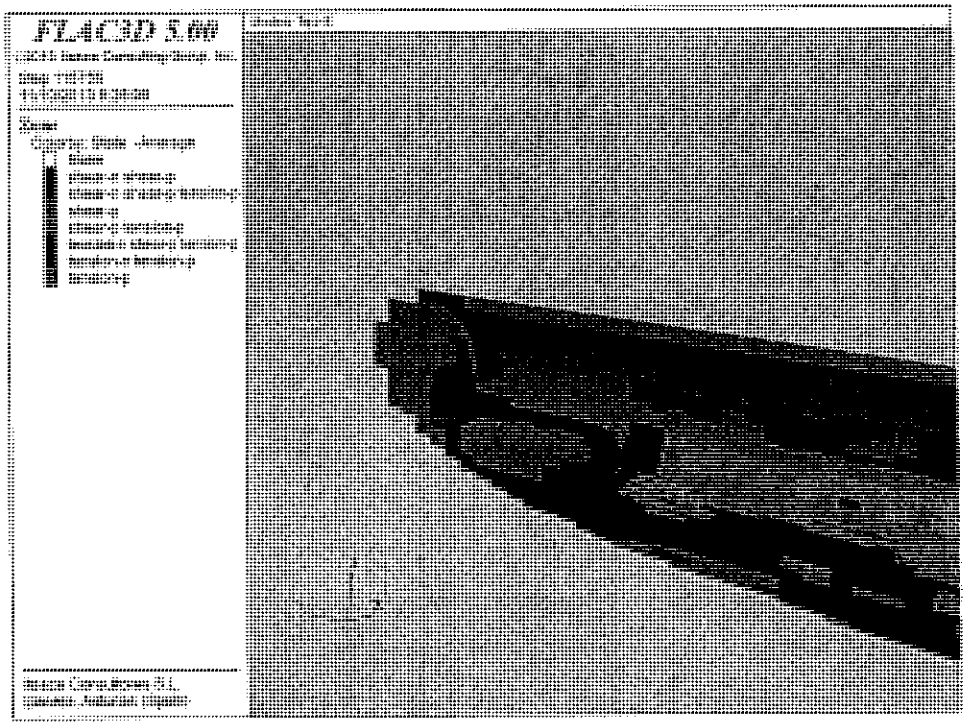


Figura 3.2-6. Sección tipo B. Elementos plastificados en el terreno. Fase intermedia.

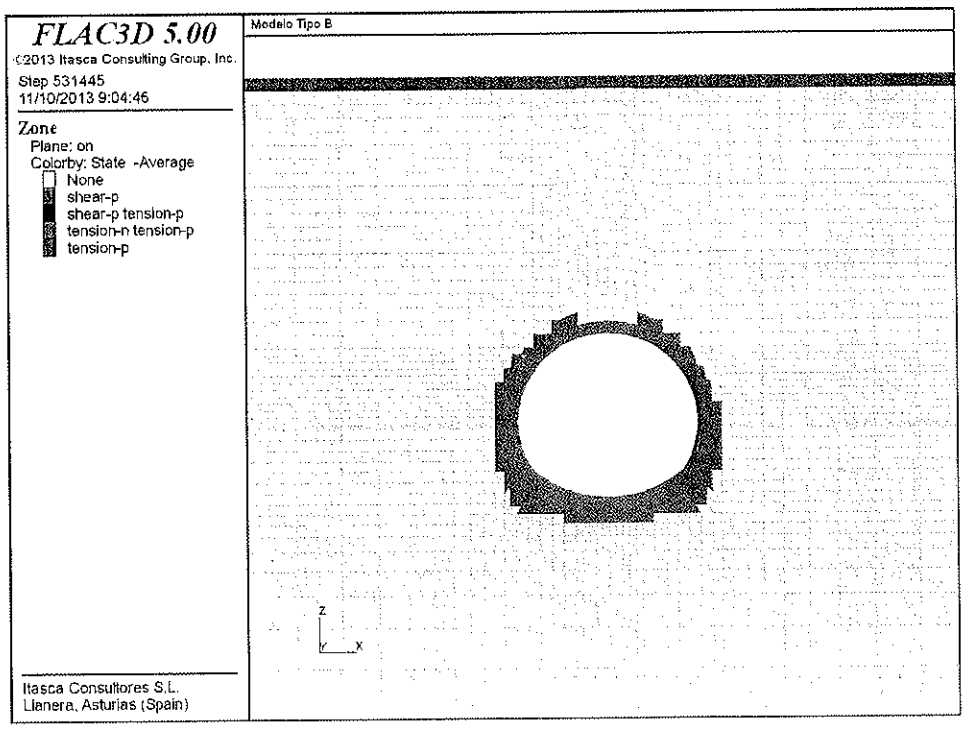


Figura 3.2-7. Sección tipo B. Elementos plastificados en el terreno. Fase final.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

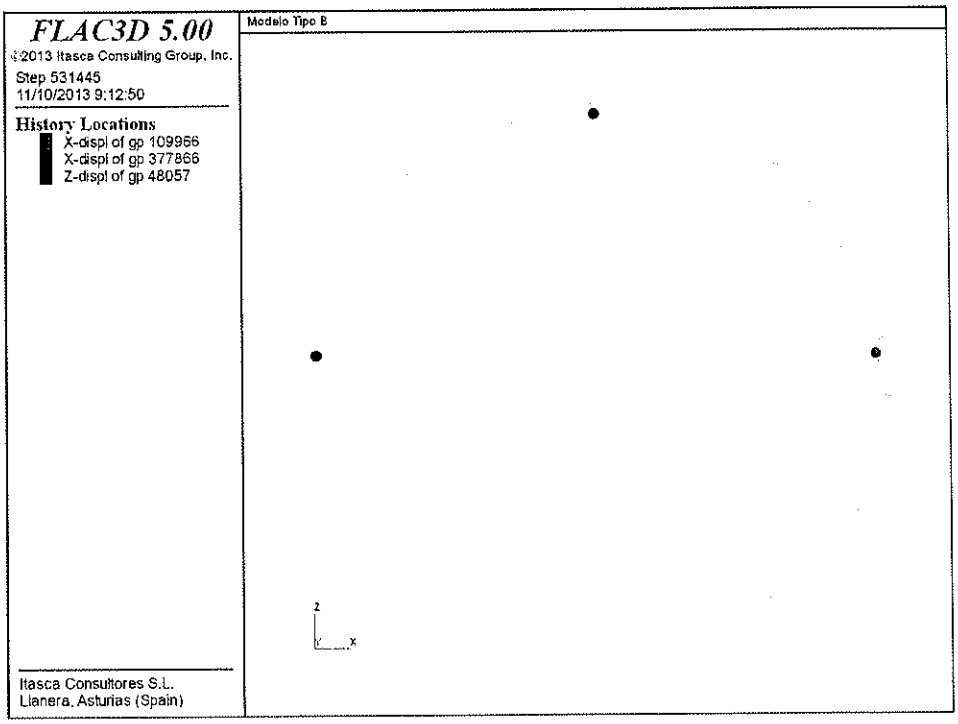


Figura 3.2-8. Sección tipo B. Localización puntos de control en el sostenimiento.

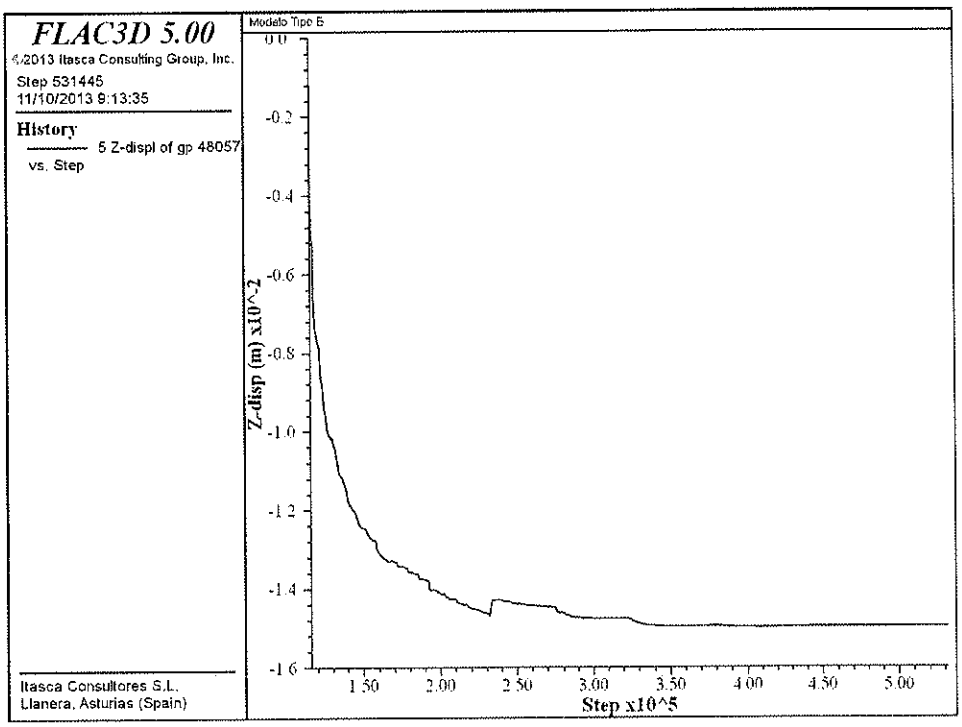


Figura 3.2-9. Sección tipo B. Evolución monitoreo bajada de clave

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

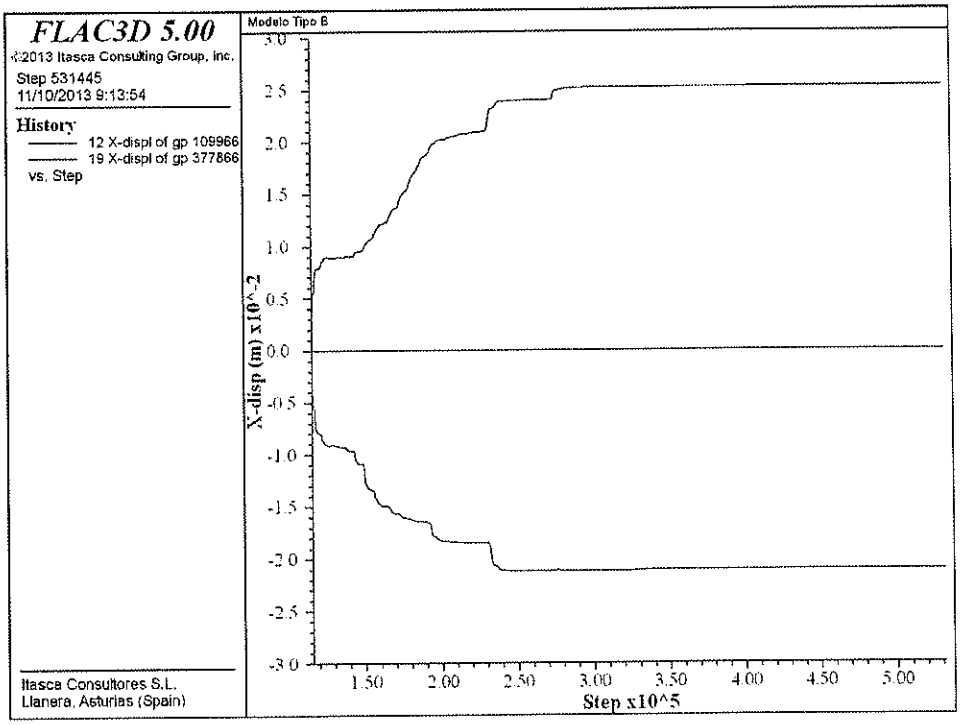


Figura 3.2-10. Sección tipo B. Evolución monitoreo bóveda en hombros.

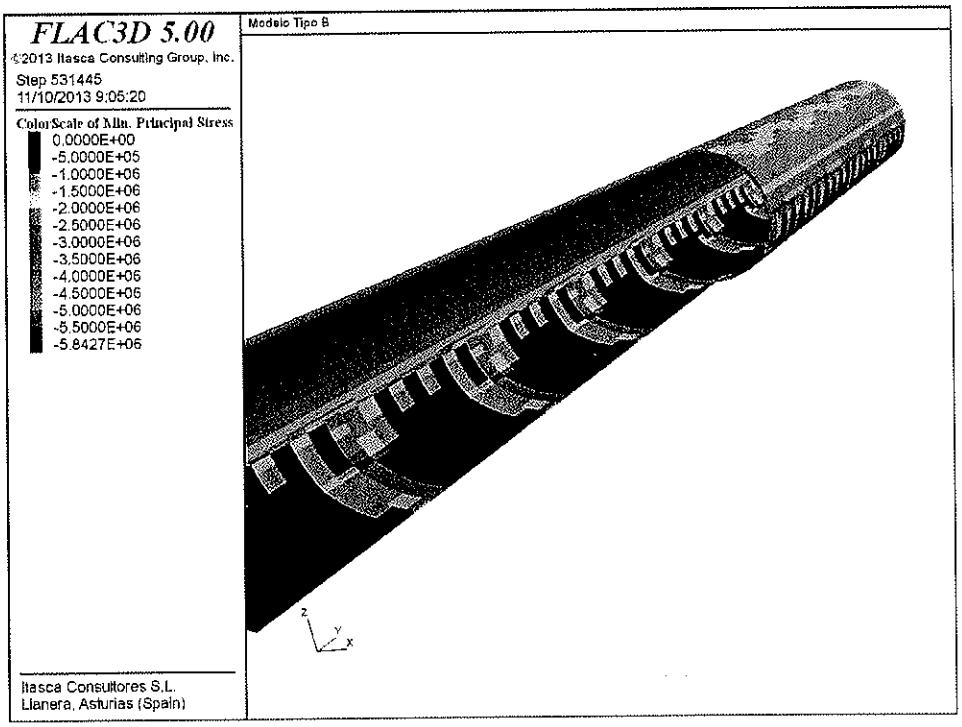


Figura 3.2-11. Sección tipo B. Compresiones en el hormigón (en Pa).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

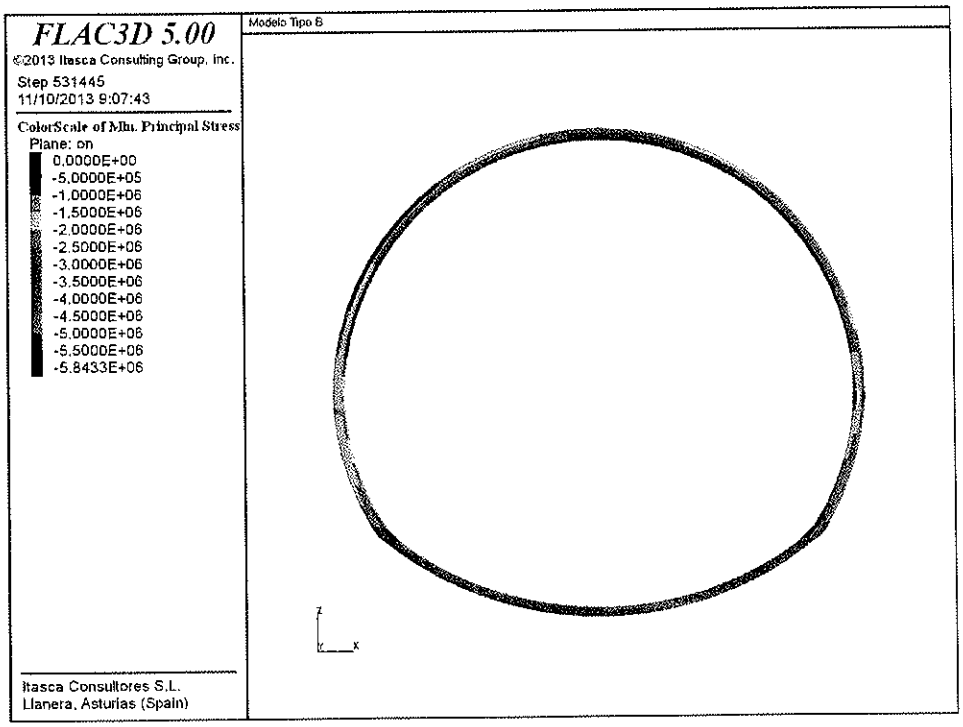


Figura 3.2-12. Sección tipo B. Compresiones en el hormigón (en Pa). Sección central.

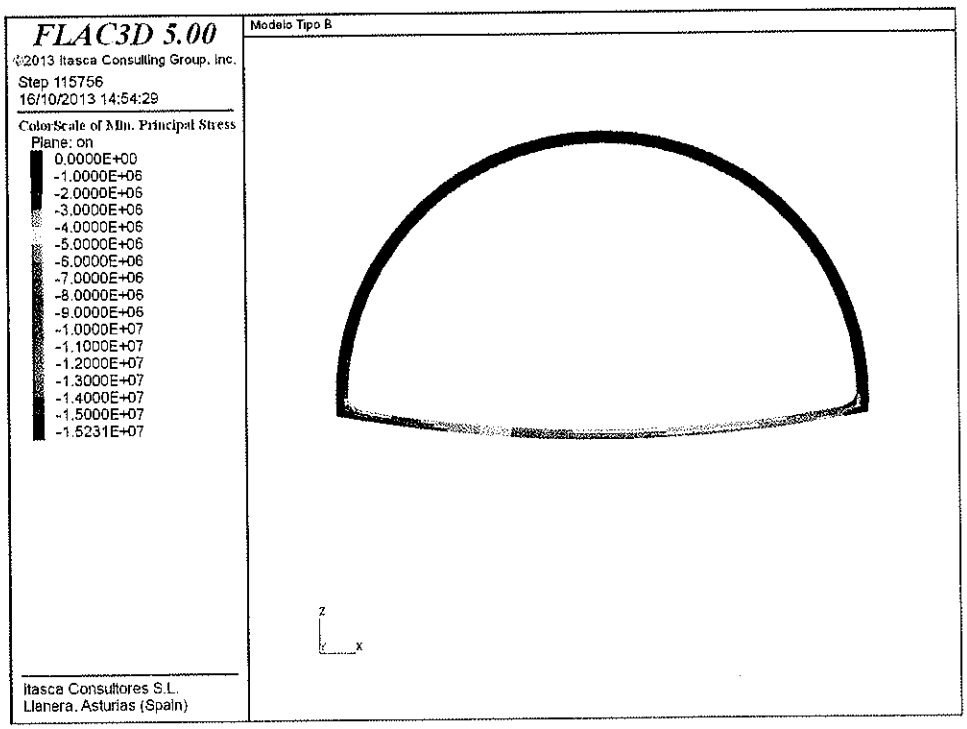


Figura 3.2-13. Sección tipo B. Compresiones en el hormigón (en Pa). Sección central. Fase intermedia del avance.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

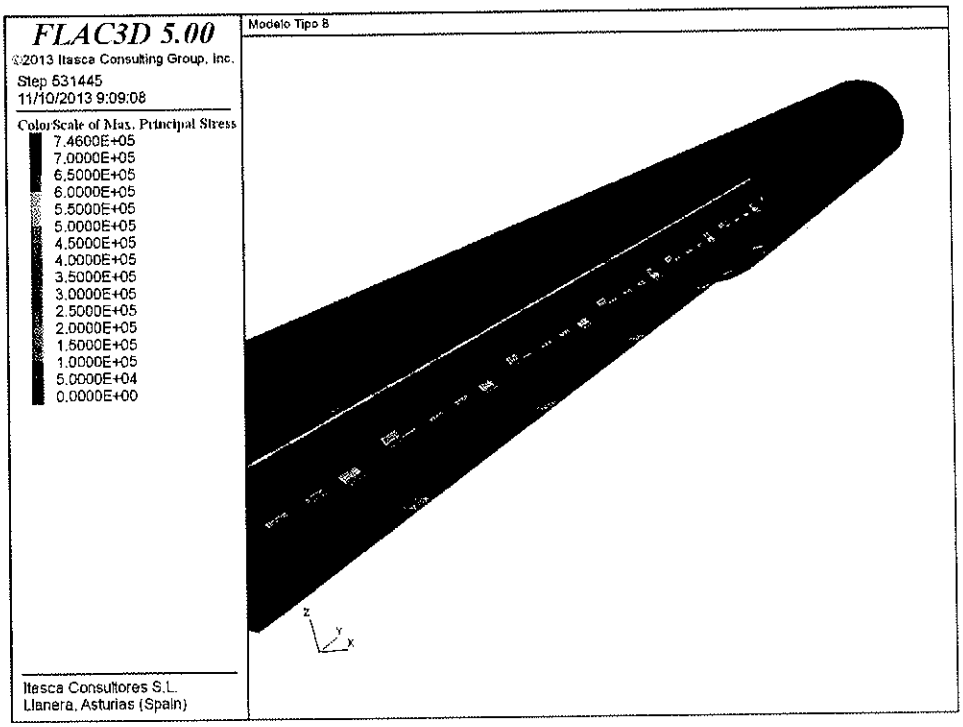


Figura 3.2-14. Sección tipo B. Tracciones en el hormigón (en Pa).

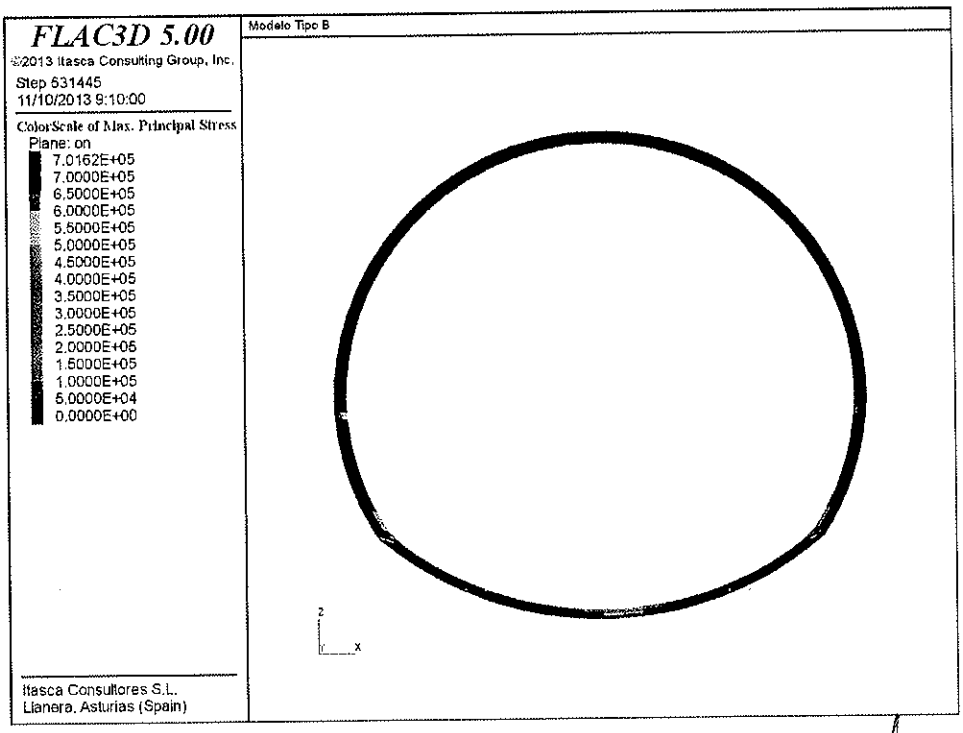


Figura 3.2-15. Sección tipo B. Tracciones en el hormigón (en Pa). Sección central.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

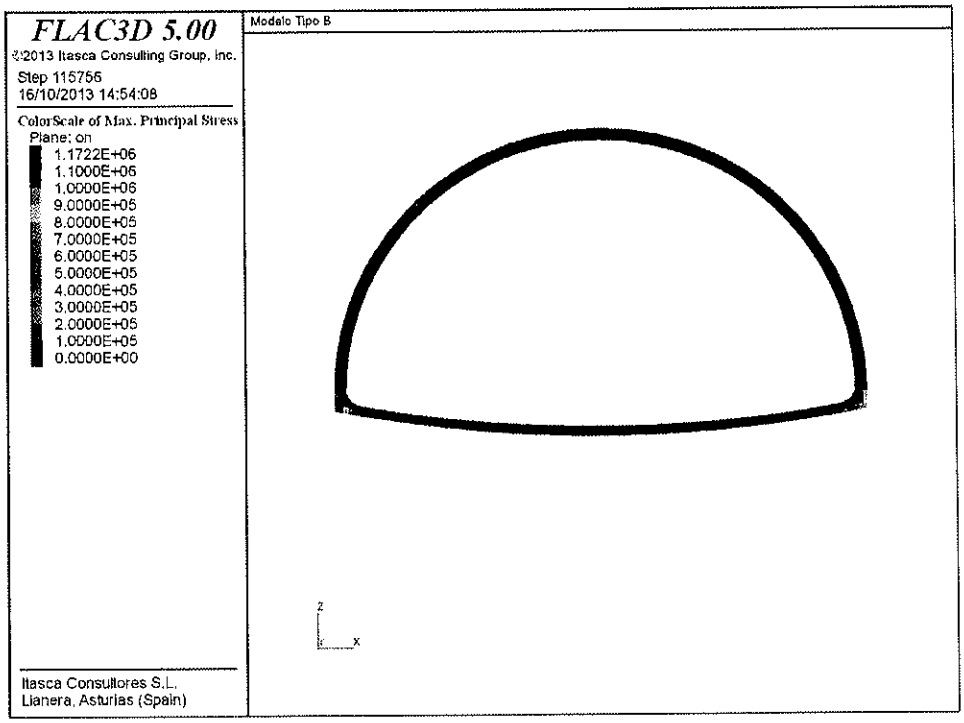


Figura 3.2-16. Sección tipo B. Tracciones en el hormigón (en Pa). Sección central. Fase intermedia del avance.

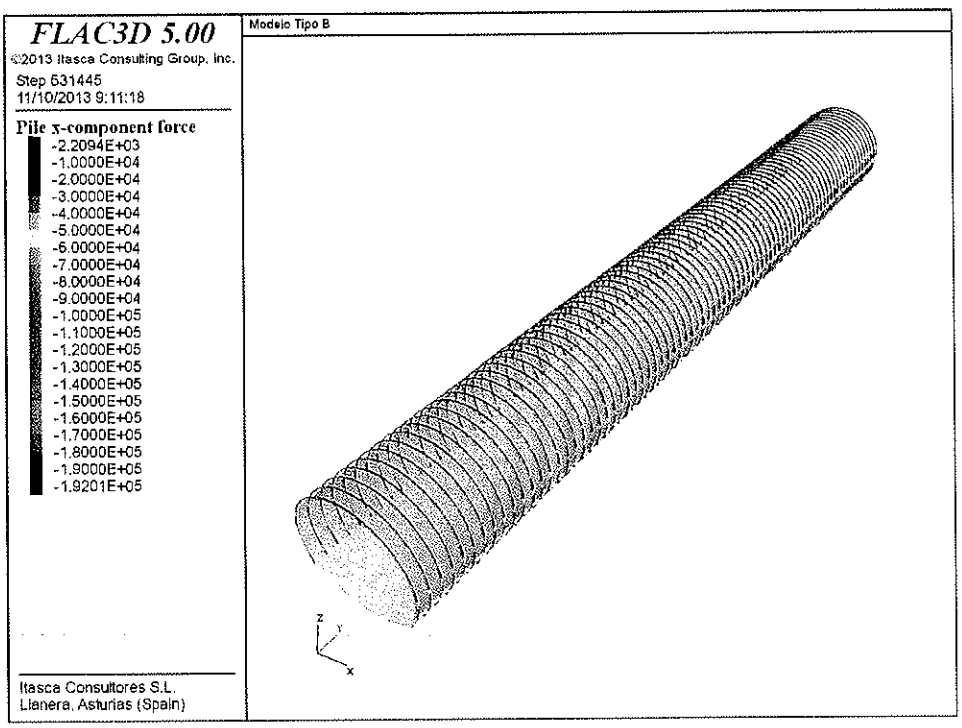


Figura 3.2-17. Sección tipo B. Distribución de axiles en las cerchas (en N).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

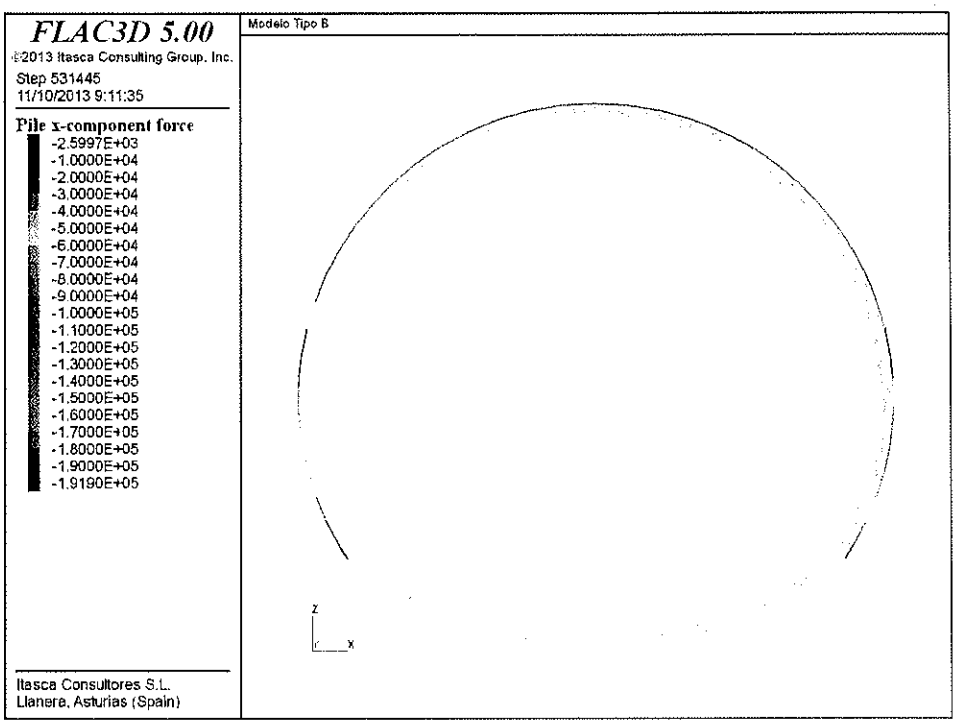


Figura 3.2-18. Sección tipo B. Distribución de axiles en las cerchas (en N). Sección central.

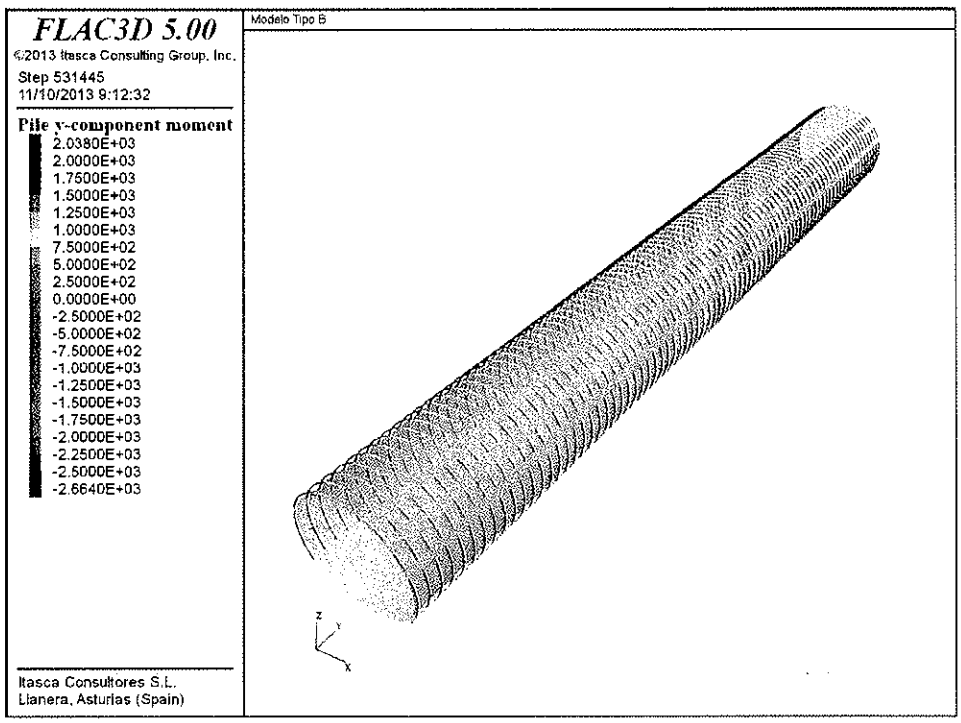


Figura 3.2-19. Sección tipo B. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

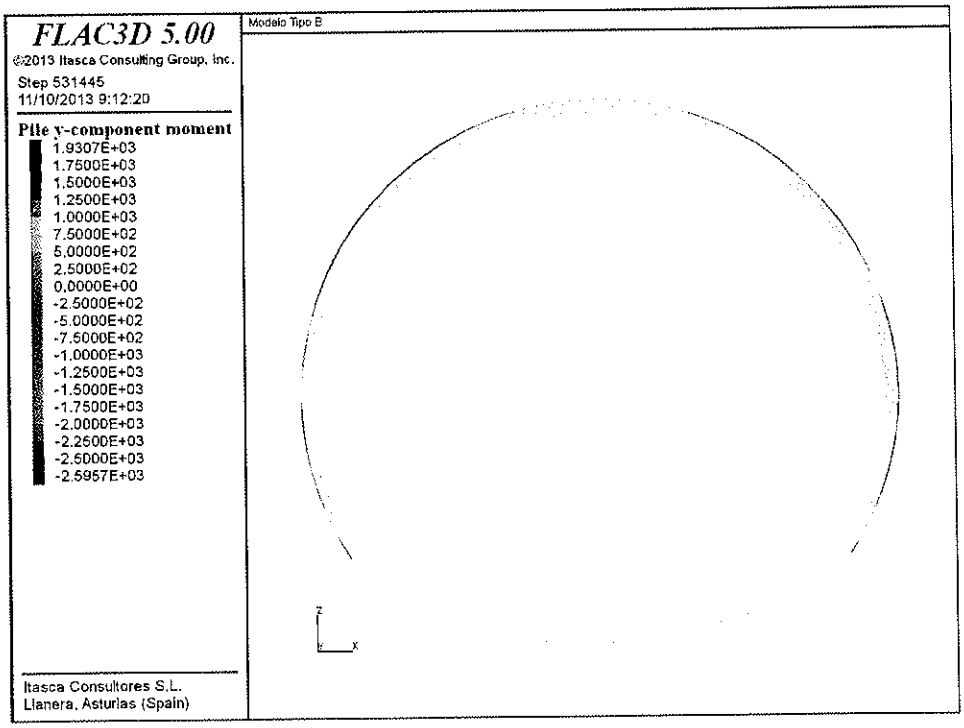


Figura 3.2-20. Sección tipo B. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N). Sección central.

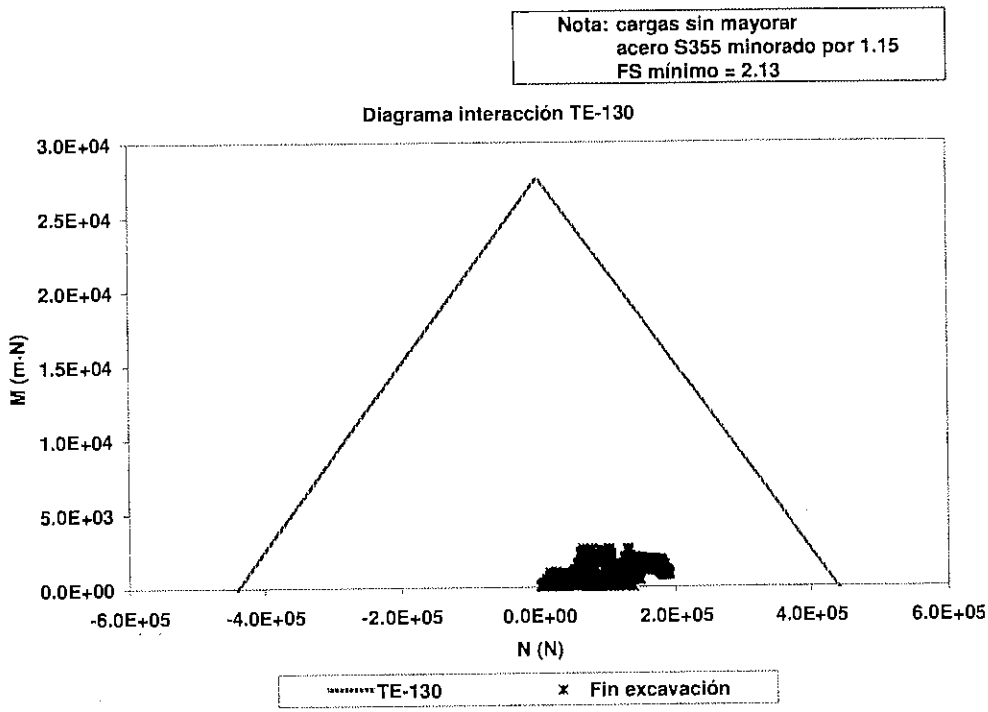


Figura 3.2-21. Sección tipo B. Diagrama de interacción de las cerchas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

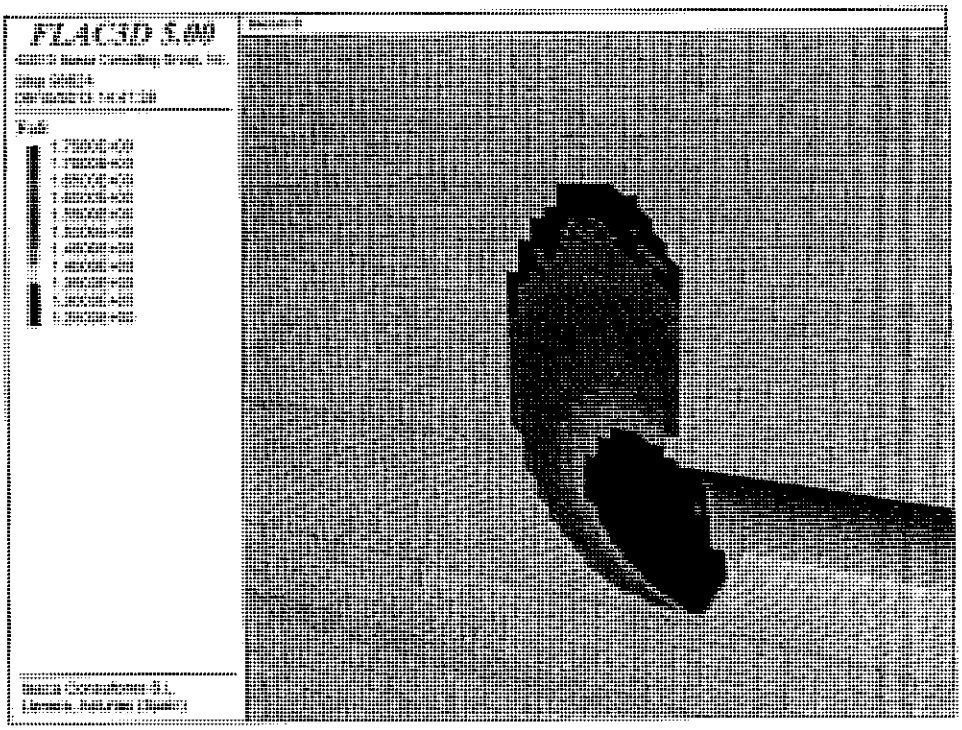


Figura 3.2-22. Sección tipo B. Factor de seguridad del frente de avance.

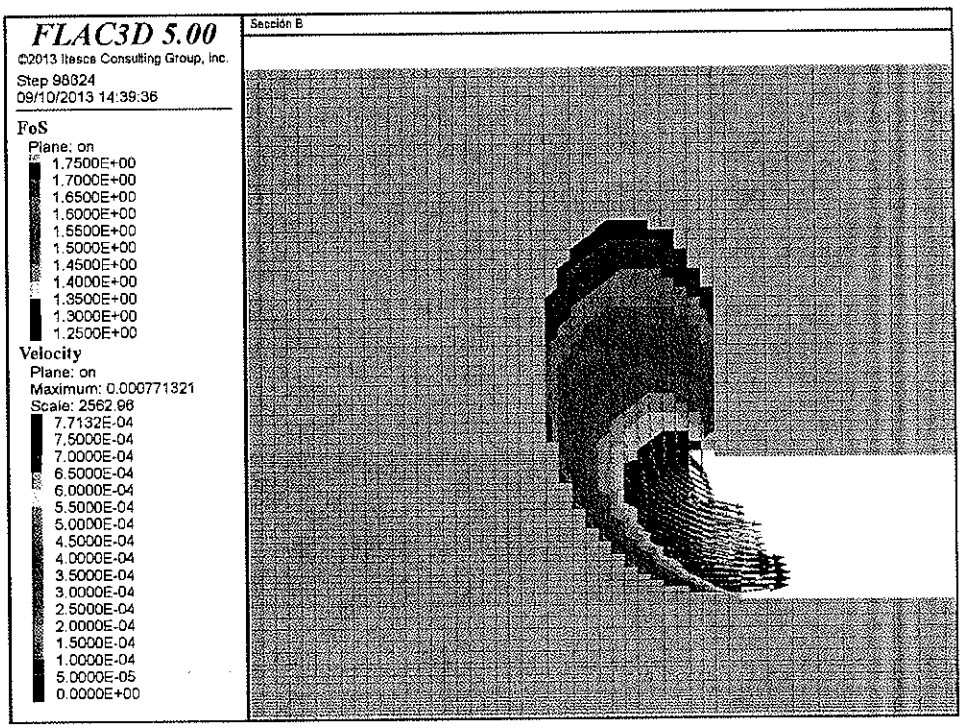


Figura 3.2-23. Sección tipo B. Factor de seguridad del frente de avance. Superficie potencial de rotura.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.3 Sección tipo B2

			Máximo	Figura Nº	Observaciones
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	26.0	3.3-1/3.3-4	Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	25.5	3.3-2/3.3-5	Localizados en el hastial de destroza
		Desp. Vertical en superficie (mm)	12.3	3.3-4	Máximo sobre clave
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	5.7	3.3-5	Máximo a 13 m del eje del túnel
		Plastificación	1-1.5 m	3.3-6/3.3-7	Alrededor de la excavación
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5	3.3-14/3.3-15	Las tracciones son nulas en prácticamente toda la sección Máximos puntuales (0.7 MPa) en la unión hastial-contrabóveda
		Compresiones (MPa)	3.9	3.3-11/3.3-12	Máximo localizado en la unión hastial-contrabóveda En la bóveda máximos de 3.5 MPa
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	20	3.3-10	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
		Bajada de clave medible (mm)	12.5	3.3-9	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
	Cerchas TE-130	Axil (T)	18.0	3.3-17/3.3-18	Estos valores corresponden a los máximos, no tienen porque ser concomitantes En diagrama de Interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=2.33
		Flector (m*T)	0.24	3.3-19/3.3-20	

Tabla 3.3-1. Sección tipo B2. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

Teniendo en cuenta las hipótesis consideradas en este modelo numérico (propiedades del terreno, geometría, cuantías de sostenimiento, longitud del pase de excavación, etc.), del cálculo realizado se concluye lo siguiente:

- El desplazamiento vertical máximo en la sección es de 26 mm sobre clave
- El desplazamiento horizontal máximo es de 25.5 mm en el hastial de destroza.
- El desplazamiento del frente de avance medio es de 40-50 mm.
- En superficie, estas deformaciones se traducen en un asiento máximo de 12.3 mm y un desplazamiento horizontal máximo de 5.7 mm.
- La bajada de clave máxima en el sostenimiento es de 12.5 mm. La semi-convergencia medible máxima en el avance es de 20 mm. En el modelo, se considera que la lectura de los puntos de monitoreo comienzan a una distancia de 0 m del frente.
- Las compresiones máximas en el sostenimiento son de 3.9 MPa en la unión hastial-contrabóveda. En los hombros de la bóveda, el máximo calculado es de 3.5 MPa.
- Las tracciones son prácticamente nulas en toda la sección, salvo en la unión entre el hastial y la contrabóveda, con máximos de 0.65 MPa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Representando los axiles y flectores concomitantes de todos los elementos de cercha en un diagrama de interacción y teniendo en cuenta la resistencia de la cercha, se obtienen factores de seguridad mínimos de FS=2.33 .

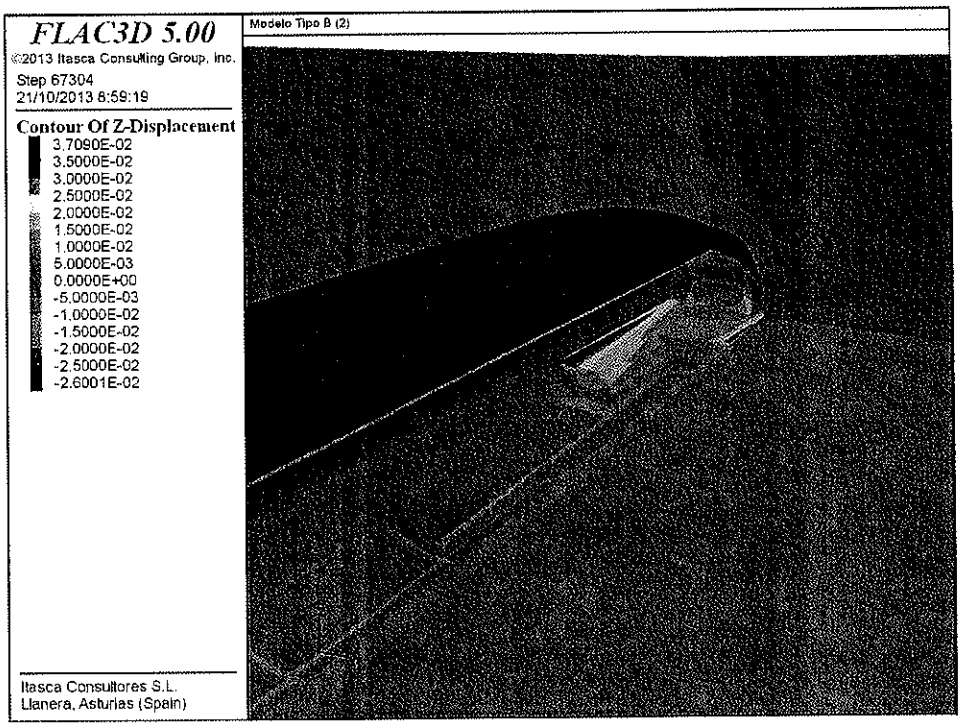


Figura 3.3-1. Sección tipo B2. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Fase intermedia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

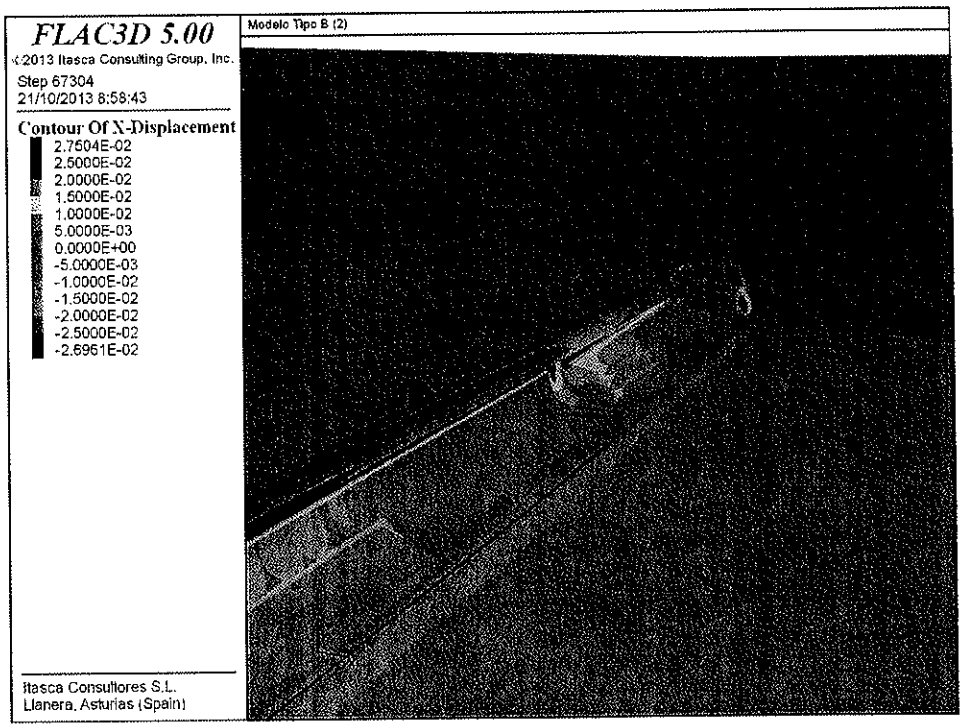


Figura 3.3-2. Sección tipo B2. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Fase intermedia.

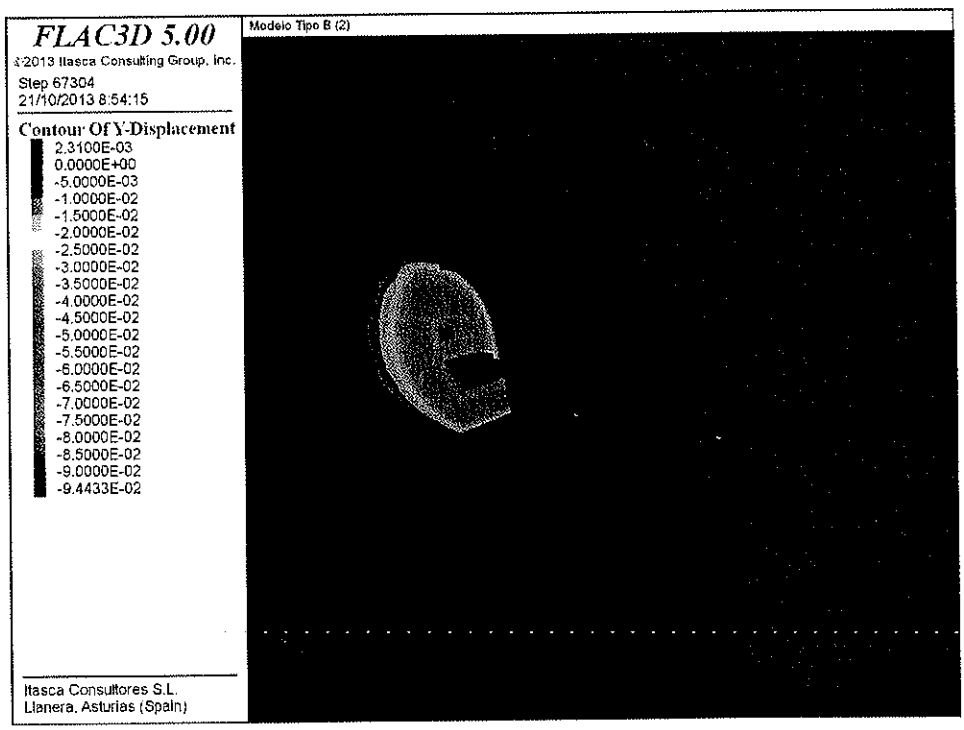


Figura 3.3-3. Sección tipo B2. Desplazamiento horizontal longitudinal del terreno (en m). Fase intermedia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag.

[88]

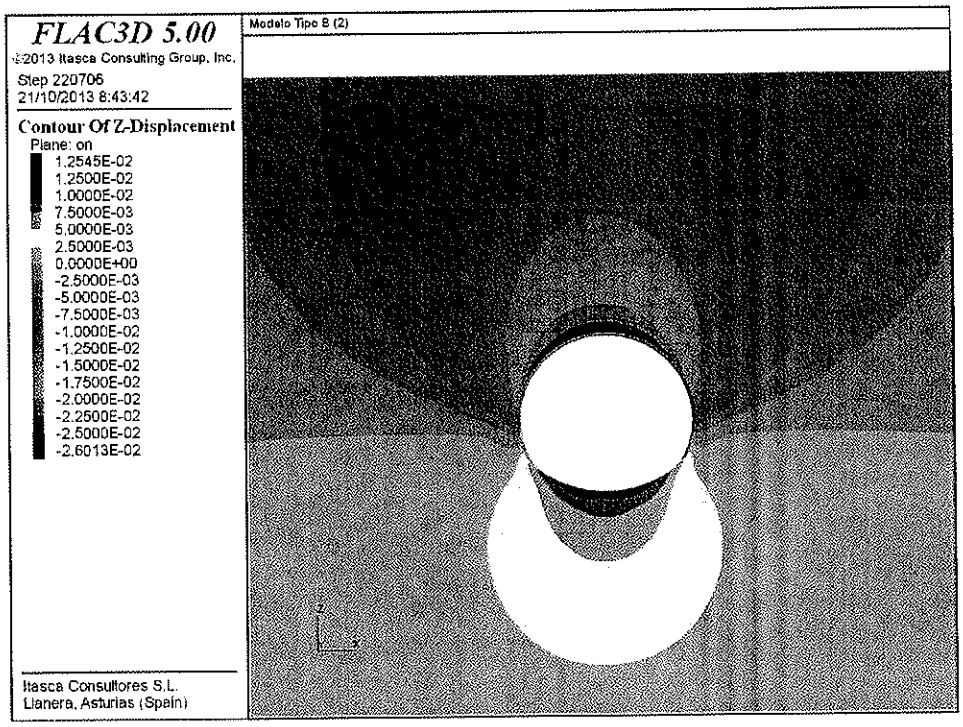


Figura 3.3-4. Sección tipo B2. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

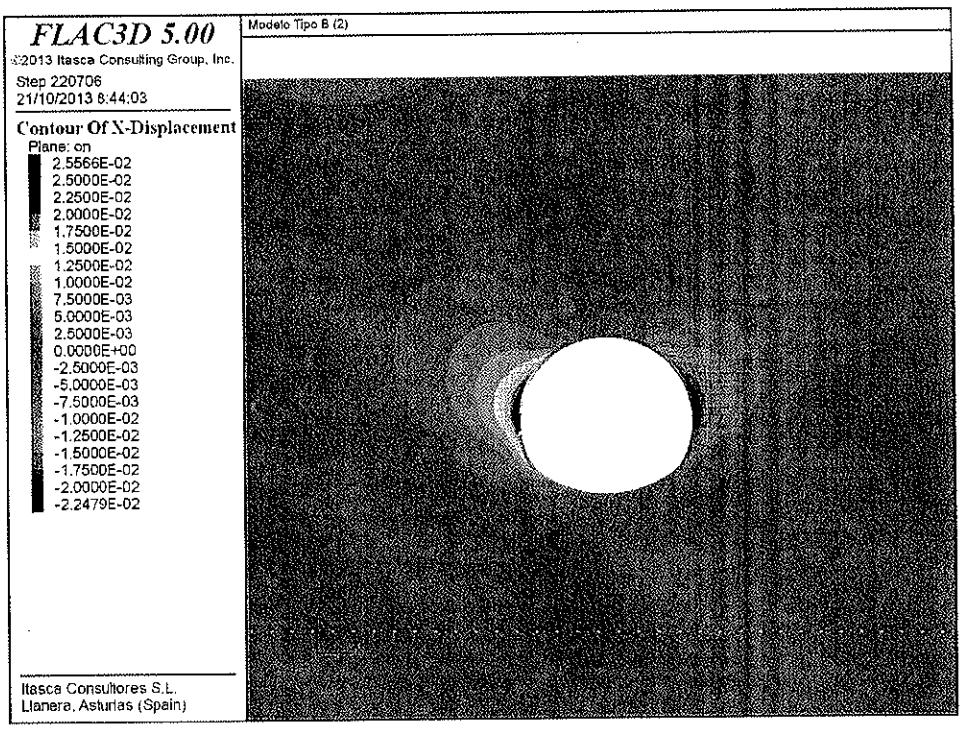


Figura 3.3-5. Sección tipo B2. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

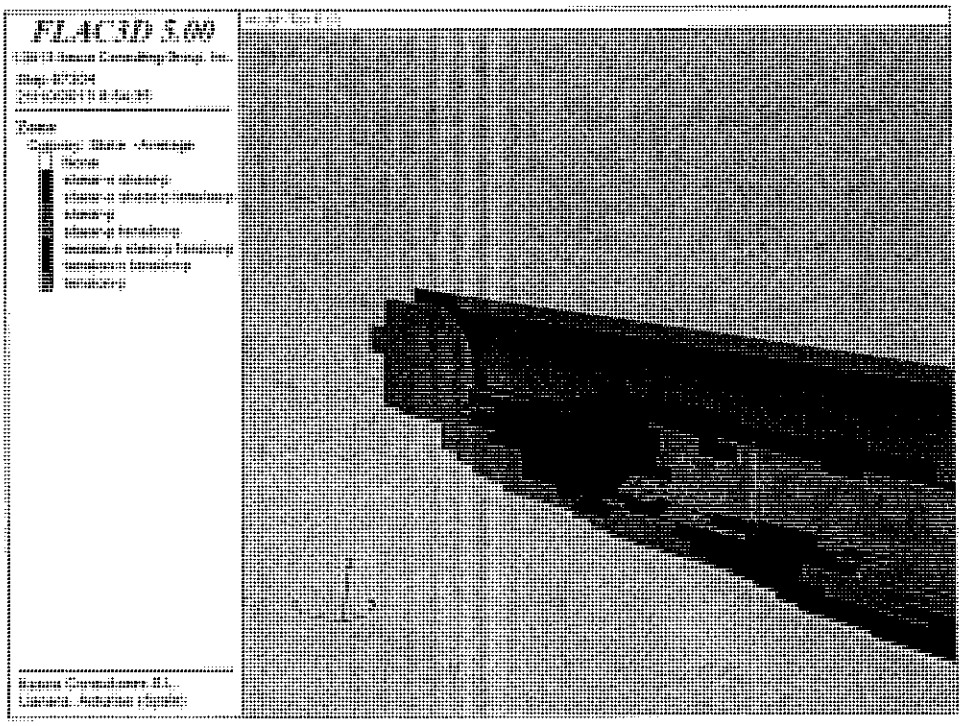


Figura 3.3-6. Sección tipo B2. Elementos plastificados en el terreno. Fase intermedia.

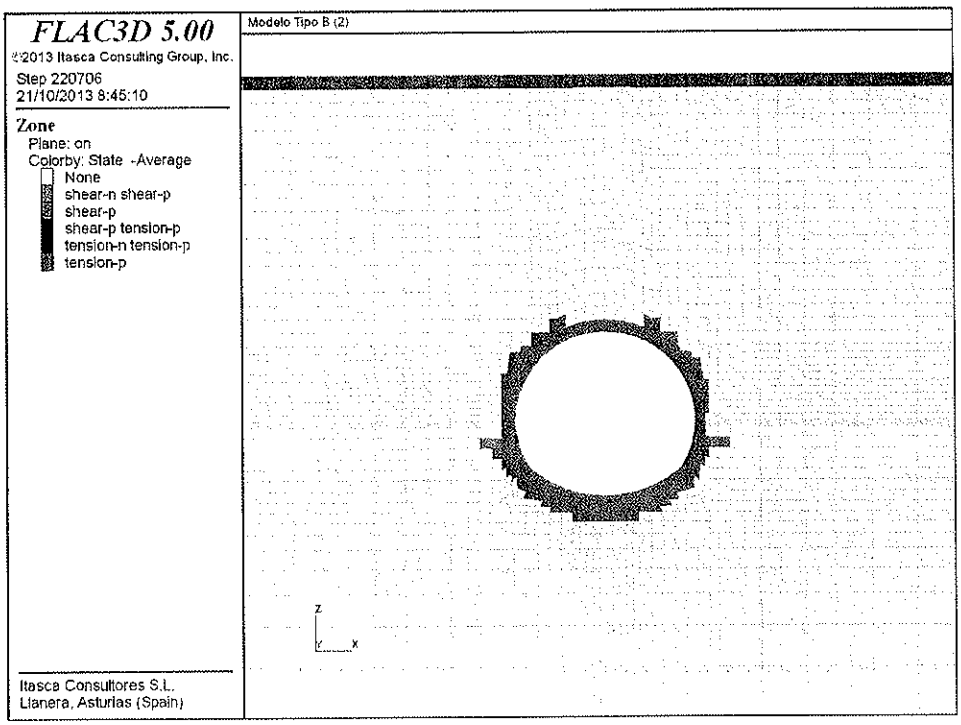


Figura 3.3-7. Sección tipo B2. Elementos plastificados en el terreno. Fase final.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

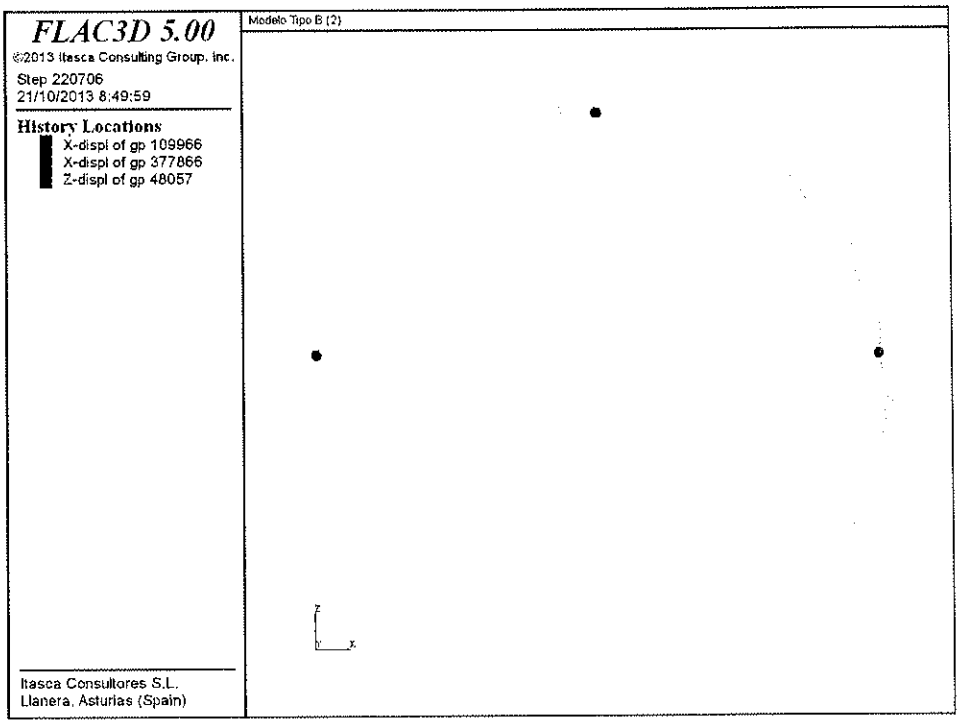


Figura 3.3-8. Sección tipo B2. Localización puntos de control en el sostenimiento.

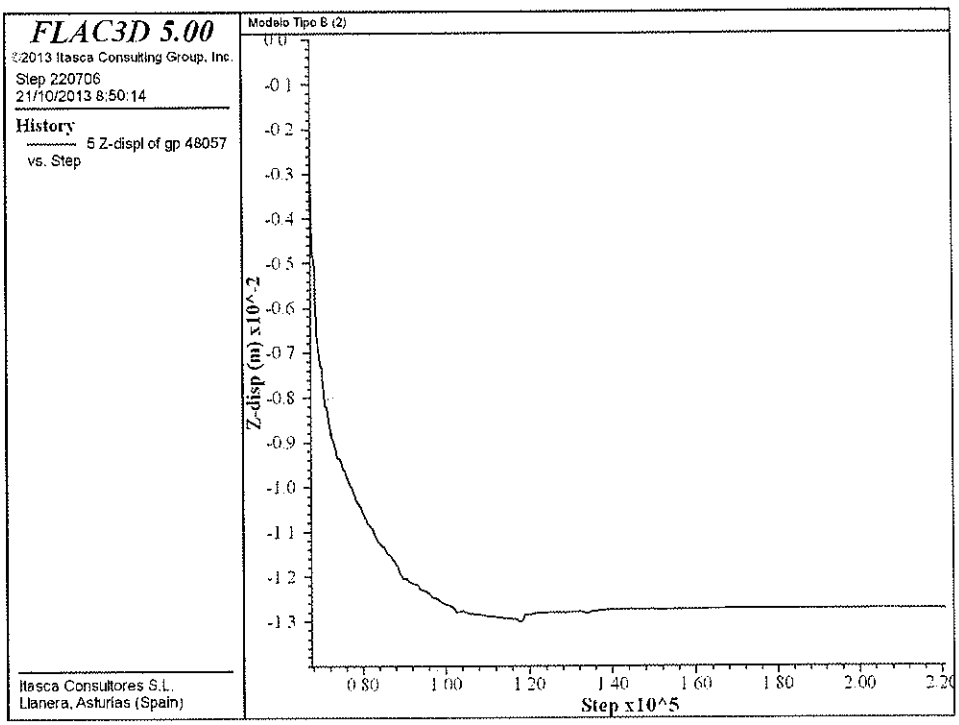


Figura 3.3-9. Sección tipo B2. Evolución monitoreo bajada de clave

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

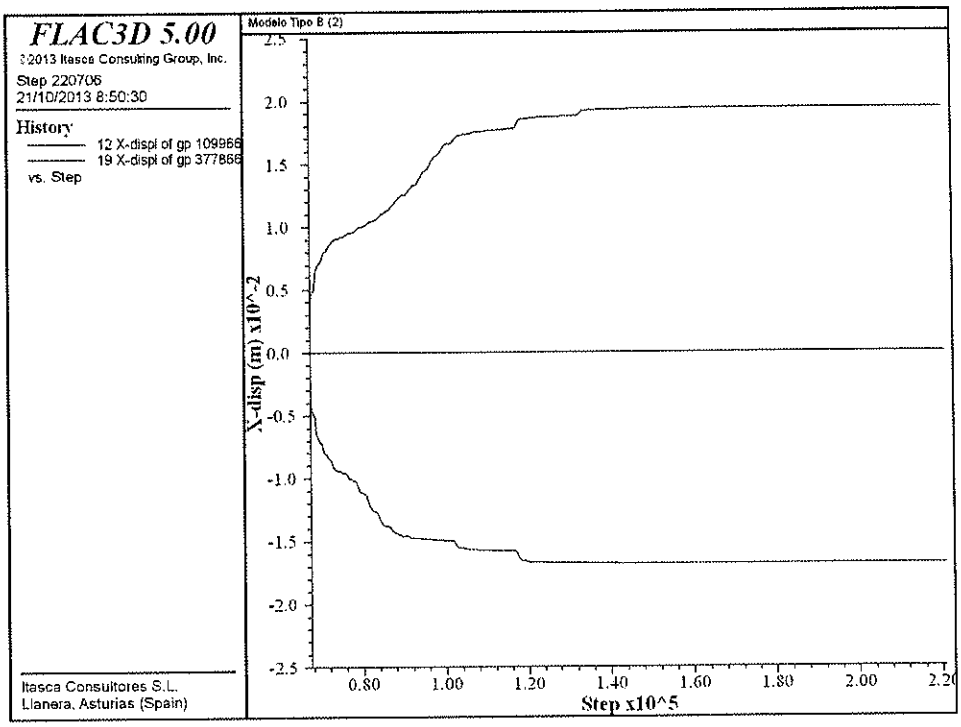


Figura 3.3-10. Sección tipo B2. Evolución monitoreo bóveda en hombros.

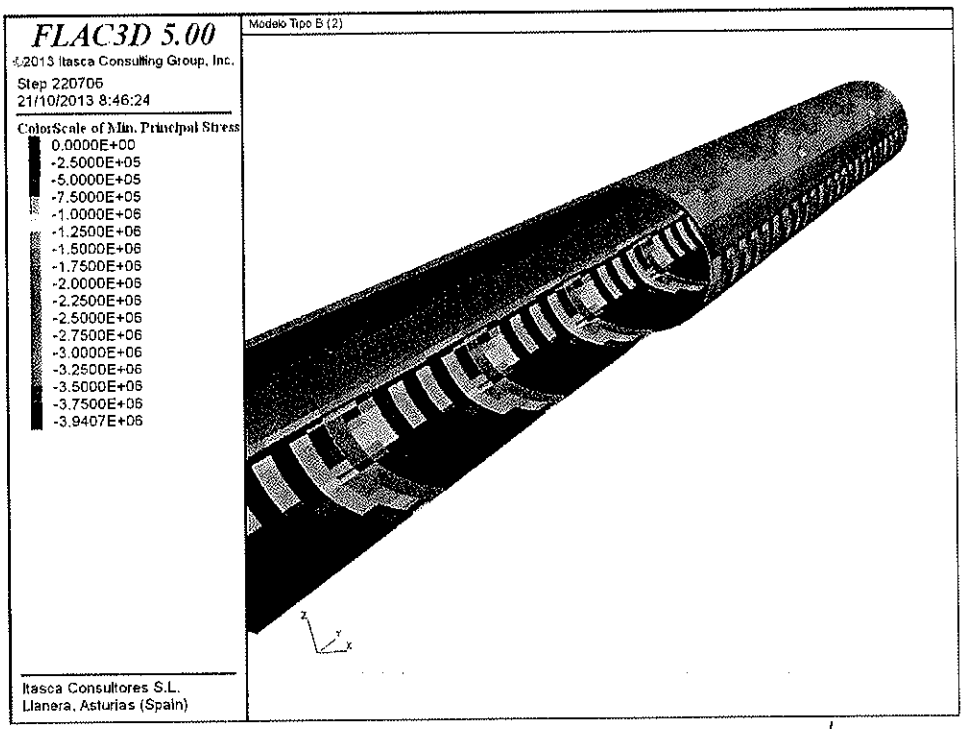


Figura 3.3-11. Sección tipo B2. Compresiones en el hormigón (en Pa).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

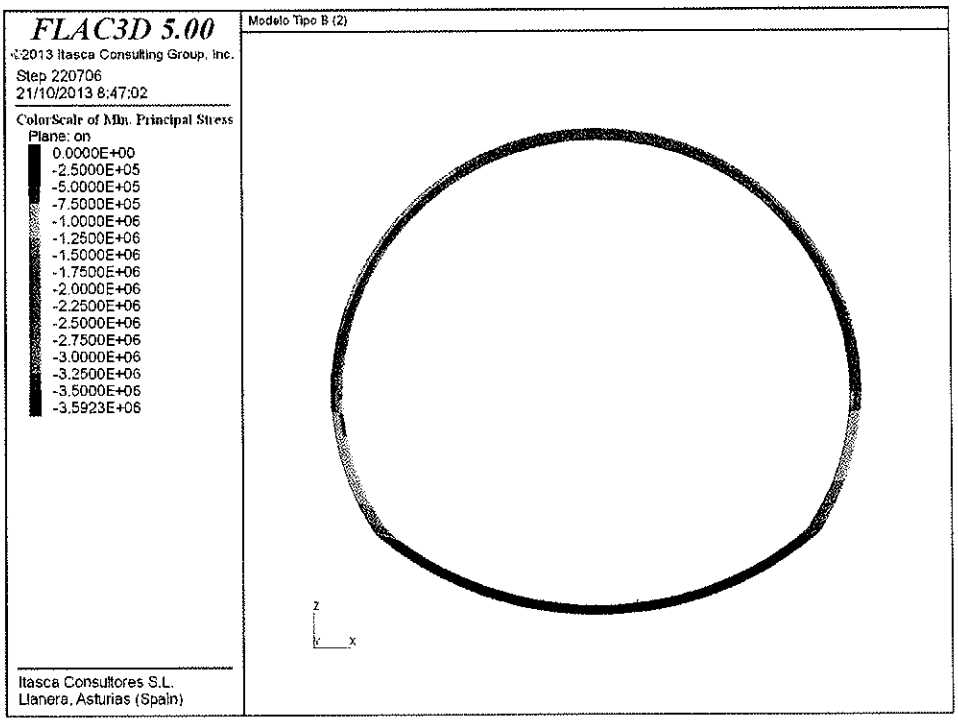


Figura 3.3-12. Sección tipo B2. Compresiones en el hormigón (en Pa). Sección central.

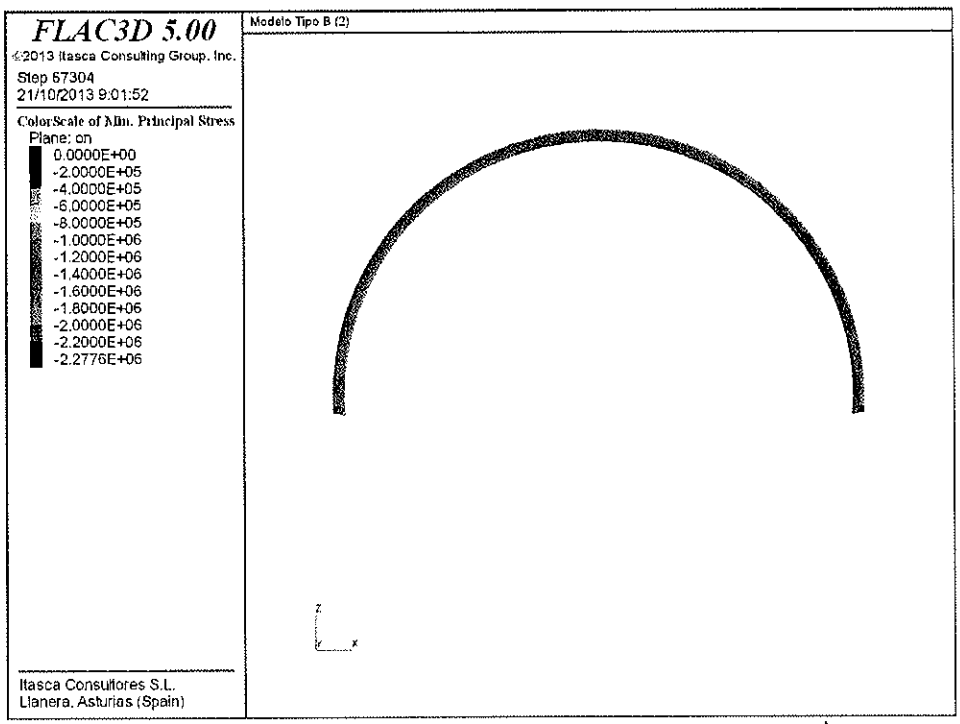


Figura 3.3-13. Sección tipo B2. Compresiones en el hormigón (en Pa). Sección central. Fase intermedia del avance.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

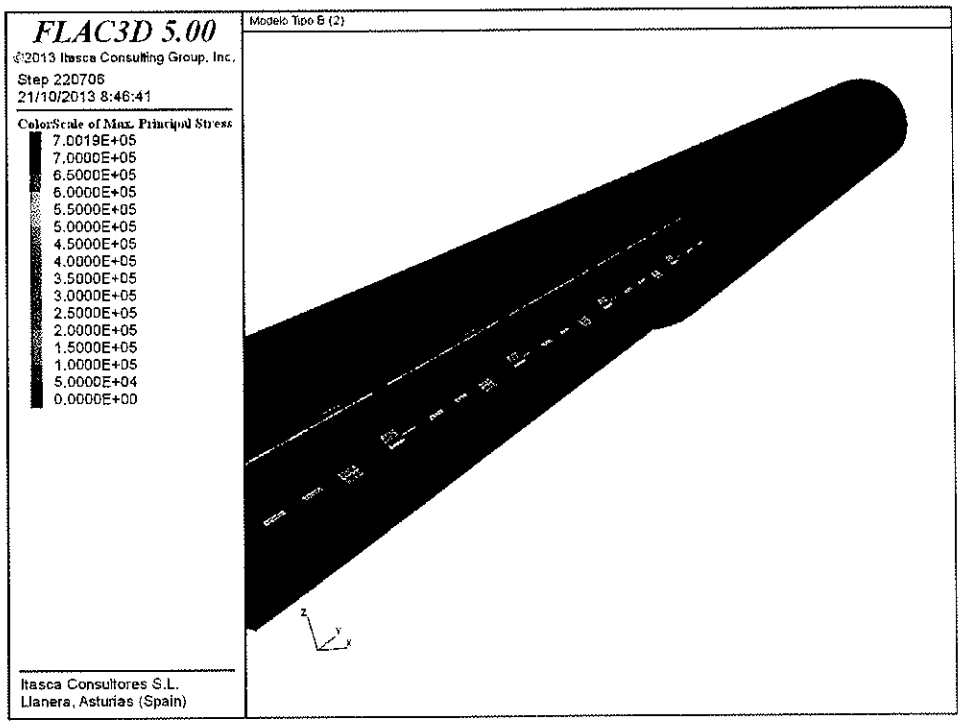
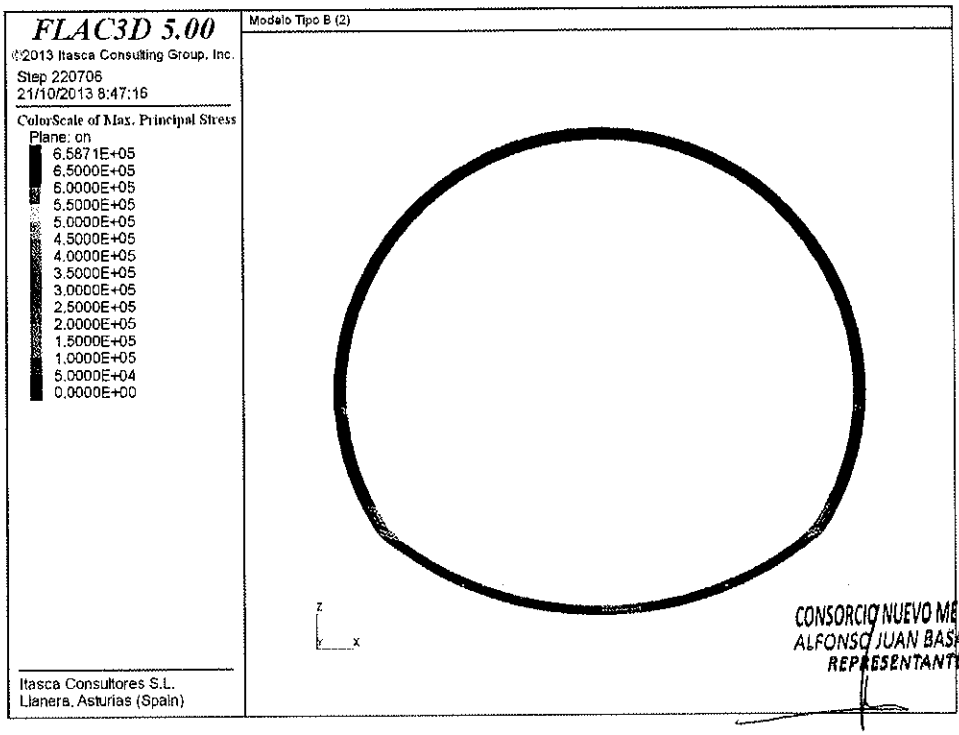


Figura 3.3-14. Sección tipo B2. Tracciones en el hormigón (en Pa).



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Figura 3.3-15. Sección tipo B2. Tracciones en el hormigón (en Pa). Sección central.

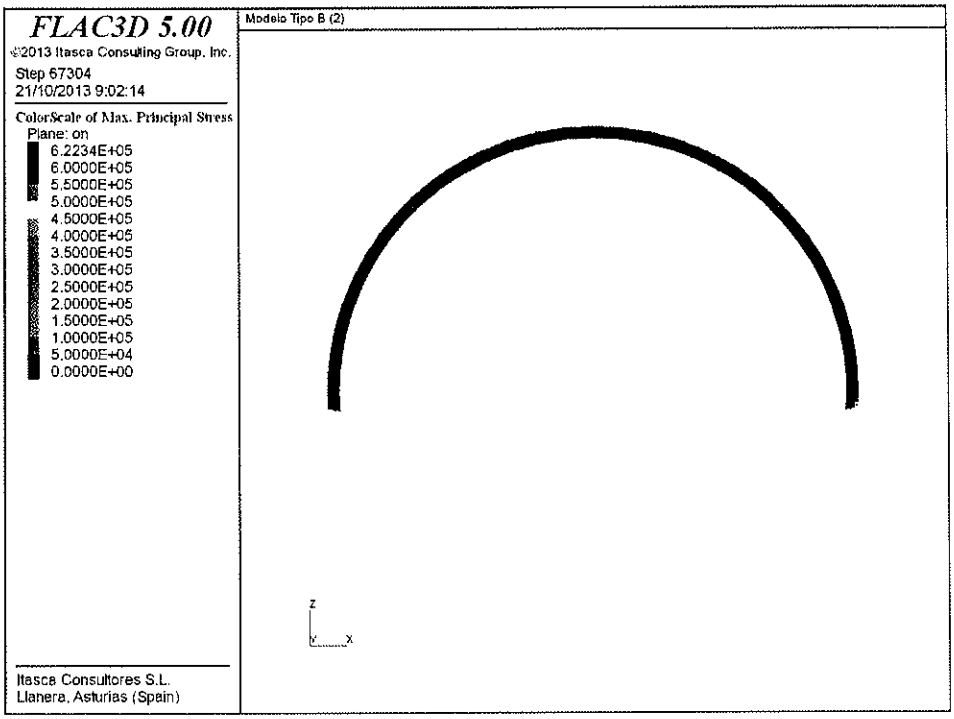


Figura 3.3-16. Sección tipo B2. Tracciones en el hormigón (en Pa). Sección central. Fase intermedia del avance.

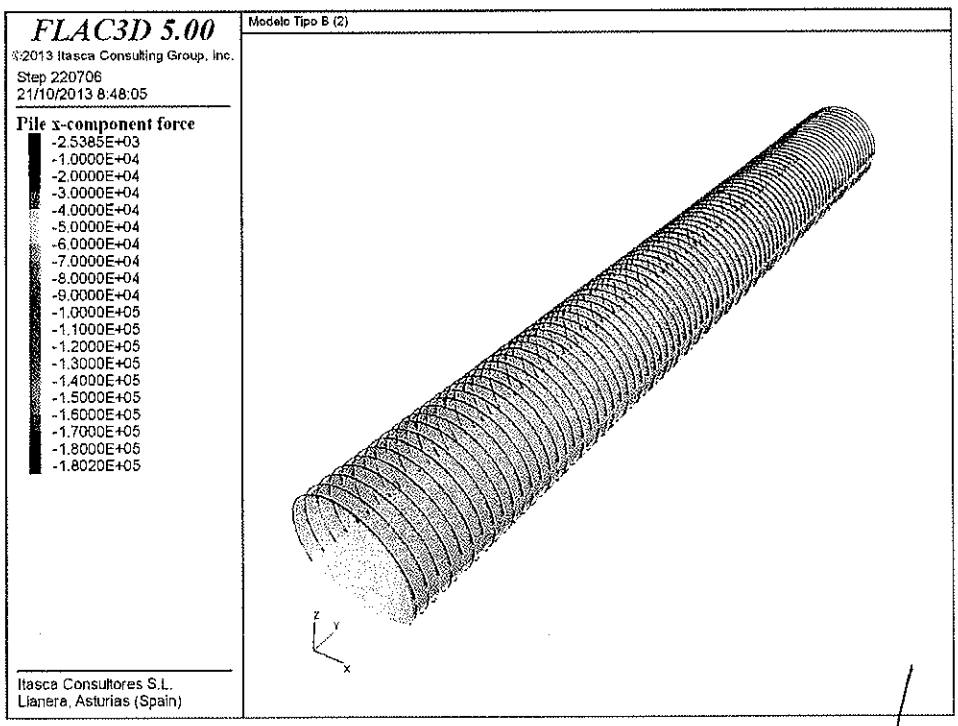


Figura 3.3-17. Sección tipo B2. Distribución de axiles en las cerchas (en N).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

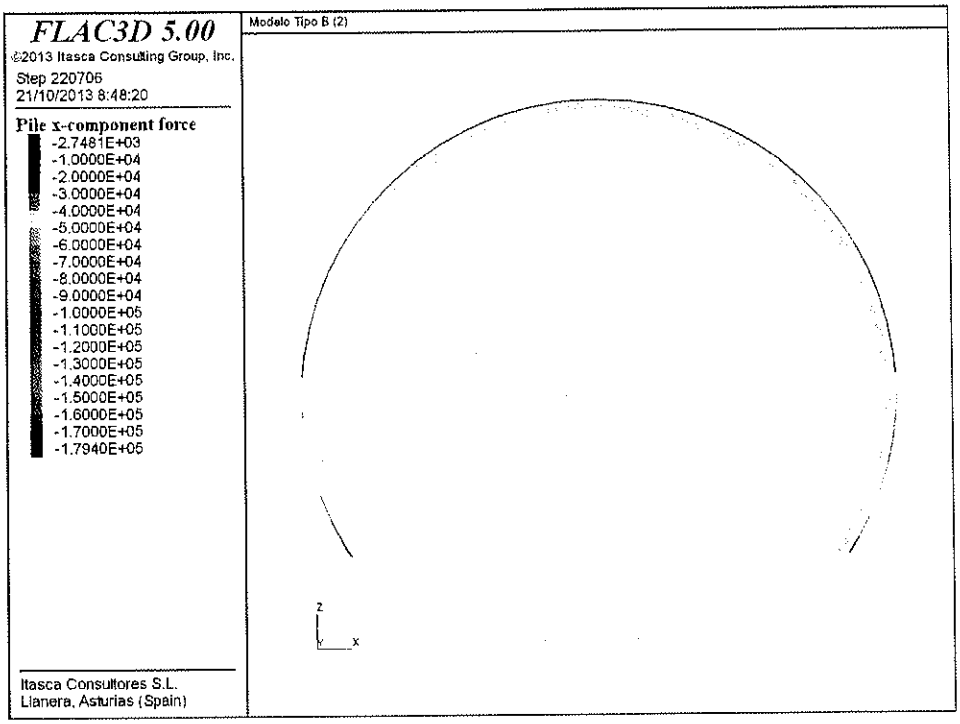


Figura 3.3-18. Sección tipo B2. Distribución de axiles en las cerchas (en N). Sección central.

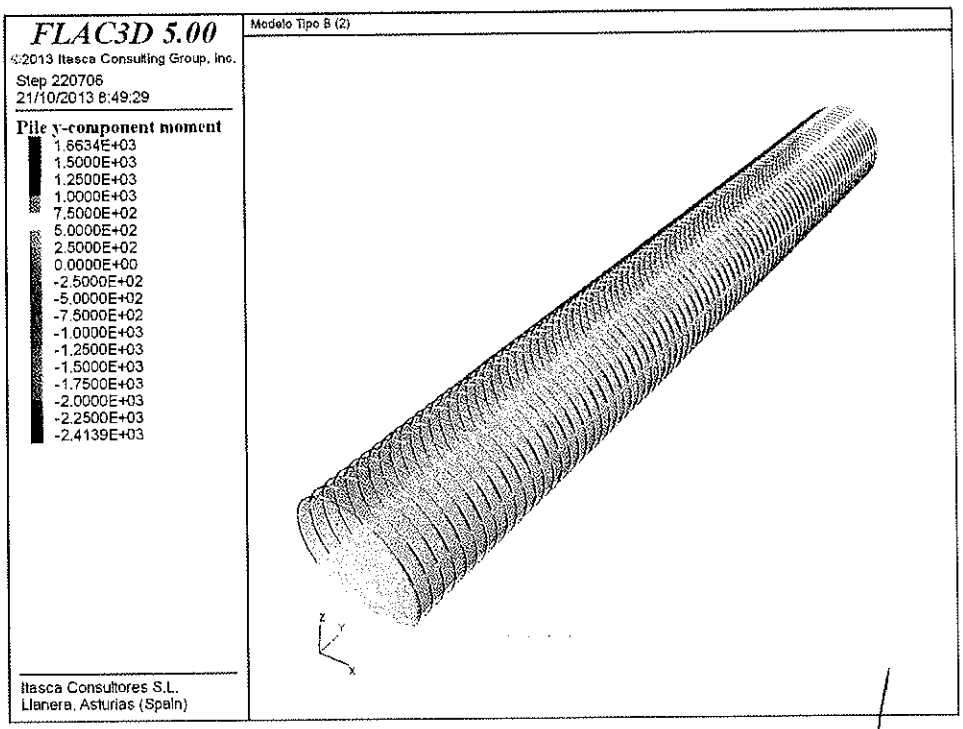


Figura 3.3-19. Sección tipo B2. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N).

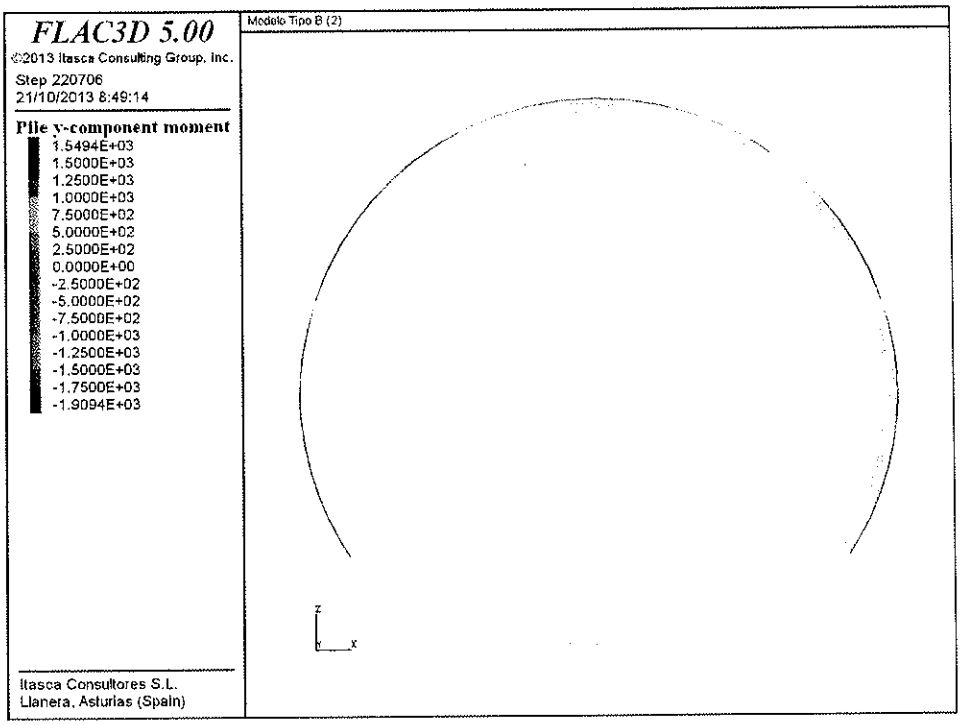


Figura 3.3-20. Sección tipo B2. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N). Sección central.

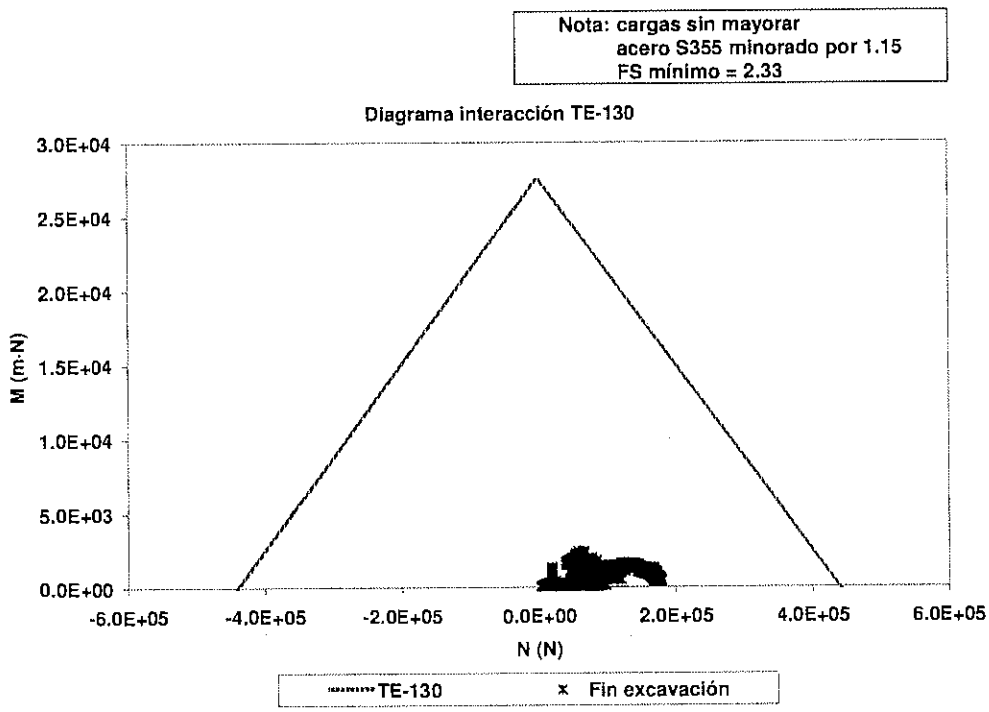


Figura 3.3-21. Sección tipo B2. Diagrama de interacción de las cerchas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.4 Sección tipo Caverna

			Máximo	Figura Nº	Observaciones
Fase Final Avance	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	35.7	3.4-1/3.4-4	Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	11.3	3.4-2/3.4-5	Localizados sobre el hombro de la bóveda
		Desp. Vertical en superficie (mm)	12.2	3.4-4	Descenso bastante homogéneo de todo el terreno sobre al bóveda, parece indicar un cierto hincamiento de la bóveda en el terreno
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	5.6	3.4-5	Máximo a 24 m del eje del túnel
		Plastificación	1.5 m	3.4-7/3.4-8	Sobre clave, 5 m bajo la solera del avance
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.03	3.4-14/3.4-15	Las tracciones son nulas en prácticamente toda la sección Máximos puntuales cara interior del hombro
		Compresiones (MPa)	4.9	3.4-12/3.4-13	Máximo localizado en la base de la bóveda En la bóveda máximos de 3.8 MPa
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	6.9	3.4-11	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
		Bajada de clave medible (mm)	23.5	3.4-10	Lectura tomada a una distancia de 0 m del frente de avance
	Cerchas TE-130	Axil (T)	25.6	3.4-16/3.4-17	Estos valores corresponden a los máximos, no tienen porque ser concomitantes En diagrama de Interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=1.60
		Flector (m*T)	0.15	3.4-18/3.4-19	
Factor de seguridad del frente			1.4	3.4-21/3.4-22	Se considera una fase intermedia con el pase de avance abierto (1 m)

Tabla 3.4-1. Sección tipo caverna. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

Teniendo en cuenta las hipótesis consideradas en este modelo numérico (propiedades del terreno, geometría, cuantías de sostenimiento, longitud del pase de excavación, etc.), del cálculo realizado se concluye lo siguiente:

- El desplazamiento vertical máximo, al final del avance, en la sección es de 35.7 mm sobre clave
- El desplazamiento horizontal máximo es de 11.3 mm en hombro de la bóveda.
- El desplazamiento del frente de avance medio es de 54 mm.
- En superficie, estas deformaciones se traducen en un asiento máximo de 12.2 mm y un desplazamiento horizontal máximo de 5.6 mm.
- La bajada de clave máxima en el sostenimiento es de 23.5 mm. La semi-convergencia medible máxima en el avance es de 7 mm. En el modelo, se considera que la lectura de los puntos de monitoreo comienzan a una distancia de 0 m del frente.
- Se produce cierto hincamiento de la bóveda en el terreno, que se refleja en un desplazamiento vertical en la base de apoyo de la misma.
- Las compresiones máximas en el sostenimiento son de 4.9 MPa en la base de apoyo de la bóveda. En la bóveda, el máximo calculado es de 3.8 MPa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Las tracciones son prácticamente nulas en toda la sección. En el intradós del hombro se obtienen máximos de 0.03 MPa.

- Representando los axiles y flectores concomitantes de todos los elementos de cercha en un diagrama de interacción y teniendo en cuenta la resistencia de la cercha, se obtienen factores de seguridad mínimos de FS=1.60 .

- El análisis de la estabilidad del frente da como resultado un FS mínimo en el frente de 1.40

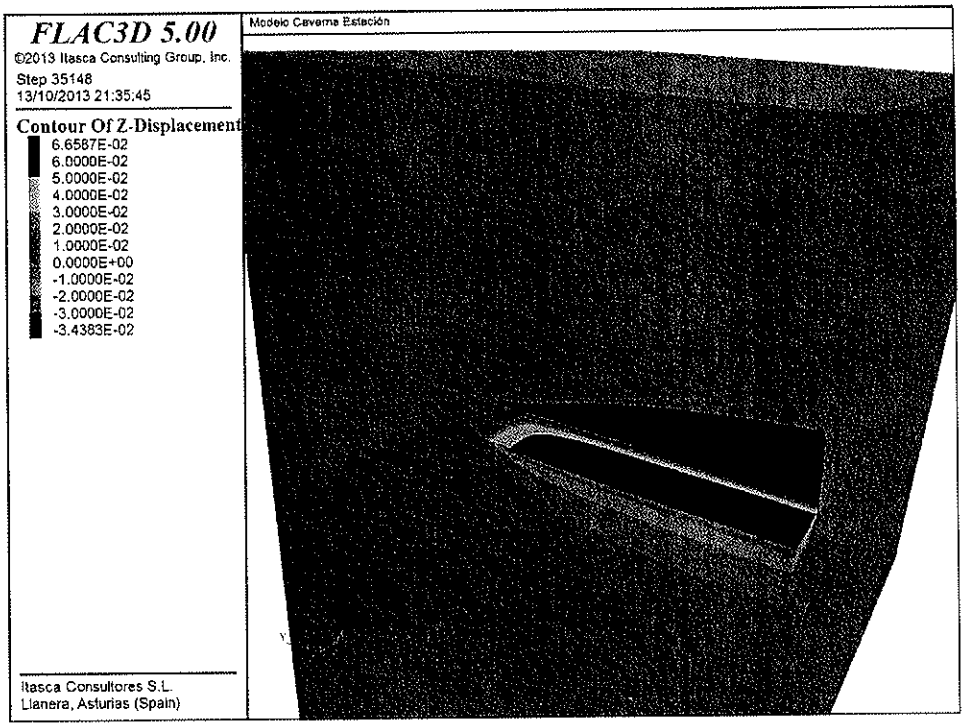


Figura 3.4-1. Sección tipo caverna. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Fase intermedia

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

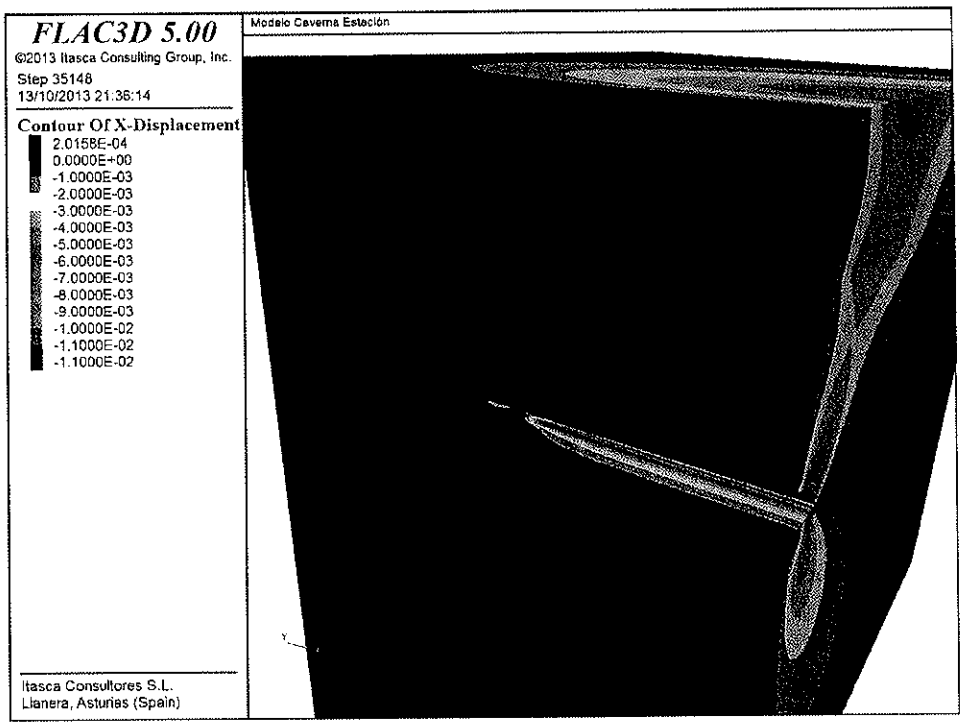


Figura 3.4-2. Sección tipo caverna. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Fase intermedia.

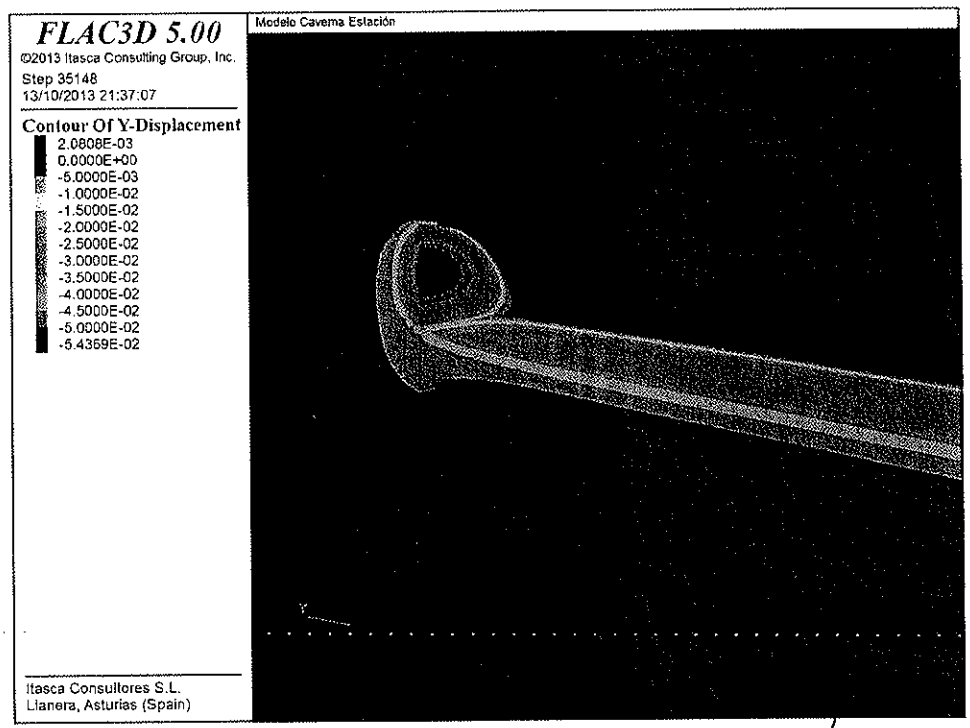


Figura 3.4-3. Sección tipo caverna. Desplazamiento horizontal longitudinal del terreno (en m). Fase intermedia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

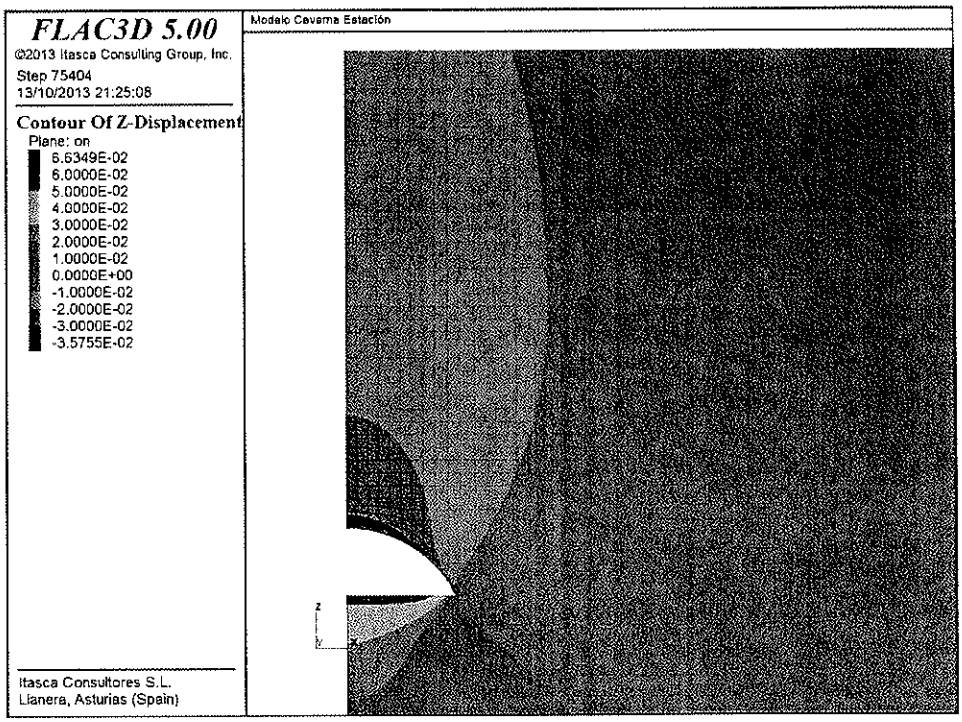


Figura 3.4-4. Sección tipo caverna. Desplazamiento vertical del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

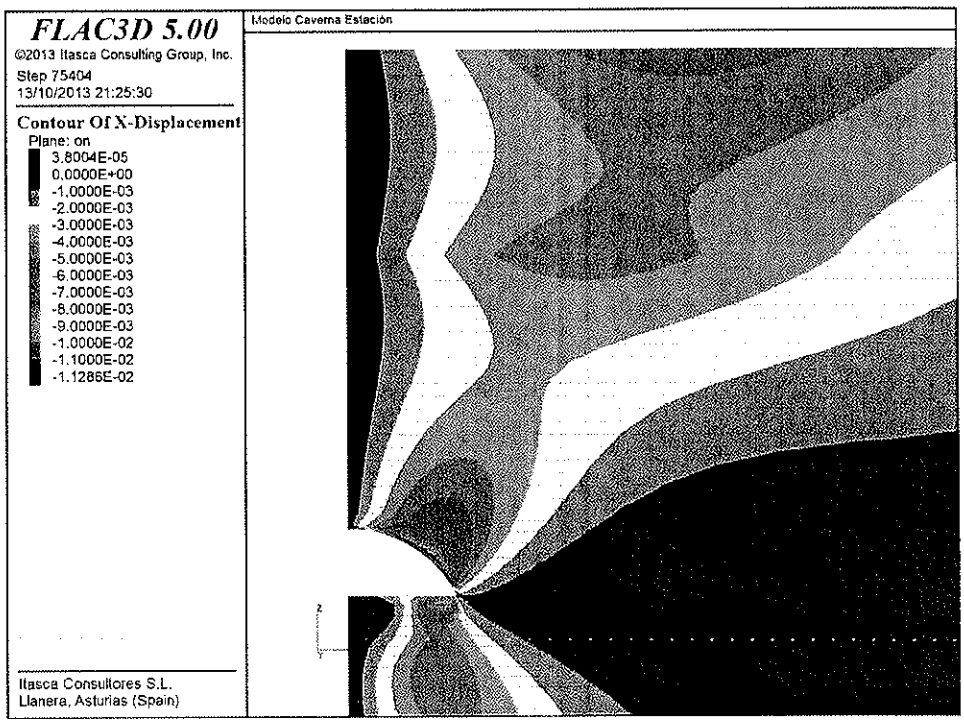


Figura 3.4-5. Sección tipo caverna. Desplazamiento horizontal transversal del terreno (en m). Sección vertical. Fase final.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

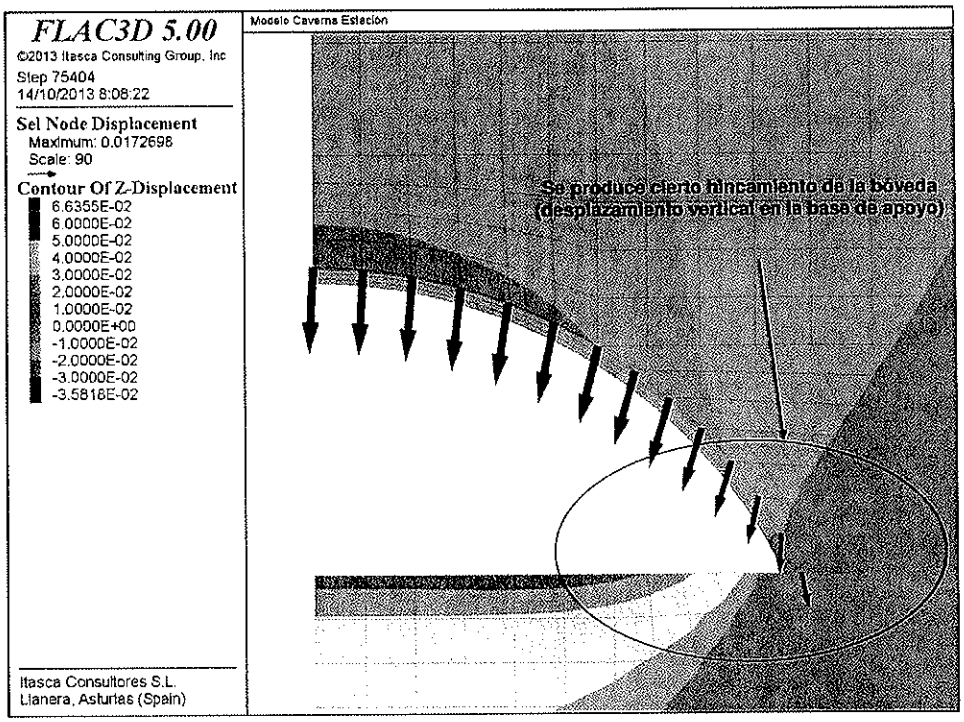


Figura 3.4-6. Sección tipo caverna. Desplazamiento vertical de la bóveda en una sección intermedia.

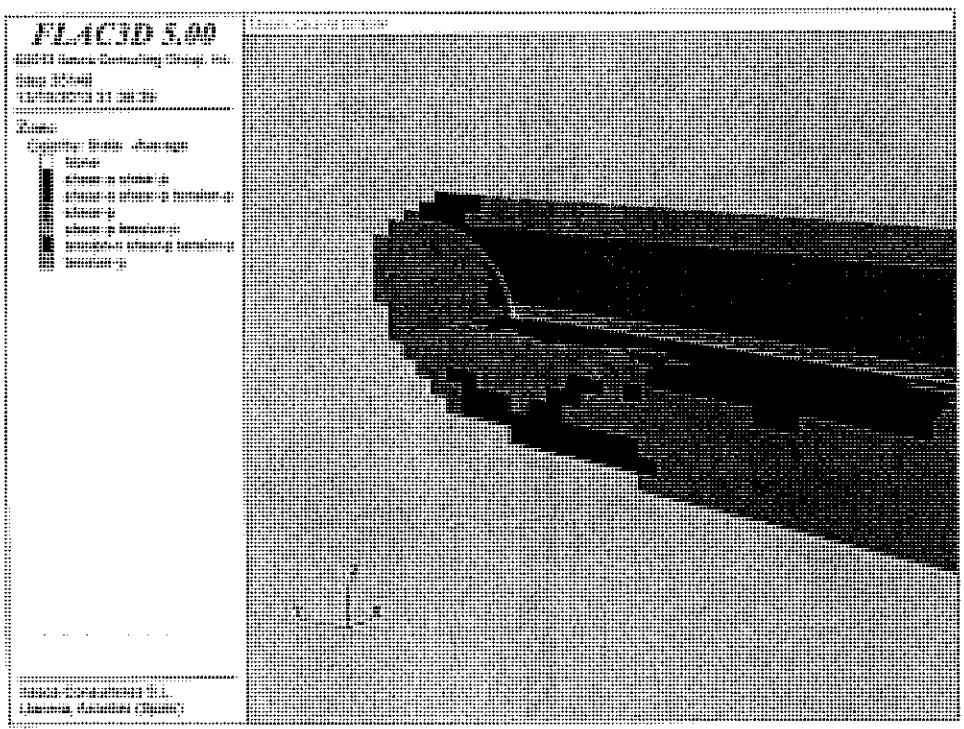


Figura 3.4-7. Sección tipo caverna. Elementos plastificados en el terreno. Fase intermedia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

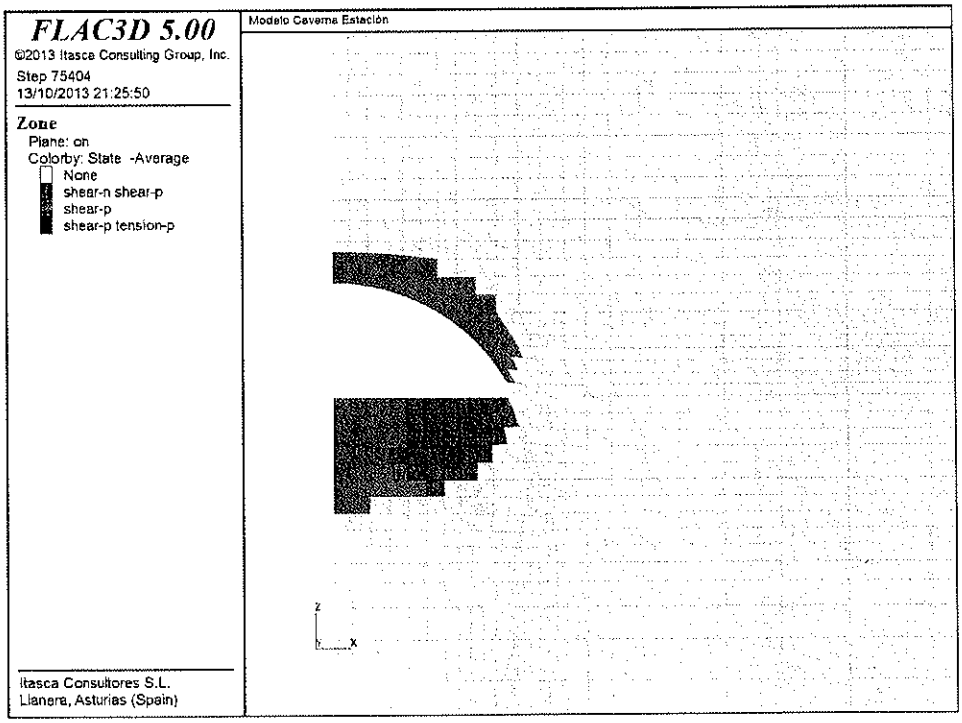


Figura 3.4-8. Sección tipo caverna. Elementos plastificados en el terreno. Fase final.

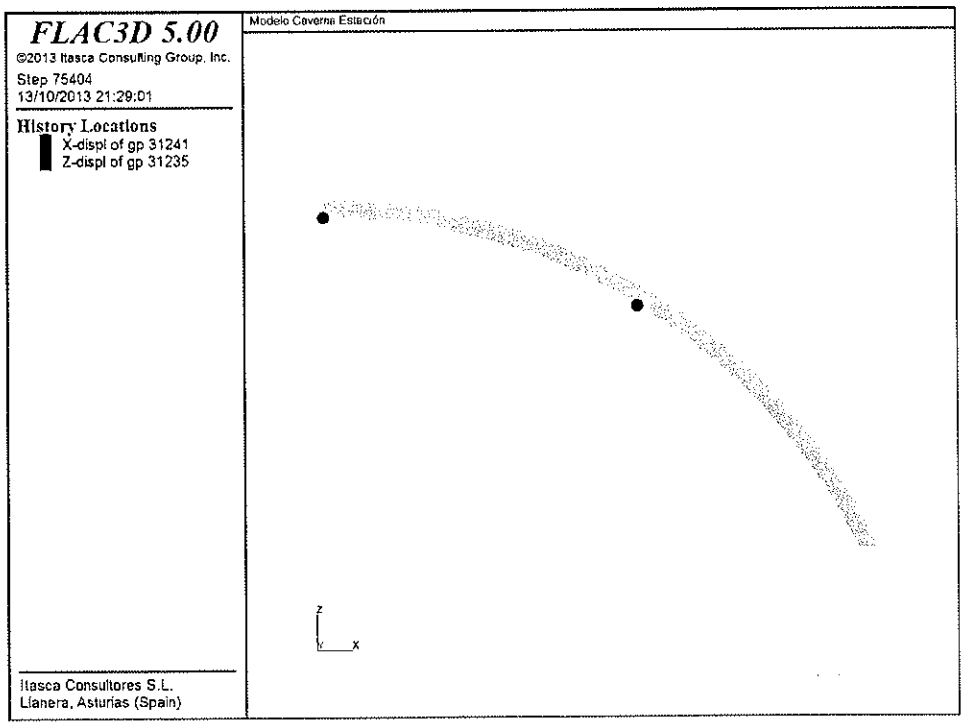


Figura 3.4-9. Sección tipo caverna. Localización puntos de control en el sosteniniento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

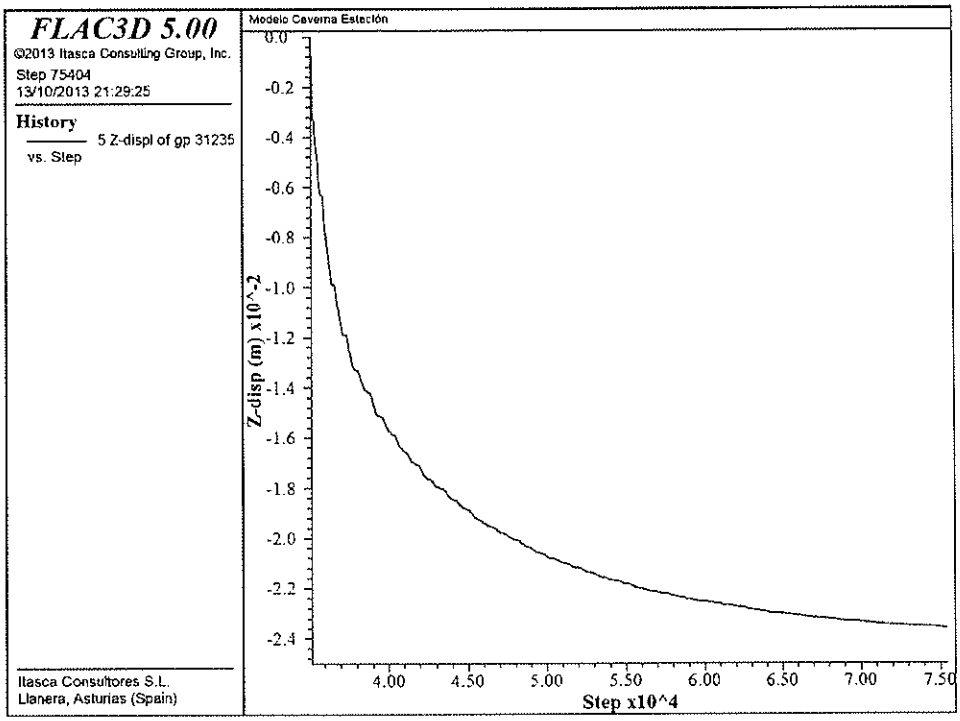


Figura 3.4-10. Sección tipo caverna. Evolución monitoreo bajada de clave

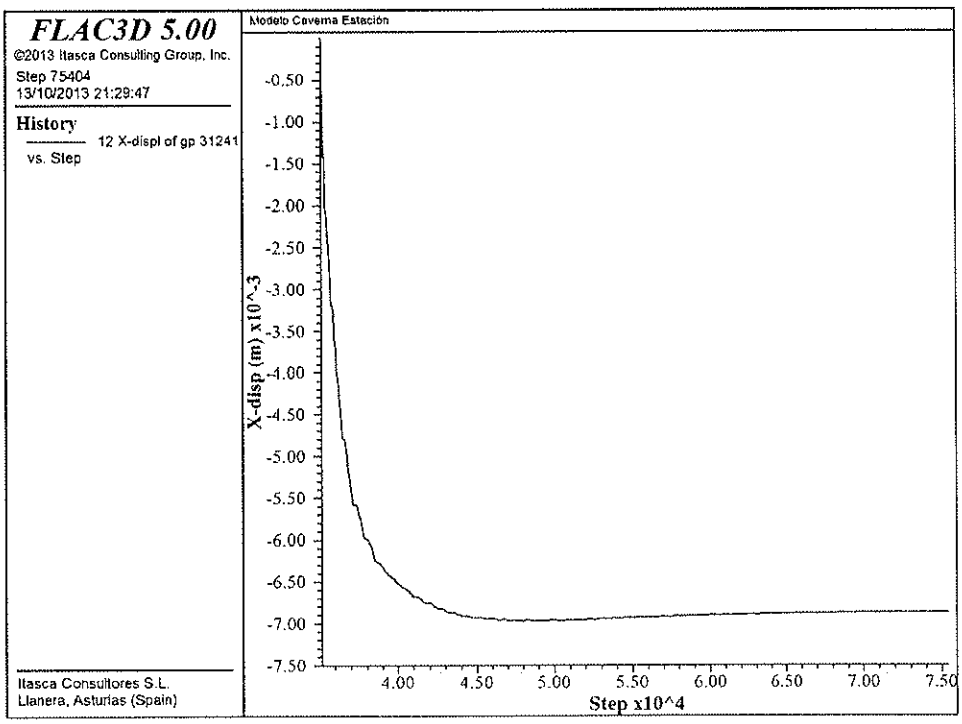


Figura 3.4-11. Sección tipo caverna. Evolución monitoreo bóveda en hombros.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

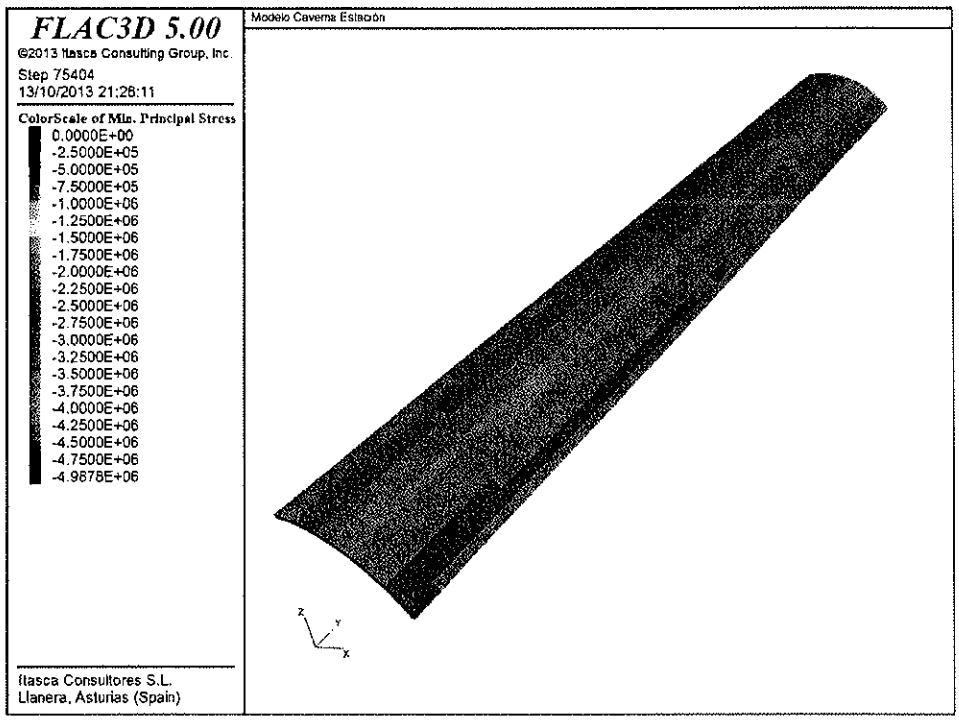


Figura 3.4-12. Sección tipo caverna. Compresiones en el hormigón (en Pa).

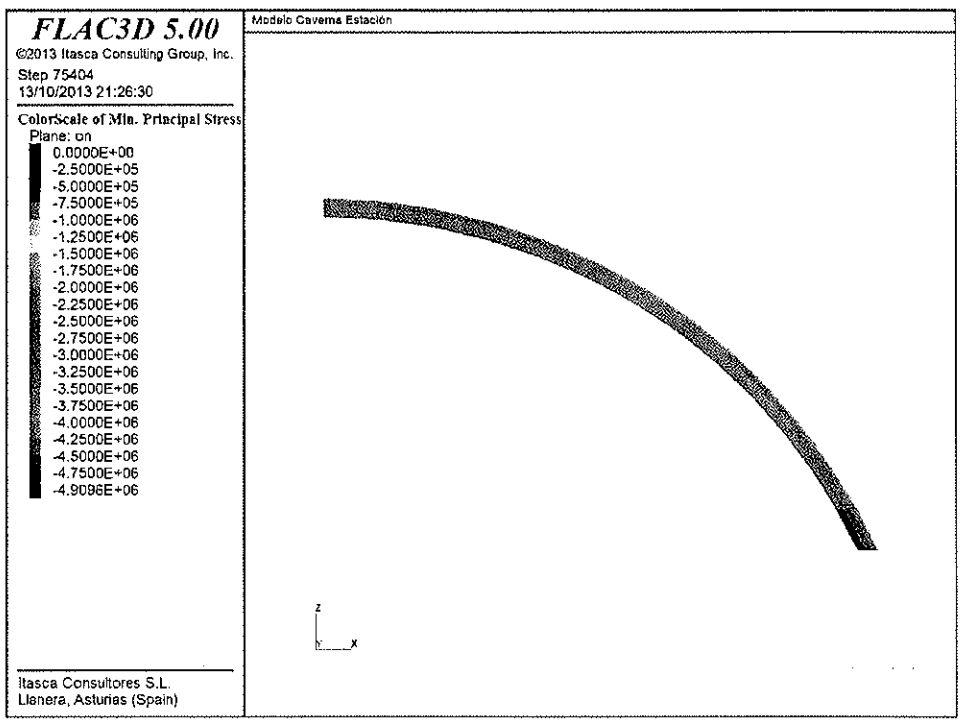


Figura 3.4-13. Sección tipo caverna. Compresiones en el hormigón (en Pa). Sección central.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

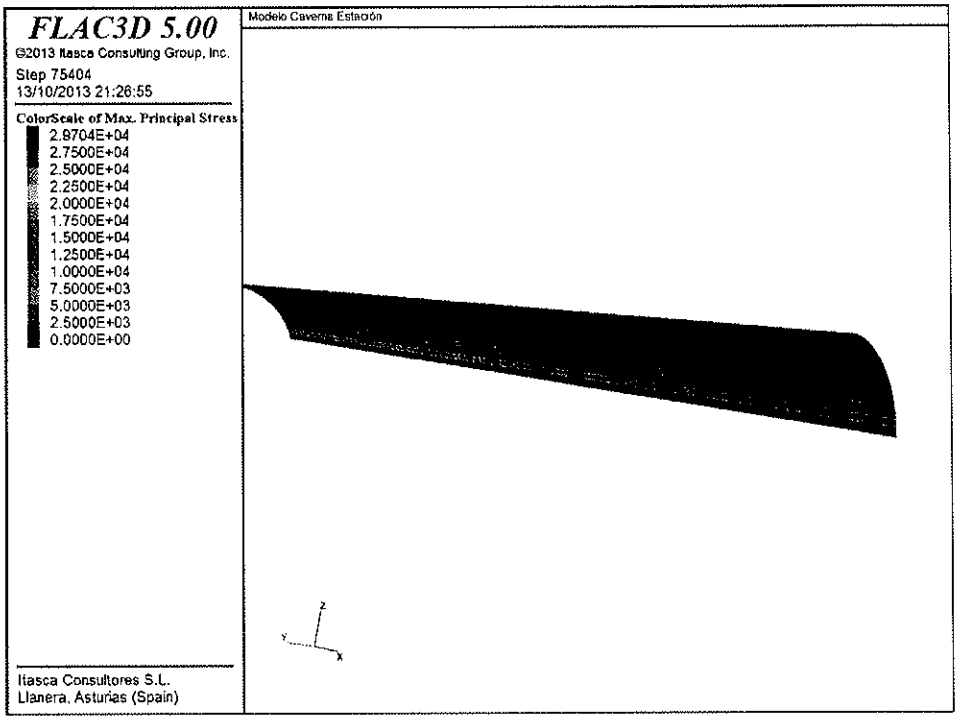


Figura 3.4-14. Sección tipo caverna. Tracciones en el hormigón (en Pa).

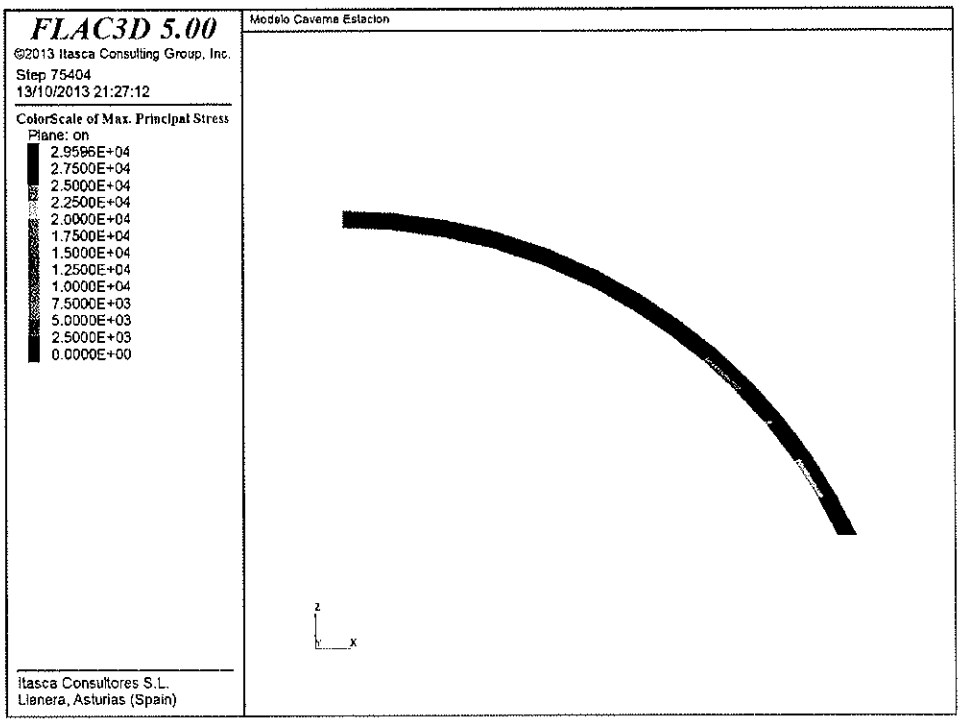


Figura 3.4-15. Sección tipo caverna. Tracciones en el hormigón (en Pa). Sección central.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

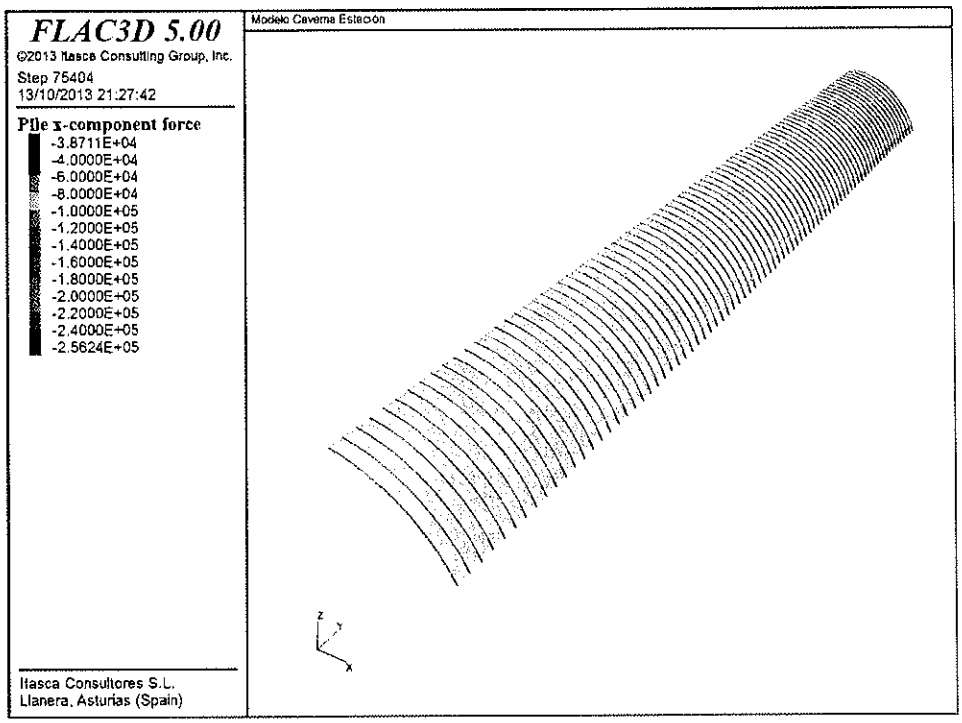


Figura 3.4-16. Sección tipo caverna. Distribución de axiles en las cerchas (en N).

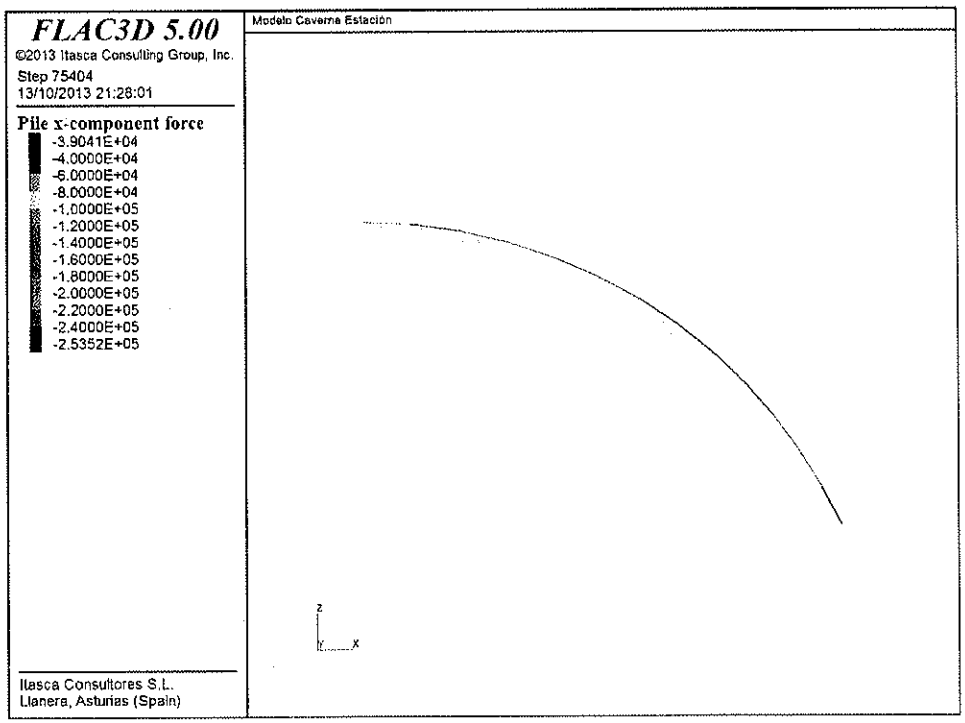


Figura 3.4-17. Sección tipo caverna. Distribución de axiles en las cerchas (en N). Sección central.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

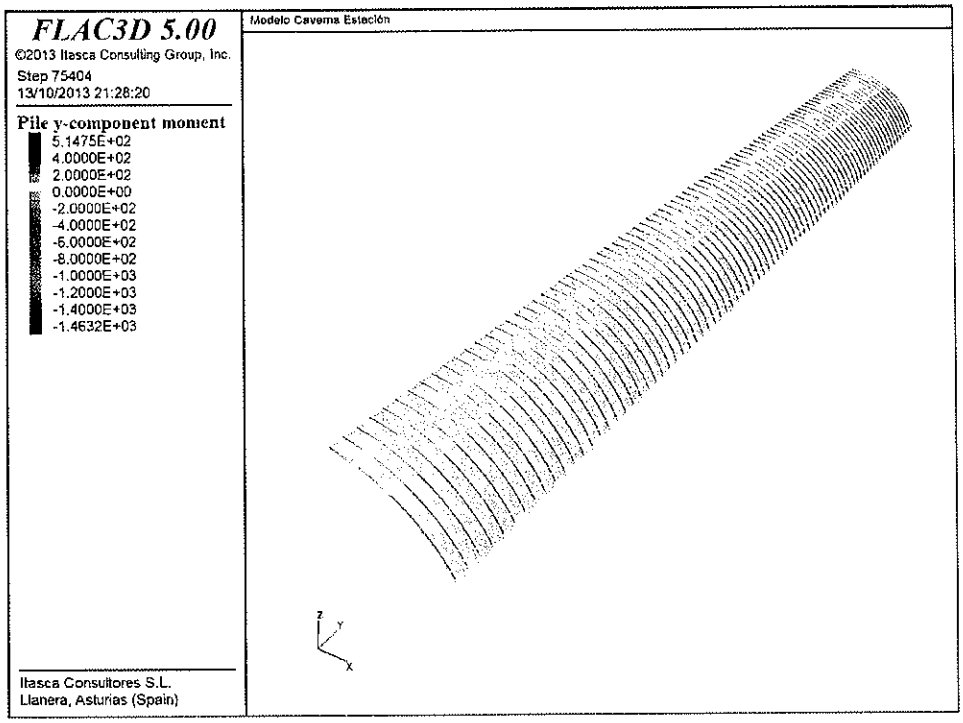


Figura 3.4-18. Sección tipo caverna. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N).

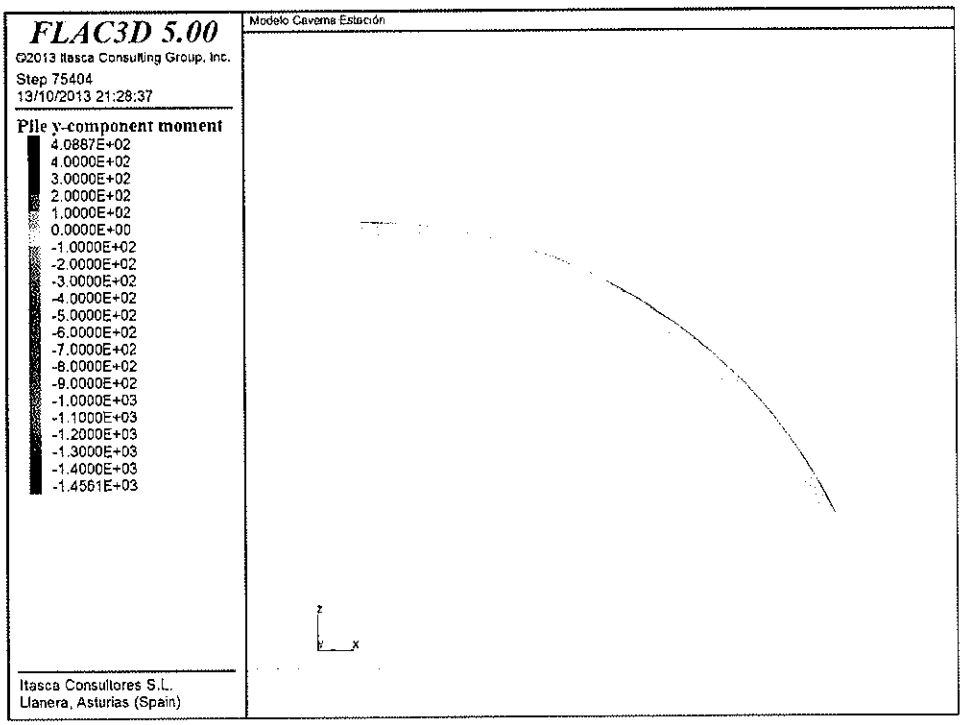


Figura 3.4-19. Sección tipo caverna. Distribución de flectores en las cerchas (en m·N). Sección central.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

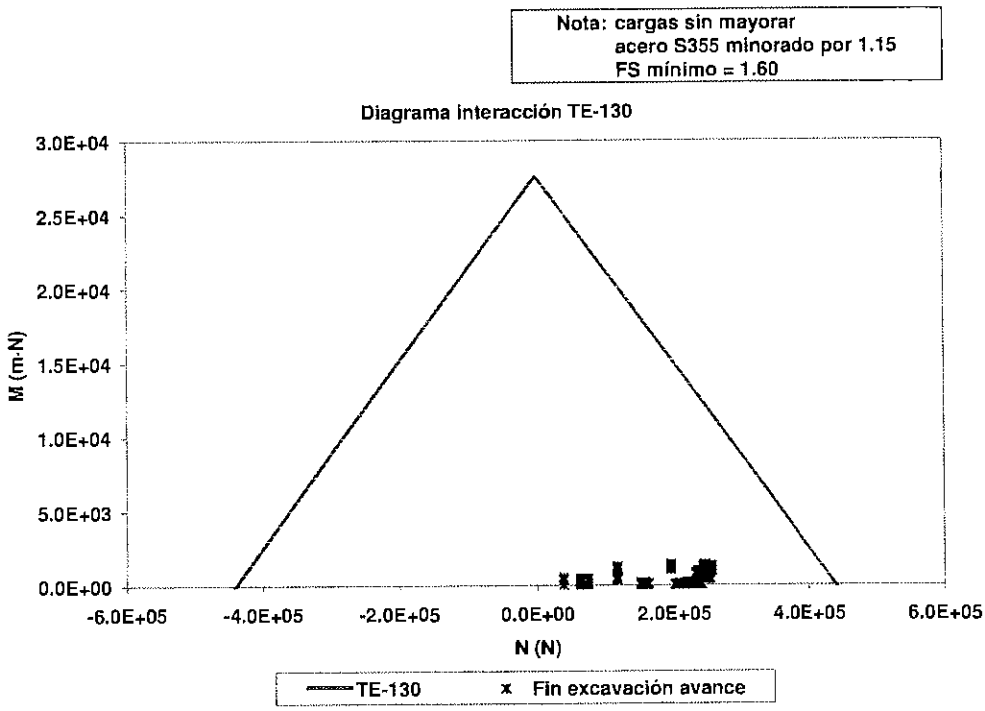


Figura 3.4-20. Sección tipo caverna. Diagrama de interacción de las cerchas.



Figura 3.4-21. Sección tipo caverna. Factor de seguridad del frente de avance.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

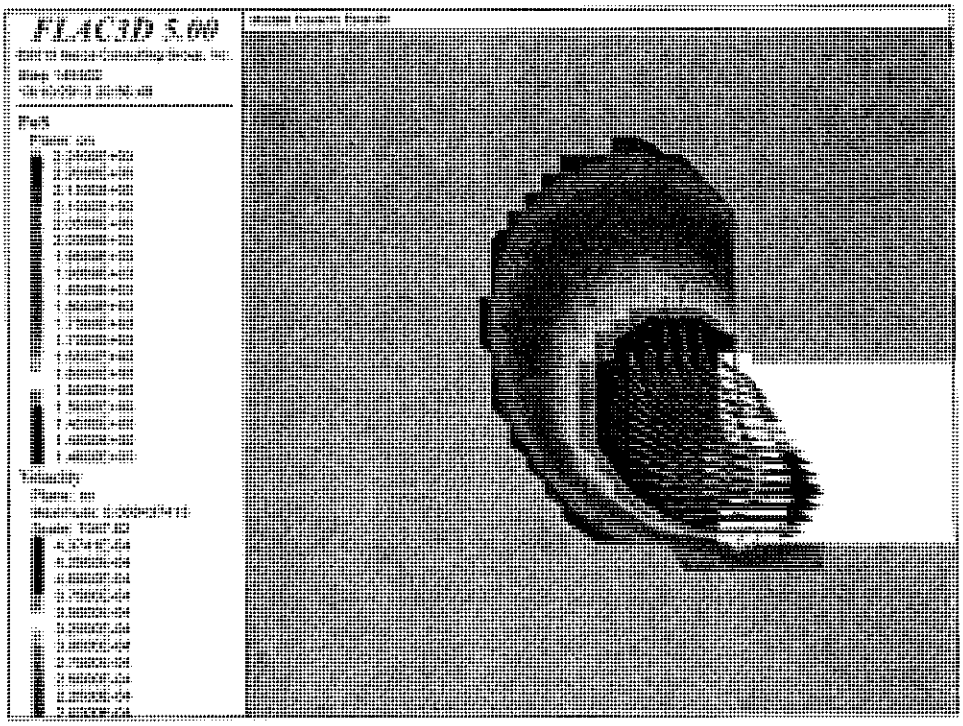


Figura 3.4-22. Sección tipo caverna. Factor de seguridad del frente de avance. Superficie potencial de rotura.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.0 RESUMEN

Se han puesto a punto modelos de cálculo en 3 dimensiones que reproducen tanto la geometría como la secuencia constructiva propuestos para las secciones tipo A y B de los túneles de línea y de la sección tipo de caverna de estación.

La validez de las secciones tipo se ha analizado tanto en términos de deformaciones como de esfuerzos en los sostenimientos. Adicionalmente, en aquellas secciones excavadas en gravas sueltas, se ha determinado la estabilidad del frente de avance en términos de factor de seguridad.

Los principales resultados obtenidos en cada una de las secciones analizadas se resumen en las siguientes tablas.

			Máximo
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	10.5
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	10.3
		Desp. Vertical en superficie (mm)	4.1
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	2.7
		Plastificación	1-1.5 m
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5
		Compresiones (MPa)	3.25
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	8
		Bajada de clave medible (mm)	8
	Cerchas TE-70	Axil (T)	13.7
		Flector (m*T)	0.04

Tabla 4-1. Sección tipo A. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

			Máximo
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	29.7
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	39.9
		Desp. Vertical en superficie (mm)	16.0
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	7.4
		Plastificación	1-1.5 m
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5
		Compresiones (MPa)	5.8
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	25
		Bajada de clave medible (mm)	15
	Cerchas TE-130	Axil (T)	19.2
		Flector (m*T)	0.26
Factor de seguridad del frente			1.25

Tabla 4-2. Sección tipo B. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

			Máximo
Fase Final	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	26.0
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	25.5
		Desp. Vertical en superficie (mm)	12.3
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	5.7
		Plastificación	1-1.5 m
	Hormigón HP-30	Tracciones (MPa)	<0.5
		Compresiones (MPa)	3.9
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	20
		Bajada de clave medible (mm)	12.5
	Cerchas TE-130	Axil (T)	18.0
		Flector (m*T)	0.24

Tabla 4-3. Sección tipo B2. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

			Máximo
Fase Final Avance	*Terreno*	*Desp. Vertical sobre clave (mm)*	35.7
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	11.3
		Desp. Vertical en superficie (mm)	12.2
		Desp. Horizontal en superficie (mm)	5.6
		Plastificación	1.5 m
	Hormigón HP-30	*Tracciones (MPa)*	<0.03
		Compresiones (MPa)	4.9
		Semiconvergencia Horiz. medible (mm)	6.9
		Bajada de clave medible (mm)	23.5
	Cerchas TE-130	*Axil (T)*	25.6
		*Flector (m*T)*	0.15
Factor de seguridad del frente			1.4

Tabla 4-4. Sección tipo Caverna. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

APÉNDICE 2. OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO POR MÉTODOS ANALÍTICOS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

1 INTRODUCCIÓN 117

2 EXPRESIONES ANÁLITICAS 117

2.1 Generalidades 117

2.2 Esfuerzos por la carga estática del terreno 118

2.3 Esfuerzos por sismo 119

3 ESFUERZOS EN LAS DOVELAS 119

3.1 Parámetros de entrada 119

3.2 Resultados 121

4 ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO DEL TÚNEL DE LÍNEA POR MÉTODOS CONVENCIONALES 121

4.1 Introducción 121

4.2 Esfuerzos en secciones con solera curva (secciones tipo A y B) 122

4.2.1 Parámetros de entrada 122

4.2.2 Resultados 123

4.3 Esfuerzos en sección con contrabóveda (sección tipo C) 124

4.3.1 Parámetros de entrada 124

4.3.2 Resultados 125

5 ESFUERZOS EN SECCIÓN CAVERNA EJE DE ESTACIÓN JAVIER PRADO 126

5.1 Parámetros de entrada 126

5.2 Resultados 127

1 INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento de las dovelas para el túnel de línea excavado con TBM y del revestimiento definitivo para el túnel de línea, galerías y cavernas excavadas por métodos convencionales se ha realizado en parte mediante los métodos analíticos que se describen en este apéndice.

El diseño de las dovelas y los revestimientos definitivos se han planteado para resistir las cargas estáticas del terreno que recubre el túnel, así como para poder encajar las deformaciones adicionales impuestas por los movimientos causados por un evento sísmico.

Mediante las expresiones analíticas propuestas por Bobet (2003) que se describen más abajo, se pueden obtener los esfuerzos a los que van a estar sometidas las dovelas y revestimientos definitivos y por tanto, dimensionarlas adecuadamente.

En los siguientes apartados se describen las expresiones analíticas utilizadas en el cálculo, los valores de los parámetros que intervienen y los resultados obtenidos.

Con estos resultados se está en disposición de dimensionar adecuadamente las dovelas. En cuanto a los revestimientos, al no ser de sección circular, es necesario realizar un análisis mediante métodos numéricos para obtener los esfuerzos correspondientes, tal y como se describe más adelante y en el *Apéndice III. Modelización numérica (phase2d) para la obtención de los esfuerzos en el revestimiento definitivo.*

2 EXPRESIONES ANÁLITICAS

2.1 Generalidades

Los esfuerzos que se han determinado analíticamente corresponden a los generados por la carga estática del terreno y a la acción de un sismo.

Las expresiones analíticas utilizadas para el cálculo de los esfuerzos sobre el revestimiento, fueron propuestas por el profesor D. Antonio Bobet de la Universidad de Purdue de USA en 2003 y se describen a continuación.

2.2 Esfuerzos por la carga estática del terreno

La obtención de los esfuerzos debidos a las cargas estáticas del terreno, se basa en el método de rigidez relativa entre el revestimiento objeto de estudio y el terreno circundante. Para ello se proponen las siguientes expresiones:

$$N_1 = \frac{1}{2}(\sigma'_v + \sigma'_h)(1 + C_1)r_o + \frac{1}{2}(\sigma'_v - \sigma'_h)(1 + 2C_2)r_o\cos 2\theta \quad (1)$$

$$M_1 = \frac{1}{4}(\sigma'_v - \sigma'_h)(1 - 2C_2 + 2C_3)r_o^2\cos 2\theta$$

donde:

σ'_v y σ'_h son las tensiones efectivas

r_o es el radio del túnel

$$C_1 = -\frac{CF(1-\nu)}{C + F + CF(1-\nu)}$$

$$\beta = \frac{(6+F)C(1-\nu) + 2F\nu}{3F + 3C + 2CF(1-\nu)} \qquad C_2 = \beta C_3$$

$$C_3 = \frac{C(1-\nu)}{2[C(1-\nu) + 4\nu - 6\beta - 3\beta C(1-\nu)]}$$

Siendo C y F los coeficientes de compresibilidad y flexibilidad respectivamente y vienen definidos por las siguientes expresiones:

$$C = \frac{Er_o(1-\nu_s^2)}{E_s A_s(1-\nu^2)}$$

$$F = \frac{Er_o^3(1-\nu_s^2)}{E_s I_s(1-\nu^2)}$$

Donde:

E y v son el Módulo de Young y el coeficiente de Poisson del terreno, respectivamente.

E_s y v_s son el Módulo de Young y el coeficiente de Poisson del revestimiento, respectivamente.

A_s y I_s son el área y el momento de inercia de la sección transversal del revestimiento. En el caso de las dovelas, se considera la mitad para tener en cuenta las juntas de unión.

Hay que tener en cuenta que al utilizar esta expresión se asume lo siguiente:

- El revestimiento y el terreno son elásticos.
- No hay agua en el terreno.
- La excavación del túnel y la ejecución del revestimiento es simultánea
- La sección del túnel es circular.

2.3 Esfuerzos por sismo

Las ondas p y las ondas s que se propagan en el plano perpendicular al eje del túnel generan una deformación en el terreno que tiende a causar una ovalización del revestimiento.

Este cambio de forma, conlleva la generación de tensiones circunferenciales en el revestimiento que pueden ocasionar el agrietamiento o rotura del mismo y la consecuente pérdida de capacidad estructural.

En revestimientos de hormigón este fenómeno es el que condiciona el diseño sísmico de una estructura subterránea.

Para la obtención de los esfuerzos sobre el revestimiento causados por el sismo, Bobet (2003) propone utilizar en las ecuaciones anteriores (1) con los siguientes valores en lugar de las tensiones efectivas:

$$\sigma_v = \frac{E}{2(1+\nu)} \frac{V_{max}}{V_S}$$

$$\sigma_h = -\sigma_v$$

Donde:

E y v son el Módulo de Young y el coeficiente de Poisson del terreno, respectivamente.

V_{max} es la velocidad máxima del terreno.

V_S es la velocidad de propagación por el terreno de las ondas s.

En los resultados que se obtienen, se asume que la amplificación dinámica de las tensiones asociadas a la onda de tensión incidiendo en el túnel es despreciable, puesto que se considera que la longitud de onda es ocho veces o más ancha que el diámetro del túnel.

3 ESFUERZOS EN LAS DOVELAS

3.1 Parámetros de entrada

Para el dimensionamiento de las dovelas se considera el escenario más desfavorable por el que discurre la traza en la que se prevé excavación mediante tuneladora, con un recubrimiento de 26 m, en las gravas muy densas del Conglomerado de Lima.

En cuanto al sismo, se tiene en cuenta la Norma Sísmica Peruana y el análisis del Estudio de Factibilidad.

Los valores de entrada de los parámetros que intervienen en las expresiones, así como los valores de los parámetros necesarios para obtenerlos, se presentan en las siguientes tablas:

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

REVESTIMIENTO

ϕ_{INT} =	9,20	m	Diámetro interior
h_{REVEST} =	0,32	m	Espesor
d_{GAP} =	0,15	m	Gap
R_{EXT} =	5,07	m	Radio túnel (Exterior)
A_{REVEST} =	0,32	m^2	Área
I_{REVEST} =	1,37E-03	m^4	Momento de inercia (mitad)
E_{REVEST} =	3089105	t/m^2	Mod. Deform. Revest.
ν_{REVEST} =	0,20		Módulo de Poisson
θ =	0	º	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

γ_M =	2,08	t/m^3	Peso específico
E_M =	36600	t/m^2	Mod. Deform. terreno
ν_M =	0,30		Poisson terreno
K_0 =	1,00		Coeficiente de empuje (reposo)
H_W =	0,00	m	Altura Nivel freático desde clave
$H_{TIERRAS}$ =	26	m	Recubrimiento
$E_{M,DIN}$ =	36600	t/m^2	Mod. Deform. Terreno dinámico

SISMO

a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,00		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,4	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,80		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,32	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	750,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
V_S =	0,4864	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,000649	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.2 Resultados

Aplicando las expresiones indicadas en los apartados anteriores se obtienen los resultados siguientes:

CARGA DEL TERRENO

σ'_V =	64,77 t/m²	Tensión vertical efectiva	N_1 =	288,41 t	Axil deformación relativa terreno-revestimiento
σ'_H =	64,77 t/m²	Tensión horizontal efectiva	M_1 =	0,00 m·t	Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
			σ_{TANG} =	901,27 t/m²	Tensión tangencial
			ε =	2,33E-04	Deformacion tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO}$ =	9,13 t/m²	Tensión vertical por simo	N_3 =	32,95 t	Axil sismo
$\sigma_{H,SISMO}$ =	-9,13 t/m²	Tensión horizontal por simo	M_3 =	1,26 m·t	Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)		TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)	
N_K =	288,41 t	N_K =	321,36 t
M_K =	0,00 m·t	M_K =	1,26 m·t

Como se indicaba anteriormente, con estos resultados se pueden dimensionar las dovelas, pues la sección del túnel excavado con TBM, es circular.

4 ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO DEL TÚNEL DE LÍNEA POR MÉTODOS CONVENCIONALES

4.1 Introducción

En el caso del túnel de línea excavado con métodos convencionales, la determinación de los esfuerzos, analíticamente, es aproximado, pues la sección no es circular. Para una mejor estimación, es mejor opción el empleo de métodos numéricos que tengan en cuenta la geometría de la sección objeto de análisis. No obstante, para obtener unos resultados lo más representativo posible, se ha realizado un calibrado del modelo numérico a partir de los resultados analíticos.

En los siguientes subapartados se presentan los valores de los parámetros utilizados y los resultados obtenidos y que servirán para calibrar el modelo numérico, cuyo análisis se describe en el *Apéndice III. Modelización numérica (PHASE2D) para la obtención de los esfuerzos en el revestimiento definitivo.*

4.2 Esfuerzos en secciones con solera curva (secciones tipo A y B)

4.2.1 Parámetros de entrada

REVESTIMIENTO

ϕ_{INT} =	9,20	m	Diámetro interior
h_{REVEST} =	0,30	m	Espesor
R_{EXT} =	4,90	m	Radio túnel (Exterior)
A_{REVEST} =	0,3	m^2	Área
I_{REVEST} =	2,25E-03	m^4	Momento de inercia
E_{REVEST} =	3089105	t/m^2	Mod. Deform. Revest.
ν_{REVEST} =	0,20		Módulo de Poisson
θ =	0	º	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

γ_M =	2,11	t/m^3	Peso específico
E_M =	36600	t/m^2	Mod. Deform. terreno
ν_M =	0,30		Poisson terreno
K_0 =	1,00		Coeficiente de empuje (reposo)
H_W =	0,00	m	Altura Nivel freático desde clave
$H_{TIERRAS}$ =	35	m	Recubrimiento
$E_{M,DIN}$ =	36600	t/m^2	Mod. Deform. Terreno dinámico

SISMO

a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,00		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,4	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,70		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,28	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	450,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
V_S =	0,4256	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,000946	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)

4.2.2 Resultados

CARGA DEL TERRENO

σ'_V =	84,36 t/m²	Tensión vertical efectiva	N_1 =	361,69 t	Axil deformación relativa terreno-revestimiento
σ'_H =	84,36 t/m²	Tensión horizontal efectiva	M_1 =	0,00 m·t	Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
			σ_{TANG} =	1.205,64 t/m²	Tensión tangencial
			ε =	3,12E-04	Deformacion tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO}$ =	13,31 t/m²	Tensión vertical por simo	N_3 =	46,51 t	Axil sismo
$\sigma_{H,SISMO}$ =	-13,31 t/m²	Tensión horizontal por simo	M_3 =	3,12 m·t	Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)

N_K = **361,69** t

M_K = **0,00** m·t

TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)

N_K = **408,21** t

M_K = **3,12** m·t

4.3 Esfuerzos en sección con contrabóveda (sección tipo C)

4.3.1 Parámetros de entrada

REVESTIMIENTO

Φ_{INT} =	9,20	m	Diámetro interior
h_{REVEST} =	0,30	m	Espesor
R_{EXT} =	4,90	m	Radio túnel (Exterior)
A_{REVEST} =	0,3	m^2	Área
I_{REVEST} =	2,25E-03	m^4	Momento de inercia
E_{REVEST} =	3089105	t/m^2	Mod. Deform. Revest.
ν_{REVEST} =	0,20		Módulo de Poisson
θ =	0	º	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

γ_M =	2,00	t/m^3	Peso específico
E_M =	8300	t/m^2	Mod. Deform. terreno
ν_M =	0,30		Poisson terreno
K_0 =	1,00		Coeficiente de empuje (reposo)
H_W =	0,00	m	Altura Nivel freático desde clave
$H_{TIERRAS}$ =	15	m	Recubrimiento
$E_{M,DIN}$ =	8300	t/m^2	Mod. Deform. Terreno dinámico

SISMO

a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,20		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,48	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,90		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,432	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	400,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
Vs =	0,65664	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,001642	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)

4.3.2 Resultados

CARGA DEL TERRENO

σ'_V =	39,80 t/m²	Tensión vertical efectiva	N_1 =	188,90 t	Axil deformación relativa terreno-revestimiento
σ'_H =	39,80 t/m²	Tensión horizontal efectiva	M_1 =	0,00 m·t	Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
			σ_{TANG} =	629,67 t/m²	Tensión tangencial
			ε =	1,63E-04	Deformacion tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO}$ =	5,24 t/m²	Tensión vertical por simo	N_3 =	19,52 t	Axil sismo
$\sigma_{H,SISMO}$ =	-5,24 t/m²	Tensión horizontal por simo	M_3 =	5,03 m·t	Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)		TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)	
N_K =	188,90 t	N_K =	208,42 t
M_K =	0,00 m·t	M_K =	5,03 m·t

5 ESFUERZOS EN SECCIÓN CAVERNA EJE DE ESTACIÓN JAVIER PRADO

Siguiendo el mismo proceso y métodos para determinar los esfuerzos en los revestimientos del túnel de línea construido por métodos convencionales, se han determinado los esfuerzos en el revestimiento de la caverna del eje de la estación Javier Prado. A continuación se presentan los valores de los parámetros utilizados y los resultados.

5.1 Parámetros de entrada

REVESTIMIENTO

ϕ_{INT} =	17,40	m	Diámetro interior
h_{REVEST} =	0,30	m	Espesor
R_{EXT} =	9,00	m	Radio túnel (Exterior)
A_{REVEST} =	0,3	m^2	Área
I_{REVEST} =	2,25E-03	m^4	Momento de inercia
E_{REVEST} =	3089105	t/m^2	Mod. Deform. Revest.
ν_{REVEST} =	0,20		Módulo de Poisson
θ =	0	º	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

γ_M =	2,00	t/m^3	Peso específico
E_M =	36600	t/m^2	Mod. Deform. terreno
ν_M =	0,30		Poisson terreno
K_0 =	1,00		Coeficiente de empuje (reposo)
H_W =	0,00	m	Altura Nivel freático desde clave
$H_{TIERRAS}$ =	15	m	Recubrimiento
$E_{M,DIN}$ =	36600	t/m^2	Mod. Deform. Terreno dinámico

SISMO

a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,00		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,4	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,90		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,36	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	600,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
V_S =	0,5472	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,000912	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)

5.2 Resultados

CARGA DEL TERRENO

σ'_V =	48,00 t/m²	Tensión vertical efectiva	N_1 =	342,19 t	Axil deformación relativa terreno-revestimiento
σ'_H =	48,00 t/m²	Tensión horizontal efectiva	M_1 =	0,00 m·t	Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
			σ_{TANG} =	1.140,63 t/m²	Tensión tangencial
			ε =	2,95E-04	Deformacion tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO}$ =	12,84 t/m²	Tensión vertical por simo	N_3 =	78,22 t	Axil sismo
$\sigma_{H,SISMO}$ =	-12,84 t/m²	Tensión horizontal por simo	M_3 =	1,68 m·t	Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)

N_K = **342,19** t

M_K = **0,00** m·t

TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)

N_K = **420,41** t

M_K = **1,68** m·t

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

APÉNDICE 3. MODELIZACIÓN NUMÉRICA (PHASE2D) PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO.

Índice

1 INTRODUCCIÓN 130

2 METODOLOGÍA 130

2.1 Introducción 130

2.2 Modelos Tenso-deformacionales 131
2.2.1 Generalidades 131
2.2.2 Modelo para la carga del terreno 131
2.2.3 Modelo para la acción sísmica 133

3 ESFUERZOS SECCIONES CON SOLERA CURVA (TIPO A Y B) 135

3.1 Introducción 135

3.2 Carga del terreno 136
3.2.1 Tensiones en el terreno 136
3.2.2 Deformaciones 137
3.2.3 Esfuerzos en el revestimiento. 138

3.3 Sismo 141
3.3.1 Determinación de la deformación del modelo 141
3.3.2 Modelo deformado 141
3.3.3 Esfuerzos Axiles 142
3.3.4 Momentos Flectores 142
3.3.5 Esfuerzos cortantes 144

4 ESFUERZOS SECCIÓN CON CONTRABÓVEDA (TIPO C) 145

4.1 Introducción 145

4.2 Carga del terreno 145
4.2.1 Tensiones en el terreno 145
4.2.2 Deformaciones 146
4.2.3 Esfuerzos en el revestimiento. 147

4.3 Sismo 151
4.3.1 Determinación de la deformación del modelo 151
4.3.2 Modelo deformado 151
4.3.3 Esfuerzos Axiles 152
4.3.4 Momentos Flectores 153
4.3.5 Esfuerzos cortantes 155

5 ESFUERZOS SECCIÓN CAVERNA EJE ESTACIÓN JAVIER PRADO 156

5.1 Introducción 156

5.2 Carga del terreno 156
5.2.1 Tensiones en el terreno 156
5.2.2 Deformaciones 157
5.2.3 Esfuerzos en el revestimiento. 158

5.3 Sismo 161
5.3.1 Determinación de la deformación del modelo 161
5.3.2 Modelo deformado 161
5.3.3 Esfuerzos Axiles 162
5.3.4 Momentos Flectores 163
5.3.5 Esfuerzos cortantes 164

1 INTRODUCCIÓN

En este apéndice se presentan los resultados de los análisis tenso-deformacionales de los revestimientos definitivos de los túneles, galerías o cavernas excavadas por métodos convencionales, para la obtención de los esfuerzos que deben soportar, de modo que sirvan de base para el dimensionamiento del propio revestimiento.

En concreto se analizan los revestimientos correspondientes a las siguientes secciones:

- Túnel de Línea. Secciones A y B.
- Túnel de Línea. Sección C.
- Caverna eje estación Javier Prado.

2 METODOLOGÍA

2.1 Introducción

Los análisis realizados han consistido en la realización de análisis tenso-deformacionales por el método de los elementos finitos.

La necesidad de utilizar esta metodología surge de la geometría no circular de las secciones objeto de análisis. Puesto que mediante las expresiones analíticas, sólo es posible determinar los esfuerzos en secciones circulares.

Para ello, se ha utilizado la aplicación informática de cálculo PHASE2 de ROCSCIENCE, que se basa en la modelización mediante elementos finitos del terreno en dos dimensiones, estando específicamente diseñada para el cálculo de tensiones y desplazamientos alrededor de excavaciones subterráneas, así como de los esfuerzos (axiles, momentos y cortantes) en el revestimiento y es utilizada para la resolución de gran variedad de problemas de minería y obra civil.

Para la resolución del problema se utiliza el método de eliminación gaussiana, limitando el proceso de cálculo a 500 o 1000 iteraciones y a una tolerancia de 0,001.

Para cada una de las secciones se ha planteado un modelo tenso-deformacional para la obtención de los esfuerzos causados por la carga del terreno y otro modelo para la obtención de los esfuerzos causados por la acción de un evento sísmico.

Los resultados de interés obtenidos en el análisis numérico son los esfuerzos en el revestimiento. A partir de estos valores de los esfuerzos se pueden dimensionar adecuadamente los revestimientos necesarios para soportar dichos esfuerzos.

2.2 Modelos Tenso-deformacionales

2.2.1 Generalidades

Como se ha indicado anteriormente, en cada sección, se ha planteado un modelo tenso-deformacional para la obtención de los esfuerzos causados por la carga del terreno y otro modelo para la obtención de los esfuerzos causados por la acción de un evento sísmico.

2.2.2 Modelo para la carga del terreno

La modelización del terreno mediante elementos finitos es realizada automáticamente por el programa PHASE2 utilizando un algoritmo avanzado de generación de malla, a partir de las indicaciones del usuario. Para el análisis se ha generado una malla de elementos finitos triangulares progresiva. De forma que la densidad de nodos es mayor en las cercanías de las excavaciones y menor conforme nos alejamos. Las zonas del macizo rocoso fuera de la zona analizada son representadas mediante una modelización de elementos de contorno.

Lo elementos de contorno se han definido mediante restricciones al desplazamiento para no interferir en los resultados, de modo que la superficie del modelo que coincide con la del terreno, es totalmente libre, en los bordes laterales se restringe el desplazamiento horizontal, dejando libre el desplazamiento vertical y no se deja desplazamiento alguno en el borde inferior.

Se han generado mallas de elementos finitos para los distintos casos analizados, lo suficientemente densa y convenientemente optimizada y depurada, para los análisis. Véase Figura 1.

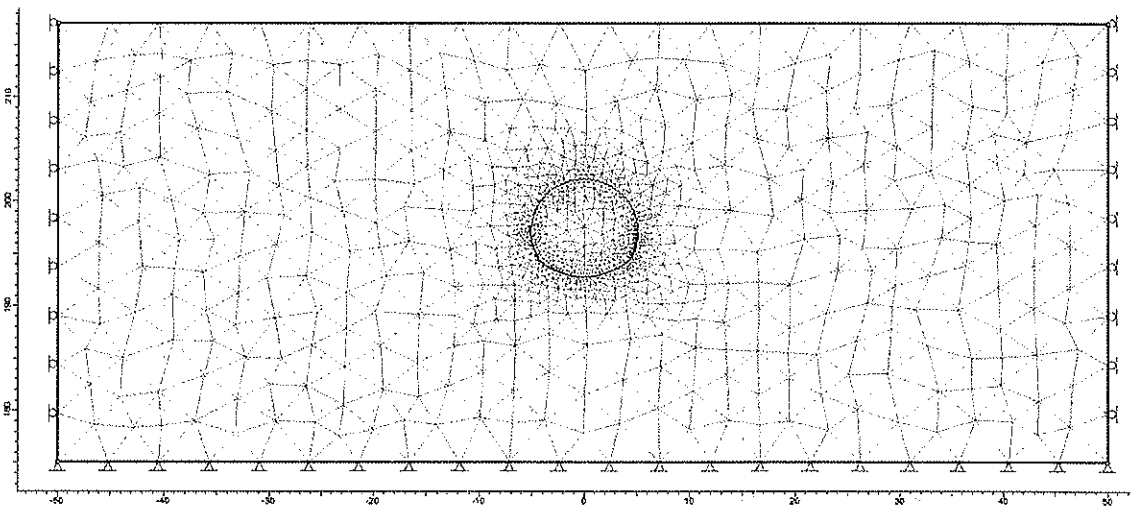


Figura 1. Ejemplo de malla de elementos finitos para la obtención de las cargas del terreno

En los modelos realizados se han considerado las unidades geológicas más representativas (Grava suelta (GP-S s) y Conglomerado de Lima (GP-S f) y se han caracterizado utilizando los parámetros deformacionales del macizo rocoso (módulo de deformación en extensión y

coeficiente de Poisson) y como criterio de rotura, el de Mohr-Coulomb con los parámetros resistentes correspondientes (Cohesión y ángulo de rozamiento interno). En la *Tabla 1* se presentas los valores utilizados para la caracterización de los materiales que constituyen el terreno.

Tabla 1. Valores de los parámetros adoptados para el terreno

PARÁMETRO	UNIDAD		UNIDADES
	GRAVA SUELTA	CONGLOMERADO	
Módulo de deformación en extensión (E)	83	366	MPa
Módulo de Poisson (v)	0,3	0,3	-
Peso específico (γ)	0.02	0.022	MN/m^3
Rozamiento. Mohr-Coulomb (φ)	34	39	º
Cohesión. Mohr-Coulomb (c)	0.015	0.032	MPa
Dilatancia (δ)	23	26	º
Coef. Empuje horizontal (K_0)	1,0	1,0	-

En cuanto a la modelización del revestimiento, el hormigón armado HA-40 a largo plazo se ha representado mediante elementos Beam, véase *Tabla 2.*

Tabla 2. Valores de los parámetros adoptados para el Hormigón Armado HA-40.

PARÁMETRO	TIPO	UNIDADES
Módulo de elasticidad (E)	49000	MPa
Módulo de Poisson (v)	0,20	-

Las condiciones particulares de las cargas a largo plazo, se han simulado mediante tres fases, partiendo de una situación inicial en la que no se había realizado la excavación. En las segunda fase se modeliza la excavación del túnel sin permitir deformación alguna del terreno y en la tercera fase se considera el revestimiento definitivo exclusivamente y se permite que asuma la totalidad de la carga. En ningún momento se considera la intervención del revestimiento primario.

2.2.3 Modelo para la acción sísmica

Para la determinación de los esfuerzos debidos a un sismo, el modelo viene condicionado por la metodología utilizada, que consiste en el método denominado "Free-Field Deformation Approach", específico para el diseño de obras subterráneas y que se basa en la determinación de las cargas aplicadas a la estructura subterránea debidas a las deformaciones y tensiones impuestas a la misma por su interacción con el terreno circundante afectado por la acción sísmica.

Por tanto, lo que se pretende con el modelo es representar la deformación en el terreno a partir de la distorsión angular que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma_{\max} = \frac{V_s}{C_s}$$

Donde:

C_s es la velocidad de propagación de las ondas S.

$$V_s = k \cdot a_{z,\max}$$

Donde: k es el coeficiente entre la velocidad máxima del terreno y la aceleración máxima del terreno, que se obtiene de la Tabla 3.

Tabla 3. Coeficientes entre la velocidad máxima y aceleración máxima del terreno (Power et al. 1996).

Moment magnitude (M_w)	Ratio of peak ground velocity (cm/s) to peak ground acceleration (g)		
	Source-to-site distance (km)		
	0–20	20–50	50–100
Rock[a]			
6.5	66	76	86
7.5	97	109	97
8.5	127	140	152
Stiff soil[a]			
6.5	94	102	109
7.5	140	127	155
8.5	180	188	193
Soft soil[a]			
6.5	140	132	142
7.5	208	165	201
8.5	269	244	251

[a] In this table, the sediment types represent the following shear wave velocity ranges: rock ≥ 750 m/s; stiff soil is 200–750 m/s; and soft soil < 200 m/s. The relationship between peak ground velocity and peak ground acceleration is less certain in soft soils.

Y $a_{z,max}$ es la aceleración máxima del terreno a la profundidad establecida que se obtiene a partir de la aceleración sísmica básica modificada por un coeficiente en función del tipo de terreno y otro coeficiente en función de la profundidad.

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

Conocido el valor de la distorsión, se diseña un modelo para que se genere la distorsión establecida mediante la aplicación de unas fuerzas externas. La generación de malla y el proceso de cálculo es similar al modelo para la obtención de las cargas del terreno a largo plazo. Véanse Figura 2.

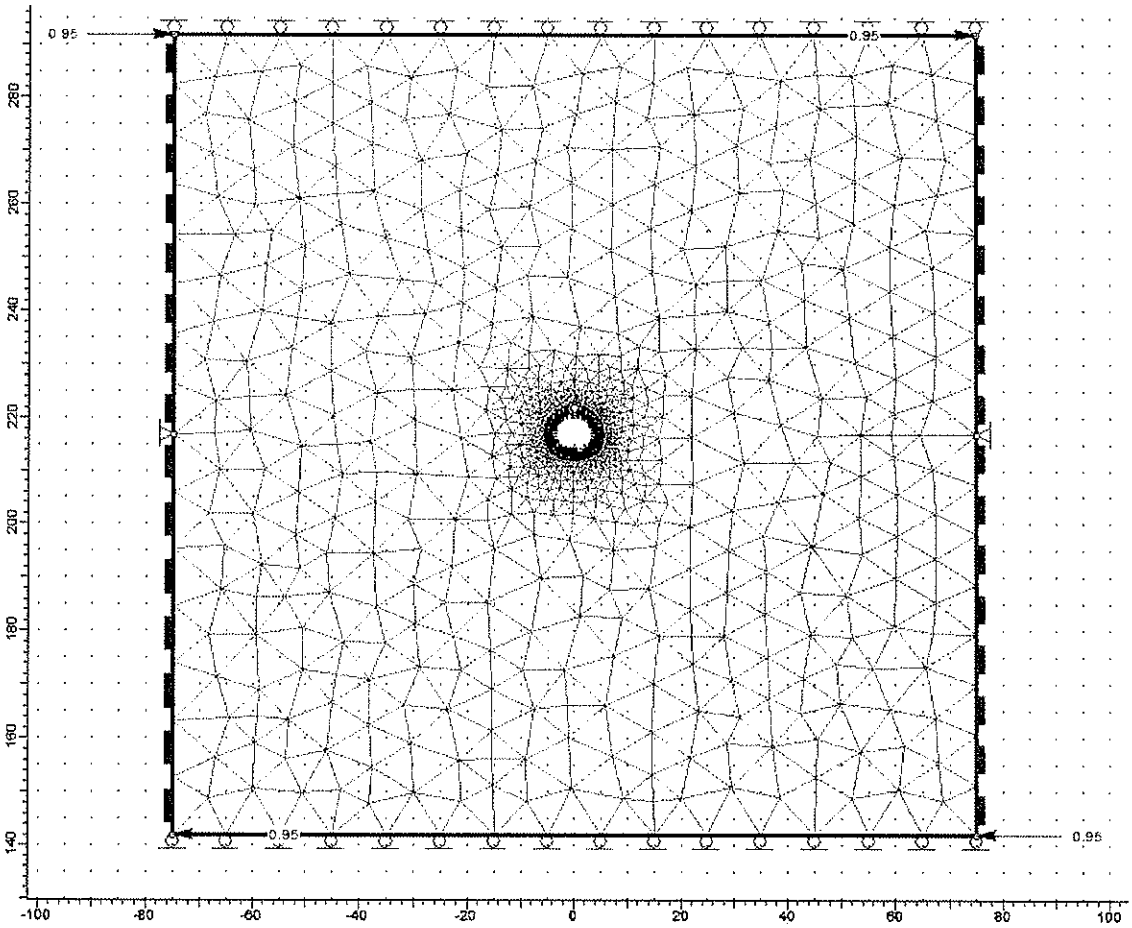


Figura 2. Ejemplo de malla de elementos finitos para la obtención de los esfuerzos por sismo (Sin deformar)

En cuanto al revestimiento, en este caso se ha representado como un material elástico con las características indicadas anteriormente y para la obtención de directa de los esfuerzos se ha utilizado el Método del Beam Equivalente [Pescara, 2011]. Véase Figura 3. Este método consiste en introducir un elemento Beam que considere el espesor del revestimiento pero que su módulo de Young esté reducido 10^{10} veces para no influir en los resultados, puesto que el revestimiento ya está representado por el material elástico.

0.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

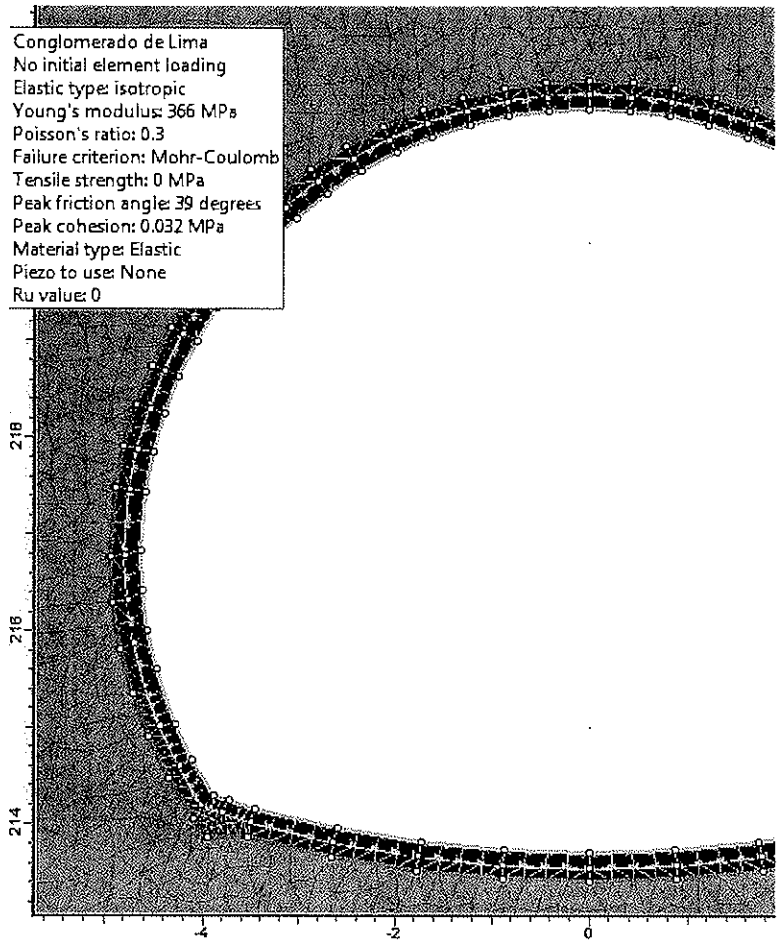


Figura 2. Ejemplo de modelización del revestimiento definitivo como un material elástico (zona de color gris oscuro) y como un elemento Beam (rojo).

El Método del Beam Equivalente consiste en incluir en el modelo, además del revestimiento como un material elástico, introducirlo como un Beam p

Con objeto de conseguir que los modelos sean representativos y además coherentes con los resultados obtenidos mediante las expresiones analíticas, cada uno de los modelos empleados ha sido calibrado mediante su aplicación a una sección geométrica circular equivalente a la que es objeto de análisis, una vez calibrado el modelo, es decir, que se obtienen los mismos resultados que por la vía analítica, se analiza la sección geométrica en cuestión.

3 ESFUERZOS SECCIONES CON SOLERA CURVA (TIPO A Y B)

3.1 Introducción

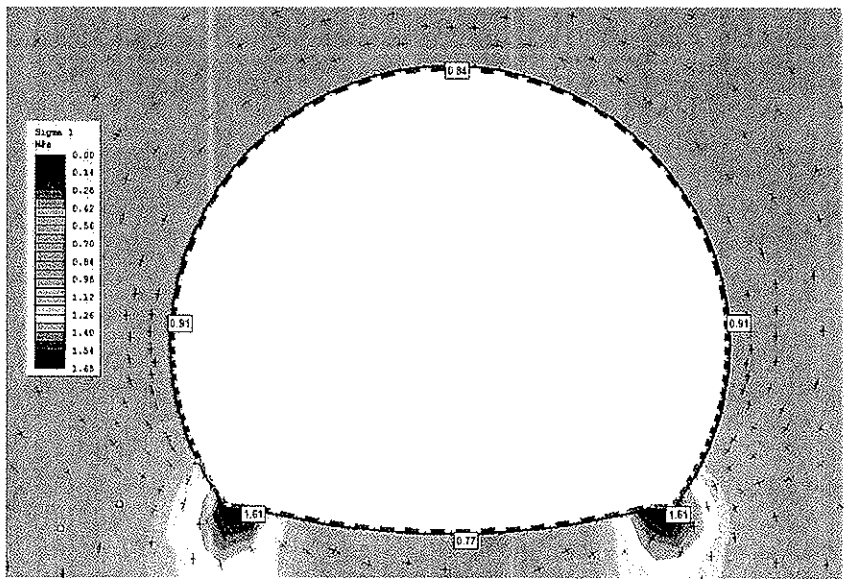
A continuación se presentan los resultados obtenidos en el revestimiento definitivo a largo plazo para la secciones con solera curva, es decir, los revestimientos definitivos de las

secciones tipo A y B, tanto los debidos a las cargas del terreno como los ocasionados por un sismo.

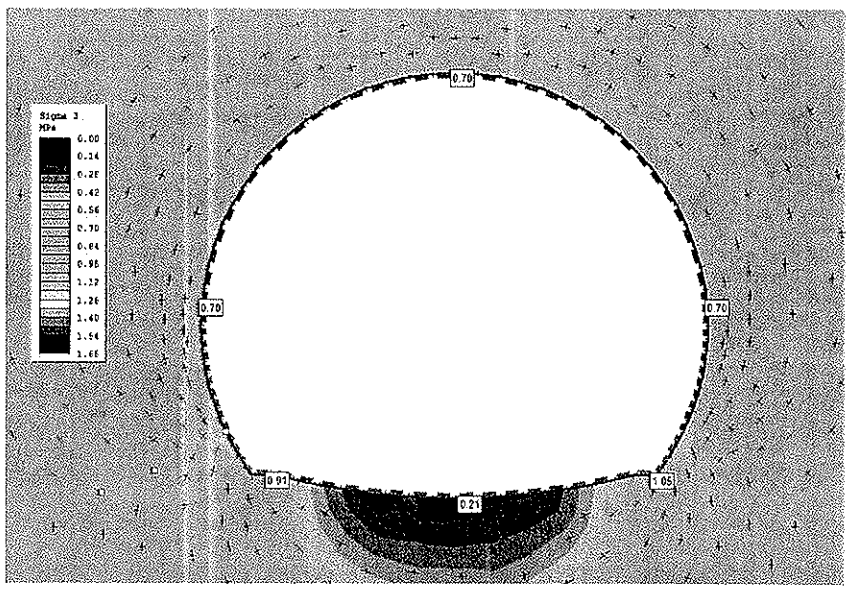
3.2 Carga del terreno

3.2.1 Tensiones en el terreno

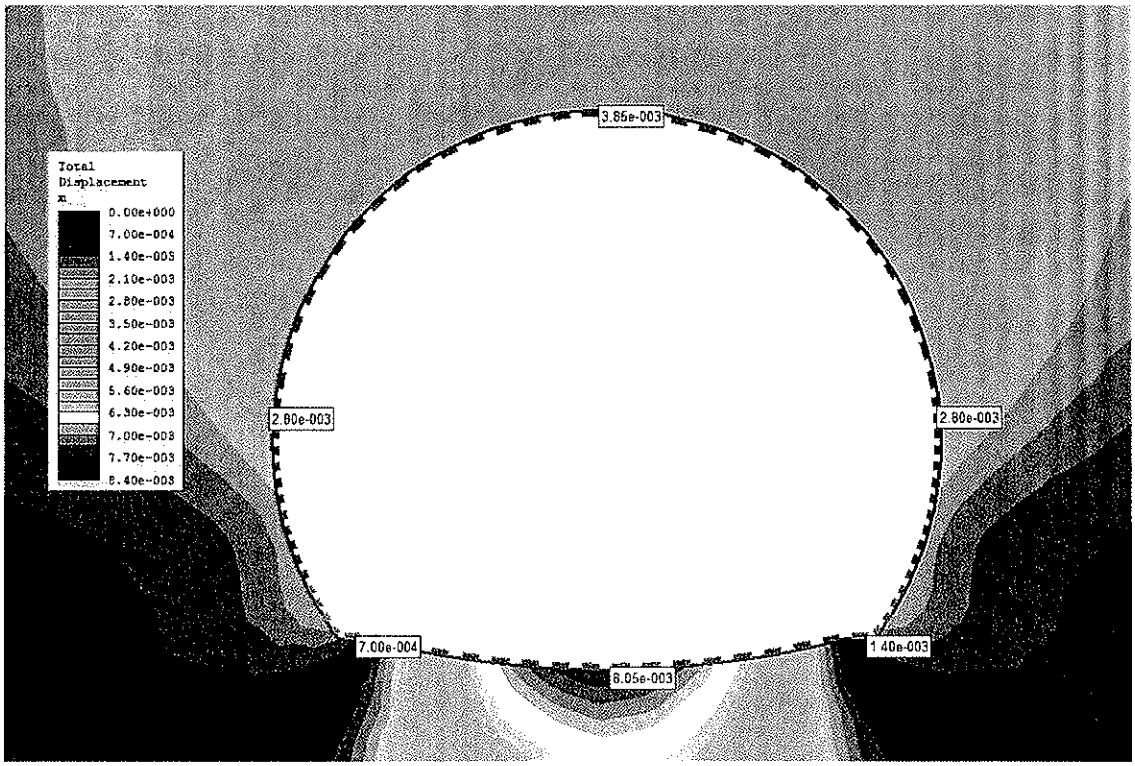
Tensión principal mayor:



Tensión principal menor:



3.2.2 Deformaciones

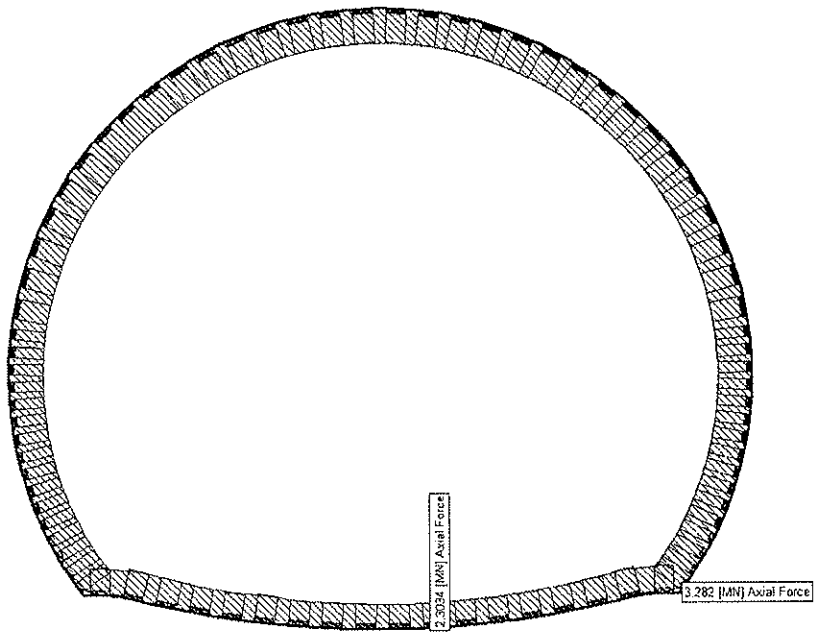


O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

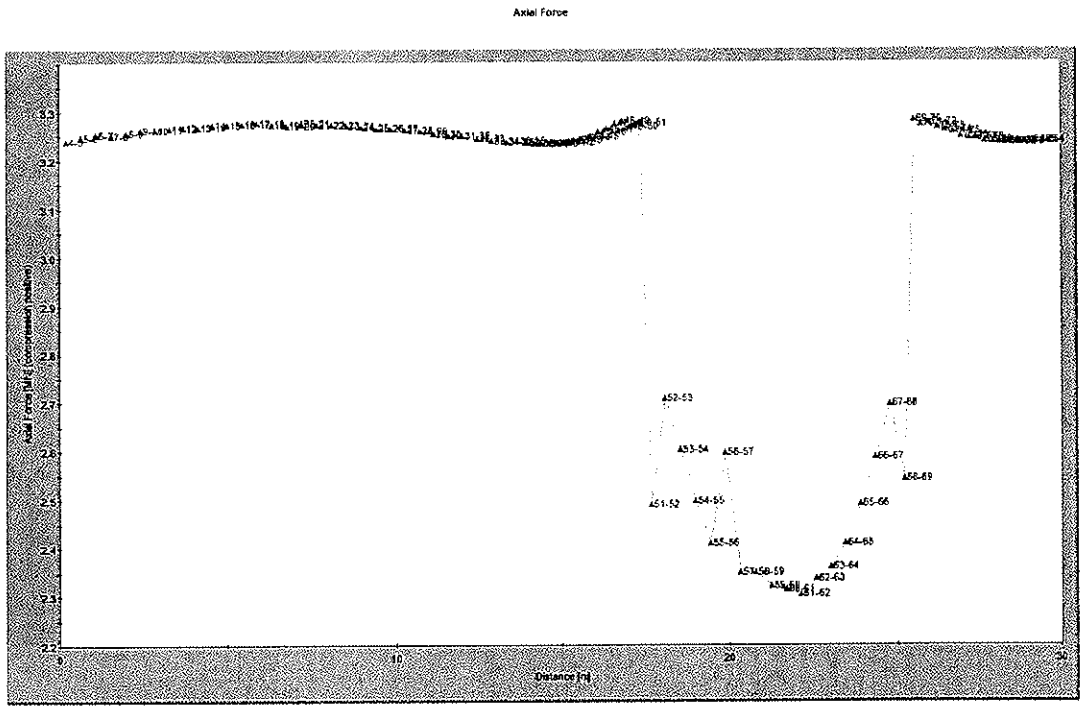
3.2.3 Esfuerzos en el revestimiento.

3.2.3.1 Esfuerzos Axiles



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo

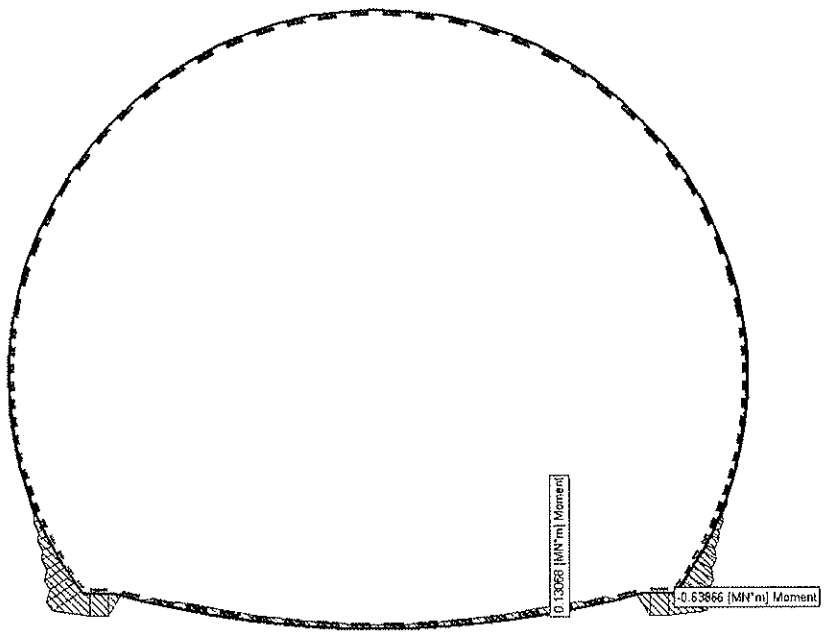


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

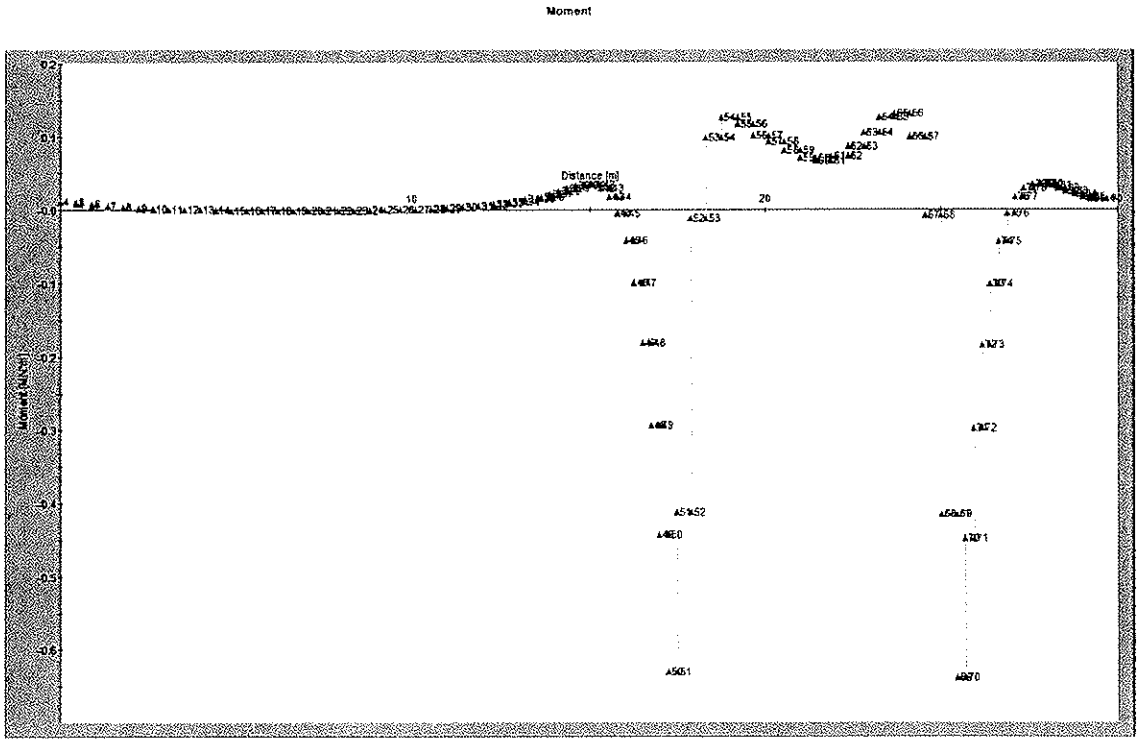
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

3.2.3.2 Momentos flectores



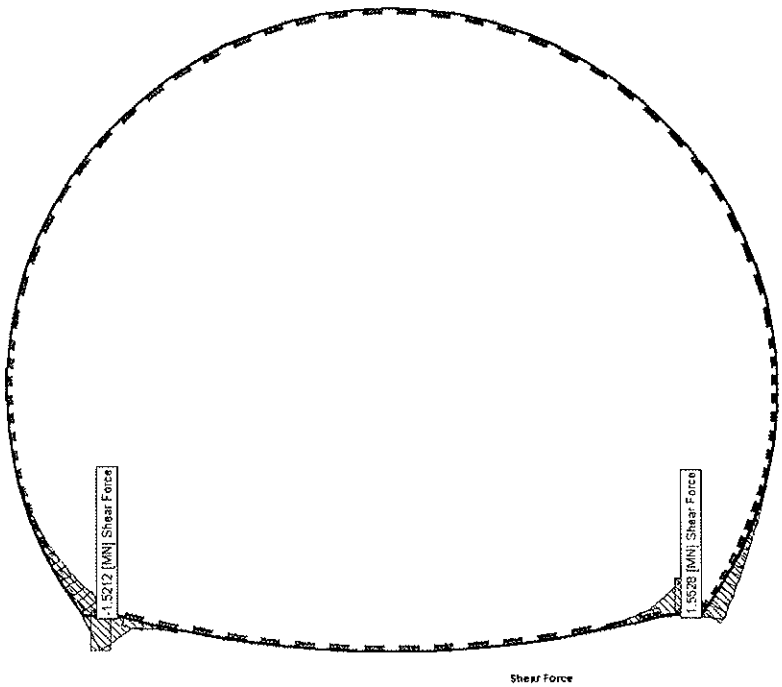
Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo



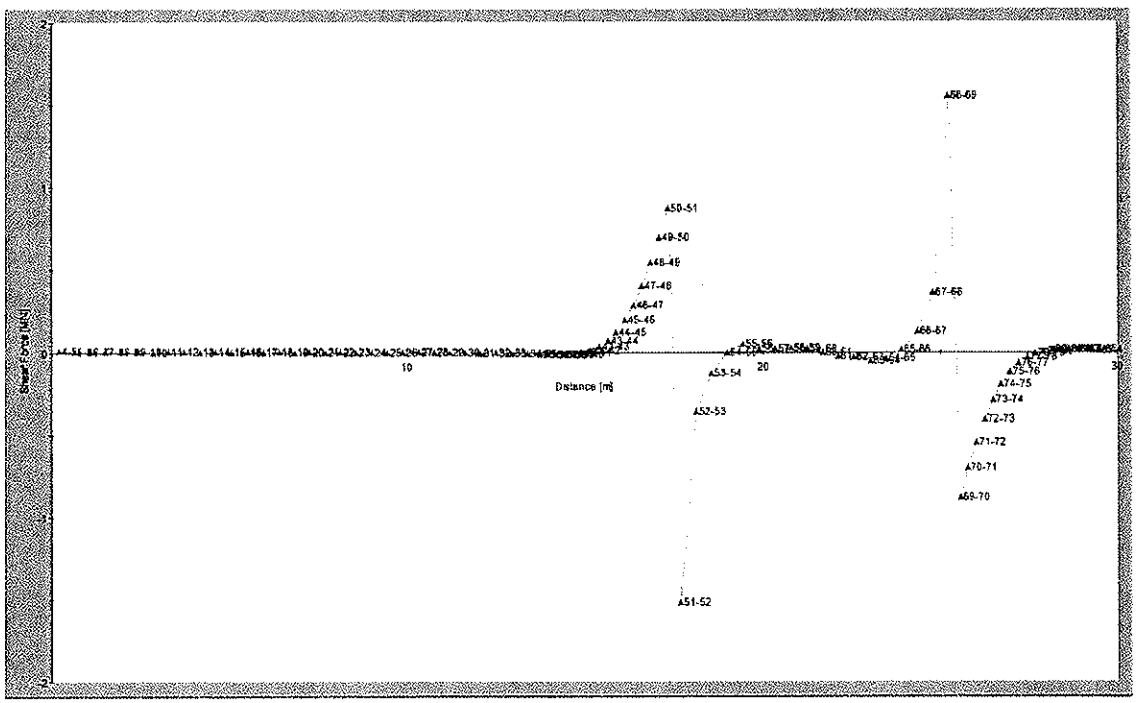
O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

3.2.3.3 Esfuerzos Cortantes



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.3 Sismo

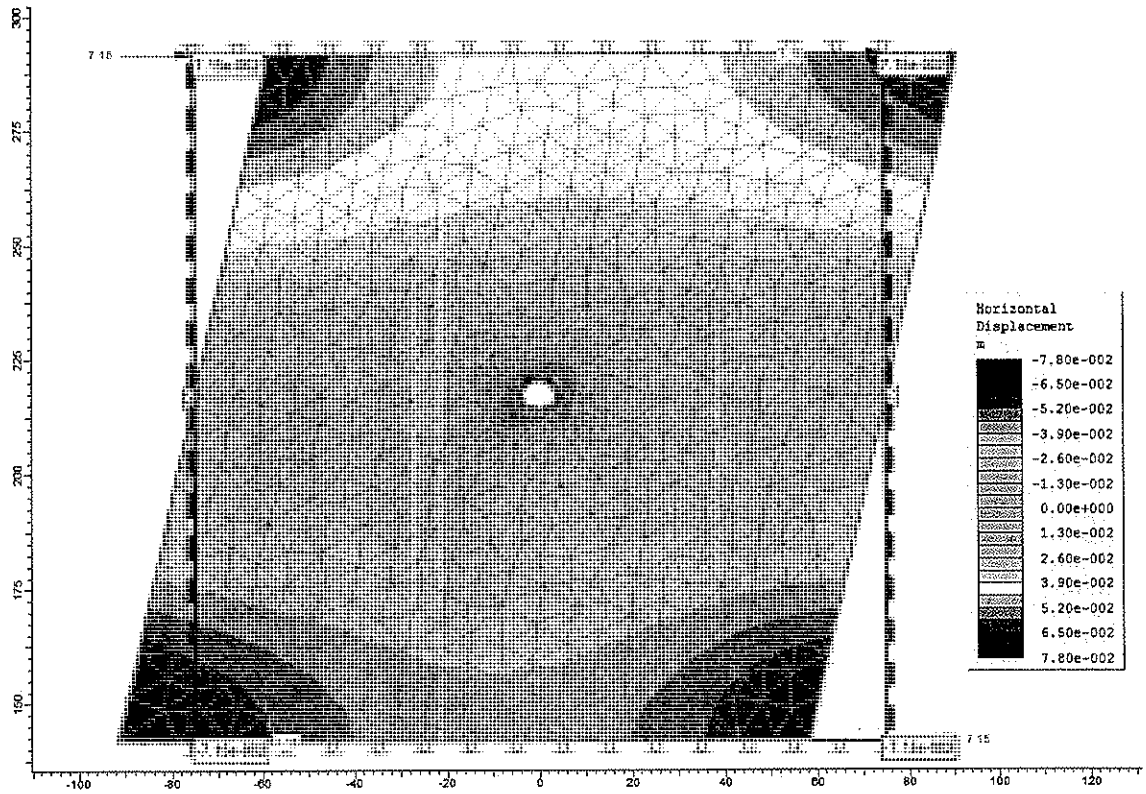
3.3.1 Determinación de la deformación del modelo

Los valores de los parámetros utilizados son los siguientes:

SISMO

a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,00		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,4	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,70		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,28	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	450,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
Vs =	0,4256	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,000946	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)
h_{MODELO} =	150	m	Altura modelo numérico
Δx =	0,070933	m	Desplazamiento en los vértices del modelo numérico

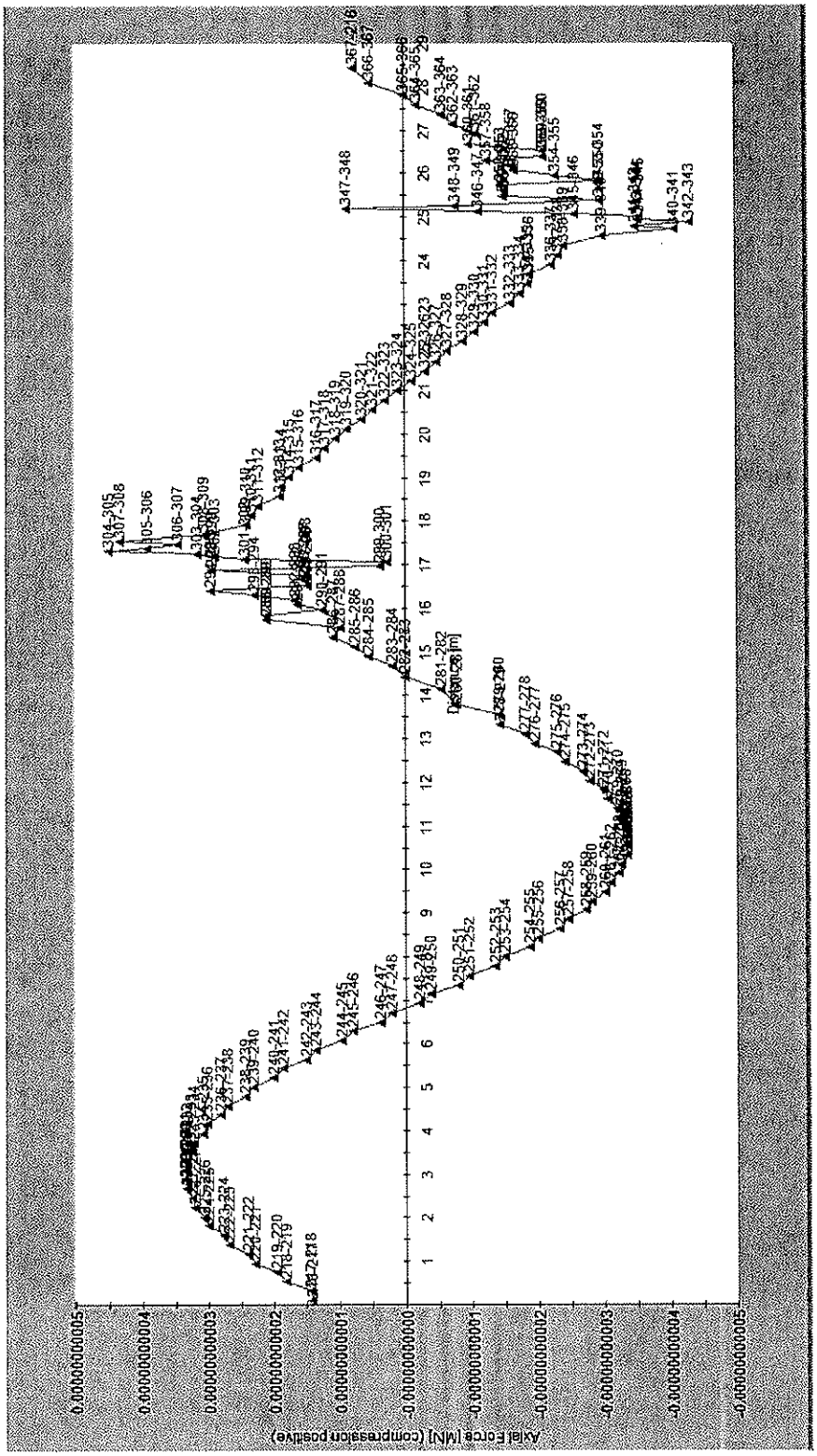
3.3.2 Modelo deformado



O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

3.3.3 Esfuerzos Axiles



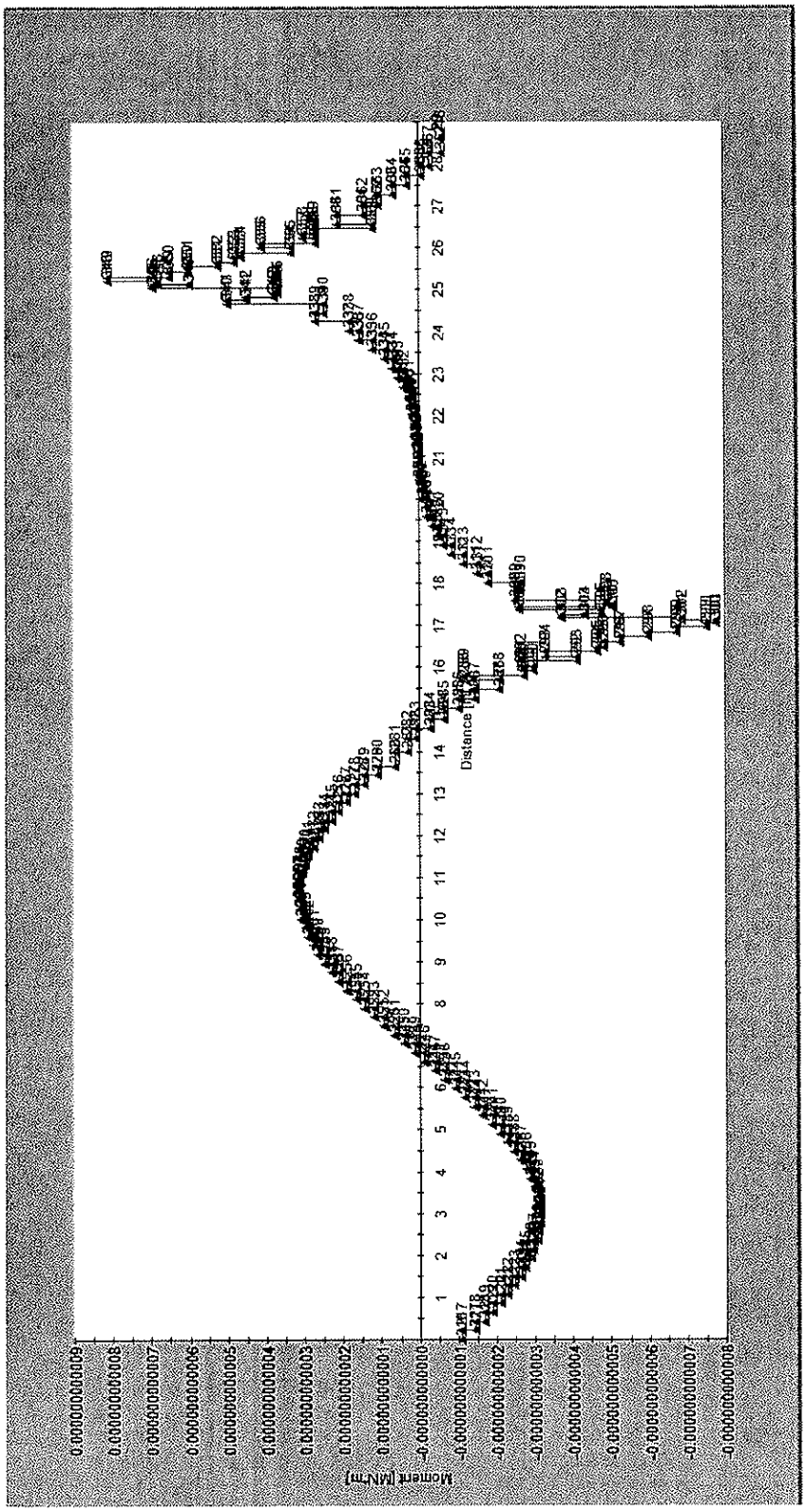
Nota: Los valores de los axiles están 10^{10} veces minorados

3.3.4 Momentos

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

Flectores



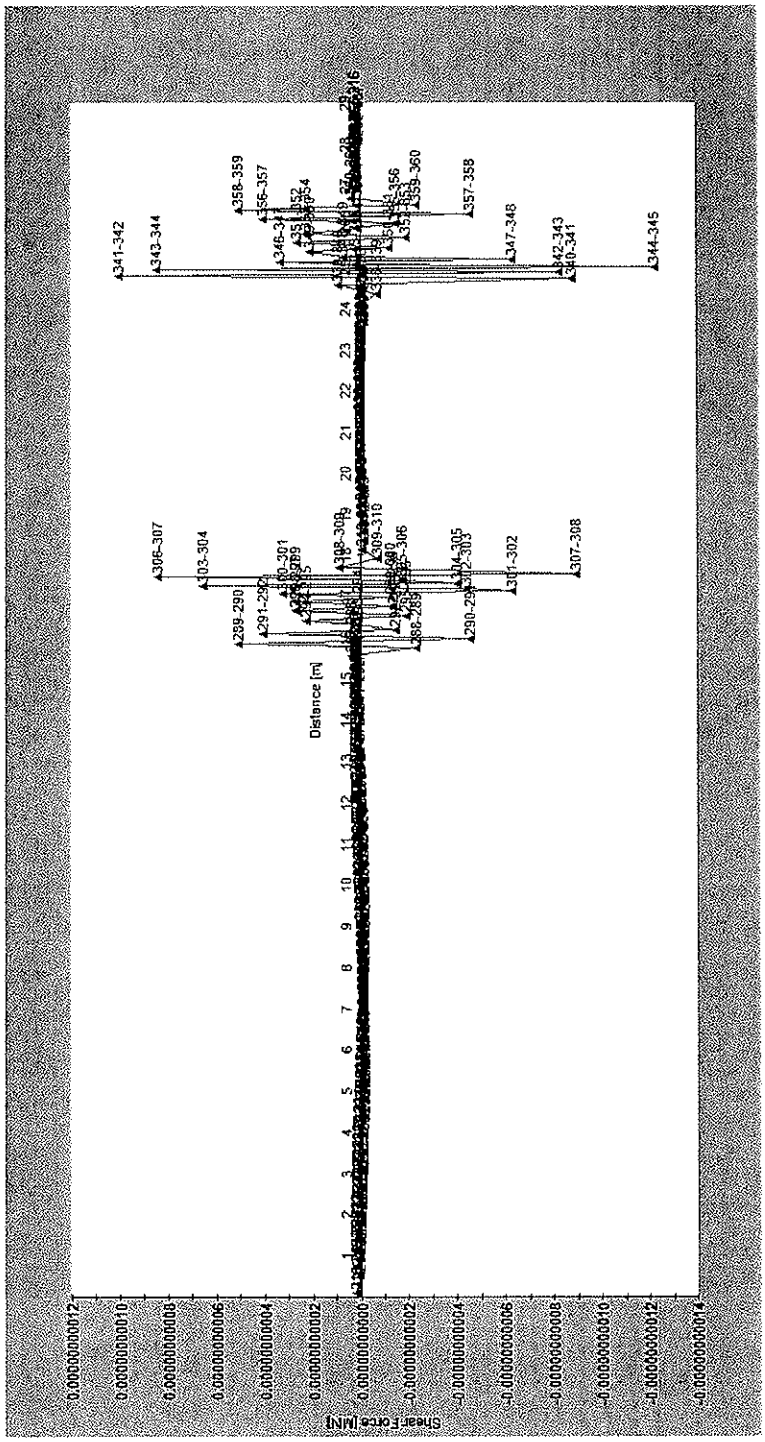
Nota: Los valores de los momentos están 10^{10} veces minorados

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

3.3.5 Esfuerzos cortantes



Nota: Los valores de los cortantes están 10^{-10} veces minorados

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4 ESFUERZOS SECCIÓN CON CONTRABÓVEDA (TIPO C)

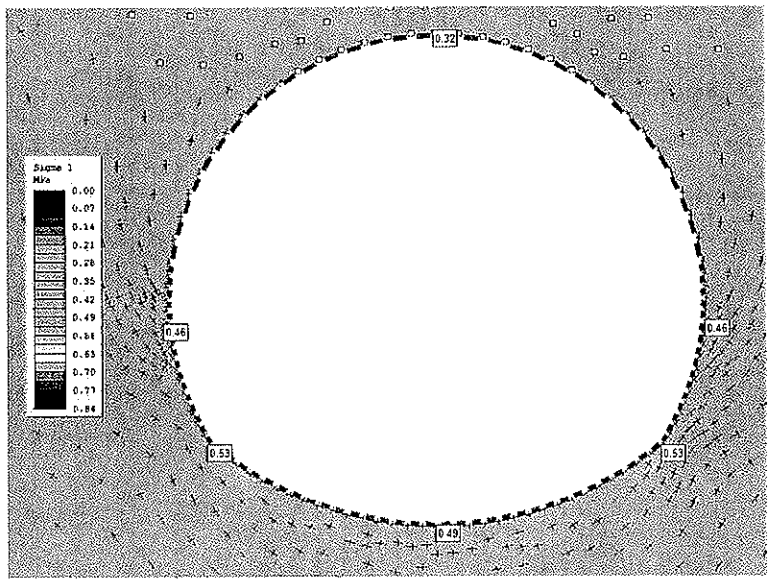
4.1 Introducción

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el revestimiento definitivo a largo plazo para la sección con contrabóveda, es decir, el revestimiento definitivo de la sección tipo C, tanto los debidos a las cargas del terreno como los ocasionados por un sismo.

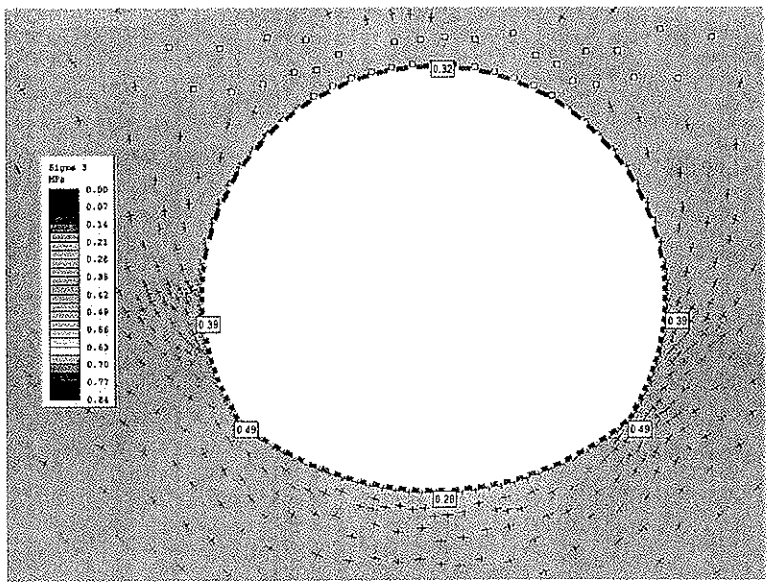
4.2 Carga del terreno

4.2.1 Tensiones en el terreno

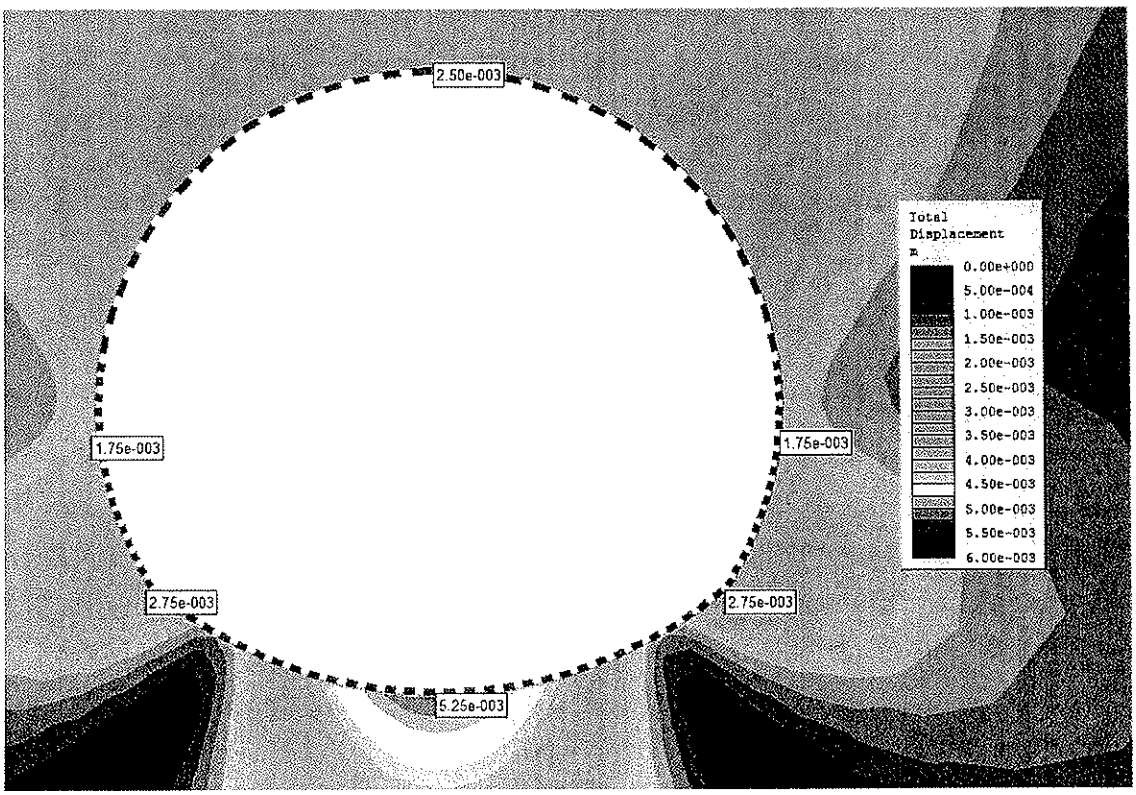
Tensión principal mayor:



Tensión principal menor:

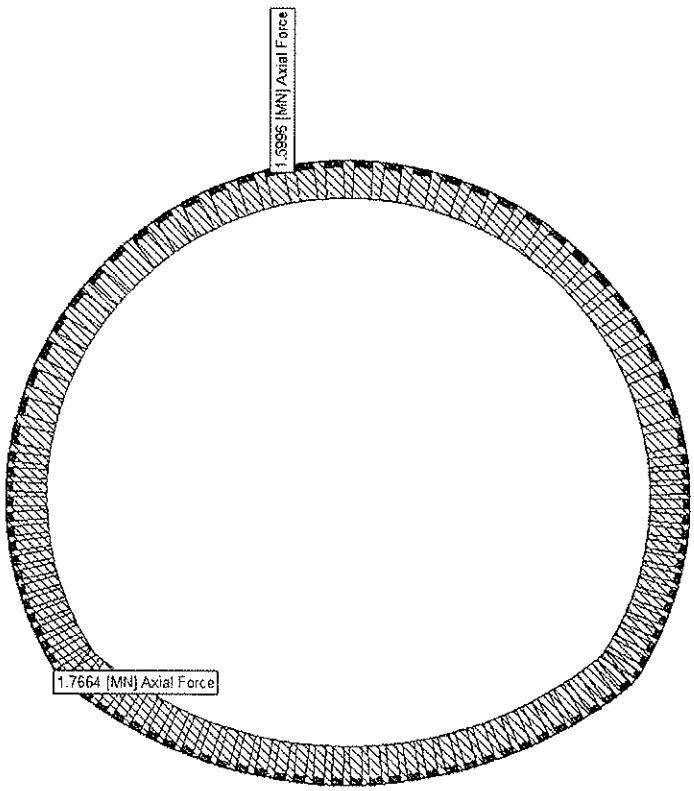


4.2.2 Deformaciones



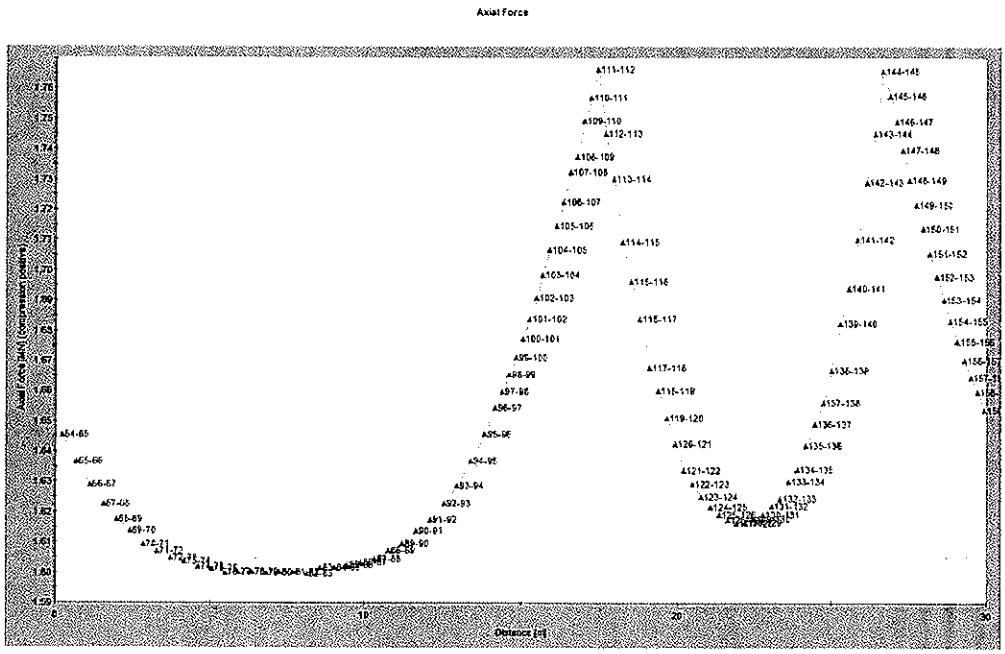
4.2.3 Esfuerzos en el revestimiento.

4.2.3.1 Esfuerzos Axiles



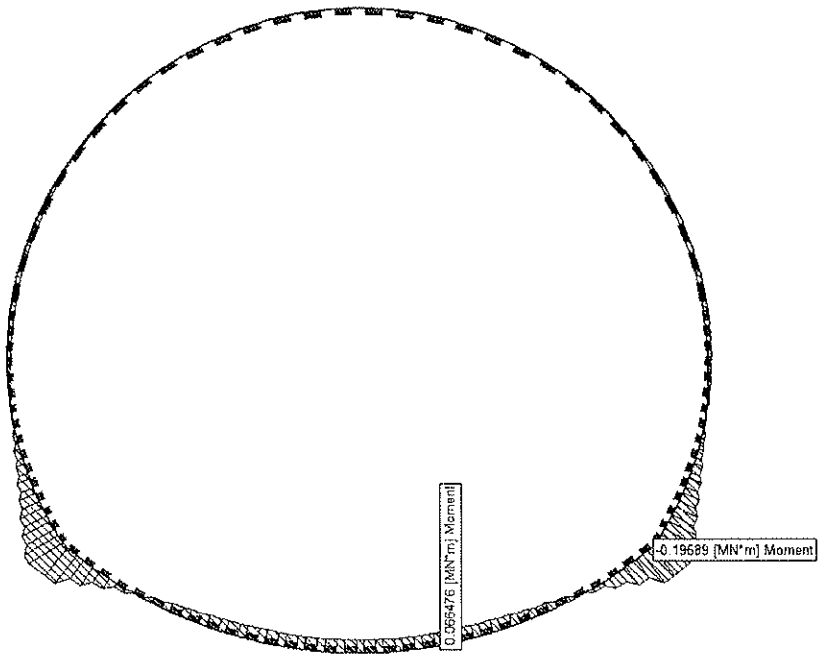
Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo



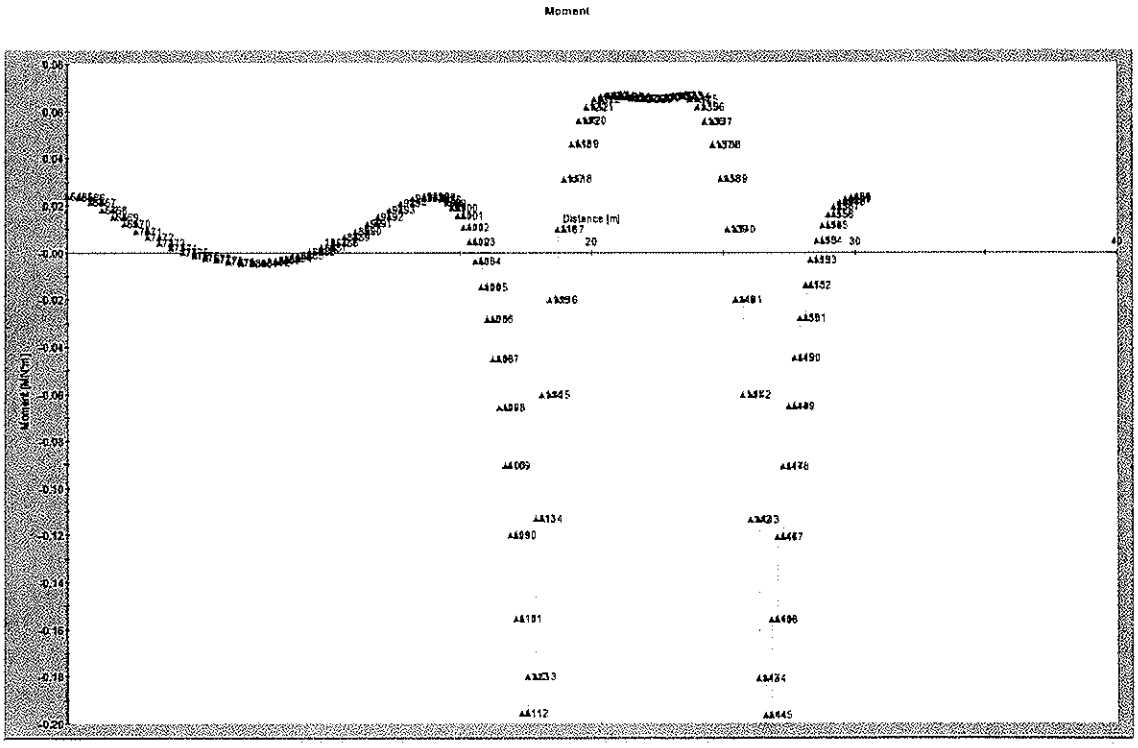
0.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

4.2.3.2 Momentos flectores



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo

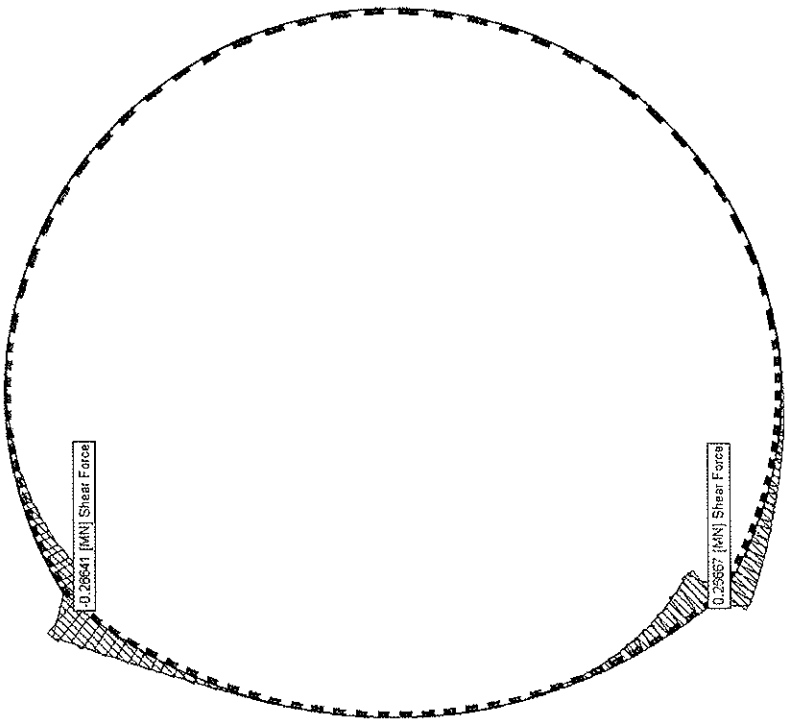


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

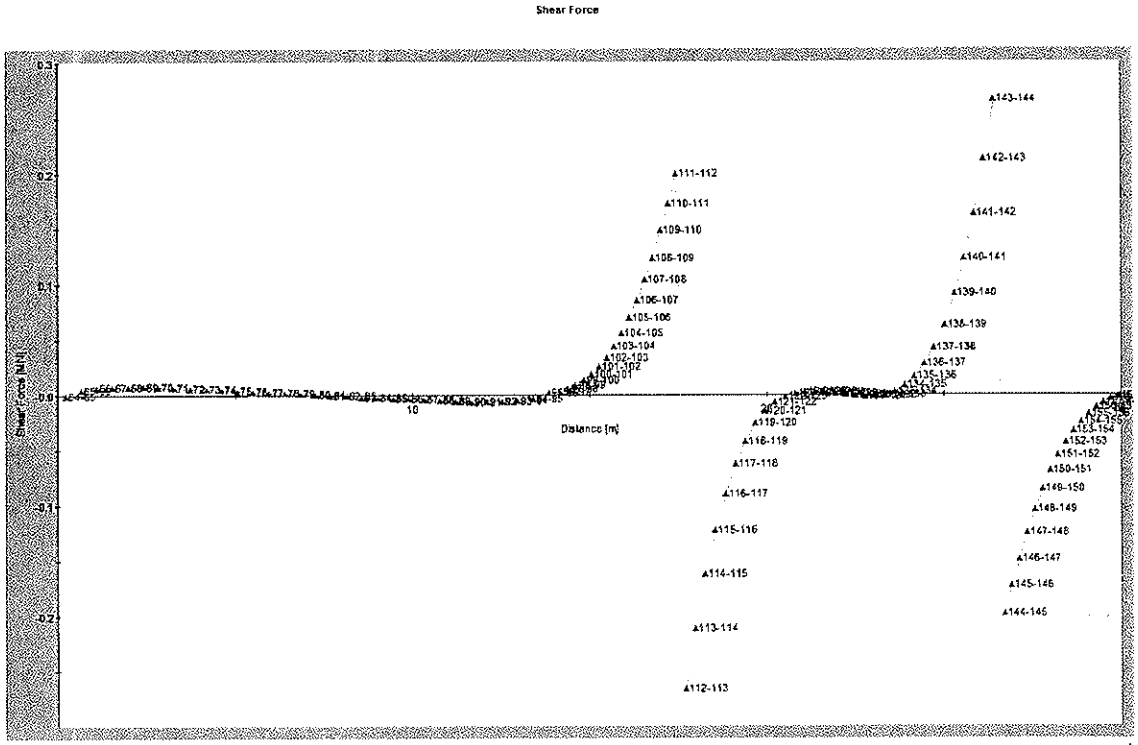
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

4.2.3.3 Esfuerzos Cortantes



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

4.3 Sismo

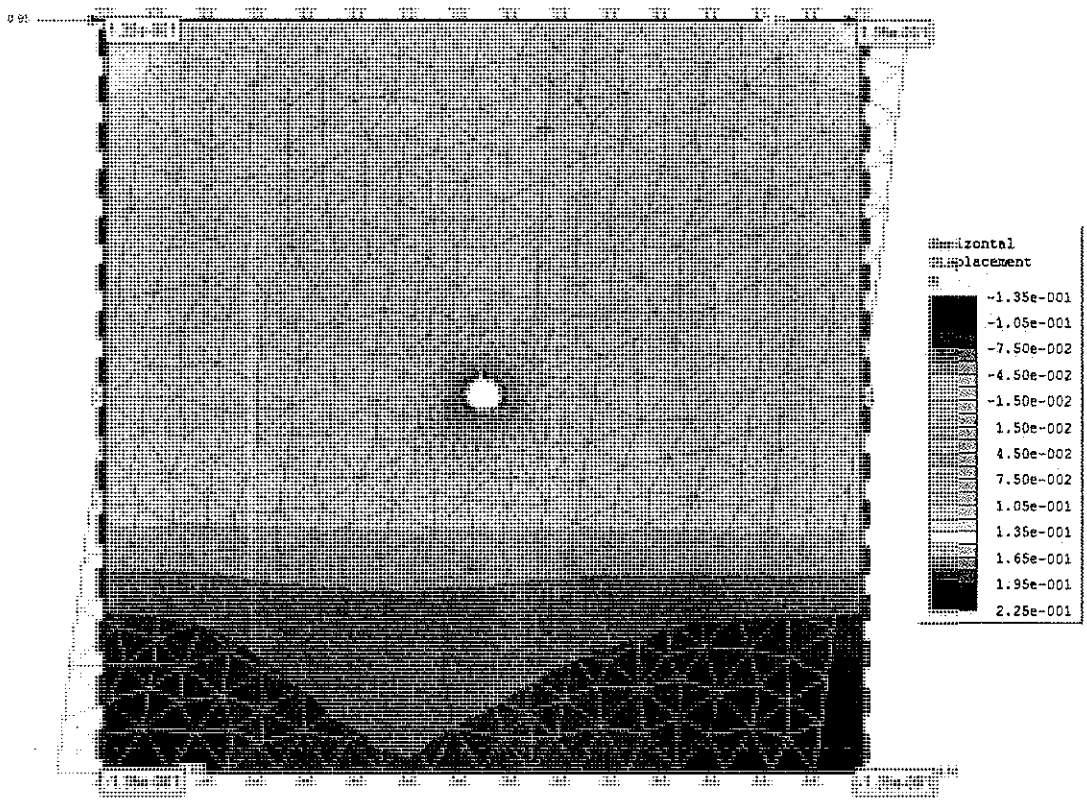
4.3.1 Determinación de la deformación del modelo

Los valores de los parámetros utilizados son los siguientes:

SISMO

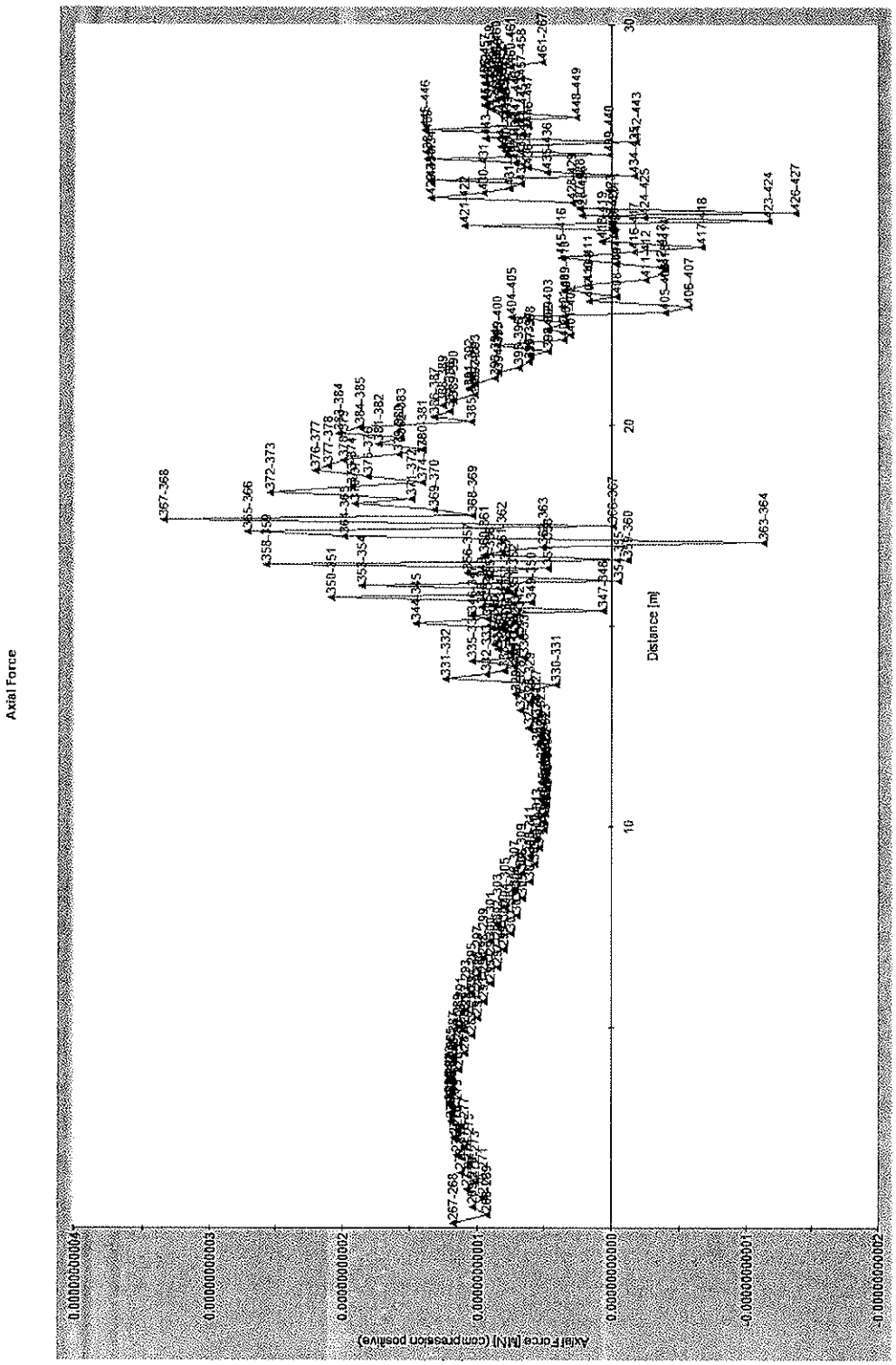
a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,20		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,48	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,90		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,432	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	400,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
V_S =	0,65664	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,001642	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)
h_{MODELO} =	150	m	Altura modelo numérico
ΔX =	0,12312	m	Desplazamiento en los vértices del modelo numérico

4.3.2 Modelo deformado



O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



4.3.3 Esfuerzos Axiles

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

HOJA EN BLANCO

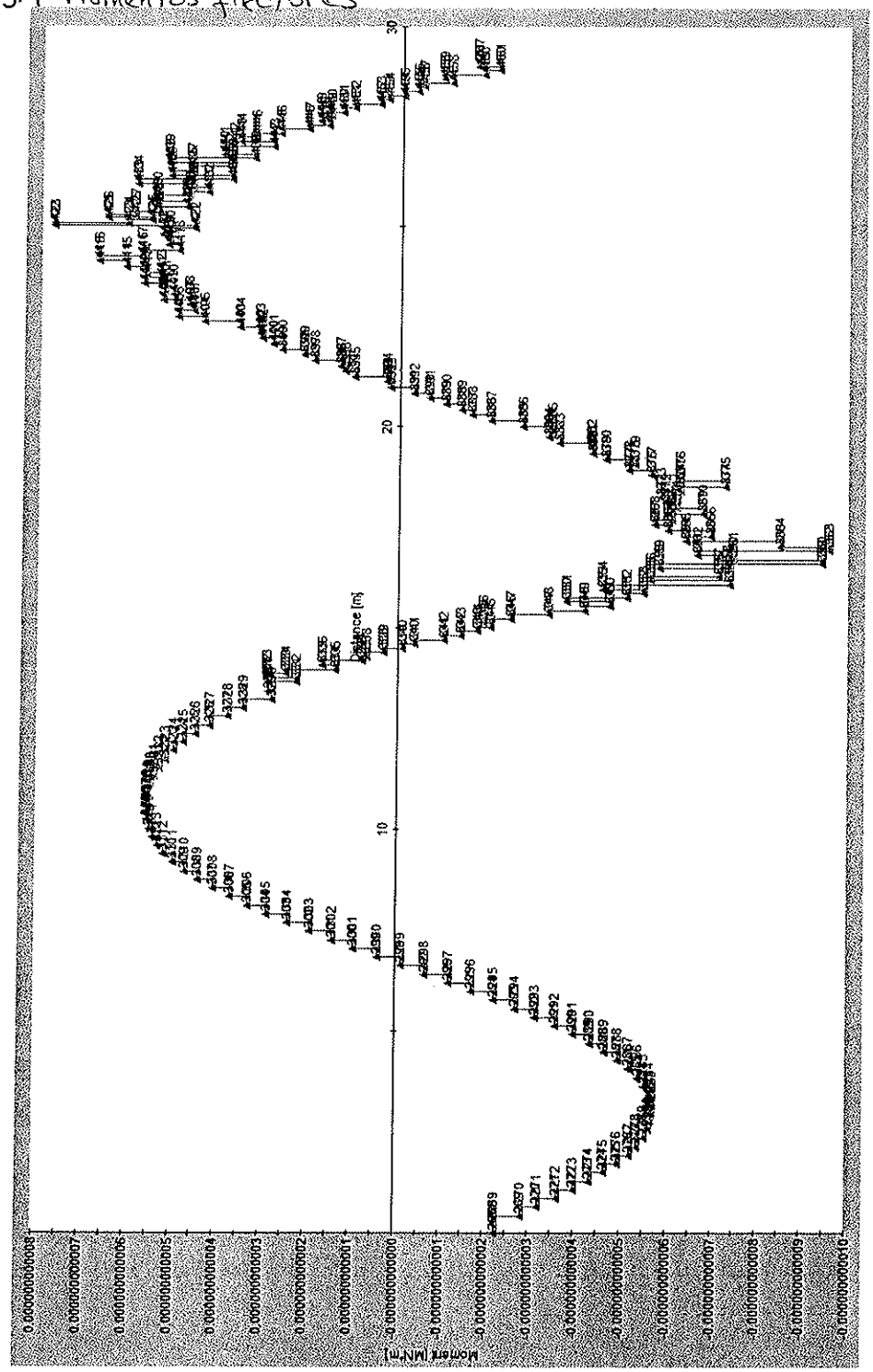
Nota: Los valores de los axiles están 10^{10} veces minorados

4.3.4 Momentos Flectores

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

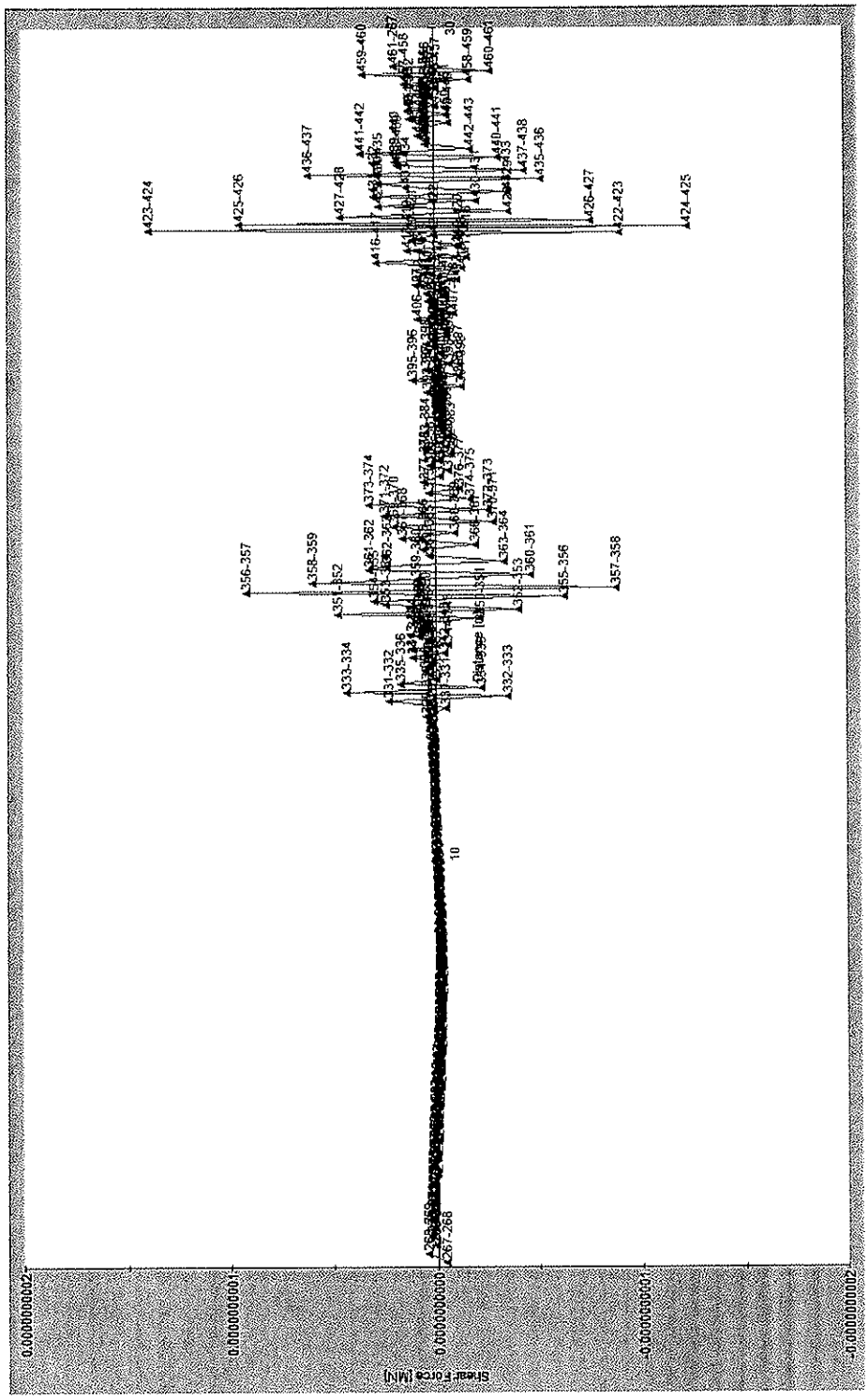
4.3.4 Momentos flectores



Nota: Los valores de los momentos están 10^{10} veces minorados

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.3.5 Esfuerzos cortantes



Nota: Los valores de los cortantes están 10^{10} veces minorados

5 ESFUERZOS SECCIÓN CAVERNA EJE ESTACIÓN JAVIER PRADO

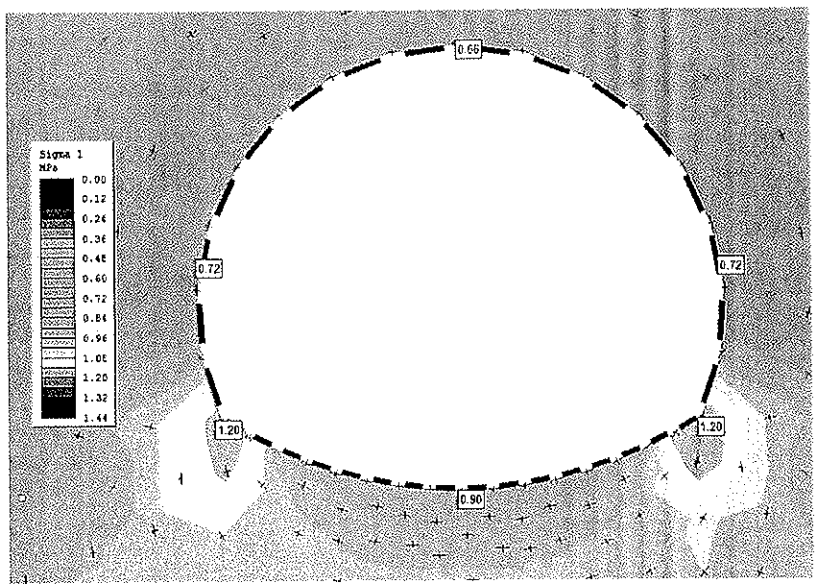
5.1 Introducción

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el revestimiento definitivo a largo plazo para la sección con contrabóveda, es decir, el revestimiento definitivo de la sección tipo C, tanto los debidos a las cargas del terreno como los ocasionados por un sismo.

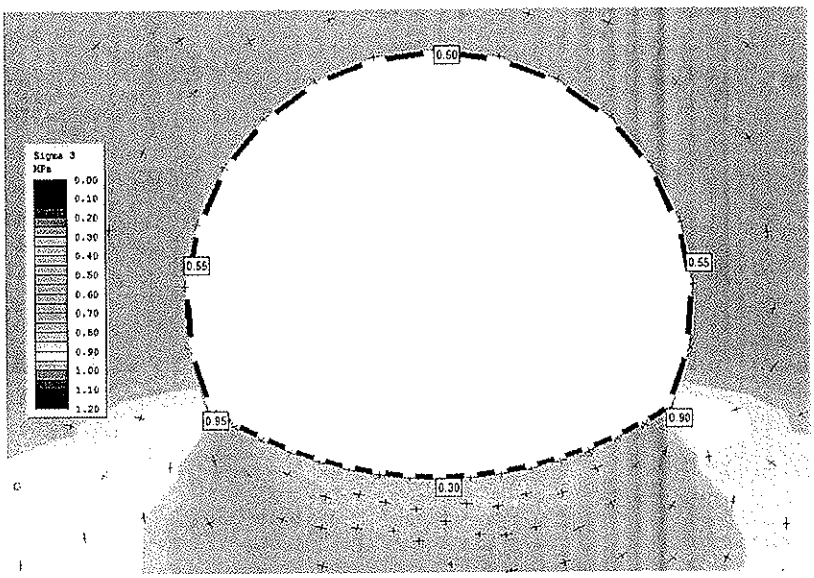
5.2 Carga del terreno

5.2.1 Tensiones en el terreno

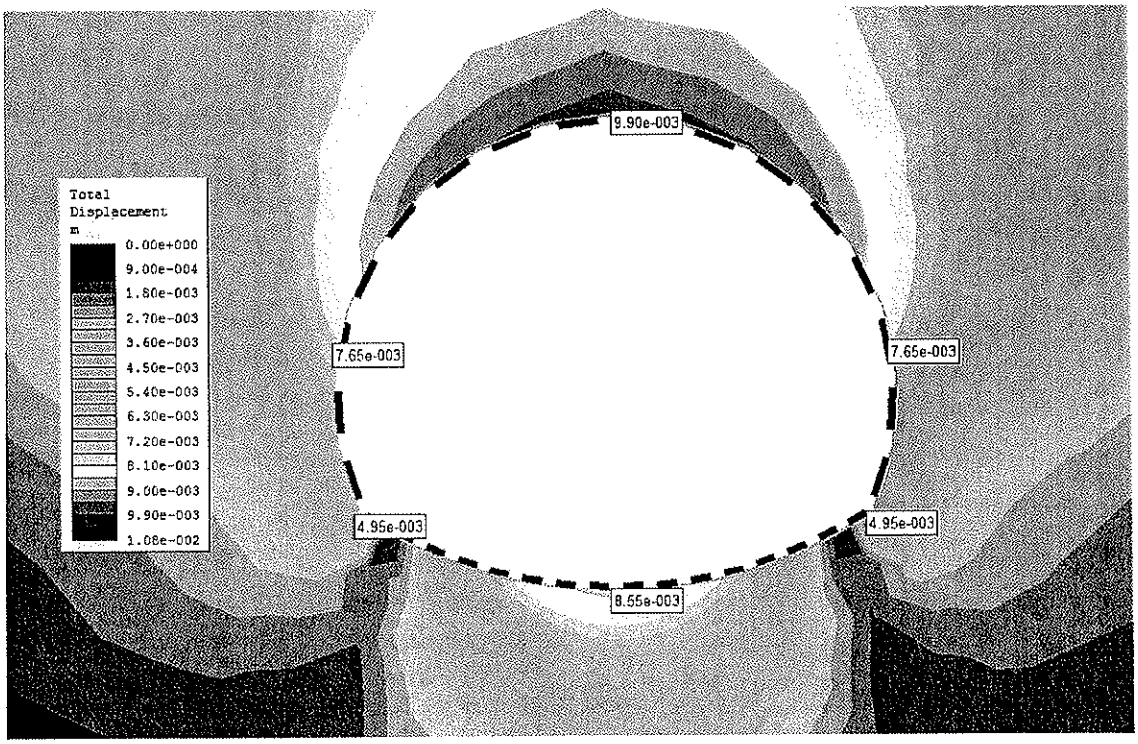
Tensión principal mayor:



Tensión principal menor:



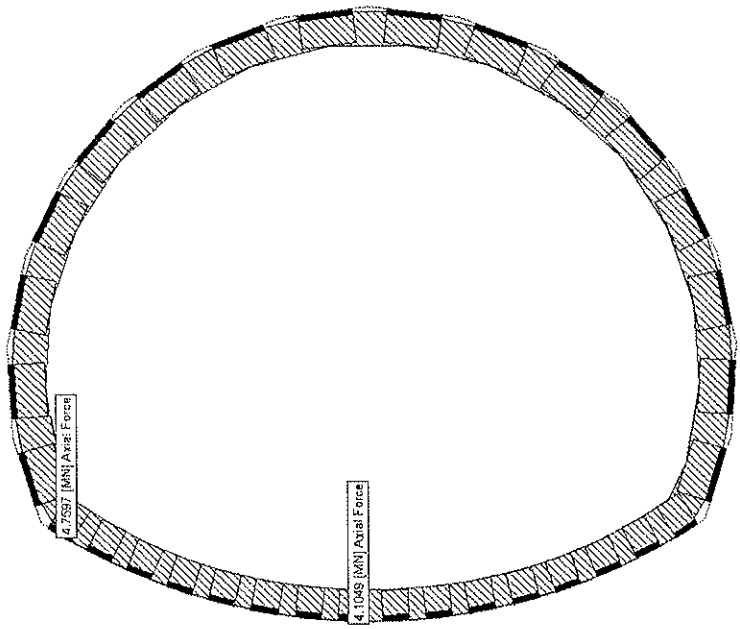
5.2.2 Deformaciones



O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

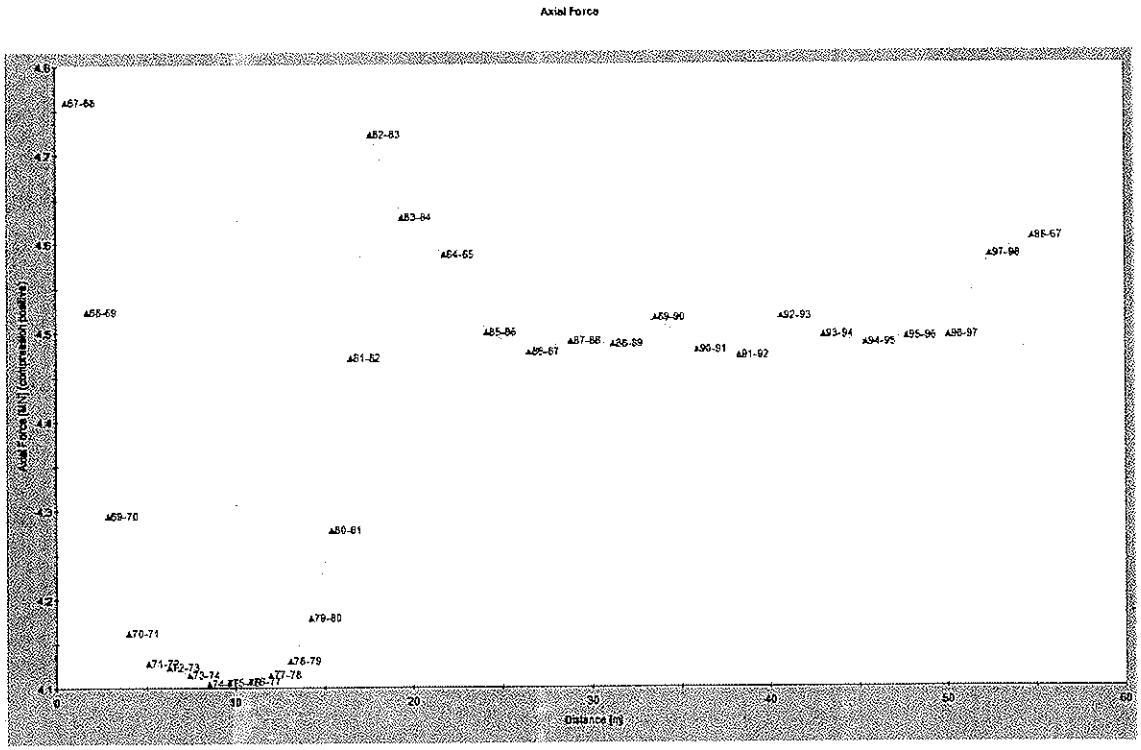
5.2.3 Esfuerzos en el revestimiento.

5.2.3.1 Esfuerzos Axiles



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo

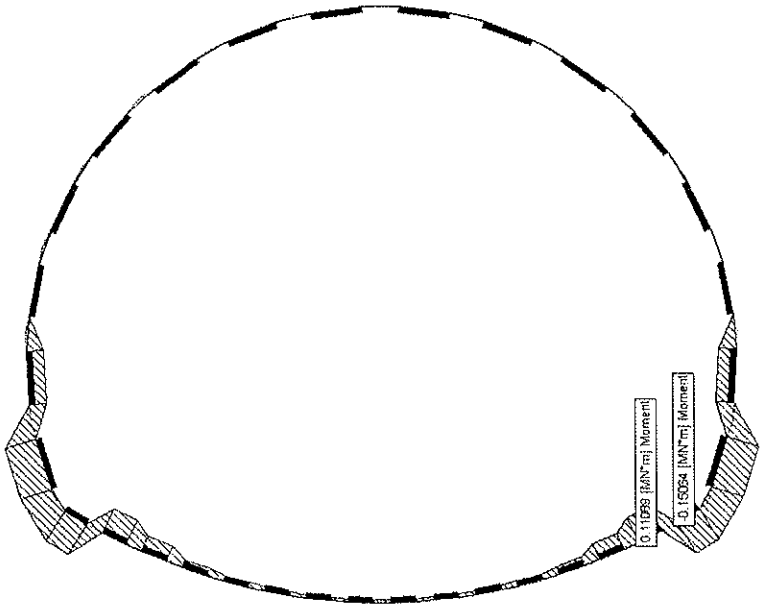


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

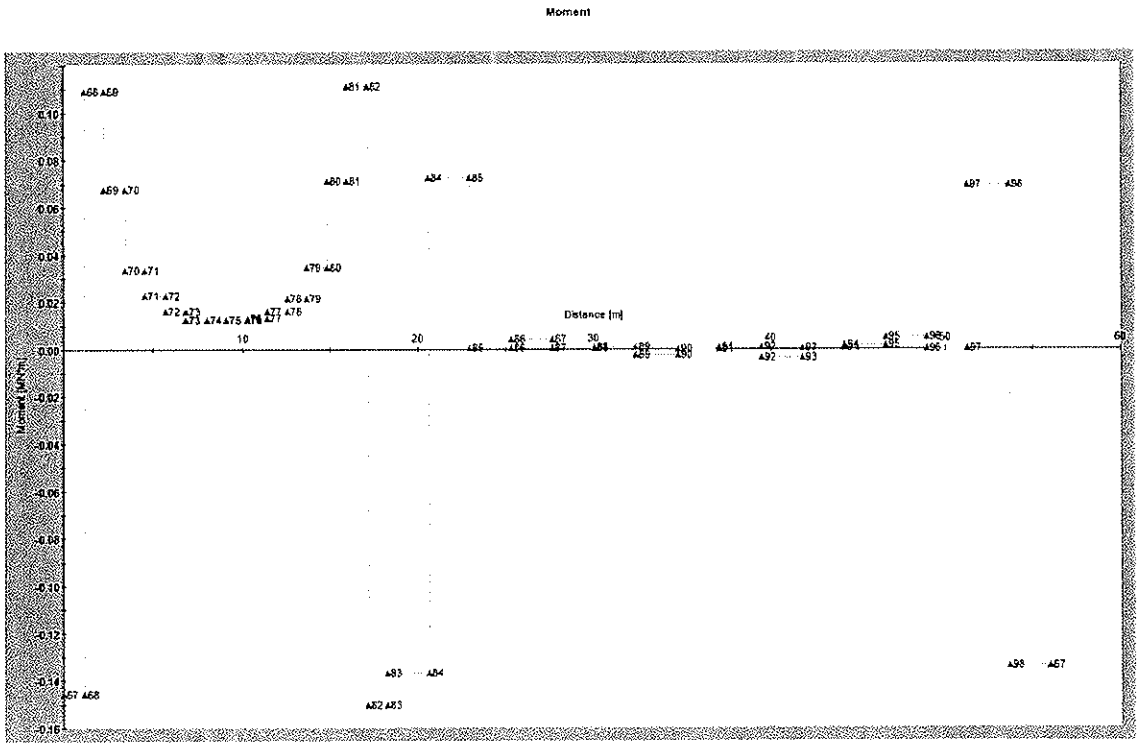
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

5.2.3.2 Momentos flectores



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo

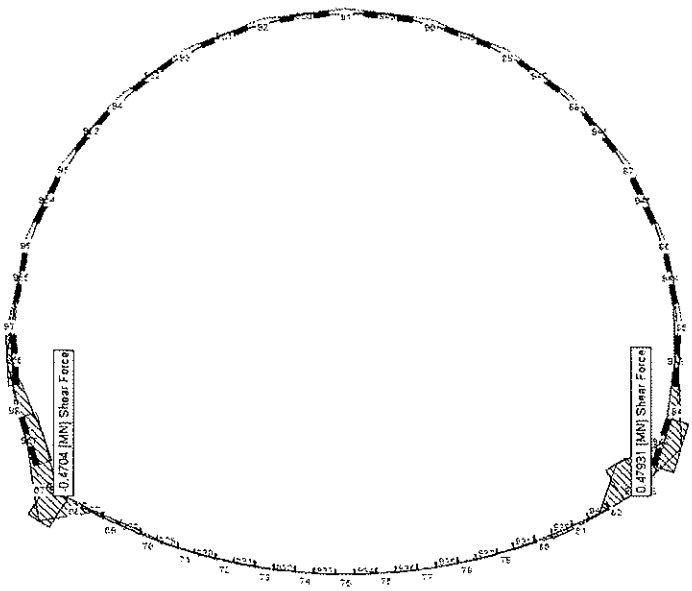


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

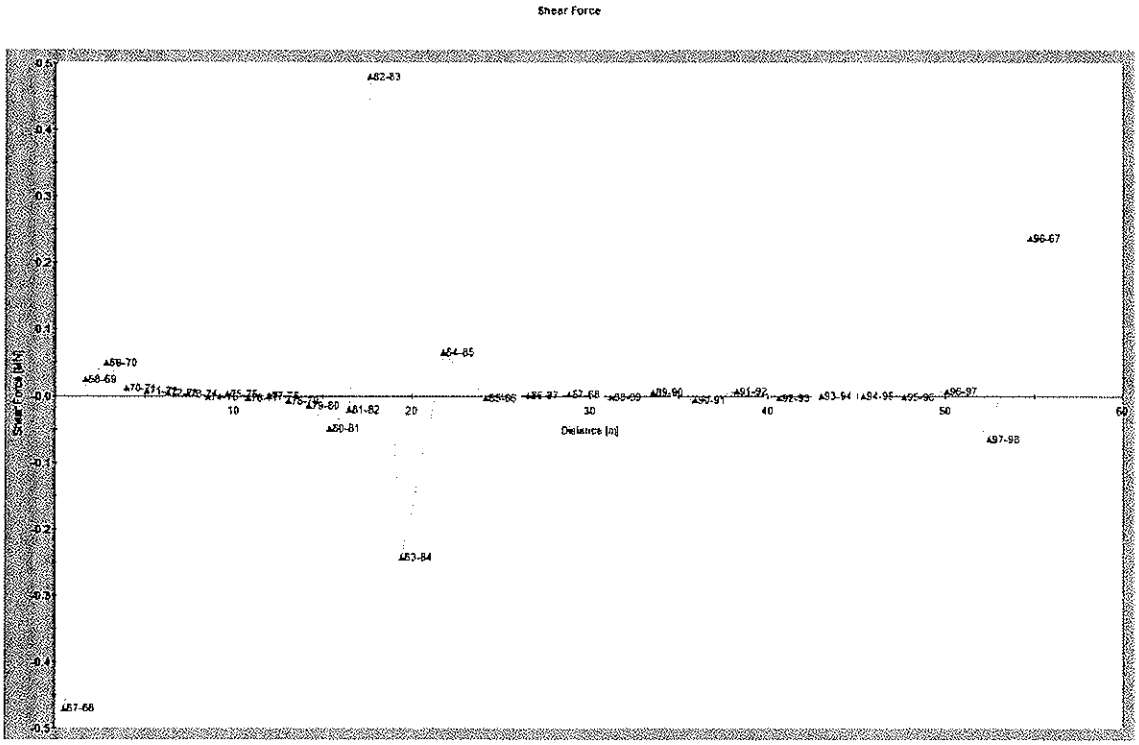
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

5.2.3.3 Esfuerzos Cortantes



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.3 Sismo

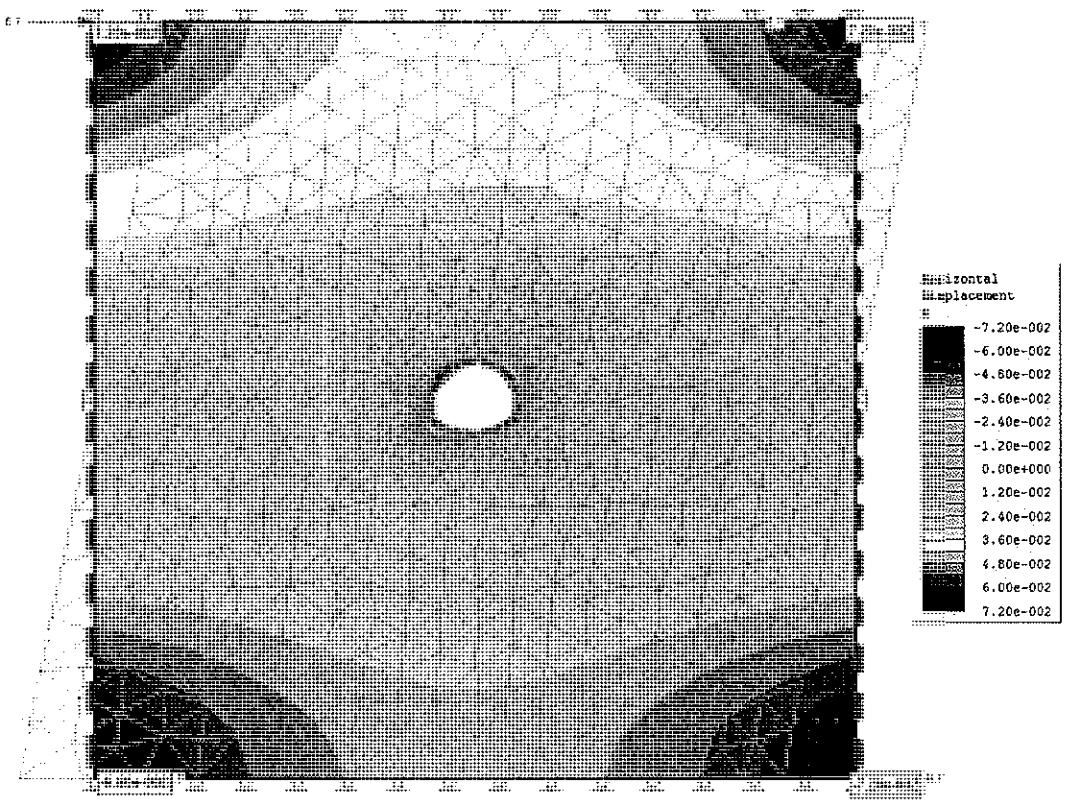
5.3.1 Determinación de la deformación del modelo

Los valores de los parámetros utilizados son los siguientes:

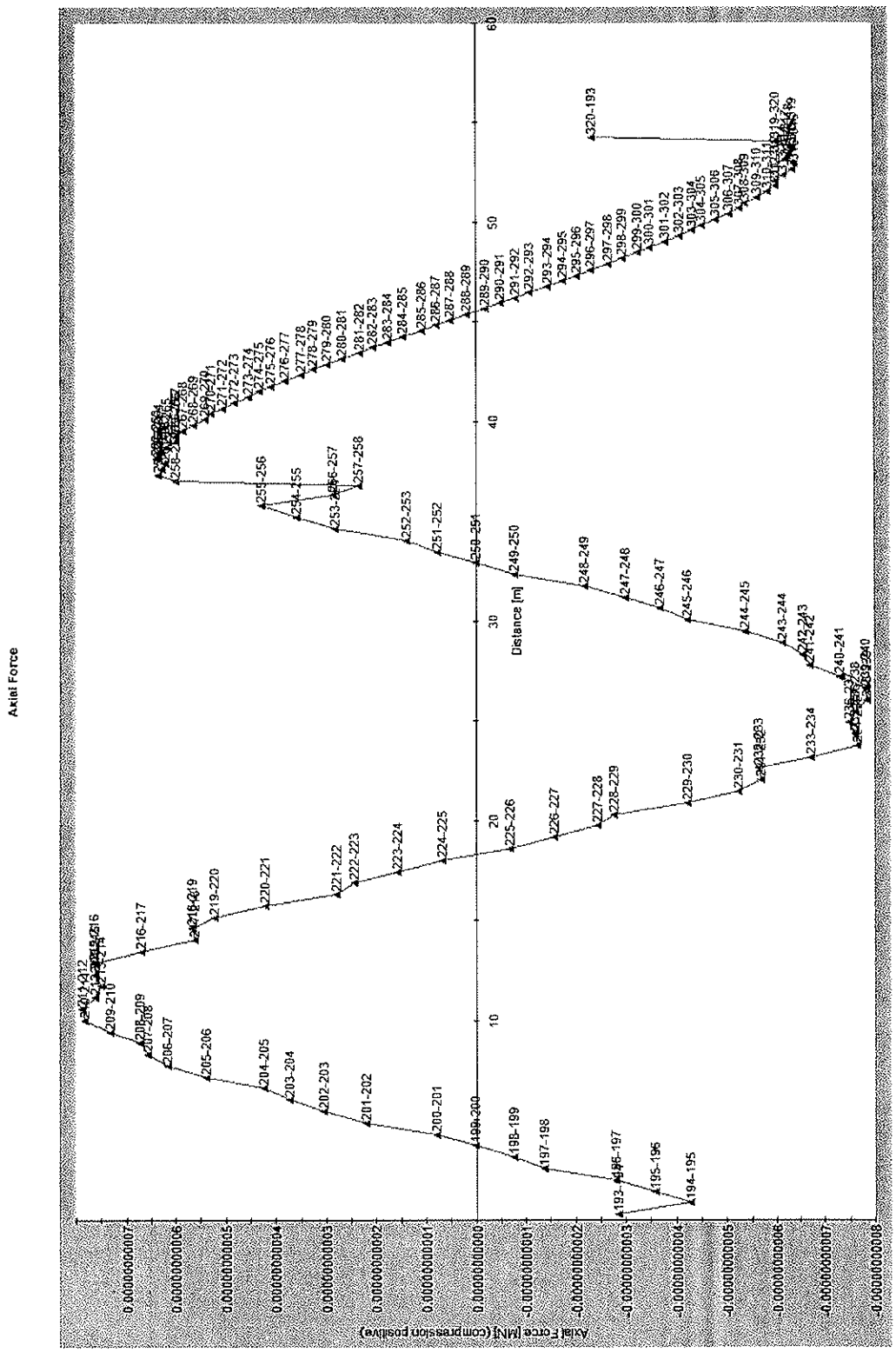
SISMO

a_B =	0,40	g	Aceleración básica
S =	1,00		Coeficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,4	g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,90		Coeficiente de profundidad
$a_{Z,MAX}$ =	0,36	g	Aceleración máxima en profundidad ($a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$)
C_S =	600,00	m/s	Velocidad pico del terreno
k =	1,52		Coeficiente de la velocidad de pico (dependiente de la magnitud del sismo)
Vs =	0,5472	m/s	Velocidad de de las ondas de cortante del sismo ($V_S = k \cdot a_{Z,MAX}$)
γ_{MAX} =	0,000912	rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S/C_S$)
h_{MODELO} =	150	m/s	Altura modelo numérico
Δx =	0,0684	m/s	Desplazamiento en los vértices del modelo numérico

5.3.2 Modelo deformado



5.3.3 Esfuerzos Axiles

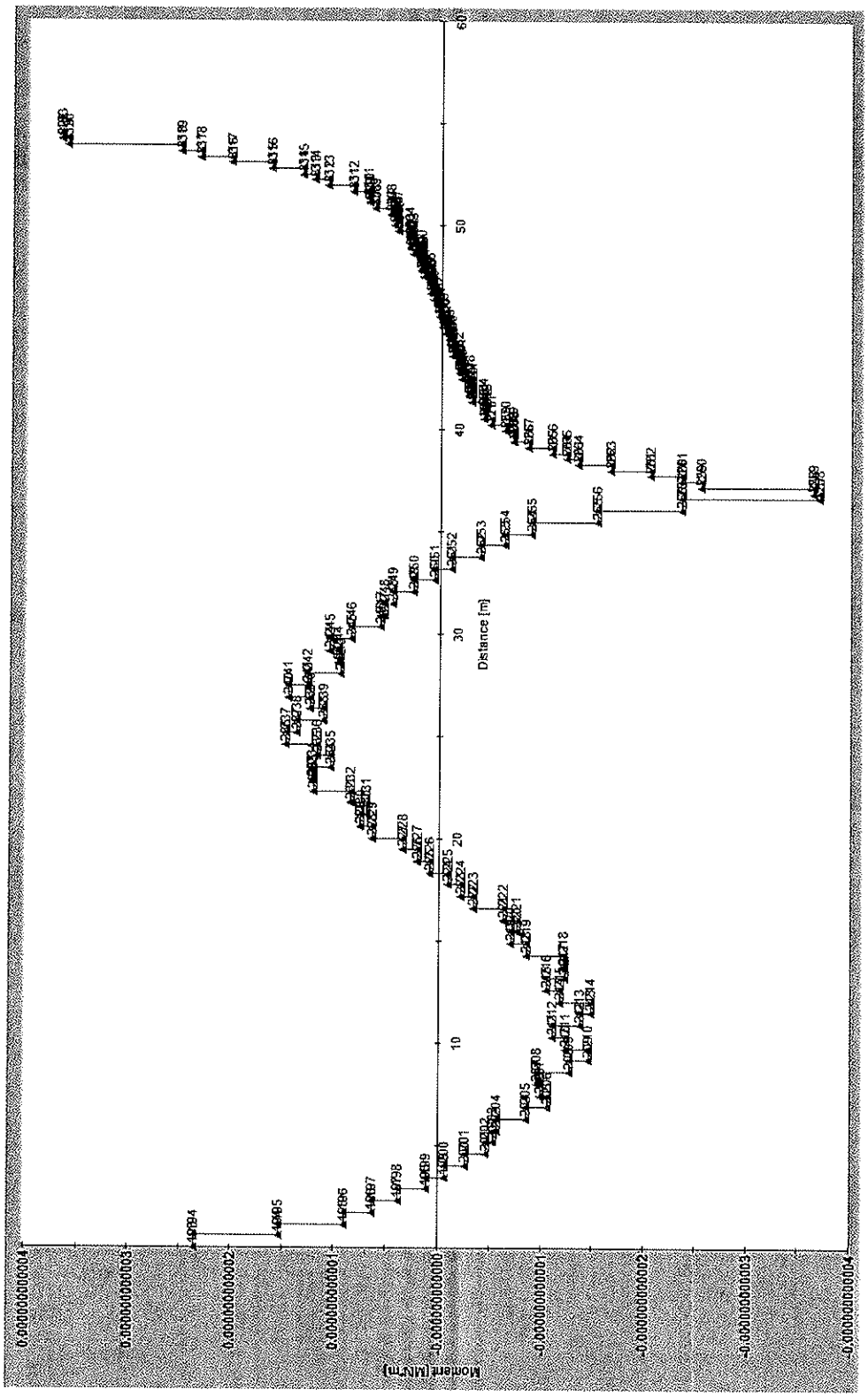


Nota: Los valores de los axiles están 10^{10} veces minorados

O.3.2. Diseño de las secciones tipo de túnel

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

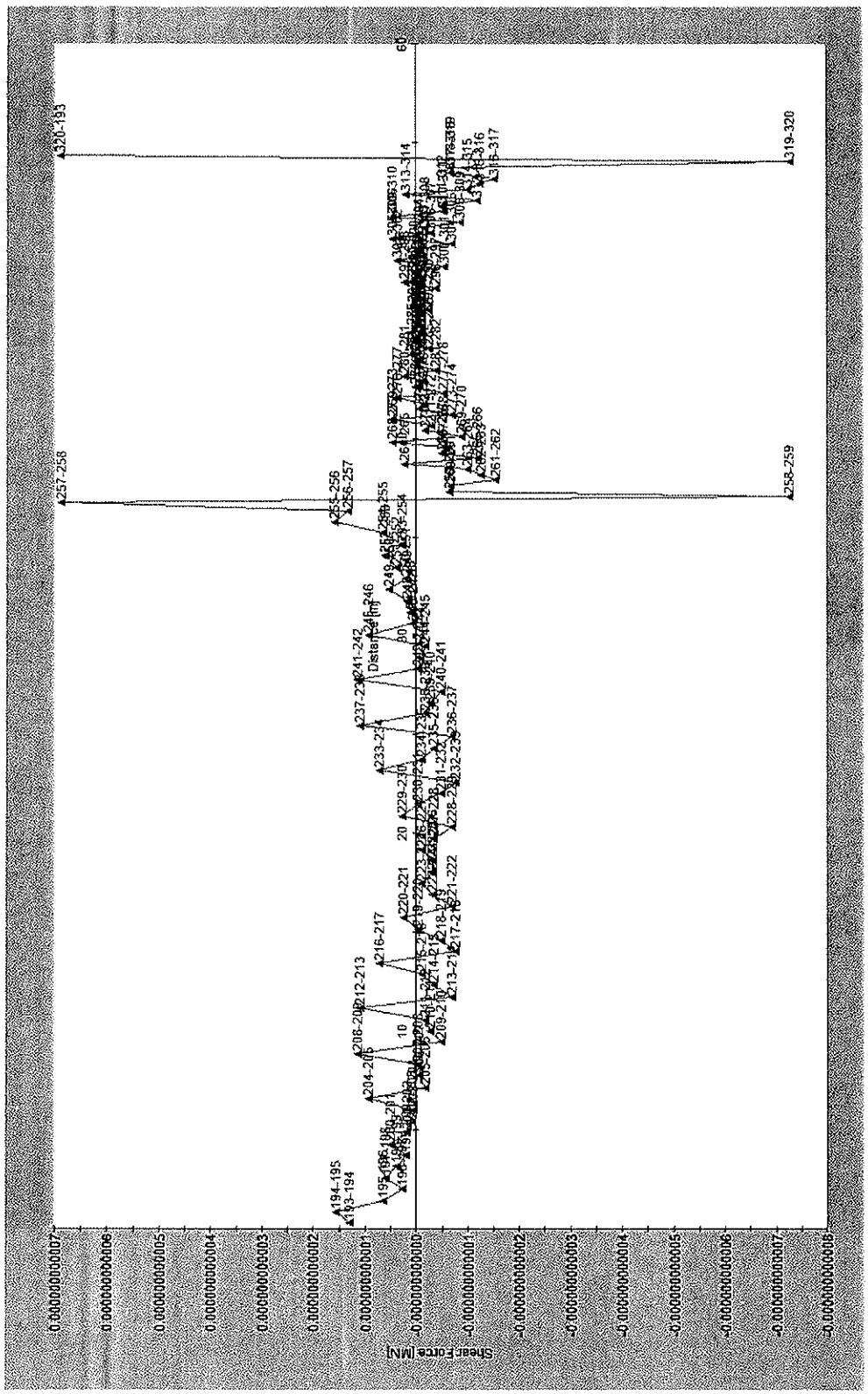
5.3.4 Momentos Flectores



Nota: Los valores de los momentos están 10^{10} veces minorados

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.3.5 Esfuerzos cortantes



Nota: Los valores de los cortantes están 10^{10} veces minorados

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

APÉNDICE 4. DIMENSIONAMIENTO REVESTIMIENTO DEFINITIVO DEL TÚNEL DE LÍNEA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1 MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD 168

2 ACCIONES 168

3 COMBINACIONES 169

4 CÁLCULO 170

4.1 SECCIÓN CON SOLERA CURVA 170

4.1.1 Definición geométrica 170

4.1.2 Esfuerzos 171

4.1.2.1 Servicio 171

4.1.2.2 Sismo 173

4.1.3 Dimensionamiento 178

4.1.3.1 Hipótesis 1 178

4.1.3.2 Hipótesis 2 180

4.1.3.3 Resumen 183

4.2 SECCIÓN CON CONTRABÓVEDA 184

4.2.1 Definición geométrica 184

4.2.2 Esfuerzos 185

4.2.2.1 Servicio 185

4.2.2.2 Sismo 187

4.2.3 Dimensionamiento 193

4.2.3.1 Hipótesis 1 193

4.2.3.2 Hipótesis 2 197

4.2.3.3 Hipótesis 3 201

4.2.3.4 Hipótesis 4 206

4.2.3.5 Resumen 210

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1 MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Los materiales utilizados son:

Hormigón:

- Resistencia característica: f_{ck} = 40 Mpa
- Coeficiente de minoriación: γ_c = 1,50

Acero de Refuerzo: (Barras corrugadas):

Tensión de fluencia: f_{yk} = 420 N/mm²

Tensión de rotura: f_u = 540 N/mm²

Tensión de cálculo: f_{yd} = 375 N/mm²

Coeficientes de minoración de la resitencia: γ_c = 1,12

Módulo elástico: E_s = 210000 N/mm²

Recubrimiento de armaduras: 30 mm

Los coeficientes de mayoración de acciones considerados, son los siguientes:

Acciones permanentes: γ_G = 1,40

Sobrecargas: γ_Q = 1,70

Sobrecargas con sismo: $\gamma_{Q,SISMO}$ = 1,25

Acción sísmica: γ_{SISMO} = 1,0

2 ACCIONES

Se ha realizado un estudio tenso-deformacional del túnel con el fin de definir el revestimiento. Los cálculos se han abordado mediante el empleo del Método de los Elementos Finitos con el programa de ordenador Phase2 (programa de mecánica de medios continuos aplicados a la Geotecnia).

Se han obtenido resultados tanto para la situación de excavación por fases como para la situración definitiva de servicio. Así mismo, se han realizado el cáculo independiente de los esfectos del sismo para los siguientes parámetros:

- Sección con solera curva
  - Aceleración básica a_B = 0,4 g
  - Coeficiente del terreno S = 1
  - Aceleración máxima: $a_{MAX,S} = S \cdot a_B$ = 0,4 g
  - Coeficiente de profundidad C = 0,70
  - Aceleración máxima en profundidad: $a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$ = 0,28 g
  - Velocidad pico del terreno C_S = 450 m/s
  - Coeficiente de la velocidad de pico: k = 1,52
  - Velocidad de de las ondas de cortante del sismo: $V_S = k \cdot a_{Z,M,AX}$ = 0,4256 m/s
  - Distorsión angular máxima: $\gamma_{MAX} = V_S/C_S$ = 0,000946 rad
- Sección con contrabóveda
  - Aceleración básica a_B = 0,4 g
  - Coeficiente del terreno S = 1,20
  - Aceleración máxima: $a_{MAX,S} = S \cdot a_B$ = 0,4 g
  - Coeficiente de profundidad C = 0,90
  - Aceleración máxima en profundidad: $a_{Z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S}$ = 0,432 g
  - Velocidad pico del terreno C_S = 400 m/s
  - Coeficiente de la velocidad de pico: k = 1,52
  - Velocidad de de las ondas de cortante del sismo: $V_S = k \cdot a_{Z,M,AX}$ = 0,6566 m/s
  - Distorsión angular máxima: $\gamma_{MAX} = V_S/C_S$ = 0,001642 rad

3 COMBINACIONES

A efecto de dimensionamiento del revestimiento, se han considerado las siguientes hipótesis

1 Hipótesis 1: Momento máximo. sin sismo

2 Hipótesis 2: Axil Máximo sin sismo

3 Hipótesis 3: Momento máximo con sismo

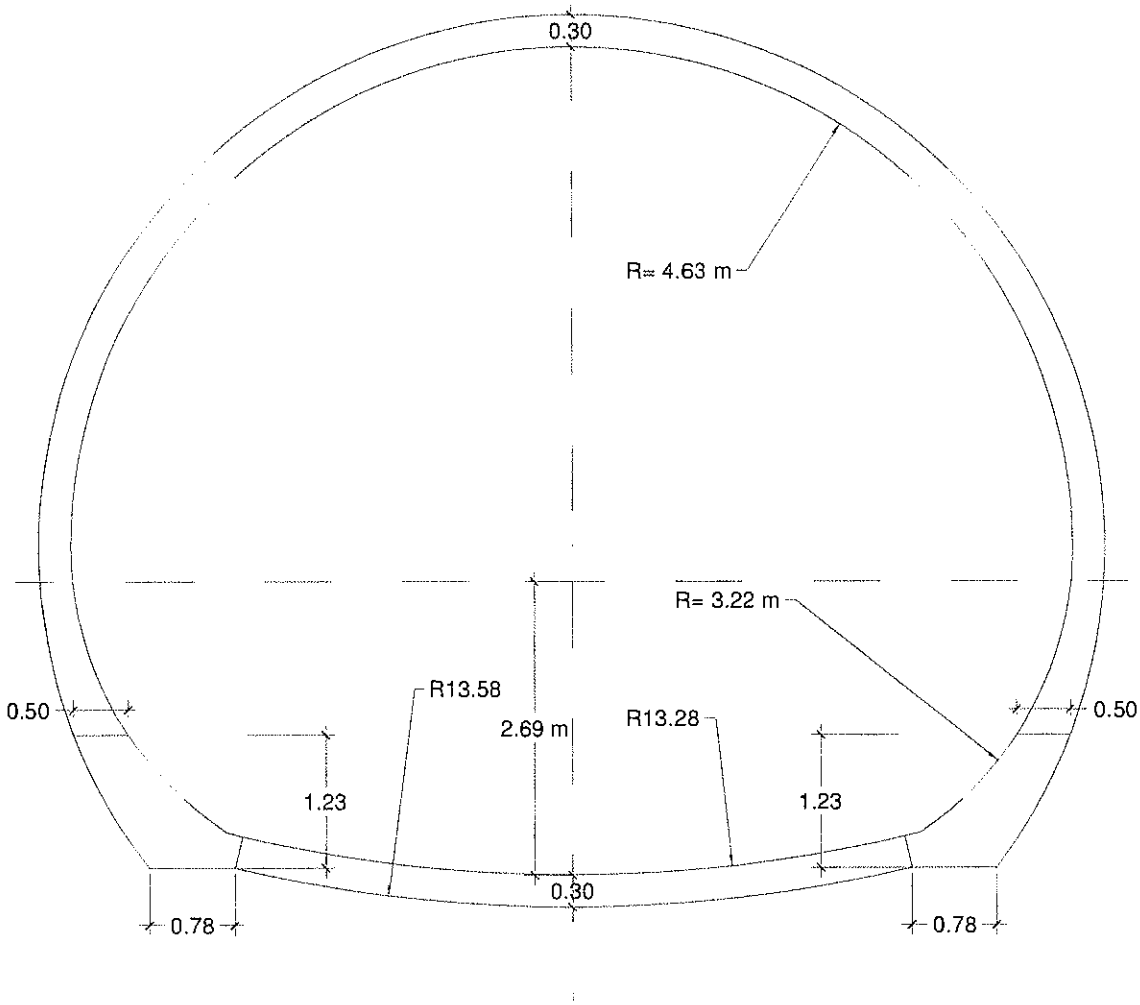
4 Hipótesis 4: Axil Máximo con sismo

4 CÁLCULO

4.1 SECCIÓN CON SOLERA CURVA

4.1.1 Definición geométrica

La sección transversal del túnel es la siguiente:



4.1.2 Esfuerzos

Los valores de los esfuerzos producidos por las acciones procedentes del terreno se han calculado mediante el programa de elementos finitos Phase2. Los resultados son los siguientes:

4.1.2.1 Servicio

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m-t)
1	1	0.22	323.95	0.80	1.10
2	1	0.22	323.95	0.80	1.10
2	2	0.66	324.77	0.37	0.84
3	2	0.66	324.77	0.37	0.84
3	3	1.10	325.33	0.58	0.63
4	3	1.10	325.33	0.58	0.63
4	4	1.54	325.11	0.49	0.40
5	4	1.54	325.11	0.49	0.40
5	5	1.98	325.61	0.03	0.28
6	5	1.98	325.61	0.03	0.28
6	6	2.42	326.16	0.45	0.18
7	6	2.42	326.16	0.45	0.18
7	7	2.86	326.27	-0.14	0.11
8	7	2.86	326.27	-0.14	0.11
8	8	3.30	326.65	0.30	0.07
9	8	3.30	326.65	0.30	0.07
9	9	3.74	326.70	0.06	0.00
10	9	3.74	326.70	0.06	0.00
10	10	4.18	326.81	-0.01	-0.02
11	10	4.18	326.81	-0.01	-0.02
11	11	4.61	327.26	0.12	-0.04
12	11	4.61	327.26	0.12	-0.04
12	12	5.05	327.36	-0.07	-0.05
13	12	5.05	327.36	-0.07	-0.05
13	13	5.49	327.49	0.26	-0.09
14	13	5.49	327.49	0.26	-0.09
14	14	5.93	327.71	-0.04	-0.14
15	14	5.93	327.71	-0.04	-0.14
15	15	6.37	327.30	0.10	-0.15
16	15	6.37	327.30	0.10	-0.15
16	16	6.81	327.21	-0.10	-0.15
17	16	6.81	327.21	-0.10	-0.15
17	17	7.25	327.67	0.04	-0.14
18	17	7.25	327.67	0.04	-0.14
18	18	7.69	327.41	-0.29	-0.08
19	18	7.69	327.41	-0.29	-0.08
19	19	8.13	327.25	0.10	-0.04
20	19	8.13	327.25	0.10	-0.04
20	20	8.57	327.21	-0.11	-0.04
21	20	8.57	327.21	-0.11	-0.04
21	21	9.01	326.74	-0.02	-0.01
22	21	9.01	326.74	-0.02	-0.01
22	22	9.45	326.59	-0.02	0.00
23	22	9.45	326.59	-0.02	0.00
23	23	9.89	326.57	-0.30	0.07
24	23	9.89	326.57	-0.30	0.07
24	24	10.33	326.17	0.13	0.10
25	24	10.33	326.17	0.13	0.10
25	25	10.77	326.11	-0.38	0.16
26	25	10.77	326.11	-0.38	0.16
26	26	11.21	325.47	-0.17	0.28
27	26	11.21	325.47	-0.17	0.28
27	27	11.65	325.14	-0.39	0.40
28	27	11.65	325.14	-0.39	0.40
28	28	12.09	325.06	-0.60	0.62
29	28	12.09	325.06	-0.60	0.62
29	29	12.53	324.48	-0.31	0.82
30	29	12.53	324.48	-0.31	0.82
30	30	12.97	323.98	-0.93	1.09
31	30	12.97	323.98	-0.93	1.09

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
31	31	13.40	323.73	-0.77	1.46
32	31	13.40	323.73	-0.77	1.46
32	32	13.74	323.85	-1.38	1.80
33	32	13.74	323.85	-1.38	1.80
33	33	13.98	323.59	-1.63	2.16
34	33	13.98	323.59	-1.63	2.16
34	34	14.22	323.40	-1.76	2.56
35	34	14.22	323.40	-1.76	2.56
35	35	14.46	323.30	-1.68	2.97
36	35	14.46	323.30	-1.68	2.97
36	36	14.70	323.30	-1.28	3.33
37	36	14.70	323.30	-1.28	3.33
37	37	14.94	323.48	-0.54	3.55
38	37	14.94	323.48	-0.54	3.55
38	38	15.18	323.68	0.93	3.50
39	38	15.18	323.68	0.93	3.50
39	39	15.42	324.10	3.38	2.98
40	39	15.42	324.10	3.38	2.98
40	40	15.66	324.43	6.53	1.80
41	40	15.66	324.43	6.53	1.80
41	41	15.90	324.82	12.18	-0.44
42	41	15.90	324.82	12.18	-0.44
42	42	16.14	325.83	19.39	-4.22
43	42	16.14	325.83	19.39	-4.22
43	43	16.38	326.45	28.52	-9.95
44	43	16.38	326.45	28.52	-9.95
44	44	16.62	327.45	40.30	-18.19
45	44	16.62	327.45	40.30	-18.19
45	45	16.86	328.14	54.16	-29.49
46	45	16.86	328.14	54.16	-29.49
46	46	17.09	326.92	69.81	-44.32
47	46	17.09	326.92	69.81	-44.32
47	47	17.33	327.77	87.24	-63.12
48	47	17.33	327.77	87.24	-63.12
48	48	17.66	248.84	-152.12	-41.39
49	48	17.66	248.84	-152.12	-41.39
49	49	18.10	270.88	-36.41	-1.10
50	49	18.10	270.88	-36.41	-1.10
50	50	18.55	260.33	-12.46	9.80
51	50	18.55	260.33	-12.46	9.80
51	51	18.99	249.61	-0.29	12.64
52	51	18.99	249.61	-0.29	12.64
52	52	19.44	240.98	4.72	11.66
53	52	19.44	240.98	4.72	11.66
53	53	19.88	259.66	2.11	10.13
54	53	19.88	259.66	2.11	10.13
54	54	20.33	234.88	1.92	9.24
55	54	20.33	234.88	1.92	9.24
55	55	20.78	234.87	2.89	8.17
56	55	20.78	234.87	2.89	8.17
56	56	21.22	232.11	2.05	7.07
57	56	21.22	232.11	2.05	7.07
57	57	21.67	231.37	-0.19	6.65
58	57	21.67	231.37	-0.19	6.65
58	58	22.11	230.34	-2.83	7.32
59	58	22.11	230.34	-2.83	7.32
59	59	22.56	233.64	-3.04	8.64
60	59	22.56	233.64	-3.04	8.64
60	60	23.01	236.13	-5.43	10.52
61	60	23.01	236.13	-5.43	10.52
61	61	23.45	240.97	-3.60	12.54
62	61	23.45	240.97	-3.60	12.54
62	62	23.90	249.18	1.22	13.07
63	62	23.90	249.18	1.22	13.07
63	63	24.34	258.76	12.48	10.01
64	63	24.34	258.76	12.48	10.01
64	64	24.79	269.66	36.04	-0.81
65	64	24.79	269.66	36.04	-0.81
65	65	25.22	254.28	155.28	-41.65
66	65	25.22	254.28	155.28	-41.65
66	66	25.55	328.20	-88.50	-63.87
67	66	25.55	328.20	-88.50	-63.87

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
67	67	25.79	327.39	-70.38	-44.85
68	67	25.79	327.39	-70.38	-44.85
68	68	26.03	327.81	-54.83	-29.87
69	68	26.03	327.81	-54.83	-29.87
69	69	26.27	326.84	-40.71	-18.43
70	69	26.27	326.84	-40.71	-18.43
70	70	26.51	326.25	-28.83	-10.11
71	70	26.51	326.25	-28.83	-10.11
71	71	26.75	325.79	-19.64	-4.31
72	71	26.75	325.79	-19.64	-4.31
72	72	26.99	324.86	-12.33	-0.49
73	72	26.99	324.86	-12.33	-0.49
73	73	27.23	324.57	-6.53	1.77
74	73	27.23	324.57	-6.53	1.77
74	74	27.47	324.50	-3.33	2.95
75	74	27.47	324.50	-3.33	2.95
75	75	27.71	323.90	-1.14	3.49
76	75	27.71	323.90	-1.14	3.49
76	76	27.95	323.71	0.56	3.56
77	76	27.95	323.71	0.56	3.56
77	77	28.19	323.54	1.29	3.33
78	77	28.19	323.54	1.29	3.33
78	78	28.43	323.54	1.70	2.98
79	78	28.43	323.54	1.70	2.98
79	79	28.67	323.65	1.75	2.56
80	79	28.67	323.65	1.75	2.56
80	80	28.91	323.79	1.59	2.16
81	80	28.91	323.79	1.59	2.16
81	81	29.14	323.97	1.32	1.82
82	81	29.14	323.97	1.32	1.82
82	82	29.48	323.87	0.88	1.46
83	82	29.48	323.87	0.88	1.46

4.1.2.2 Sismo

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
1	1	0.11	14.18	-2.66	-1.33
2	1	0.11	14.18	-2.66	-1.33
2	2	0.32	14.42	2.78	-1.34
3	2	0.32	14.42	2.78	-1.34
3	3	0.53	18.15	0.16	-1.65
4	3	0.53	18.15	0.16	-1.65
4	4	0.75	19.59	1.77	-1.86
5	4	0.75	19.59	1.77	-1.86
5	5	0.96	22.82	0.17	-2.07
6	5	0.96	22.82	0.17	-2.07
6	6	1.17	24.01	1.71	-2.27
7	6	1.17	24.01	1.71	-2.27
7	7	1.38	26.74	-0.10	-2.44
8	7	1.38	26.74	-0.10	-2.44
8	8	1.60	27.71	1.65	-2.60
9	8	1.60	27.71	1.65	-2.60
9	9	1.81	29.85	-0.39	-2.74
10	9	1.81	29.85	-0.39	-2.74
10	10	2.02	30.57	1.56	-2.86
11	10	2.02	30.57	1.56	-2.86
11	11	2.24	32.06	-0.68	-2.96
12	11	2.24	32.06	-0.68	-2.96
12	12	2.45	32.50	1.41	-3.03
13	12	2.45	32.50	1.41	-3.03
13	13	2.66	33.29	-0.93	-3.09
14	13	2.66	33.29	-0.93	-3.09
14	14	2.88	33.45	1.21	-3.12
15	14	2.88	33.45	1.21	-3.12
15	15	3.09	33.48	-1.18	-3.12
16	15	3.09	33.48	-1.18	-3.12
16	16	3.30	33.35	0.97	-3.10
17	16	3.30	33.35	0.97	-3.10
17	17	3.52	32.65	-1.39	-3.05

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
18	17	3.52	32.65	-1.39	-3.05
18	18	3.73	32.23	0.70	-2.98
19	18	3.73	32.23	0.70	-2.98
19	19	3.94	30.80	-1.55	-2.89
20	19	3.94	30.80	-1.55	-2.89
20	20	4.15	30.10	0.41	-2.77
21	20	4.15	30.10	0.41	-2.77
21	21	4.37	28.00	-1.65	-2.63
22	21	4.37	28.00	-1.65	-2.63
22	22	4.58	27.05	0.11	-2.47
23	22	4.58	27.05	0.11	-2.47
23	23	4.79	24.34	-1.71	-2.30
24	23	4.79	24.34	-1.71	-2.30
24	24	5.01	23.16	-0.18	-2.10
25	24	5.01	23.16	-0.18	-2.10
25	25	5.22	19.93	-1.73	-1.89
26	25	5.22	19.93	-1.73	-1.89
26	26	5.43	18.56	-0.47	-1.66
27	26	5.43	18.56	-0.47	-1.66
27	27	5.65	14.91	-1.67	-1.43
28	27	5.65	14.91	-1.67	-1.43
28	28	5.86	13.39	-0.74	-1.17
29	28	5.86	13.39	-0.74	-1.17
29	29	6.07	9.44	-1.56	-0.93
30	29	6.07	9.44	-1.56	-0.93
30	30	6.29	7.81	-1.00	-0.66
31	30	6.29	7.81	-1.00	-0.66
31	31	6.50	3.68	-1.38	-0.40
32	31	6.50	3.68	-1.38	-0.40
32	32	6.71	2.00	-1.20	-0.13
33	32	6.71	2.00	-1.20	-0.13
33	33	6.92	-2.17	-1.19	0.13
34	33	6.92	-2.17	-1.19	0.13
34	34	7.14	-3.85	-1.39	0.40
35	34	7.14	-3.85	-1.39	0.40
35	35	7.35	-7.98	-1.00	0.66
36	35	7.35	-7.98	-1.00	0.66
36	36	7.56	-9.61	-1.57	0.93
37	36	7.56	-9.61	-1.57	0.93
37	37	7.78	-13.56	-0.75	1.18
38	37	7.78	-13.56	-0.75	1.18
38	38	7.99	-15.09	-1.68	1.43
39	38	7.99	-15.09	-1.68	1.43
39	39	8.20	-18.73	-0.46	1.66
40	39	8.20	-18.73	-0.46	1.66
40	40	8.42	-20.10	-1.73	1.89
41	40	8.42	-20.10	-1.73	1.89
41	41	8.63	-23.33	-0.19	2.10
42	41	8.63	-23.33	-0.19	2.10
42	42	8.84	-24.50	-1.72	2.30
43	42	8.84	-24.50	-1.72	2.30
43	43	9.06	-27.21	0.11	2.47
44	43	9.06	-27.21	0.11	2.47
44	44	9.27	-28.16	-1.65	2.64
45	44	9.27	-28.16	-1.65	2.64
45	45	9.48	-30.26	0.41	2.77
46	45	9.48	-30.26	0.41	2.77
46	46	9.69	-30.96	-1.56	2.89
47	46	9.69	-30.96	-1.56	2.89
47	47	9.91	-32.38	0.70	2.98
48	47	9.91	-32.38	0.70	2.98
48	48	10.12	-32.79	-1.39	3.06
49	48	10.12	-32.79	-1.39	3.06
49	49	10.33	-33.49	0.98	3.10
50	49	10.33	-33.49	0.98	3.10
50	50	10.55	-33.63	-1.18	3.12
51	50	10.55	-33.63	-1.18	3.12
51	51	10.76	-33.58	1.22	3.12
52	51	10.76	-33.58	1.22	3.12
52	52	10.97	-33.42	-0.93	3.09
53	52	10.97	-33.42	-0.93	3.09
53	53	11.19	-32.63	1.42	3.04

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
54	53	11.19	-32.63	1.42	3.04
54	54	11.40	-32.18	-0.67	2.96
55	54	11.40	-32.18	-0.67	2.96
55	55	11.61	-30.68	1.57	2.86
56	55	11.61	-30.68	1.57	2.86
56	56	11.83	-29.96	-0.39	2.74
57	56	11.83	-29.96	-0.39	2.74
57	57	12.04	-27.81	1.66	2.60
58	57	12.04	-27.81	1.66	2.60
58	58	12.25	-26.84	-0.11	2.44
59	58	12.25	-26.84	-0.11	2.44
59	59	12.46	-24.11	1.71	2.27
60	59	12.46	-24.11	1.71	2.27
60	60	12.68	-22.91	0.16	2.07
61	60	12.68	-22.91	0.16	2.07
61	61	12.89	-19.67	1.77	1.86
62	61	12.89	-19.67	1.77	1.86
62	62	13.10	-18.23	0.15	1.66
63	62	13.10	-18.23	0.15	1.66
63	63	13.32	-14.50	2.79	1.34
64	63	13.32	-14.50	2.79	1.34
64	64	13.53	-14.26	-2.67	1.33
65	64	13.53	-14.26	-2.67	1.33
65	65	13.69	-11.00	10.25	1.03
66	65	13.69	-11.00	10.25	1.03
66	66	13.81	-10.82	-6.76	0.84
67	66	13.81	-10.82	-6.76	0.84
67	67	13.92	-4.25	2.43	1.08
68	67	13.92	-4.25	2.43	1.08
68	68	14.03	-5.12	2.35	0.81
69	68	14.03	-5.12	2.35	0.81
69	69	14.15	-3.77	1.69	0.58
70	69	14.15	-3.77	1.69	0.58
70	70	14.26	-3.14	1.71	0.39
71	70	14.26	-3.14	1.71	0.39
71	71	14.38	-1.22	1.78	0.19
72	71	14.38	-1.22	1.78	0.19
72	72	14.49	-0.38	1.94	-0.02
73	72	14.49	-0.38	1.94	-0.02
73	73	14.60	1.09	1.29	-0.20
74	73	14.60	1.09	1.29	-0.20
74	74	14.72	2.56	3.76	-0.49
75	74	14.72	2.56	3.76	-0.49
75	75	14.83	4.02	0.68	-0.74
76	75	14.83	4.02	0.68	-0.74
76	76	14.94	5.49	1.26	-0.85
77	76	14.94	5.49	1.26	-0.85
77	77	15.06	6.96	-1.45	-0.84
78	77	15.06	6.96	-1.45	-0.84
78	78	15.17	8.42	10.80	-1.37
79	78	15.17	8.42	10.80	-1.37
79	79	15.28	9.89	-10.22	-1.41
80	79	15.28	9.89	-10.22	-1.41
80	80	15.40	11.36	18.56	-1.88
81	80	15.40	11.36	18.56	-1.88
81	81	15.51	12.83	-13.53	-2.17
82	81	15.51	12.83	-13.53	-2.17
82	82	15.62	14.29	11.73	-2.06
83	82	15.62	14.29	11.73	-2.06
83	83	15.74	15.76	-0.89	-2.68
84	83	15.74	15.76	-0.89	-2.68
84	84	15.85	17.23	6.77	-3.01
85	84	15.85	17.23	6.77	-3.01
85	85	15.97	18.69	5.49	-3.71
86	85	15.97	18.69	5.49	-3.71
86	86	16.08	20.16	-8.96	-3.51
87	86	16.08	20.16	-8.96	-3.51
87	87	16.19	21.63	8.44	-3.48
88	87	16.19	21.63	8.44	-3.48
88	88	16.31	23.09	9.29	-4.49
89	88	16.31	23.09	9.29	-4.49
89	89	16.42	24.56	2.16	-5.14

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
90	89	16.42	24.56	2.16	-5.14
90	90	16.53	26.03	-6.17	-4.91
91	90	16.53	26.03	-6.17	-4.91
91	91	16.65	27.49	21.21	-5.77
92	91	16.65	27.49	21.21	-5.77
92	92	16.76	28.96	-27.75	-5.40
93	92	16.76	28.96	-27.75	-5.40
93	93	16.87	30.43	43.83	-6.31
94	93	16.87	30.43	43.83	-6.31
94	94	16.99	31.89	-52.74	-5.80
95	94	16.99	31.89	-52.74	-5.80
95	95	17.10	33.39	44.60	-5.44
96	95	17.10	33.39	44.60	-5.44
96	96	17.22	34.91	-57.46	-4.68
97	96	17.22	34.91	-57.46	-4.68
97	97	17.35	36.63	22.08	-2.93
98	97	17.35	36.63	22.08	-2.93
98	98	17.50	38.54	-13.36	-3.57
99	98	17.50	38.54	-13.36	-3.57
99	99	17.69	32.34	3.96	-3.02
100	99	17.69	32.34	3.96	-3.02
100	100	17.91	24.14	-5.80	-2.82
101	100	17.91	24.14	-5.80	-2.82
101	101	18.13	22.09	-1.42	-2.02
102	101	18.13	22.09	-1.42	-2.02
102	102	18.35	22.19	-1.79	-1.66
103	102	18.35	22.19	-1.79	-1.66
103	103	18.58	19.98	-1.60	-1.29
104	103	18.58	19.98	-1.60	-1.29
104	104	18.80	19.34	-1.02	-1.00
105	104	18.80	19.34	-1.02	-1.00
105	105	19.02	17.21	-1.13	-0.76
106	105	19.02	17.21	-1.13	-0.76
106	106	19.24	16.10	-0.58	-0.57
107	106	19.24	16.10	-0.58	-0.57
107	107	19.46	14.03	-0.75	-0.42
108	107	19.46	14.03	-0.75	-0.42
108	108	19.68	12.59	-0.32	-0.30
109	108	19.68	12.59	-0.32	-0.30
109	109	19.91	10.54	-0.46	-0.22
110	109	19.91	10.54	-0.46	-0.22
110	110	20.13	8.90	-0.16	-0.15
111	110	20.13	8.90	-0.16	-0.15
111	111	20.35	6.87	-0.26	-0.10
112	111	20.35	6.87	-0.26	-0.10
112	112	20.57	5.10	-0.10	-0.06
113	112	20.57	5.10	-0.10	-0.06
113	113	20.79	3.11	-0.11	-0.04
114	113	20.79	3.11	-0.11	-0.04
114	114	21.01	1.17	-0.12	-0.01
115	114	21.01	1.17	-0.12	-0.01
115	115	21.24	-0.74	-0.12	0.01
116	115	21.24	-0.74	-0.12	0.01
116	116	21.46	-2.68	-0.10	0.04
117	116	21.46	-2.68	-0.10	0.04
117	117	21.68	-4.67	-0.10	0.06
118	117	21.68	-4.67	-0.10	0.06
118	118	21.90	-6.44	-0.24	0.10
119	118	21.90	-6.44	-0.24	0.10
119	119	22.12	-8.47	-0.15	0.14
120	119	22.12	-8.47	-0.15	0.14
120	120	22.35	-10.13	-0.43	0.20
121	120	22.35	-10.13	-0.43	0.20
121	121	22.57	-12.16	-0.28	0.28
122	121	22.57	-12.16	-0.28	0.28
122	122	22.79	-13.62	-0.69	0.39
123	122	22.79	-13.62	-0.69	0.39
123	123	23.01	-15.67	-0.53	0.53
124	123	23.01	-15.67	-0.53	0.53
124	124	23.23	-16.82	-1.06	0.70
125	124	23.23	-16.82	-1.06	0.70
125	125	23.45	-18.92	-0.93	0.92

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
126	125	23.45	-18.92	-0.93	0.92
126	126	23.68	-19.62	-1.52	1.20
127	126	23.68	-19.62	-1.52	1.20
127	127	23.90	-21.79	-1.71	1.55
128	127	23.90	-21.79	-1.71	1.55
128	128	24.12	-21.77	-1.24	1.88
129	128	24.12	-21.77	-1.24	1.88
129	129	24.34	-23.74	-5.86	2.67
130	129	24.34	-23.74	-5.86	2.67
130	130	24.56	-31.55	5.13	2.75
131	130	24.56	-31.55	5.13	2.75
131	131	24.75	-35.28	-19.90	3.75
132	131	24.75	-35.28	-19.90	3.75
132	132	24.91	-38.92	32.02	2.80
133	132	24.91	-38.92	32.02	2.80
133	133	25.04	-37.09	-71.11	4.11
134	133	25.04	-37.09	-71.11	4.11
134	134	25.15	-35.60	3.77	7.75
135	134	25.15	-35.60	3.77	7.75
135	135	25.26	-34.08	-9.07	8.06
136	135	25.26	-34.08	-9.07	8.06
136	136	25.38	-32.51	36.17	6.52
137	136	25.38	-32.51	36.17	6.52
137	137	25.49	-30.95	-18.07	5.49
138	137	25.49	-30.95	-18.07	5.49
138	138	25.60	-29.39	18.51	5.46
139	138	25.60	-29.39	18.51	5.46
139	139	25.72	-27.82	-4.69	4.68
140	139	25.72	-27.82	-4.69	4.68
140	140	25.83	-26.26	1.37	4.87
141	140	25.83	-26.26	1.37	4.87
141	141	25.95	-24.69	9.05	4.28
142	141	25.95	-24.69	9.05	4.28
142	142	26.06	-23.13	7.90	3.31
143	142	26.06	-23.13	7.90	3.31
143	143	26.17	-21.57	-8.57	3.35
144	143	26.17	-21.57	-8.57	3.35
144	144	26.29	-20.00	5.17	3.54
145	144	26.29	-20.00	5.17	3.54
145	145	26.40	-18.44	6.47	2.88
146	145	26.40	-18.44	6.47	2.88
146	146	26.51	-16.87	-0.96	2.57
147	146	26.51	-16.87	-0.96	2.57
147	147	26.63	-15.31	11.28	1.98
148	147	26.63	-15.31	11.28	1.98
148	148	26.74	-13.75	-13.05	2.08
149	148	26.74	-13.75	-13.05	2.08
149	149	26.85	-12.18	17.85	1.81
150	149	26.85	-12.18	17.85	1.81
150	150	26.97	-10.62	-9.88	1.36
151	150	26.97	-10.62	-9.88	1.36
151	151	27.08	-9.05	10.44	1.33
152	151	27.08	-9.05	10.44	1.33
152	152	27.19	-7.49	-1.43	0.82
153	152	27.19	-7.49	-1.43	0.82
153	153	27.31	-5.93	1.23	0.83
154	153	27.31	-5.93	1.23	0.83
154	154	27.42	-4.36	0.64	0.72
155	154	27.42	-4.36	0.64	0.72
155	155	27.54	-2.80	3.68	0.48
156	155	27.54	-2.80	3.68	0.48
156	156	27.65	-1.24	1.27	0.20
157	156	27.65	-1.24	1.27	0.20
157	157	27.76	0.33	1.91	0.01
158	157	27.76	0.33	1.91	0.01
158	158	27.88	1.18	1.73	-0.19
159	158	27.88	1.18	1.73	-0.19
159	159	27.99	3.09	1.69	-0.39
160	159	27.99	3.09	1.69	-0.39
160	160	28.10	3.72	1.67	-0.58
161	160	28.10	3.72	1.67	-0.58
161	161	28.22	5.07	2.33	-0.80

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
162	161	28.22	5.07	2.33	-0.80
162	162	28.33	4.21	2.42	-1.07
163	162	28.33	4.21	2.42	-1.07
163	163	28.44	10.75	-6.70	-0.83
164	163	28.44	10.75	-6.70	-0.83
164	164	28.56	10.93	10.20	-1.03
165	164	28.56	10.93	10.20	-1.03

4.1.3 Dimensionamiento

A continuación se muestran los esfuerzos de flexión, cortante y los axil en todos los nudos del modelo, así como las cuantías de armadura resultantes del cálculo. El armado se realiza con barras de acero corrugado de límite elástico 500 N/mm^2.

Sólo se realizan las hipótesis sin sismo, ya que de los valores de esfuerzos para esta acción se comprueba que no es condicionante.

4.1.3.1 Hipótesis 1

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
1	1	BOVEDA	323.95	1.36	1.86	0.00	4.24	4.24	0.00
2	1	BOVEDA	323.95	1.36	1.86	0.00	4.24	4.24	0.00
2	2	BOVEDA	324.77	0.63	1.43	0.00	4.25	4.25	0.00
3	2	BOVEDA	324.77	0.63	1.43	0.00	4.25	4.25	0.00
3	3	BOVEDA	325.33	0.98	1.07	0.00	4.25	4.25	0.00
4	3	BOVEDA	325.33	0.98	1.07	0.00	4.25	4.25	0.00
4	4	BOVEDA	325.11	0.83	0.67	0.00	4.25	4.25	0.00
5	4	BOVEDA	325.11	0.83	0.67	0.00	4.25	4.25	0.00
5	5	BOVEDA	325.61	0.05	0.48	0.00	4.26	4.26	0.00
6	5	BOVEDA	325.61	0.05	0.48	0.00	4.26	4.26	0.00
6	6	BOVEDA	326.16	0.76	0.30	0.00	4.26	4.26	0.00
7	6	BOVEDA	326.16	0.76	0.30	0.00	4.26	4.26	0.00
7	7	BOVEDA	326.27	0.23	0.19	0.00	4.27	4.27	0.00
8	7	BOVEDA	326.27	0.23	0.19	0.00	4.27	4.27	0.00
8	8	BOVEDA	326.65	0.50	0.13	0.00	4.27	4.27	0.00
9	8	BOVEDA	326.65	0.50	0.13	0.00	4.27	4.27	0.00
9	9	BOVEDA	326.70	0.11	0.00	-0.01	4.27	4.27	0.00
10	9	BOVEDA	326.70	0.11	0.00	-0.01	4.27	4.27	0.00
10	10	BOVEDA	326.81	0.02	0.00	-0.03	4.27	4.27	0.00
11	10	BOVEDA	326.81	0.02	0.00	-0.03	4.27	4.27	0.00
11	11	BOVEDA	327.26	0.21	0.00	-0.07	4.28	4.28	0.00
12	11	BOVEDA	327.26	0.21	0.00	-0.07	4.28	4.28	0.00
12	12	BOVEDA	327.36	0.12	0.00	-0.09	4.28	4.28	0.00
13	12	BOVEDA	327.36	0.12	0.00	-0.09	4.28	4.28	0.00
13	13	BOVEDA	327.49	0.44	0.00	-0.16	4.28	4.28	0.00
14	13	BOVEDA	327.49	0.44	0.00	-0.16	4.28	4.28	0.00
14	14	BOVEDA	327.71	0.07	0.00	-0.24	4.28	4.28	0.00
15	14	BOVEDA	327.71	0.07	0.00	-0.24	4.28	4.28	0.00
15	15	BOVEDA	327.30	0.17	0.00	-0.26	4.28	4.28	0.00
16	15	BOVEDA	327.30	0.17	0.00	-0.26	4.28	4.28	0.00
16	16	BOVEDA	327.21	0.18	0.00	-0.26	4.28	4.28	0.00
17	16	BOVEDA	327.21	0.18	0.00	-0.26	4.28	4.28	0.00
17	17	BOVEDA	327.67	0.07	0.00	-0.24	4.28	4.28	0.00
18	17	BOVEDA	327.67	0.07	0.00	-0.24	4.28	4.28	0.00
18	18	BOVEDA	327.41	0.49	0.00	-0.14	4.28	4.28	0.00
19	18	BOVEDA	327.41	0.49	0.00	-0.14	4.28	4.28	0.00
19	19	BOVEDA	327.25	0.17	0.00	-0.07	4.28	4.28	0.00
20	19	BOVEDA	327.25	0.17	0.00	-0.07	4.28	4.28	0.00
20	20	BOVEDA	327.21	0.18	0.00	-0.07	4.28	4.28	0.00
21	20	BOVEDA	327.21	0.18	0.00	-0.07	4.28	4.28	0.00
21	21	BOVEDA	326.74	0.04	0.00	-0.02	4.27	4.27	0.00
22	21	BOVEDA	326.74	0.04	0.00	-0.02	4.27	4.27	0.00
22	22	BOVEDA	326.59	0.04	0.00	-0.01	4.27	4.27	0.00
23	22	BOVEDA	326.59	0.04	0.00	-0.01	4.27	4.27	0.00

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
23	23	BOVEDA	326.57	0.51	0.11	0.00	4.27	4.27	0.00
24	23	BOVEDA	326.57	0.51	0.11	0.00	4.27	4.27	0.00
24	24	BOVEDA	326.17	0.22	0.18	0.00	4.26	4.26	0.00
25	24	BOVEDA	326.17	0.22	0.18	0.00	4.26	4.26	0.00
25	25	BOVEDA	326.11	0.64	0.27	0.00	4.26	4.26	0.00
26	25	BOVEDA	326.11	0.64	0.27	0.00	4.26	4.26	0.00
26	26	BOVEDA	325.47	0.28	0.47	0.00	4.26	4.26	0.00
27	26	BOVEDA	325.47	0.28	0.47	0.00	4.26	4.26	0.00
27	27	BOVEDA	325.14	0.67	0.68	0.00	4.25	4.25	0.00
28	27	BOVEDA	325.14	0.67	0.68	0.00	4.25	4.25	0.00
28	28	BOVEDA	325.06	1.02	1.05	0.00	4.25	4.25	0.00
29	28	BOVEDA	325.06	1.02	1.05	0.00	4.25	4.25	0.00
29	29	BOVEDA	324.48	0.52	1.39	0.00	4.24	4.24	0.00
30	29	BOVEDA	324.48	0.52	1.39	0.00	4.24	4.24	0.00
30	30	BOVEDA	323.98	1.57	1.85	0.00	4.24	4.24	0.00
31	30	BOVEDA	323.98	1.57	1.85	0.00	4.24	4.24	0.00
31	31	BOVEDA	323.73	1.31	2.48	0.00	4.23	4.23	0.00
32	31	BOVEDA	323.73	1.31	2.48	0.00	4.23	4.23	0.00
32	32	BOVEDA	323.85	2.35	3.05	0.00	4.23	4.23	0.00
33	32	BOVEDA	323.85	2.35	3.05	0.00	4.23	4.23	0.00
33	33	BOVEDA	323.59	2.78	3.67	0.00	4.23	4.23	0.00
34	33	BOVEDA	323.59	2.78	3.67	0.00	4.23	4.23	0.00
34	34	BOVEDA	323.40	2.99	4.36	0.00	4.23	4.23	0.00
35	34	BOVEDA	323.40	2.99	4.36	0.00	4.23	4.23	0.00
35	35	BOVEDA	323.30	2.85	5.06	0.00	4.23	4.23	0.00
36	35	BOVEDA	323.30	2.85	5.06	0.00	4.23	4.23	0.00
36	36	BOVEDA	323.30	2.18	5.66	0.00	4.23	4.23	0.00
37	36	BOVEDA	323.30	2.18	5.66	0.00	4.23	4.23	0.00
37	37	BOVEDA	323.48	0.92	6.03	0.00	4.23	4.23	0.00
38	37	BOVEDA	323.48	0.92	6.03	0.00	4.23	4.23	0.00
38	38	BOVEDA	323.68	1.58	5.95	0.00	4.23	4.23	0.00
39	38	BOVEDA	323.68	1.58	5.95	0.00	4.23	4.23	0.00
39	39	BOVEDA	324.10	5.75	5.07	0.00	4.24	4.24	0.00
40	39	BOVEDA	324.10	5.75	5.07	0.00	4.24	4.24	0.00
40	40	BOVEDA	324.43	11.10	3.05	0.00	4.24	4.24	0.00
41	40	BOVEDA	324.43	11.10	3.05	0.00	4.24	4.24	0.00
41	41	BOVEDA	324.82	20.70	0.00	-0.75	4.25	4.25	0.00
42	41	BOVEDA	324.82	20.70	0.00	-0.75	4.25	4.25	0.00
42	42	HASTIAL	325.83	32.96	0.00	-7.17	4.26	4.26	0.00
43	42	HASTIAL	325.83	32.96	0.00	-7.17	4.26	4.26	0.00
43	43	HASTIAL	326.45	48.48	0.00	-16.92	4.27	4.27	0.00
44	43	HASTIAL	326.45	48.48	0.00	-16.92	4.27	4.27	0.00
44	44	HASTIAL	327.45	68.52	0.00	-30.92	4.28	4.28	0.00
45	44	HASTIAL	327.45	68.52	0.00	-30.92	4.28	4.28	0.00
45	45	HASTIAL	328.14	92.08	0.00	-50.13	4.29	4.29	8.61
46	45	HASTIAL	328.14	92.08	0.00	-50.13	4.29	4.29	8.61
46	46	HASTIAL	326.92	118.67	0.00	-75.35	4.27	8.86	25.16
47	46	HASTIAL	326.92	118.67	0.00	-75.35	4.27	8.86	25.16
47	47	HASTIAL	327.77	148.31	0.00	-107.30	4.29	34.48	43.41
48	47	HASTIAL	327.77	148.31	0.00	-107.30	4.29	34.48	43.41
48	48	HASTIAL	248.84	258.60	0.00	-70.36	3.25	13.15	118.48
49	48	HASTIAL	248.84	258.60	0.00	-70.36	3.25	13.15	118.48
49	49	HASTIAL	270.88	61.90	0.00	-1.87	3.54	3.54	0.00
50	49	HASTIAL	270.88	61.90	0.00	-1.87	3.54	3.54	0.00
50	50	SOLERA	260.33	21.19	16.66	0.00	3.40	3.40	0.00
51	50	SOLERA	260.33	21.19	16.66	0.00	3.40	3.40	0.00
51	51	SOLERA	249.61	0.49	21.49	0.00	3.26	3.26	0.00
52	51	SOLERA	249.61	0.49	21.49	0.00	3.26	3.26	0.00
52	52	SOLERA	240.98	8.02	19.81	0.00	3.15	3.15	0.00
53	52	SOLERA	240.98	8.02	19.81	0.00	3.15	3.15	0.00
53	53	SOLERA	259.66	3.58	17.23	0.00	3.40	3.40	0.00
54	53	SOLERA	259.66	3.58	17.23	0.00	3.40	3.40	0.00
54	54	SOLERA	234.88	3.26	15.70	0.00	3.07	3.07	0.00
55	54	SOLERA	234.88	3.26	15.70	0.00	3.07	3.07	0.00
55	55	SOLERA	234.87	4.91	13.88	0.00	3.07	3.07	0.00
56	55	SOLERA	234.87	4.91	13.88	0.00	3.07	3.07	0.00
56	56	SOLERA	232.11	3.48	12.01	0.00	3.03	3.03	0.00
57	56	SOLERA	232.11	3.48	12.01	0.00	3.03	3.03	0.00
57	57	SOLERA	231.37	0.32	11.31	0.00	3.03	3.03	0.00
58	57	SOLERA	231.37	0.32	11.31	0.00	3.03	3.03	0.00
58	58	SOLERA	230.34	4.82	12.45	0.00	3.01	3.01	0.00
59	58	SOLERA	230.34	4.82	12.45	0.00	3.01	3.01	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
59	59	SOLERA	233.64	5.17	14.68	0.00	3.05	3.05	0.00
60	59	SOLERA	233.64	5.17	14.68	0.00	3.05	3.05	0.00
60	60	SOLERA	236.13	9.23	17.89	0.00	3.09	3.09	0.00
61	60	SOLERA	236.13	9.23	17.89	0.00	3.09	3.09	0.00
61	61	SOLERA	240.97	6.12	21.31	0.00	3.15	3.15	0.00
62	61	SOLERA	240.97	6.12	21.31	0.00	3.15	3.15	0.00
62	62	SOLERA	249.18	2.07	22.22	0.00	3.26	3.26	0.00
63	62	SOLERA	249.18	2.07	22.22	0.00	3.26	3.26	0.00
63	63	SOLERA	258.76	21.22	17.02	0.00	3.38	3.38	0.00
64	63	SOLERA	258.76	21.22	17.02	0.00	3.38	3.38	0.00
64	64	HASTIAL	269.66	61.26	0.00	-1.37	3.53	3.53	0.00
65	64	HASTIAL	269.66	61.26	0.00	-1.37	3.53	3.53	0.00
65	65	HASTIAL	254.28	263.98	0.00	-70.81	3.32	12.89	121.32
66	65	HASTIAL	254.28	263.98	0.00	-70.81	3.32	12.89	121.32
66	66	HASTIAL	328.20	150.45	0.00	-108.57	4.29	35.53	44.69
67	66	HASTIAL	328.20	150.45	0.00	-108.57	4.29	35.53	44.69
67	67	HASTIAL	327.39	119.65	0.00	-76.25	4.28	9.50	25.73
68	67	HASTIAL	327.39	119.65	0.00	-76.25	4.28	9.50	25.73
68	68	HASTIAL	327.81	93.21	0.00	-50.77	4.29	4.29	9.34
69	68	HASTIAL	327.81	93.21	0.00	-50.77	4.29	4.29	9.34
69	69	HASTIAL	326.84	69.21	0.00	-31.34	4.27	4.27	0.00
70	69	HASTIAL	326.84	69.21	0.00	-31.34	4.27	4.27	0.00
70	70	HASTIAL	326.25	49.00	0.00	-17.19	4.27	4.27	0.00
71	70	HASTIAL	326.25	49.00	0.00	-17.19	4.27	4.27	0.00
71	71	HASTIAL	325.79	33.39	0.00	-7.33	4.26	4.26	0.00
72	71	HASTIAL	325.79	33.39	0.00	-7.33	4.26	4.26	0.00
72	72	BOVEDA	324.86	20.96	0.00	-0.83	4.25	4.25	0.00
73	72	BOVEDA	324.86	20.96	0.00	-0.83	4.25	4.25	0.00
73	73	BOVEDA	324.57	11.10	3.01	0.00	4.24	4.24	0.00
74	73	BOVEDA	324.57	11.10	3.01	0.00	4.24	4.24	0.00
74	74	BOVEDA	324.50	5.67	5.02	0.00	4.24	4.24	0.00
75	74	BOVEDA	324.50	5.67	5.02	0.00	4.24	4.24	0.00
75	75	BOVEDA	323.90	1.93	5.93	0.00	4.24	4.24	0.00
76	75	BOVEDA	323.90	1.93	5.93	0.00	4.24	4.24	0.00
76	76	BOVEDA	323.71	0.95	6.04	0.00	4.23	4.23	0.00
77	76	BOVEDA	323.71	0.95	6.04	0.00	4.23	4.23	0.00
77	77	BOVEDA	323.54	2.19	5.67	0.00	4.23	4.23	0.00
78	77	BOVEDA	323.54	2.19	5.67	0.00	4.23	4.23	0.00
78	78	BOVEDA	323.54	2.89	5.06	0.00	4.23	4.23	0.00
79	78	BOVEDA	323.54	2.89	5.06	0.00	4.23	4.23	0.00
79	79	BOVEDA	323.65	2.97	4.36	0.00	4.23	4.23	0.00
80	79	BOVEDA	323.65	2.97	4.36	0.00	4.23	4.23	0.00
80	80	BOVEDA	323.79	2.71	3.68	0.00	4.23	4.23	0.00
81	80	BOVEDA	323.79	2.71	3.68	0.00	4.23	4.23	0.00
81	81	BOVEDA	323.97	2.24	3.09	0.00	4.24	4.24	0.00
82	81	BOVEDA	323.97	2.24	3.09	0.00	4.24	4.24	0.00
82	82	BOVEDA	323.87	1.50	2.49	0.00	4.23	4.23	0.00
83	82	BOVEDA	323.87	1.50	2.49	0.00	4.23	4.23	0.00

4.1.3.2 Hipótesis 2

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
1	1	BOVEDA	550.72	1.36	1.86	0.00	7.20	7.20	0.00
2	1	BOVEDA	550.72	1.36	1.86	0.00	7.20	7.20	0.00
2	2	BOVEDA	552.11	0.63	1.43	0.00	7.22	7.22	0.00
3	2	BOVEDA	552.11	0.63	1.43	0.00	7.22	7.22	0.00
3	3	BOVEDA	553.06	0.98	1.07	0.00	7.23	7.23	0.00
4	3	BOVEDA	553.06	0.98	1.07	0.00	7.23	7.23	0.00
4	4	BOVEDA	552.69	0.83	0.67	0.00	7.23	7.23	0.00
5	4	BOVEDA	552.69	0.83	0.67	0.00	7.23	7.23	0.00
5	5	BOVEDA	553.54	0.05	0.48	0.00	7.24	7.24	0.00
6	5	BOVEDA	553.54	0.05	0.48	0.00	7.24	7.24	0.00
6	6	BOVEDA	554.47	0.76	0.30	0.00	7.25	7.25	0.00
7	6	BOVEDA	554.47	0.76	0.30	0.00	7.25	7.25	0.00
7	7	BOVEDA	554.66	0.23	0.19	0.00	7.25	7.25	0.00
8	7	BOVEDA	554.66	0.23	0.19	0.00	7.25	7.25	0.00
8	8	BOVEDA	555.31	0.50	0.13	0.00	7.26	7.26	0.00
9	8	BOVEDA	555.31	0.50	0.13	0.00	7.26	7.26	0.00
9	9	BOVEDA	555.39	0.11	0.00	-0.01	7.26	7.26	0.00

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
10	9	BOVEDA	555.39	0.11	0.00	-0.01	7.26	7.26	0.00
10	10	BOVEDA	555.58	0.02	0.00	-0.03	7.26	7.26	0.00
11	10	BOVEDA	555.58	0.02	0.00	-0.03	7.26	7.26	0.00
11	11	BOVEDA	556.34	0.21	0.00	-0.07	7.27	7.27	0.00
12	11	BOVEDA	556.34	0.21	0.00	-0.07	7.27	7.27	0.00
12	12	BOVEDA	556.51	0.12	0.00	-0.09	7.28	7.28	0.00
13	12	BOVEDA	556.51	0.12	0.00	-0.09	7.28	7.28	0.00
13	13	BOVEDA	556.73	0.44	0.00	-0.16	7.28	7.28	0.00
14	13	BOVEDA	556.73	0.44	0.00	-0.16	7.28	7.28	0.00
14	14	BOVEDA	557.11	0.07	0.00	-0.24	7.28	7.28	0.00
15	14	BOVEDA	557.11	0.07	0.00	-0.24	7.28	7.28	0.00
15	15	BOVEDA	556.41	0.17	0.00	-0.26	7.28	7.28	0.00
16	15	BOVEDA	556.41	0.17	0.00	-0.26	7.28	7.28	0.00
16	16	BOVEDA	556.26	0.18	0.00	-0.26	7.27	7.27	0.00
17	16	BOVEDA	556.26	0.18	0.00	-0.26	7.27	7.27	0.00
17	17	BOVEDA	557.04	0.07	0.00	-0.24	7.28	7.28	0.00
18	17	BOVEDA	557.04	0.07	0.00	-0.24	7.28	7.28	0.00
18	18	BOVEDA	556.60	0.49	0.00	-0.14	7.28	7.28	0.00
19	18	BOVEDA	556.60	0.49	0.00	-0.14	7.28	7.28	0.00
19	19	BOVEDA	556.33	0.17	0.00	-0.07	7.27	7.27	0.00
20	19	BOVEDA	556.33	0.17	0.00	-0.07	7.27	7.27	0.00
20	20	BOVEDA	556.26	0.18	0.00	-0.07	7.27	7.27	0.00
21	20	BOVEDA	556.26	0.18	0.00	-0.07	7.27	7.27	0.00
21	21	BOVEDA	555.46	0.04	0.00	-0.02	7.26	7.26	0.00
22	21	BOVEDA	555.46	0.04	0.00	-0.02	7.26	7.26	0.00
22	22	BOVEDA	555.20	0.04	0.00	-0.01	7.26	7.26	0.00
23	22	BOVEDA	555.20	0.04	0.00	-0.01	7.26	7.26	0.00
23	23	BOVEDA	555.17	0.51	0.11	0.00	7.26	7.26	0.00
24	23	BOVEDA	555.17	0.51	0.11	0.00	7.26	7.26	0.00
24	24	BOVEDA	554.49	0.22	0.18	0.00	7.25	7.25	0.00
25	24	BOVEDA	554.49	0.22	0.18	0.00	7.25	7.25	0.00
25	25	BOVEDA	554.39	0.64	0.27	0.00	7.25	7.25	0.00
26	25	BOVEDA	554.39	0.64	0.27	0.00	7.25	7.25	0.00
26	26	BOVEDA	553.30	0.28	0.47	0.00	7.23	7.23	0.00
27	26	BOVEDA	553.30	0.28	0.47	0.00	7.23	7.23	0.00
27	27	BOVEDA	552.74	0.67	0.68	0.00	7.23	7.23	0.00
28	27	BOVEDA	552.74	0.67	0.68	0.00	7.23	7.23	0.00
28	28	BOVEDA	552.60	1.02	1.05	0.00	7.23	7.23	0.00
29	28	BOVEDA	552.60	1.02	1.05	0.00	7.23	7.23	0.00
29	29	BOVEDA	551.62	0.52	1.39	0.00	7.21	7.21	0.00
30	29	BOVEDA	551.62	0.52	1.39	0.00	7.21	7.21	0.00
30	30	BOVEDA	550.77	1.57	1.85	0.00	7.20	7.20	0.00
31	30	BOVEDA	550.77	1.57	1.85	0.00	7.20	7.20	0.00
31	31	BOVEDA	550.34	1.31	2.48	0.00	7.20	7.20	0.00
32	31	BOVEDA	550.34	1.31	2.48	0.00	7.20	7.20	0.00
32	32	BOVEDA	550.55	2.35	3.05	0.00	7.20	7.20	0.00
33	32	BOVEDA	550.55	2.35	3.05	0.00	7.20	7.20	0.00
33	33	BOVEDA	550.10	2.78	3.67	0.00	9.13	2.26	0.00
34	33	BOVEDA	550.10	2.78	3.67	0.00	9.13	2.26	0.00
34	34	BOVEDA	549.78	2.99	4.36	0.00	8.34	2.18	0.00
35	34	BOVEDA	549.78	2.99	4.36	0.00	8.34	2.18	0.00
35	35	BOVEDA	549.61	2.85	5.06	0.00	7.56	2.14	0.00
36	35	BOVEDA	549.61	2.85	5.06	0.00	7.56	2.14	0.00
36	36	BOVEDA	549.61	2.18	5.66	0.00	7.19	2.43	0.00
37	36	BOVEDA	549.61	2.18	5.66	0.00	7.19	2.43	0.00
37	37	BOVEDA	549.92	0.92	6.03	0.00	7.19	2.87	0.00
38	37	BOVEDA	549.92	0.92	6.03	0.00	7.19	2.87	0.00
38	38	BOVEDA	550.26	1.58	5.95	0.00	7.19	2.83	0.00
39	38	BOVEDA	550.26	1.58	5.95	0.00	7.19	2.83	0.00
39	39	BOVEDA	550.97	5.75	5.07	0.00	7.72	2.48	0.00
40	39	BOVEDA	550.97	5.75	5.07	0.00	7.72	2.48	0.00
40	40	BOVEDA	551.53	11.10	3.05	0.00	7.21	7.21	0.00
41	40	BOVEDA	551.53	11.10	3.05	0.00	7.21	7.21	0.00
41	41	BOVEDA	552.19	20.70	0.00	-0.75	7.22	7.22	0.00
42	41	BOVEDA	552.19	20.70	0.00	-0.75	7.22	7.22	0.00
42	42	HASTIAL	553.91	32.96	0.00	-7.17	7.24	7.24	0.00
43	42	HASTIAL	553.91	32.96	0.00	-7.17	7.24	7.24	0.00
43	43	HASTIAL	554.97	48.48	0.00	-16.92	7.26	7.26	0.00
44	43	HASTIAL	554.97	48.48	0.00	-16.92	7.26	7.26	0.00
44	44	HASTIAL	556.67	68.52	0.00	-30.92	7.28	7.28	0.00
45	44	HASTIAL	556.67	68.52	0.00	-30.92	7.28	7.28	0.00
45	45	HASTIAL	557.84	92.08	0.00	-50.13	7.29	7.29	1.66

O.3.1. Túneles

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
46	45	HASTIAL	557.84	92.08	0.00	-50.13	7.29	7.29	1.66
46	46	HASTIAL	555.76	118.67	0.00	-75.35	7.27	7.27	18.10
47	46	HASTIAL	555.76	118.67	0.00	-75.35	7.27	7.27	18.10
47	47	HASTIAL	557.21	148.31	0.00	-107.30	11.67	17.12	36.43
48	47	HASTIAL	557.21	148.31	0.00	-107.30	11.67	17.12	36.43
48	48	HASTIAL	423.03	258.60	0.00	-70.36	5.53	5.53	104.61
49	48	HASTIAL	423.03	258.60	0.00	-70.36	5.53	5.53	104.61
49	49	HASTIAL	460.50	61.90	0.00	-1.87	6.02	6.02	0.00
50	49	HASTIAL	460.50	61.90	0.00	-1.87	6.02	6.02	0.00
50	50	SOLERA	442.56	21.19	16.66	0.00	7.68	7.68	0.00
51	50	SOLERA	442.56	21.19	16.66	0.00	7.68	7.68	0.00
51	51	SOLERA	424.34	0.49	21.49	0.00	7.68	7.68	0.00
52	51	SOLERA	424.34	0.49	21.49	0.00	7.68	7.68	0.00
52	52	SOLERA	409.67	8.02	19.81	0.00	7.68	7.68	0.00
53	52	SOLERA	409.67	8.02	19.81	0.00	7.68	7.68	0.00
53	53	SOLERA	441.42	3.58	17.23	0.00	7.68	7.68	0.00
54	53	SOLERA	441.42	3.58	17.23	0.00	7.68	7.68	0.00
54	54	SOLERA	399.30	3.26	15.70	0.00	7.68	7.68	0.00
55	54	SOLERA	399.30	3.26	15.70	0.00	7.68	7.68	0.00
55	55	SOLERA	399.28	4.91	13.88	0.00	7.68	7.68	0.00
56	55	SOLERA	399.28	4.91	13.88	0.00	7.68	7.68	0.00
56	56	SOLERA	394.59	3.48	12.01	0.00	7.68	7.68	0.00
57	56	SOLERA	394.59	3.48	12.01	0.00	7.68	7.68	0.00
57	57	SOLERA	393.33	0.32	11.31	0.00	7.68	7.68	0.00
58	57	SOLERA	393.33	0.32	11.31	0.00	7.68	7.68	0.00
58	58	SOLERA	391.58	4.82	12.45	0.00	7.68	7.68	0.00
59	58	SOLERA	391.58	4.82	12.45	0.00	7.68	7.68	0.00
59	59	SOLERA	397.19	5.17	14.68	0.00	7.68	7.68	0.00
60	59	SOLERA	397.19	5.17	14.68	0.00	7.68	7.68	0.00
60	60	SOLERA	401.42	9.23	17.89	0.00	7.68	7.68	0.00
61	60	SOLERA	401.42	9.23	17.89	0.00	7.68	7.68	0.00
61	61	SOLERA	409.65	6.12	21.31	0.00	7.68	7.68	0.00
62	61	SOLERA	409.65	6.12	21.31	0.00	7.68	7.68	0.00
62	62	SOLERA	423.61	2.07	22.22	0.00	7.68	7.68	0.00
63	62	SOLERA	423.61	2.07	22.22	0.00	7.68	7.68	0.00
63	63	SOLERA	439.89	21.22	17.02	0.00	7.68	7.68	0.00
64	63	SOLERA	439.89	21.22	17.02	0.00	7.68	7.68	0.00
64	64	HASTIAL	458.42	61.26	0.00	-1.37	5.99	5.99	0.00
65	64	HASTIAL	458.42	61.26	0.00	-1.37	5.99	5.99	0.00
65	65	HASTIAL	432.28	263.98	0.00	-70.81	5.65	5.65	107.93
66	65	HASTIAL	432.28	263.98	0.00	-70.81	5.65	5.65	107.93
66	66	HASTIAL	557.94	150.45	0.00	-108.57	12.53	17.78	37.75
67	66	HASTIAL	557.94	150.45	0.00	-108.57	12.53	17.78	37.75
67	67	HASTIAL	556.56	119.65	0.00	-76.25	7.28	7.28	18.71
68	67	HASTIAL	556.56	119.65	0.00	-76.25	7.28	7.28	18.71
68	68	HASTIAL	557.28	93.21	0.00	-50.77	7.29	7.29	2.36
69	68	HASTIAL	557.28	93.21	0.00	-50.77	7.29	7.29	2.36
69	69	HASTIAL	555.63	69.21	0.00	-31.34	7.27	7.27	0.00
70	69	HASTIAL	555.63	69.21	0.00	-31.34	7.27	7.27	0.00
70	70	HASTIAL	554.63	49.00	0.00	-17.19	7.25	7.25	0.00
71	70	HASTIAL	554.63	49.00	0.00	-17.19	7.25	7.25	0.00
71	71	HASTIAL	553.84	33.39	0.00	-7.33	7.24	7.24	0.00
72	71	HASTIAL	553.84	33.39	0.00	-7.33	7.24	7.24	0.00
72	72	BOVEDA	552.26	20.96	0.00	-0.83	7.22	7.22	0.00
73	72	BOVEDA	552.26	20.96	0.00	-0.83	7.22	7.22	0.00
73	73	BOVEDA	551.77	11.10	3.01	0.00	7.21	7.21	0.00
74	73	BOVEDA	551.77	11.10	3.01	0.00	7.21	7.21	0.00
74	74	BOVEDA	551.65	5.67	5.02	0.00	7.86	2.65	0.00
75	74	BOVEDA	551.65	5.67	5.02	0.00	7.86	2.65	0.00
75	75	BOVEDA	550.63	1.93	5.93	0.00	7.20	2.86	0.00
76	75	BOVEDA	550.63	1.93	5.93	0.00	7.20	2.86	0.00
76	76	BOVEDA	550.31	0.95	6.04	0.00	7.20	2.94	0.00
77	76	BOVEDA	550.31	0.95	6.04	0.00	7.20	2.94	0.00
77	77	BOVEDA	550.02	2.19	5.67	0.00	7.19	2.49	0.00
78	77	BOVEDA	550.02	2.19	5.67	0.00	7.19	2.49	0.00
78	78	BOVEDA	550.02	2.89	5.06	0.00	7.60	2.24	0.00
79	78	BOVEDA	550.02	2.89	5.06	0.00	7.60	2.24	0.00
79	79	BOVEDA	550.21	2.97	4.36	0.00	8.39	2.29	0.00
80	79	BOVEDA	550.21	2.97	4.36	0.00	8.39	2.29	0.00
80	80	BOVEDA	550.44	2.71	3.68	0.00	9.16	2.35	0.00
81	80	BOVEDA	550.44	2.71	3.68	0.00	9.16	2.35	0.00
81	81	BOVEDA	550.75	2.24	3.09	0.00	7.20	7.20	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
82	81	BOVEDA	550.75	2.24	3.09	0.00	7.20	7.20	0.00
82	82	BOVEDA	550.58	1.50	2.49	0.00	7.20	7.20	0.00
83	82	BOVEDA	550.58	1.50	2.49	0.00	7.20	7.20	0.00

4.1.3.3 Resumen

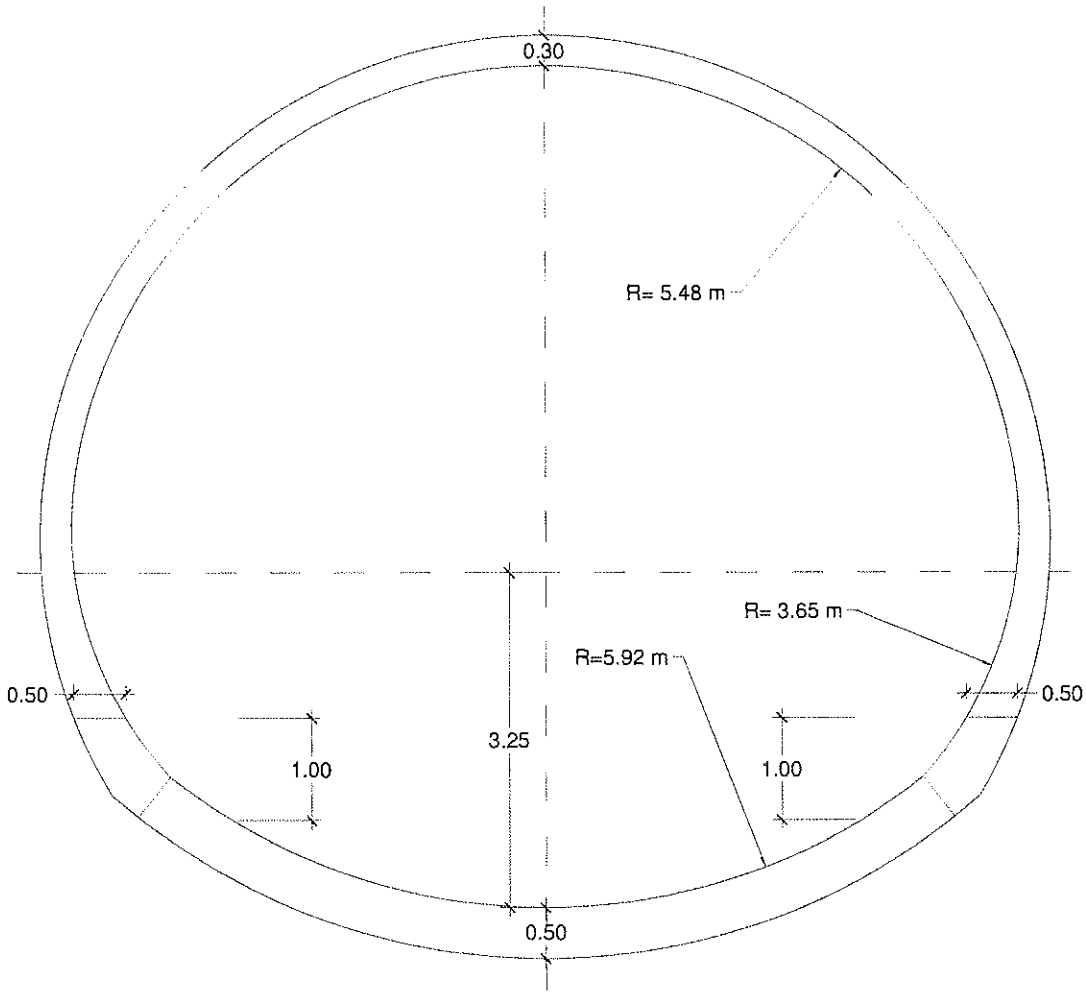
Los resultados de los esfuerzos obtenidos por dovela en el dimensionamiento, son los siguientes:

	A_{INT} (cm²/m)	A_{EXT} (cm²/m)	A_{ST} (cm²/m²)
BOVEDA	9,16	7,28	0,00
HASTIAL	12,53	35,53	121,32
SOLERA	7,68	7,68	0,00

4.2 SECCIÓN CON CONTRABÓVEDA

4.2.1 Definición geométrica

La sección transversal del túnel es la siguiente:



4.2.2 Esfuerzos

Los valores de los esfuerzos producidos por las acciones procedentes del terreno se han calculado mediante el programa de elementos finitos Phase2. Los resultados son los siguientes:

4.2.2.1 Servicio

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
1	1	0.22	164.53	-0.12	2.37
2	1	0.22	164.53	-0.12	2.37
2	2	0.66	163.67	0.36	2.32
3	2	0.66	163.67	0.36	2.32
3	3	1.10	162.90	0.62	2.10
4	3	1.10	162.90	0.62	2.10
4	4	1.54	162.25	0.70	1.81
5	4	1.54	162.25	0.70	1.81
5	5	1.98	161.73	0.69	1.51
6	5	1.98	161.73	0.69	1.51
6	6	2.42	161.37	0.72	1.20
7	6	2.42	161.37	0.72	1.20
7	7	2.86	160.93	0.62	0.90
8	7	2.86	160.93	0.62	0.90
8	8	3.30	160.69	0.60	0.63
9	8	3.30	160.69	0.60	0.63
9	9	3.74	160.46	0.50	0.39
10	9	3.74	160.46	0.50	0.39
10	10	4.18	160.36	0.46	0.18
11	10	4.18	160.36	0.46	0.18
11	11	4.61	160.20	0.39	-0.01
12	11	4.61	160.20	0.39	-0.01
12	12	5.05	160.13	0.32	-0.16
13	12	5.05	160.13	0.32	-0.16
13	13	5.49	159.98	0.21	-0.28
14	13	5.49	159.98	0.21	-0.28
14	14	5.93	160.01	0.15	-0.36
15	14	5.93	160.01	0.15	-0.36
15	15	6.37	160.01	0.15	-0.42
16	15	6.37	160.01	0.15	-0.42
16	16	6.81	160.00	0.05	-0.46
17	16	6.81	160.00	0.05	-0.46
17	17	7.25	160.01	-0.05	-0.46
18	17	7.25	160.01	-0.05	-0.46
18	18	7.69	160.01	-0.13	-0.42
19	18	7.69	160.01	-0.13	-0.42
19	19	8.13	159.96	-0.13	-0.36
20	19	8.13	159.96	-0.13	-0.36
20	20	8.57	160.16	-0.28	-0.27
21	20	8.57	160.16	-0.28	-0.27
21	21	9.01	160.15	-0.30	-0.14
22	21	9.01	160.15	-0.30	-0.14
22	22	9.45	160.24	-0.40	0.01
23	22	9.45	160.24	-0.40	0.01
23	23	9.89	160.32	-0.42	0.19
24	23	9.89	160.32	-0.42	0.19
24	24	10.33	160.45	-0.50	0.39
25	24	10.33	160.45	-0.50	0.39
25	25	10.77	160.72	-0.60	0.63
26	25	10.77	160.72	-0.60	0.63
26	26	11.21	160.96	-0.65	0.91
27	26	11.21	160.96	-0.65	0.91
27	27	11.65	161.38	-0.71	1.20
28	27	11.65	161.38	-0.71	1.20
28	28	12.09	161.73	-0.67	1.51
29	28	12.09	161.73	-0.67	1.51
29	29	12.53	162.27	-0.69	1.81
30	29	12.53	162.27	-0.69	1.81
30	30	12.97	162.88	-0.61	2.09
31	30	12.97	162.88	-0.61	2.09

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
31	31	13.40	163.69	-0.36	2.30
32	31	13.40	163.69	-0.36	2.30
32	32	13.84	164.58	0.10	2.36
33	32	13.84	164.58	0.10	2.36
33	33	14.17	165.45	0.23	2.31
34	33	14.17	165.45	0.23	2.31
34	34	14.39	165.98	0.47	2.24
35	34	14.39	165.98	0.47	2.24
35	35	14.61	166.54	0.82	2.10
36	35	14.61	166.54	0.82	2.10
36	36	14.83	167.12	1.25	1.87
37	36	14.83	167.12	1.25	1.87
37	37	15.05	167.74	1.80	1.53
38	37	15.05	167.74	1.80	1.53
38	38	15.27	168.39	2.48	1.07
39	38	15.27	168.39	2.48	1.07
39	39	15.49	169.10	3.32	0.43
40	39	15.49	169.10	3.32	0.43
40	40	15.70	169.86	4.34	-0.41
41	40	15.70	169.86	4.34	-0.41
41	41	15.92	170.66	5.54	-1.49
42	41	15.92	170.66	5.54	-1.49
42	42	16.14	171.46	6.89	-2.85
43	42	16.14	171.46	6.89	-2.85
43	43	16.36	172.26	8.50	-4.53
44	43	16.36	172.26	8.50	-4.53
44	44	16.58	173.23	10.36	-6.59
45	44	16.58	173.23	10.36	-6.59
45	45	16.80	173.76	12.29	-9.07
46	45	16.80	173.76	12.29	-9.07
46	46	17.02	174.95	14.85	-12.04
47	46	17.02	174.95	14.85	-12.04
47	47	17.23	175.70	17.21	-15.54
48	47	17.23	175.70	17.21	-15.54
48	48	17.45	176.64	19.93	-19.60
49	48	17.45	176.64	19.93	-19.60
49	49	17.70	174.52	-26.64	-18.04
50	49	17.70	174.52	-26.64	-18.04
50	50	17.98	173.02	-21.15	-11.32
51	50	17.98	173.02	-21.15	-11.32
51	51	18.27	170.92	-16.22	-6.06
52	51	18.27	170.92	-16.22	-6.06
52	52	18.55	169.62	-12.30	-2.05
53	52	18.55	169.62	-12.30	-2.05
53	53	18.83	168.39	-9.05	0.95
54	53	18.83	168.39	-9.05	0.95
54	54	19.11	166.78	-6.33	3.11
55	54	19.11	166.78	-6.33	3.11
55	55	19.39	166.00	-4.23	4.60
56	55	19.39	166.00	-4.23	4.60
56	56	19.67	165.11	-2.64	5.57
57	56	19.67	165.11	-2.64	5.57
57	57	19.95	164.26	-1.52	6.15
58	57	19.95	164.26	-1.52	6.15
58	58	20.23	163.39	-0.77	6.47
59	58	20.23	163.39	-0.77	6.47
59	59	20.52	162.93	-0.25	6.61
60	59	20.52	162.93	-0.25	6.61
60	60	20.80	162.49	0.05	6.64
61	60	20.80	162.49	0.05	6.64
61	61	21.08	162.17	0.20	6.61
62	61	21.08	162.17	0.20	6.61
62	62	21.36	161.91	0.19	6.55
63	62	21.36	161.91	0.19	6.55
63	63	21.64	161.74	0.12	6.51
64	63	21.64	161.74	0.12	6.51
64	64	21.92	161.62	0.05	6.49
65	64	21.92	161.62	0.05	6.49
65	65	22.20	161.66	-0.05	6.49
66	65	22.20	161.66	-0.05	6.49
66	66	22.48	161.76	-0.14	6.52
67	66	22.48	161.76	-0.14	6.52

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
67	67	22.77	161.92	-0.19	6.56
68	67	22.77	161.92	-0.19	6.56
68	68	23.05	162.19	-0.17	6.61
69	68	23.05	162.19	-0.17	6.61
69	69	23.33	162.46	-0.07	6.65
70	69	23.33	162.46	-0.07	6.65
70	70	23.61	163.00	0.26	6.62
71	70	23.61	163.00	0.26	6.62
71	71	23.89	163.40	0.79	6.47
72	71	23.89	163.40	0.79	6.47
72	72	24.17	164.19	1.63	6.13
73	72	24.17	164.19	1.63	6.13
73	73	24.45	164.91	2.73	5.52
74	73	24.45	164.91	2.73	5.52
74	74	24.73	165.60	4.16	4.55
75	74	24.73	165.60	4.16	4.55
75	75	25.02	166.68	6.17	3.10
76	75	25.02	166.68	6.17	3.10
76	76	25.30	168.23	9.08	0.95
77	76	25.30	168.23	9.08	0.95
77	77	25.58	169.40	12.26	-2.05
78	77	25.58	169.40	12.26	-2.05
78	78	25.86	171.02	16.38	-6.08
79	78	25.86	171.02	16.38	-6.08
79	79	26.14	172.89	21.28	-11.37
80	79	26.14	172.89	21.28	-11.37
80	80	26.42	174.51	26.67	-18.11
81	80	26.42	174.51	26.67	-18.11
81	81	26.67	176.58	-19.89	-19.69
82	81	26.67	176.58	-19.89	-19.69
82	82	26.89	175.75	-17.34	-15.62
83	82	26.89	175.75	-17.34	-15.62
83	83	27.11	174.91	-14.89	-12.10
84	83	27.11	174.91	-14.89	-12.10
84	84	27.33	173.98	-12.59	-9.09
85	84	27.33	173.98	-12.59	-9.09
85	85	27.55	173.00	-10.42	-6.57
86	85	27.55	173.00	-10.42	-6.57
86	86	27.77	172.16	-8.57	-4.50
87	86	27.77	172.16	-8.57	-4.50
87	87	27.98	171.37	-6.95	-2.80
88	87	27.98	171.37	-6.95	-2.80
88	88	28.20	170.56	-5.55	-1.43
89	88	28.20	170.56	-5.55	-1.43
89	89	28.42	169.79	-4.35	-0.35
90	89	28.42	169.79	-4.35	-0.35
90	90	28.64	169.03	-3.32	0.49
91	90	28.64	169.03	-3.32	0.49
91	91	28.86	168.32	-2.47	1.12
92	91	28.86	168.32	-2.47	1.12
92	92	29.08	167.66	-1.77	1.58
93	92	29.08	167.66	-1.77	1.58
93	93	29.30	167.03	-1.21	1.91
94	93	29.30	167.03	-1.21	1.91
94	94	29.52	166.45	-0.73	2.12
95	94	29.52	166.45	-0.73	2.12
95	95	29.73	165.98	-0.44	2.25
96	95	29.73	165.98	-0.44	2.25
96	96	29.95	165.39	-0.21	2.32

4.2.2.2 Sismo

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
1	1	0.11	11.76	-4.38	-2.24
2	1	0.11	11.76	-4.38	-2.24
2	2	0.32	9.24	4.53	-2.26
3	2	0.32	9.24	4.53	-2.26
3	3	0.53	10.34	0.84	-2.83
4	3	0.53	10.34	0.84	-2.83

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
4	4	0.75	9.55	2.70	-3.21
5	4	0.75	9.55	2.70	-3.21
5	5	0.96	10.77	1.21	-3.63
6	5	0.96	10.77	1.21	-3.63
6	6	1.17	10.09	2.26	-4.00
7	6	1.17	10.09	2.26	-4.00
7	7	1.38	11.18	0.97	-4.34
8	7	1.38	11.18	0.97	-4.34
8	8	1.60	10.58	2.10	-4.67
9	8	1.60	10.58	2.10	-4.67
9	9	1.81	11.43	0.60	-4.96
10	9	1.81	11.43	0.60	-4.96
10	10	2.02	10.96	1.73	-5.20
11	10	2.02	10.96	1.73	-5.20
11	11	2.24	11.61	-0.02	-5.39
12	11	2.24	11.61	-0.02	-5.39
12	12	2.45	11.50	1.40	-5.53
13	12	2.45	11.50	1.40	-5.53
13	13	2.66	11.93	-0.32	-5.65
14	13	2.66	11.93	-0.32	-5.65
14	14	2.88	11.88	0.81	-5.70
15	14	2.88	11.88	0.81	-5.70
15	15	3.09	11.97	-0.70	-5.71
16	15	3.09	11.97	-0.70	-5.71
16	16	3.30	12.01	0.64	-5.71
17	16	3.30	12.01	0.64	-5.71
17	17	3.52	11.81	-1.14	-5.65
18	17	3.52	11.81	-1.14	-5.65
18	18	3.73	11.93	0.11	-5.54
19	18	3.73	11.93	0.11	-5.54
19	19	3.94	11.36	-1.51	-5.40
20	19	3.94	11.36	-1.51	-5.40
20	20	4.15	11.68	-0.35	-5.20
21	20	4.15	11.68	-0.35	-5.20
21	21	4.37	10.90	-2.00	-4.95
22	21	4.37	10.90	-2.00	-4.95
22	22	4.58	11.38	-0.68	-4.66
23	22	4.58	11.38	-0.68	-4.66
23	23	4.79	10.41	-2.30	-4.34
24	23	4.79	10.41	-2.30	-4.34
24	24	5.01	11.16	-1.25	-3.96
25	24	5.01	11.16	-1.25	-3.96
25	25	5.22	9.97	-2.51	-3.56
26	25	5.22	9.97	-2.51	-3.56
26	26	5.43	10.84	-1.55	-3.13
27	26	5.43	10.84	-1.55	-3.13
27	27	5.65	9.51	-2.78	-2.67
28	27	5.65	9.51	-2.78	-2.67
28	28	5.86	10.44	-1.69	-2.20
29	28	5.86	10.44	-1.69	-2.20
29	29	6.07	8.97	-2.92	-1.70
30	29	6.07	8.97	-2.92	-1.70
30	30	6.29	9.98	-1.86	-1.19
31	30	6.29	9.98	-1.86	-1.19
31	31	6.50	8.46	-2.96	-0.68
32	31	6.50	8.46	-2.96	-0.68
32	32	6.71	9.51	-2.01	-0.15
33	32	6.71	9.51	-2.01	-0.15
33	33	6.92	7.98	-2.96	0.38
34	33	6.92	7.98	-2.96	0.38
34	34	7.14	8.99	-1.98	0.90
35	34	7.14	8.99	-1.98	0.90
35	35	7.35	7.47	-2.70	1.40
36	35	7.35	7.47	-2.70	1.40
36	36	7.56	8.47	-1.94	1.90
37	36	7.56	8.47	-1.94	1.90
37	37	7.78	7.08	-2.70	2.39
38	37	7.78	7.08	-2.70	2.39
38	38	7.99	7.95	-1.73	2.86
39	38	7.99	7.95	-1.73	2.86
39	39	8.20	6.57	-2.34	3.30
40	39	8.20	6.57	-2.34	3.30

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
40	40	8.42	7.25	-1.44	3.70
41	40	8.42	7.25	-1.44	3.70
41	41	8.63	6.09	-2.00	4.07
42	41	8.63	6.09	-2.00	4.07
42	42	8.84	6.68	-1.27	4.42
43	42	8.84	6.68	-1.27	4.42
43	43	9.06	5.69	-1.47	4.71
44	43	9.06	5.69	-1.47	4.71
44	44	9.27	6.07	-0.89	4.96
45	44	9.27	6.07	-0.89	4.96
45	45	9.48	5.35	-1.02	5.16
46	45	9.48	5.35	-1.02	5.16
46	46	9.69	5.51	-0.41	5.31
47	46	9.69	5.51	-0.41	5.31
47	47	9.91	5.06	-0.57	5.42
48	47	9.91	5.06	-0.57	5.42
48	48	10.12	5.12	-0.11	5.49
49	48	10.12	5.12	-0.11	5.49
49	49	10.33	4.91	-0.24	5.53
50	49	10.33	4.91	-0.24	5.53
50	50	10.55	4.86	0.13	5.54
51	50	10.55	4.86	0.13	5.54
51	51	10.76	4.83	-0.05	5.53
52	51	10.76	4.83	-0.05	5.53
52	52	10.97	4.76	0.29	5.51
53	52	10.97	4.76	0.29	5.51
53	53	11.19	4.92	0.17	5.46
54	53	11.19	4.92	0.17	5.46
54	54	11.40	4.80	0.54	5.39
55	54	11.40	4.80	0.54	5.39
55	55	11.61	5.18	0.43	5.28
56	55	11.61	5.18	0.43	5.28
56	56	11.83	4.97	0.93	5.14
57	56	11.83	4.97	0.93	5.14
57	57	12.04	5.59	0.73	4.96
58	57	12.04	5.59	0.73	4.96
58	58	12.25	5.26	1.34	4.74
59	58	12.25	5.26	1.34	4.74
59	59	12.46	6.17	1.16	4.47
60	59	12.46	6.17	1.16	4.47
60	60	12.68	5.66	1.81	4.16
61	60	12.68	5.66	1.81	4.16
61	61	12.89	6.80	1.74	3.78
62	61	12.89	6.80	1.74	3.78
62	62	13.10	6.10	1.47	3.44
63	62	13.10	6.10	1.47	3.44
63	63	13.32	7.18	4.50	2.80
64	63	13.32	7.18	4.50	2.80
64	64	13.53	8.48	-5.15	2.87
65	64	13.53	8.48	-5.15	2.87
65	65	13.69	9.46	22.59	2.23
66	65	13.69	9.46	22.59	2.23
66	66	13.79	10.10	-35.30	2.90
67	66	13.79	10.10	-35.30	2.90
67	67	13.90	10.74	43.38	2.48
68	67	13.90	10.74	43.38	2.48
68	68	14.00	11.39	-22.35	1.37
69	68	14.00	11.39	-22.35	1.37
69	69	14.11	12.03	16.97	1.65
70	69	14.11	12.03	16.97	1.65
70	70	14.22	12.68	-0.51	0.79
71	70	14.22	12.68	-0.51	0.79
71	71	14.32	13.32	2.42	0.69
72	71	14.32	13.32	2.42	0.69
72	72	14.43	13.97	4.77	0.31
73	72	14.43	13.97	4.77	0.31
73	73	14.53	14.61	3.12	-0.11
74	73	14.53	14.61	3.12	-0.11
74	74	14.64	15.25	1.87	-0.37
75	74	14.64	15.25	1.87	-0.37
75	75	14.74	15.90	11.02	-1.05
76	75	14.74	15.90	11.02	-1.05

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
76	76	14.85	16.54	-4.28	-1.40
77	76	14.85	16.54	-4.28	-1.40
77	77	14.95	17.19	11.56	-1.78
78	77	14.95	17.19	11.56	-1.78
78	78	15.06	17.83	-6.06	-2.07
79	78	15.06	17.83	-6.06	-2.07
79	79	15.16	18.48	3.14	-1.92
80	79	15.16	18.48	3.14	-1.92
80	80	15.27	19.12	8.19	-2.52
81	80	15.27	19.12	8.19	-2.52
81	81	15.37	19.76	8.11	-3.37
82	81	15.37	19.76	8.11	-3.37
82	82	15.48	20.41	6.60	-4.15
83	82	15.48	20.41	6.60	-4.15
83	83	15.58	21.05	4.29	-4.72
84	83	15.58	21.05	4.29	-4.72
84	84	15.69	21.70	-22.26	-3.78
85	84	15.69	21.70	-22.26	-3.78
85	85	15.79	22.34	47.24	-5.09
86	85	15.79	22.34	47.24	-5.09
86	86	15.90	22.99	-40.56	-5.44
87	86	15.90	22.99	-40.56	-5.44
87	87	16.00	23.63	23.85	-4.56
88	87	16.00	23.63	23.85	-4.56
88	88	16.11	24.27	29.46	-7.37
89	88	16.11	24.27	29.46	-7.37
89	89	16.22	24.92	-62.92	-5.61
90	89	16.22	24.92	-62.92	-5.61
90	90	16.32	25.56	91.69	-7.12
91	90	16.32	25.56	91.69	-7.12
91	91	16.43	26.21	-88.14	-7.31
92	91	16.43	26.21	-88.14	-7.31
92	92	16.53	26.85	59.34	-5.79
93	92	16.53	26.85	59.34	-5.79
93	93	16.64	27.50	9.34	-9.41
94	93	16.64	27.50	9.34	-9.41
94	94	16.74	28.14	-46.98	-7.43
95	94	16.74	28.14	-46.98	-7.43
95	95	16.85	28.78	32.16	-6.65
96	95	16.85	28.78	32.16	-6.65
96	96	16.95	29.43	23.32	-9.56
97	96	16.95	29.43	23.32	-9.56
97	97	17.07	30.17	-33.70	-8.49
98	97	17.07	30.17	-33.70	-8.49
98	98	17.21	31.01	2.68	-6.37
99	98	17.21	31.01	2.68	-6.37
99	99	17.35	31.84	5.72	-6.94
100	99	17.35	31.84	5.72	-6.94
100	100	17.48	32.68	-19.81	-5.98
101	100	17.48	32.68	-19.81	-5.98
101	101	17.62	33.52	15.50	-5.68
102	101	17.62	33.52	15.50	-5.68
102	102	17.76	10.40	-9.98	-6.06
103	102	17.76	10.40	-9.98	-6.06
103	103	17.89	10.34	19.92	-6.74
104	103	17.89	10.34	19.92	-6.74
104	104	18.03	10.28	-28.24	-6.17
105	104	18.03	10.28	-28.24	-6.17
105	105	18.17	10.22	24.63	-5.92
106	105	18.17	10.22	24.63	-5.92
106	106	18.30	10.16	-26.00	-5.83
107	106	18.30	10.16	-26.00	-5.83
107	107	18.44	10.10	32.19	-6.25
108	107	18.44	10.10	32.19	-6.25
108	108	18.58	10.04	-17.57	-7.25
109	108	18.58	10.04	-17.57	-7.25
109	109	18.71	9.98	2.82	-6.25
110	109	18.71	9.98	2.82	-6.25
110	110	18.85	9.92	-12.22	-5.60
111	110	18.85	9.92	-12.22	-5.60
111	111	18.99	9.86	4.91	-5.10
112	111	18.99	9.86	4.91	-5.10

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
112	112	19.12	9.80	-2.92	-5.24
113	112	19.12	9.80	-2.92	-5.24
113	113	19.26	9.74	-6.48	-4.60
114	113	19.26	9.74	-6.48	-4.60
114	114	19.40	9.68	2.32	-4.31
115	114	19.40	9.68	2.32	-4.31
115	115	19.53	9.62	-2.65	-4.29
116	115	19.53	9.62	-2.65	-4.29
116	116	19.67	9.56	-7.76	-3.58
117	116	19.67	9.56	-7.76	-3.58
117	117	19.81	9.50	4.15	-3.33
118	117	19.81	9.50	4.15	-3.33
118	118	19.94	9.43	-3.08	-3.41
119	118	19.94	9.43	-3.08	-3.41
119	119	20.08	9.37	-6.36	-2.76
120	119	20.08	9.37	-6.36	-2.76
120	120	20.22	9.31	-4.09	-2.05
121	120	20.22	9.31	-4.09	-2.05
121	121	20.35	9.25	-2.11	-1.62
122	121	20.35	9.25	-2.11	-1.62
122	122	20.49	9.19	-1.28	-1.39
123	122	20.49	9.19	-1.28	-1.39
123	123	20.63	9.13	-3.87	-1.04
124	123	20.63	9.13	-3.87	-1.04
124	124	20.76	9.07	-1.67	-0.66
125	124	20.76	9.07	-1.67	-0.66
125	125	20.90	9.01	-3.28	-0.32
126	125	20.90	9.01	-3.28	-0.32
126	126	21.04	8.95	-4.36	0.20
127	126	21.04	8.95	-4.36	0.20
127	127	21.17	8.89	3.04	0.29
128	127	21.17	8.89	3.04	0.29
128	128	21.31	8.83	-13.29	0.99
129	128	21.31	8.83	-13.29	0.99
129	129	21.45	8.77	10.17	1.20
130	129	21.45	8.77	10.17	1.20
130	130	21.58	8.71	-11.90	1.32
131	130	21.58	8.71	-11.90	1.32
131	131	21.72	8.65	3.67	1.88
132	131	21.72	8.65	3.67	1.88
132	132	21.86	8.59	-7.44	2.14
133	132	21.86	8.59	-7.44	2.14
133	133	21.99	8.53	0.25	2.63
134	133	21.99	8.53	0.25	2.63
134	134	22.13	3.64	-3.30	2.84
135	134	22.13	3.64	-3.30	2.84
135	135	22.27	2.89	-0.27	3.08
136	135	22.27	2.89	-0.27	3.08
136	136	22.40	2.15	-0.58	3.14
137	136	22.40	2.15	-0.58	3.14
137	137	22.54	1.40	-5.84	3.58
138	137	22.54	1.40	-5.84	3.58
138	138	22.68	0.65	-5.93	4.38
139	138	22.68	0.65	-5.93	4.38
139	139	22.81	-0.09	-2.55	4.96
140	139	22.81	-0.09	-2.55	4.96
140	140	22.95	-0.84	7.79	4.61
141	140	22.95	-0.84	7.79	4.61
141	141	23.09	-1.58	-9.45	4.72
142	141	23.09	-1.58	-9.45	4.72
142	142	23.22	-2.33	0.76	5.31
143	142	23.22	-2.33	0.76	5.31
143	143	23.36	-3.07	2.58	5.08
144	143	23.36	-3.07	2.58	5.08
144	144	23.50	-3.82	-5.08	5.25
145	144	23.50	-3.82	-5.08	5.25
145	145	23.63	-4.57	-1.92	5.73
146	145	23.63	-4.57	-1.92	5.73
146	146	23.77	-5.31	7.31	5.36
147	146	23.77	-5.31	7.31	5.36
147	147	23.91	-6.06	-11.66	5.66
148	147	23.91	-6.06	-11.66	5.66

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
148	148	24.04	-6.80	5.02	6.12
149	148	24.04	-6.80	5.02	6.12
149	149	24.18	-7.55	-14.07	6.73
150	149	24.18	-7.55	-14.07	6.73
150	150	24.32	-8.30	28.16	5.77
151	150	24.32	-8.30	28.16	5.77
151	151	24.45	-9.04	-16.31	4.96
152	151	24.45	-9.04	-16.31	4.96
152	152	24.59	-9.79	12.66	5.21
153	152	24.59	-9.79	12.66	5.21
153	153	24.73	-10.53	-12.29	5.19
154	153	24.73	-10.53	-12.29	5.19
154	154	24.86	-11.28	10.22	5.33
155	154	24.86	-11.28	10.22	5.33
155	155	24.97	-11.84	-0.01	4.63
156	155	24.97	-11.84	-0.01	4.63
156	156	25.03	-12.21	-90.88	7.73
157	156	25.03	-12.21	-90.88	7.73
157	157	25.10	-12.59	139.03	6.09
158	157	25.10	-12.59	139.03	6.09
158	158	25.17	-12.96	-123.72	5.57
159	158	25.17	-12.96	-123.72	5.57
159	159	25.24	-13.33	94.77	6.55
160	159	25.24	-13.33	94.77	6.55
160	160	25.31	-13.70	-76.57	5.93
161	160	25.31	-13.70	-76.57	5.93
161	161	25.41	2.39	45.72	5.42
162	161	25.41	2.39	45.72	5.42
162	162	25.55	3.00	-36.43	4.79
163	162	25.55	3.00	-36.43	4.79
163	163	25.68	13.46	26.48	5.47
164	163	25.68	13.46	26.48	5.47
164	164	25.80	13.50	-20.93	4.76
165	164	25.80	13.50	-20.93	4.76
165	165	25.91	13.52	29.32	4.32
166	165	25.91	13.52	29.32	4.32
166	166	26.01	13.55	-36.16	4.68
167	166	26.01	13.55	-36.16	4.68
167	167	26.12	13.58	13.19	5.89
168	167	26.12	13.58	13.19	5.89
168	168	26.22	13.61	26.81	3.79
169	168	26.22	13.61	26.81	3.79
169	169	26.33	13.63	-52.78	5.15
170	169	26.33	13.63	-52.78	5.15
170	170	26.44	13.66	61.36	4.70
171	170	26.44	13.66	61.36	4.70
171	171	26.54	13.69	-44.07	3.79
172	171	26.54	13.69	-44.07	3.79
172	172	26.65	13.72	17.55	5.19
173	172	26.65	13.72	17.55	5.19
173	173	26.75	13.75	18.52	3.29
174	173	26.75	13.75	18.52	3.29
174	174	26.86	13.77	-31.54	3.97
175	174	26.86	13.77	-31.54	3.97
175	175	26.96	13.80	35.29	3.77
176	175	26.96	13.80	35.29	3.77
176	176	27.07	13.83	-18.17	2.87
177	176	27.07	13.83	-18.17	2.87
177	177	27.17	13.86	3.95	3.62
178	177	27.17	13.86	3.95	3.62
178	178	27.28	13.89	2.98	3.26
179	178	27.28	13.89	2.98	3.26
179	179	27.38	13.91	7.38	2.71
180	179	27.38	13.91	7.38	2.71
180	180	27.49	6.22	4.50	2.09
181	180	27.49	6.22	4.50	2.09
181	181	27.59	6.15	3.98	1.64
182	181	27.59	6.15	3.98	1.64
182	182	27.70	6.08	-7.21	1.81
183	182	27.70	6.08	-7.21	1.81
183	183	27.80	6.01	11.44	1.59
184	183	27.80	6.01	11.44	1.59

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
184	184	27.91	5.94	-6.34	1.32
185	184	27.91	5.94	-6.34	1.32
185	185	28.01	5.88	11.29	1.06
186	185	28.01	5.88	11.29	1.06
186	186	28.12	5.81	-0.74	0.50
187	186	28.12	5.81	-0.74	0.50
187	187	28.22	5.74	4.54	0.30
188	187	28.22	5.74	4.54	0.30
188	188	28.33	5.67	1.85	-0.03
189	188	28.33	5.67	1.85	-0.03
189	189	28.43	5.60	4.09	-0.35
190	189	28.43	5.60	4.09	-0.35
190	190	28.54	5.53	-1.68	-0.47
191	190	28.54	5.53	-1.68	-0.47
191	191	28.65	5.47	13.98	-1.12
192	191	28.65	5.47	13.98	-1.12
192	192	28.75	5.40	-17.41	-0.94
193	192	28.75	5.40	-17.41	-0.94
193	193	28.86	5.33	34.39	-1.83
194	193	28.86	5.33	34.39	-1.83
194	194	28.96	5.26	-27.97	-2.17
195	194	28.96	5.26	-27.97	-2.17
195	195	29.07	5.19	19.14	-1.70

4.2.3 Dimensionamiento

A continuación se muestran los esfuerzos de flexión, cortante y los axil en todos los nudos del modelo, así como las cuantías de armadura resultantes del cálculo. El armado se realiza con barras de acero corrugado de límite elástico 500 N/mm^2.

4.2.3.1 Hipótesis 1

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
1	1	BOVEDA	164.53	0.20	4.03	0.00	2.15	2.15	0.00
2	1	BOVEDA	164.53	0.20	4.03	0.00	2.15	2.15	0.00
2	2	BOVEDA	164.53	0.20	4.03	0.00	2.15	2.15	0.00
3	2	BOVEDA	164.53	0.20	4.03	0.00	2.15	2.15	0.00
3	3	BOVEDA	164.53	0.20	4.03	0.00	2.15	2.15	0.00
4	3	BOVEDA	163.67	0.61	3.94	0.00	2.14	2.14	0.00
4	4	BOVEDA	163.67	0.61	3.94	0.00	2.14	2.14	0.00
5	4	BOVEDA	163.67	0.61	3.94	0.00	2.14	2.14	0.00
5	5	BOVEDA	163.67	0.61	3.94	0.00	2.14	2.14	0.00
6	5	BOVEDA	162.90	1.06	3.57	0.00	2.13	2.13	0.00
6	6	BOVEDA	162.90	1.06	3.57	0.00	2.13	2.13	0.00
7	6	BOVEDA	162.90	1.06	3.57	0.00	2.13	2.13	0.00
7	7	BOVEDA	162.90	1.06	3.57	0.00	2.13	2.13	0.00
8	7	BOVEDA	162.25	1.19	3.08	0.00	2.12	2.12	0.00
8	8	BOVEDA	162.25	1.19	3.08	0.00	2.12	2.12	0.00
9	8	BOVEDA	162.25	1.19	3.08	0.00	2.12	2.12	0.00
9	9	BOVEDA	162.25	1.19	3.08	0.00	2.12	2.12	0.00
10	9	BOVEDA	162.25	1.19	3.08	0.00	2.12	2.12	0.00
10	10	BOVEDA	161.73	1.17	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
11	10	BOVEDA	161.73	1.17	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
11	11	BOVEDA	161.73	1.17	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
12	11	BOVEDA	161.73	1.17	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
12	12	BOVEDA	161.37	1.23	2.03	0.00	2.11	2.11	0.00
13	12	BOVEDA	161.37	1.23	2.03	0.00	2.11	2.11	0.00
13	13	BOVEDA	161.37	1.23	2.03	0.00	2.11	2.11	0.00
14	13	BOVEDA	161.37	1.23	2.03	0.00	2.11	2.11	0.00
14	14	BOVEDA	161.37	1.23	2.03	0.00	2.11	2.11	0.00
15	14	BOVEDA	160.93	1.06	1.53	0.00	2.10	2.10	0.00
15	15	BOVEDA	160.93	1.06	1.53	0.00	2.10	2.10	0.00
16	15	BOVEDA	160.93	1.06	1.53	0.00	2.10	2.10	0.00
16	16	BOVEDA	160.93	1.06	1.53	0.00	2.10	2.10	0.00
17	16	BOVEDA	160.69	1.02	1.08	0.00	2.10	2.10	0.00
17	17	BOVEDA	160.69	1.02	1.08	0.00	2.10	2.10	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
18	17	BOVEDA	160.69	1.02	1.08	0.00	2.10	2.10	0.00
18	18	BOVEDA	160.69	1.02	1.08	0.00	2.10	2.10	0.00
19	18	BOVEDA	160.46	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
19	19	BOVEDA	160.46	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
20	19	BOVEDA	160.46	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
20	20	BOVEDA	160.46	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
21	20	BOVEDA	160.46	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
21	21	BOVEDA	160.36	0.78	0.31	0.00	2.10	2.10	0.00
22	21	BOVEDA	160.36	0.78	0.31	0.00	2.10	2.10	0.00
22	22	BOVEDA	160.36	0.78	0.31	0.00	2.10	2.10	0.00
23	22	BOVEDA	160.36	0.78	0.31	0.00	2.10	2.10	0.00
23	23	BOVEDA	160.20	0.66	0.00	-0.01	2.09	2.09	0.00
24	23	BOVEDA	160.20	0.66	0.00	-0.01	2.09	2.09	0.00
24	24	BOVEDA	160.20	0.66	0.00	-0.01	2.09	2.09	0.00
25	24	BOVEDA	160.20	0.66	0.00	-0.01	2.09	2.09	0.00
25	25	BOVEDA	160.20	0.66	0.00	-0.01	2.09	2.09	0.00
26	25	BOVEDA	160.13	0.54	0.00	-0.27	2.09	2.09	0.00
26	26	BOVEDA	160.13	0.54	0.00	-0.27	2.09	2.09	0.00
27	26	BOVEDA	160.13	0.54	0.00	-0.27	2.09	2.09	0.00
27	27	BOVEDA	160.13	0.54	0.00	-0.27	2.09	2.09	0.00
28	27	BOVEDA	159.98	0.36	0.00	-0.47	2.09	2.09	0.00
28	28	BOVEDA	159.98	0.36	0.00	-0.47	2.09	2.09	0.00
29	28	BOVEDA	159.98	0.36	0.00	-0.47	2.09	2.09	0.00
29	29	BOVEDA	159.98	0.36	0.00	-0.47	2.09	2.09	0.00
30	29	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.60	2.09	2.09	0.00
30	30	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.60	2.09	2.09	0.00
31	30	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.60	2.09	2.09	0.00
31	31	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.60	2.09	2.09	0.00
32	31	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.60	2.09	2.09	0.00
32	32	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.71	2.09	2.09	0.00
33	32	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.71	2.09	2.09	0.00
33	33	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.71	2.09	2.09	0.00
34	33	BOVEDA	160.01	0.25	0.00	-0.71	2.09	2.09	0.00
34	34	BOVEDA	160.00	0.08	0.00	-0.79	2.09	2.09	0.00
35	34	BOVEDA	160.00	0.08	0.00	-0.79	2.09	2.09	0.00
35	35	BOVEDA	160.00	0.08	0.00	-0.79	2.09	2.09	0.00
36	35	BOVEDA	160.00	0.08	0.00	-0.79	2.09	2.09	0.00
36	36	BOVEDA	160.00	0.08	0.00	-0.79	2.09	2.09	0.00
37	36	BOVEDA	160.01	0.09	0.00	-0.78	2.09	2.09	0.00
37	37	BOVEDA	160.01	0.09	0.00	-0.78	2.09	2.09	0.00
38	37	BOVEDA	160.01	0.09	0.00	-0.78	2.09	2.09	0.00
38	38	BOVEDA	160.01	0.09	0.00	-0.78	2.09	2.09	0.00
39	38	BOVEDA	160.01	0.23	0.00	-0.72	2.09	2.09	0.00
39	39	BOVEDA	160.01	0.23	0.00	-0.72	2.09	2.09	0.00
40	39	BOVEDA	160.01	0.23	0.00	-0.72	2.09	2.09	0.00
40	40	BOVEDA	160.01	0.23	0.00	-0.72	2.09	2.09	0.00
41	40	BOVEDA	159.96	0.22	0.00	-0.62	2.09	2.09	0.00
41	41	BOVEDA	159.96	0.22	0.00	-0.62	2.09	2.09	0.00
42	41	BOVEDA	159.96	0.22	0.00	-0.62	2.09	2.09	0.00
42	42	BOVEDA	159.96	0.22	0.00	-0.62	2.09	2.09	0.00
43	42	BOVEDA	159.96	0.22	0.00	-0.62	2.09	2.09	0.00
43	43	BOVEDA	160.16	0.48	0.00	-0.46	2.09	2.09	0.00
44	43	BOVEDA	160.16	0.48	0.00	-0.46	2.09	2.09	0.00
44	44	BOVEDA	160.16	0.48	0.00	-0.46	2.09	2.09	0.00
45	44	BOVEDA	160.16	0.48	0.00	-0.46	2.09	2.09	0.00
45	45	BOVEDA	160.15	0.51	0.00	-0.25	2.09	2.09	0.00
46	45	BOVEDA	160.15	0.51	0.00	-0.25	2.09	2.09	0.00
46	46	BOVEDA	160.15	0.51	0.00	-0.25	2.09	2.09	0.00
47	46	BOVEDA	160.15	0.51	0.00	-0.25	2.09	2.09	0.00
47	47	BOVEDA	160.24	0.68	0.01	0.00	2.10	2.10	0.00
48	47	BOVEDA	160.24	0.68	0.01	0.00	2.10	2.10	0.00
48	48	BOVEDA	160.24	0.68	0.01	0.00	2.10	2.10	0.00
49	48	BOVEDA	160.24	0.68	0.01	0.00	2.10	2.10	0.00
49	49	BOVEDA	160.24	0.68	0.01	0.00	2.10	2.10	0.00
50	49	BOVEDA	160.32	0.71	0.32	0.00	2.10	2.10	0.00
50	50	BOVEDA	160.32	0.71	0.32	0.00	2.10	2.10	0.00
51	50	BOVEDA	160.32	0.71	0.32	0.00	2.10	2.10	0.00
51	51	BOVEDA	160.32	0.71	0.32	0.00	2.10	2.10	0.00
52	51	BOVEDA	160.45	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
52	52	BOVEDA	160.45	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
53	52	BOVEDA	160.45	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
53	53	BOVEDA	160.45	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
54	53	BOVEDA	160.45	0.85	0.66	0.00	2.10	2.10	0.00
54	54	BOVEDA	160.72	1.03	1.07	0.00	2.10	2.10	0.00
55	54	BOVEDA	160.72	1.03	1.07	0.00	2.10	2.10	0.00
55	55	BOVEDA	160.72	1.03	1.07	0.00	2.10	2.10	0.00
56	55	BOVEDA	160.72	1.03	1.07	0.00	2.10	2.10	0.00
56	56	BOVEDA	160.96	1.10	1.54	0.00	2.10	2.10	0.00
57	56	BOVEDA	160.96	1.10	1.54	0.00	2.10	2.10	0.00
57	57	BOVEDA	160.96	1.10	1.54	0.00	2.10	2.10	0.00
58	57	BOVEDA	160.96	1.10	1.54	0.00	2.10	2.10	0.00
58	58	BOVEDA	161.38	1.20	2.05	0.00	2.11	2.11	0.00
59	58	BOVEDA	161.38	1.20	2.05	0.00	2.11	2.11	0.00
59	59	BOVEDA	161.38	1.20	2.05	0.00	2.11	2.11	0.00
60	59	BOVEDA	161.38	1.20	2.05	0.00	2.11	2.11	0.00
60	60	BOVEDA	161.38	1.20	2.05	0.00	2.11	2.11	0.00
61	60	BOVEDA	161.73	1.14	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
61	61	BOVEDA	161.73	1.14	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
62	61	BOVEDA	161.73	1.14	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
62	62	BOVEDA	161.73	1.14	2.56	0.00	2.11	2.11	0.00
63	62	BOVEDA	162.27	1.18	3.07	0.00	2.12	2.12	0.00
63	63	BOVEDA	162.27	1.18	3.07	0.00	2.12	2.12	0.00
64	63	BOVEDA	162.27	1.18	3.07	0.00	2.12	2.12	0.00
64	64	BOVEDA	162.27	1.18	3.07	0.00	2.12	2.12	0.00
65	64	BOVEDA	162.27	1.18	3.07	0.00	2.12	2.12	0.00
65	65	BOVEDA	162.88	1.03	3.56	0.00	2.13	2.13	0.00
66	65	BOVEDA	162.88	1.03	3.56	0.00	2.13	2.13	0.00
66	66	BOVEDA	162.88	1.03	3.56	0.00	2.13	2.13	0.00
67	66	BOVEDA	162.88	1.03	3.56	0.00	2.13	2.13	0.00
67	67	BOVEDA	163.69	0.61	3.92	0.00	2.14	2.14	0.00
68	67	BOVEDA	163.69	0.61	3.92	0.00	2.14	2.14	0.00
68	68	BOVEDA	163.69	0.61	3.92	0.00	2.14	2.14	0.00
69	68	BOVEDA	163.69	0.61	3.92	0.00	2.14	2.14	0.00
69	69	BOVEDA	164.58	0.17	4.01	0.00	2.15	2.15	0.00
70	69	BOVEDA	164.58	0.17	4.01	0.00	2.15	2.15	0.00
70	70	BOVEDA	164.58	0.17	4.01	0.00	2.15	2.15	0.00
71	70	BOVEDA	164.58	0.17	4.01	0.00	2.15	2.15	0.00
71	71	BOVEDA	165.45	0.40	3.93	0.00	2.16	2.16	0.00
72	71	BOVEDA	165.45	0.40	3.93	0.00	2.16	2.16	0.00
72	72	BOVEDA	165.98	0.80	3.80	0.00	2.17	2.17	0.00
73	72	BOVEDA	165.98	0.80	3.80	0.00	2.17	2.17	0.00
73	73	BOVEDA	166.54	1.40	3.56	0.00	2.18	2.18	0.00
74	73	BOVEDA	166.54	1.40	3.56	0.00	2.18	2.18	0.00
74	74	BOVEDA	167.12	2.13	3.18	0.00	2.19	2.19	0.00
75	74	BOVEDA	167.12	2.13	3.18	0.00	2.19	2.19	0.00
75	75	BOVEDA	167.74	3.06	2.61	0.00	2.19	2.19	0.00
76	75	BOVEDA	167.74	3.06	2.61	0.00	2.19	2.19	0.00
76	76	BOVEDA	167.74	3.06	2.61	0.00	2.19	2.19	0.00
77	76	BOVEDA	168.39	4.21	1.81	0.00	2.20	2.20	0.00
77	77	BOVEDA	168.39	4.21	1.81	0.00	2.20	2.20	0.00
78	77	BOVEDA	169.10	5.65	0.73	0.00	2.21	2.21	0.00
78	78	BOVEDA	169.10	5.65	0.73	0.00	2.21	2.21	0.00
79	78	BOVEDA	169.86	7.38	0.00	-0.69	2.22	2.22	0.00
79	79	BOVEDA	169.86	7.38	0.00	-0.69	2.22	2.22	0.00
80	79	BOVEDA	170.66	9.41	0.00	-2.53	2.23	2.23	0.00
80	80	BOVEDA	170.66	9.41	0.00	-2.53	2.23	2.23	0.00
81	80	BOVEDA	171.46	11.72	0.00	-4.84	2.24	2.24	0.00
81	81	HASTIAL	171.46	11.72	0.00	-4.84	2.24	2.24	0.00
82	81	HASTIAL	171.46	11.72	0.00	-4.84	2.24	2.24	0.00
82	82	HASTIAL	172.26	14.45	0.00	-7.70	2.25	2.25	0.00
83	82	HASTIAL	172.26	14.45	0.00	-7.70	2.25	2.25	0.00
83	83	HASTIAL	173.23	17.62	0.00	-11.21	2.27	2.27	0.00
84	83	HASTIAL	173.23	17.62	0.00	-11.21	2.27	2.27	0.00
84	84	HASTIAL	173.76	20.90	0.00	-15.42	2.27	2.27	0.00
85	84	HASTIAL	173.76	20.90	0.00	-15.42	2.27	2.27	0.00
85	85	HASTIAL	174.95	25.25	0.00	-20.46	2.29	2.29	0.00
86	85	HASTIAL	174.95	25.25	0.00	-20.46	2.29	2.29	0.00
86	86	HASTIAL	175.70	29.26	0.00	-26.42	2.30	2.30	0.00
87	86	HASTIAL	175.70	29.26	0.00	-26.42	2.30	2.30	0.00
87	87	HASTIAL	175.70	29.26	0.00	-26.42	2.30	2.30	0.00
88	87	HASTIAL	176.64	33.87	0.00	-33.33	2.31	2.31	0.00
88	88	HASTIAL	176.64	33.87	0.00	-33.33	2.31	2.31	0.00
89	88	HASTIAL	174.52	45.29	0.00	-30.66	2.28	2.28	0.00
89	89	HASTIAL	174.52	45.29	0.00	-30.66	2.28	2.28	0.00

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
90	89	HASTIAL	174.52	45.29	0.00	-30.66	2.28	2.28	0.00
90	90	HASTIAL	173.02	35.96	0.00	-19.24	2.26	2.26	0.00
91	90	HASTIAL	173.02	35.96	0.00	-19.24	2.26	2.26	0.00
91	91	HASTIAL	173.02	35.96	0.00	-19.24	2.26	2.26	0.00
92	91	CONTRABOVEDA	170.92	27.58	0.00	-10.30	2.23	2.23	0.00
92	92	CONTRABOVEDA	170.92	27.58	0.00	-10.30	2.23	2.23	0.00
93	92	CONTRABOVEDA	169.62	20.90	0.00	-3.49	2.22	2.22	0.00
93	93	CONTRABOVEDA	169.62	20.90	0.00	-3.49	2.22	2.22	0.00
94	93	CONTRABOVEDA	169.62	20.90	0.00	-3.49	2.22	2.22	0.00
94	94	CONTRABOVEDA	168.39	15.39	1.62	0.00	2.20	2.20	0.00
95	94	CONTRABOVEDA	168.39	15.39	1.62	0.00	2.20	2.20	0.00
95	95	CONTRABOVEDA	168.39	15.39	1.62	0.00	2.20	2.20	0.00
96	95	CONTRABOVEDA	166.78	10.75	5.29	0.00	2.18	2.18	0.00
96	96	CONTRABOVEDA	166.78	10.75	5.29	0.00	2.18	2.18	0.00
97	96	CONTRABOVEDA	166.78	10.75	5.29	0.00	2.18	2.18	0.00
97	97	CONTRABOVEDA	166.00	7.20	7.82	0.00	2.17	2.17	0.00
98	97	CONTRABOVEDA	166.00	7.20	7.82	0.00	2.17	2.17	0.00
98	98	CONTRABOVEDA	166.00	7.20	7.82	0.00	2.17	2.17	0.00
99	98	CONTRABOVEDA	165.11	4.49	9.46	0.00	2.16	2.16	0.00
99	99	CONTRABOVEDA	165.11	4.49	9.46	0.00	2.16	2.16	0.00
100	99	CONTRABOVEDA	165.11	4.49	9.46	0.00	2.16	2.16	0.00
100	100	CONTRABOVEDA	164.26	2.58	10.46	0.00	2.15	2.15	0.00
101	100	CONTRABOVEDA	164.26	2.58	10.46	0.00	2.15	2.15	0.00
101	101	CONTRABOVEDA	163.39	1.30	11.00	0.00	2.14	2.14	0.00
102	101	CONTRABOVEDA	163.39	1.30	11.00	0.00	2.14	2.14	0.00
102	102	CONTRABOVEDA	163.39	1.30	11.00	0.00	2.14	2.14	0.00
103	102	CONTRABOVEDA	162.93	0.43	11.24	0.00	2.13	2.13	0.00
103	103	CONTRABOVEDA	162.93	0.43	11.24	0.00	2.13	2.13	0.00
104	103	CONTRABOVEDA	162.93	0.43	11.24	0.00	2.13	2.13	0.00
104	104	CONTRABOVEDA	162.49	0.08	11.29	0.00	2.12	2.12	0.00
105	104	CONTRABOVEDA	162.49	0.08	11.29	0.00	2.12	2.12	0.00
105	105	CONTRABOVEDA	162.49	0.08	11.29	0.00	2.12	2.12	0.00
106	105	CONTRABOVEDA	162.17	0.34	11.23	0.00	2.12	2.12	0.00
106	106	CONTRABOVEDA	162.17	0.34	11.23	0.00	2.12	2.12	0.00
107	106	CONTRABOVEDA	162.17	0.34	11.23	0.00	2.12	2.12	0.00
107	107	CONTRABOVEDA	161.91	0.32	11.14	0.00	2.12	2.12	0.00
108	107	CONTRABOVEDA	161.91	0.32	11.14	0.00	2.12	2.12	0.00
108	108	CONTRABOVEDA	161.74	0.20	11.07	0.00	2.11	2.11	0.00
109	108	CONTRABOVEDA	161.74	0.20	11.07	0.00	2.11	2.11	0.00
109	109	CONTRABOVEDA	161.74	0.20	11.07	0.00	2.11	2.11	0.00
110	109	CONTRABOVEDA	161.62	0.08	11.03	0.00	2.11	2.11	0.00
110	110	CONTRABOVEDA	161.62	0.08	11.03	0.00	2.11	2.11	0.00
111	110	CONTRABOVEDA	161.62	0.08	11.03	0.00	2.11	2.11	0.00
111	111	CONTRABOVEDA	161.66	0.08	11.03	0.00	2.11	2.11	0.00
112	111	CONTRABOVEDA	161.66	0.08	11.03	0.00	2.11	2.11	0.00
112	112	CONTRABOVEDA	161.66	0.08	11.03	0.00	2.11	2.11	0.00
113	112	CONTRABOVEDA	161.76	0.24	11.08	0.00	2.12	2.12	0.00
113	113	CONTRABOVEDA	161.76	0.24	11.08	0.00	2.12	2.12	0.00
114	113	CONTRABOVEDA	161.76	0.24	11.08	0.00	2.12	2.12	0.00
114	114	CONTRABOVEDA	161.92	0.32	11.16	0.00	2.12	2.12	0.00
115	114	CONTRABOVEDA	161.92	0.32	11.16	0.00	2.12	2.12	0.00
115	115	CONTRABOVEDA	162.19	0.29	11.24	0.00	2.12	2.12	0.00
116	115	CONTRABOVEDA	162.19	0.29	11.24	0.00	2.12	2.12	0.00
116	116	CONTRABOVEDA	162.19	0.29	11.24	0.00	2.12	2.12	0.00
117	116	CONTRABOVEDA	162.46	0.12	11.30	0.00	2.12	2.12	0.00
117	117	CONTRABOVEDA	162.46	0.12	11.30	0.00	2.12	2.12	0.00
118	117	CONTRABOVEDA	162.46	0.12	11.30	0.00	2.12	2.12	0.00
118	118	CONTRABOVEDA	163.00	0.44	11.26	0.00	2.13	2.13	0.00
119	118	CONTRABOVEDA	163.00	0.44	11.26	0.00	2.13	2.13	0.00
119	119	CONTRABOVEDA	163.00	0.44	11.26	0.00	2.13	2.13	0.00
120	119	CONTRABOVEDA	163.40	1.35	11.00	0.00	2.14	2.14	0.00
120	120	CONTRABOVEDA	163.40	1.35	11.00	0.00	2.14	2.14	0.00
121	120	CONTRABOVEDA	163.40	1.35	11.00	0.00	2.14	2.14	0.00
121	121	CONTRABOVEDA	164.19	2.77	10.42	0.00	2.15	2.15	0.00
122	121	CONTRABOVEDA	164.19	2.77	10.42	0.00	2.15	2.15	0.00
122	122	CONTRABOVEDA	164.19	2.77	10.42	0.00	2.15	2.15	0.00
123	122	CONTRABOVEDA	164.91	4.65	9.38	0.00	2.16	2.16	0.00
123	123	CONTRABOVEDA	164.91	4.65	9.38	0.00	2.16	2.16	0.00
124	123	CONTRABOVEDA	165.60	7.08	7.73	0.00	2.17	2.17	0.00
124	124	CONTRABOVEDA	165.60	7.08	7.73	0.00	2.17	2.17	0.00
125	124	CONTRABOVEDA	165.60	7.08	7.73	0.00	2.17	2.17	0.00
125	125	CONTRABOVEDA	166.68	10.49	5.26	0.00	2.18	2.18	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
126	125	CONTRABOVEDA	166.68	10.49	5.26	0.00	2.18	2.18	0.00
126	126	CONTRABOVEDA	166.68	10.49	5.26	0.00	2.18	2.18	0.00
127	126	CONTRABOVEDA	168.23	15.44	1.62	0.00	2.20	2.20	0.00
127	127	CONTRABOVEDA	168.23	15.44	1.62	0.00	2.20	2.20	0.00
128	127	CONTRABOVEDA	168.23	15.44	1.62	0.00	2.20	2.20	0.00
128	128	CONTRABOVEDA	169.40	20.84	0.00	-3.49	2.21	2.21	0.00
129	128	CONTRABOVEDA	169.40	20.84	0.00	-3.49	2.21	2.21	0.00
129	129	CONTRABOVEDA	169.40	20.84	0.00	-3.49	2.21	2.21	0.00
130	129	HASTIAL	171.02	27.85	0.00	-10.33	2.24	2.24	0.00
130	130	HASTIAL	171.02	27.85	0.00	-10.33	2.24	2.24	0.00
131	130	HASTIAL	172.89	36.17	0.00	-19.33	2.26	2.26	0.00
131	131	HASTIAL	172.89	36.17	0.00	-19.33	2.26	2.26	0.00
132	131	HASTIAL	172.89	36.17	0.00	-19.33	2.26	2.26	0.00
132	132	HASTIAL	174.51	45.33	0.00	-30.79	2.28	2.28	0.00
133	132	HASTIAL	174.51	45.33	0.00	-30.79	2.28	2.28	0.00
133	133	HASTIAL	174.51	45.33	0.00	-30.79	2.28	2.28	0.00
134	133	HASTIAL	176.58	33.81	0.00	-33.47	2.31	2.31	0.00
134	134	HASTIAL	176.58	33.81	0.00	-33.47	2.31	2.31	0.00
135	134	HASTIAL	175.75	29.47	0.00	-26.55	2.30	2.30	0.00
135	135	HASTIAL	175.75	29.47	0.00	-26.55	2.30	2.30	0.00
136	135	HASTIAL	174.91	25.31	0.00	-20.56	2.29	2.29	0.00
136	136	HASTIAL	174.91	25.31	0.00	-20.56	2.29	2.29	0.00
137	136	HASTIAL	173.98	21.41	0.00	-15.45	2.27	2.27	0.00
137	137	HASTIAL	173.98	21.41	0.00	-15.45	2.27	2.27	0.00
138	137	HASTIAL	173.00	17.71	0.00	-11.17	2.26	2.26	0.00
138	138	HASTIAL	173.00	17.71	0.00	-11.17	2.26	2.26	0.00
139	138	HASTIAL	173.00	17.71	0.00	-11.17	2.26	2.26	0.00
139	139	HASTIAL	172.16	14.57	0.00	-7.65	2.25	2.25	0.00
140	139	BOVEDA	172.16	14.57	0.00	-7.65	2.25	2.25	0.00
140	140	BOVEDA	171.37	11.81	0.00	-4.76	2.24	2.24	0.00
141	140	BOVEDA	171.37	11.81	0.00	-4.76	2.24	2.24	0.00
141	141	BOVEDA	170.56	9.43	0.00	-2.44	2.23	2.23	0.00
142	141	BOVEDA	170.56	9.43	0.00	-2.44	2.23	2.23	0.00
142	142	BOVEDA	169.79	7.39	0.00	-0.60	2.22	2.22	0.00
143	142	BOVEDA	169.79	7.39	0.00	-0.60	2.22	2.22	0.00
143	143	BOVEDA	169.03	5.65	0.83	0.00	2.21	2.21	0.00
144	143	BOVEDA	169.03	5.65	0.83	0.00	2.21	2.21	0.00
144	144	BOVEDA	169.03	5.65	0.83	0.00	2.21	2.21	0.00
145	144	BOVEDA	168.32	4.20	1.90	0.00	2.20	2.20	0.00
145	145	BOVEDA	168.32	4.20	1.90	0.00	2.20	2.20	0.00
146	145	BOVEDA	167.66	3.01	2.69	0.00	2.19	2.19	0.00
146	146	BOVEDA	167.66	3.01	2.69	0.00	2.19	2.19	0.00
147	146	BOVEDA	167.03	2.06	3.25	0.00	2.18	2.18	0.00
147	147	BOVEDA	167.03	2.06	3.25	0.00	2.18	2.18	0.00
148	147	BOVEDA	166.45	1.24	3.61	0.00	2.18	2.18	0.00
148	148	BOVEDA	166.45	1.24	3.61	0.00	2.18	2.18	0.00
149	148	BOVEDA	165.98	0.74	3.83	0.00	2.17	2.17	0.00

4.2.3.2 Hipótesis 2

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
1	1	BOVEDA	279.70	0.20	4.03	0.00	3.66	3.66	0.00
2	1	BOVEDA	279.70	0.20	4.03	0.00	3.66	3.66	0.00
2	2	BOVEDA	279.70	0.20	4.03	0.00	3.66	3.66	0.00
3	2	BOVEDA	279.70	0.20	4.03	0.00	3.66	3.66	0.00
3	3	BOVEDA	279.70	0.20	4.03	0.00	3.66	3.66	0.00
4	3	BOVEDA	278.24	0.61	3.94	0.00	3.64	3.64	0.00
4	4	BOVEDA	278.24	0.61	3.94	0.00	3.64	3.64	0.00
5	4	BOVEDA	278.24	0.61	3.94	0.00	3.64	3.64	0.00
5	5	BOVEDA	278.24	0.61	3.94	0.00	3.64	3.64	0.00
6	5	BOVEDA	276.93	1.06	3.57	0.00	3.62	3.62	0.00
6	6	BOVEDA	276.93	1.06	3.57	0.00	3.62	3.62	0.00
7	6	BOVEDA	276.93	1.06	3.57	0.00	3.62	3.62	0.00
7	7	BOVEDA	276.93	1.06	3.57	0.00	3.62	3.62	0.00
8	7	BOVEDA	275.83	1.19	3.08	0.00	3.61	3.61	0.00
8	8	BOVEDA	275.83	1.19	3.08	0.00	3.61	3.61	0.00
9	8	BOVEDA	275.83	1.19	3.08	0.00	3.61	3.61	0.00
9	9	BOVEDA	275.83	1.19	3.08	0.00	3.61	3.61	0.00
10	9	BOVEDA	275.83	1.19	3.08	0.00	3.61	3.61	0.00

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
10	10	BOVEDA	274.94	1.17	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
11	10	BOVEDA	274.94	1.17	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
11	11	BOVEDA	274.94	1.17	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
12	11	BOVEDA	274.94	1.17	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
12	12	BOVEDA	274.33	1.23	2.03	0.00	3.59	3.59	0.00
13	12	BOVEDA	274.33	1.23	2.03	0.00	3.59	3.59	0.00
13	13	BOVEDA	274.33	1.23	2.03	0.00	3.59	3.59	0.00
14	13	BOVEDA	274.33	1.23	2.03	0.00	3.59	3.59	0.00
14	14	BOVEDA	274.33	1.23	2.03	0.00	3.59	3.59	0.00
15	14	BOVEDA	273.58	1.06	1.53	0.00	3.58	3.58	0.00
15	15	BOVEDA	273.58	1.06	1.53	0.00	3.58	3.58	0.00
16	15	BOVEDA	273.58	1.06	1.53	0.00	3.58	3.58	0.00
16	16	BOVEDA	273.58	1.06	1.53	0.00	3.58	3.58	0.00
17	16	BOVEDA	273.17	1.02	1.08	0.00	3.57	3.57	0.00
17	17	BOVEDA	273.17	1.02	1.08	0.00	3.57	3.57	0.00
18	17	BOVEDA	273.17	1.02	1.08	0.00	3.57	3.57	0.00
18	18	BOVEDA	273.17	1.02	1.08	0.00	3.57	3.57	0.00
19	18	BOVEDA	272.78	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
19	19	BOVEDA	272.78	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
20	19	BOVEDA	272.78	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
20	20	BOVEDA	272.78	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
21	20	BOVEDA	272.78	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
21	21	BOVEDA	272.61	0.78	0.31	0.00	3.56	3.56	0.00
22	21	BOVEDA	272.61	0.78	0.31	0.00	3.56	3.56	0.00
22	22	BOVEDA	272.61	0.78	0.31	0.00	3.56	3.56	0.00
23	22	BOVEDA	272.61	0.78	0.31	0.00	3.56	3.56	0.00
23	23	BOVEDA	272.34	0.66	0.00	-0.01	3.56	3.56	0.00
24	23	BOVEDA	272.34	0.66	0.00	-0.01	3.56	3.56	0.00
24	24	BOVEDA	272.34	0.66	0.00	-0.01	3.56	3.56	0.00
25	24	BOVEDA	272.34	0.66	0.00	-0.01	3.56	3.56	0.00
25	25	BOVEDA	272.34	0.66	0.00	-0.01	3.56	3.56	0.00
26	25	BOVEDA	272.22	0.54	0.00	-0.27	3.56	3.56	0.00
26	26	BOVEDA	272.22	0.54	0.00	-0.27	3.56	3.56	0.00
27	26	BOVEDA	272.22	0.54	0.00	-0.27	3.56	3.56	0.00
27	27	BOVEDA	272.22	0.54	0.00	-0.27	3.56	3.56	0.00
28	27	BOVEDA	271.97	0.36	0.00	-0.47	3.56	3.56	0.00
28	28	BOVEDA	271.97	0.36	0.00	-0.47	3.56	3.56	0.00
29	28	BOVEDA	271.97	0.36	0.00	-0.47	3.56	3.56	0.00
29	29	BOVEDA	271.97	0.36	0.00	-0.47	3.56	3.56	0.00
30	29	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.60	3.56	3.56	0.00
30	30	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.60	3.56	3.56	0.00
31	30	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.60	3.56	3.56	0.00
31	31	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.60	3.56	3.56	0.00
32	31	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.60	3.56	3.56	0.00
32	32	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.71	3.56	3.56	0.00
33	32	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.71	3.56	3.56	0.00
33	33	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.71	3.56	3.56	0.00
34	33	BOVEDA	272.02	0.25	0.00	-0.71	3.56	3.56	0.00
34	34	BOVEDA	272.00	0.08	0.00	-0.79	3.56	3.56	0.00
35	34	BOVEDA	272.00	0.08	0.00	-0.79	3.56	3.56	0.00
35	35	BOVEDA	272.00	0.08	0.00	-0.79	3.56	3.56	0.00
36	35	BOVEDA	272.00	0.08	0.00	-0.79	3.56	3.56	0.00
36	36	BOVEDA	272.00	0.08	0.00	-0.79	3.56	3.56	0.00
37	36	BOVEDA	272.02	0.09	0.00	-0.78	3.56	3.56	0.00
37	37	BOVEDA	272.02	0.09	0.00	-0.78	3.56	3.56	0.00
38	37	BOVEDA	272.02	0.09	0.00	-0.78	3.56	3.56	0.00
38	38	BOVEDA	272.02	0.09	0.00	-0.78	3.56	3.56	0.00
39	38	BOVEDA	272.02	0.23	0.00	-0.72	3.56	3.56	0.00
39	39	BOVEDA	272.02	0.23	0.00	-0.72	3.56	3.56	0.00
40	39	BOVEDA	272.02	0.23	0.00	-0.72	3.56	3.56	0.00
40	40	BOVEDA	272.02	0.23	0.00	-0.72	3.56	3.56	0.00
41	40	BOVEDA	271.93	0.22	0.00	-0.62	3.56	3.56	0.00
41	41	BOVEDA	271.93	0.22	0.00	-0.62	3.56	3.56	0.00
42	41	BOVEDA	271.93	0.22	0.00	-0.62	3.56	3.56	0.00
42	42	BOVEDA	271.93	0.22	0.00	-0.62	3.56	3.56	0.00
43	42	BOVEDA	271.93	0.22	0.00	-0.62	3.56	3.56	0.00
43	43	BOVEDA	272.27	0.48	0.00	-0.46	3.56	3.56	0.00
44	43	BOVEDA	272.27	0.48	0.00	-0.46	3.56	3.56	0.00
44	44	BOVEDA	272.27	0.48	0.00	-0.46	3.56	3.56	0.00
45	44	BOVEDA	272.27	0.48	0.00	-0.46	3.56	3.56	0.00
45	45	BOVEDA	272.26	0.51	0.00	-0.25	3.56	3.56	0.00
46	45	BOVEDA	272.26	0.51	0.00	-0.25	3.56	3.56	0.00

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
46	46	BOVEDA	272.26	0.51	0.00	-0.25	3.56	3.56	0.00
47	46	BOVEDA	272.26	0.51	0.00	-0.25	3.56	3.56	0.00
47	47	BOVEDA	272.41	0.68	0.01	0.00	3.56	3.56	0.00
48	47	BOVEDA	272.41	0.68	0.01	0.00	3.56	3.56	0.00
48	48	BOVEDA	272.41	0.68	0.01	0.00	3.56	3.56	0.00
49	48	BOVEDA	272.41	0.68	0.01	0.00	3.56	3.56	0.00
49	49	BOVEDA	272.41	0.68	0.01	0.00	3.56	3.56	0.00
50	49	BOVEDA	272.54	0.71	0.32	0.00	3.56	3.56	0.00
50	50	BOVEDA	272.54	0.71	0.32	0.00	3.56	3.56	0.00
51	50	BOVEDA	272.54	0.71	0.32	0.00	3.56	3.56	0.00
51	51	BOVEDA	272.54	0.71	0.32	0.00	3.56	3.56	0.00
52	51	BOVEDA	272.77	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
52	52	BOVEDA	272.77	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
53	52	BOVEDA	272.77	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
53	53	BOVEDA	272.77	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
54	53	BOVEDA	272.77	0.85	0.66	0.00	3.57	3.57	0.00
54	54	BOVEDA	273.22	1.03	1.07	0.00	3.57	3.57	0.00
55	54	BOVEDA	273.22	1.03	1.07	0.00	3.57	3.57	0.00
55	55	BOVEDA	273.22	1.03	1.07	0.00	3.57	3.57	0.00
56	55	BOVEDA	273.22	1.03	1.07	0.00	3.57	3.57	0.00
56	56	BOVEDA	273.63	1.10	1.54	0.00	3.58	3.58	0.00
57	56	BOVEDA	273.63	1.10	1.54	0.00	3.58	3.58	0.00
57	57	BOVEDA	273.63	1.10	1.54	0.00	3.58	3.58	0.00
58	57	BOVEDA	273.63	1.10	1.54	0.00	3.58	3.58	0.00
58	58	BOVEDA	274.35	1.20	2.05	0.00	3.59	3.59	0.00
59	58	BOVEDA	274.35	1.20	2.05	0.00	3.59	3.59	0.00
59	59	BOVEDA	274.35	1.20	2.05	0.00	3.59	3.59	0.00
60	59	BOVEDA	274.35	1.20	2.05	0.00	3.59	3.59	0.00
60	60	BOVEDA	274.35	1.20	2.05	0.00	3.59	3.59	0.00
61	60	BOVEDA	274.94	1.14	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
61	61	BOVEDA	274.94	1.14	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
62	61	BOVEDA	274.94	1.14	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
62	62	BOVEDA	274.94	1.14	2.56	0.00	3.60	3.60	0.00
63	62	BOVEDA	275.86	1.18	3.07	0.00	3.61	3.61	0.00
63	63	BOVEDA	275.86	1.18	3.07	0.00	3.61	3.61	0.00
64	63	BOVEDA	275.86	1.18	3.07	0.00	3.61	3.61	0.00
64	64	BOVEDA	275.86	1.18	3.07	0.00	3.61	3.61	0.00
65	64	BOVEDA	275.86	1.18	3.07	0.00	3.61	3.61	0.00
65	65	BOVEDA	276.90	1.03	3.56	0.00	3.62	3.62	0.00
66	65	BOVEDA	276.90	1.03	3.56	0.00	3.62	3.62	0.00
66	66	BOVEDA	276.90	1.03	3.56	0.00	3.62	3.62	0.00
67	66	BOVEDA	276.90	1.03	3.56	0.00	3.62	3.62	0.00
67	67	BOVEDA	278.27	0.61	3.92	0.00	3.64	3.64	0.00
68	67	BOVEDA	278.27	0.61	3.92	0.00	3.64	3.64	0.00
68	68	BOVEDA	278.27	0.61	3.92	0.00	3.64	3.64	0.00
69	68	BOVEDA	278.27	0.61	3.92	0.00	3.64	3.64	0.00
69	69	BOVEDA	279.79	0.17	4.01	0.00	3.66	3.66	0.00
70	69	BOVEDA	279.79	0.17	4.01	0.00	3.66	3.66	0.00
70	70	BOVEDA	279.79	0.17	4.01	0.00	3.66	3.66	0.00
71	70	BOVEDA	279.79	0.17	4.01	0.00	3.66	3.66	0.00
71	71	BOVEDA	281.27	0.40	3.93	0.00	3.68	3.68	0.00
72	71	BOVEDA	281.27	0.40	3.93	0.00	3.68	3.68	0.00
72	72	BOVEDA	282.17	0.80	3.80	0.00	3.69	3.69	0.00
73	72	BOVEDA	282.17	0.80	3.80	0.00	3.69	3.69	0.00
73	73	BOVEDA	283.12	1.40	3.56	0.00	3.70	3.70	0.00
74	73	BOVEDA	283.12	1.40	3.56	0.00	3.70	3.70	0.00
74	74	BOVEDA	284.10	2.13	3.18	0.00	3.71	3.71	0.00
75	74	BOVEDA	284.10	2.13	3.18	0.00	3.71	3.71	0.00
75	75	BOVEDA	285.16	3.06	2.61	0.00	3.73	3.73	0.00
76	75	BOVEDA	285.16	3.06	2.61	0.00	3.73	3.73	0.00
76	76	BOVEDA	285.16	3.06	2.61	0.00	3.73	3.73	0.00
77	76	BOVEDA	286.26	4.21	1.81	0.00	3.74	3.74	0.00
77	77	BOVEDA	286.26	4.21	1.81	0.00	3.74	3.74	0.00
78	77	BOVEDA	287.47	5.65	0.73	0.00	3.76	3.76	0.00
78	78	BOVEDA	287.47	5.65	0.73	0.00	3.76	3.76	0.00
79	78	BOVEDA	288.76	7.38	0.00	-0.69	3.78	3.78	0.00
79	79	BOVEDA	288.76	7.38	0.00	-0.69	3.78	3.78	0.00
80	79	BOVEDA	290.12	9.41	0.00	-2.53	3.79	3.79	0.00
80	80	BOVEDA	290.12	9.41	0.00	-2.53	3.79	3.79	0.00
81	80	BOVEDA	291.48	11.72	0.00	-4.84	3.81	3.81	0.00
81	81	HASTIAL	291.48	11.72	0.00	-4.84	3.81	3.81	0.00
82	81	HASTIAL	291.48	11.72	0.00	-4.84	3.81	3.81	0.00

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
82	82	HASTIAL	292.84	14.45	0.00	-7.70	3.83	3.83	0.00
83	82	HASTIAL	292.84	14.45	0.00	-7.70	3.83	3.83	0.00
83	83	HASTIAL	294.49	17.62	0.00	-11.21	3.85	3.85	0.00
84	83	HASTIAL	294.49	17.62	0.00	-11.21	3.85	3.85	0.00
84	84	HASTIAL	295.39	20.90	0.00	-15.42	3.86	3.86	0.00
85	84	HASTIAL	295.39	20.90	0.00	-15.42	3.86	3.86	0.00
85	85	HASTIAL	297.42	25.25	0.00	-20.46	3.89	3.89	0.00
86	85	HASTIAL	297.42	25.25	0.00	-20.46	3.89	3.89	0.00
86	86	HASTIAL	298.69	29.26	0.00	-26.42	3.91	3.91	0.00
87	86	HASTIAL	298.69	29.26	0.00	-26.42	3.91	3.91	0.00
87	87	HASTIAL	298.69	29.26	0.00	-26.42	3.91	3.91	0.00
88	87	HASTIAL	300.29	33.87	0.00	-33.33	3.93	3.93	0.00
88	88	HASTIAL	300.29	33.87	0.00	-33.33	3.93	3.93	0.00
89	88	HASTIAL	296.68	45.29	0.00	-30.66	3.88	3.88	0.00
89	89	HASTIAL	296.68	45.29	0.00	-30.66	3.88	3.88	0.00
90	89	HASTIAL	296.68	45.29	0.00	-30.66	3.88	3.88	0.00
90	90	HASTIAL	294.13	35.96	0.00	-19.24	3.85	3.85	0.00
91	90	HASTIAL	294.13	35.96	0.00	-19.24	3.85	3.85	0.00
91	91	HASTIAL	294.13	35.96	0.00	-19.24	3.85	3.85	0.00
92	91	CONTRABOVEDA	290.56	27.58	0.00	-10.30	3.80	3.80	0.00
92	92	CONTRABOVEDA	290.56	27.58	0.00	-10.30	3.80	3.80	0.00
93	92	CONTRABOVEDA	288.35	20.90	0.00	-3.49	3.77	3.77	0.00
93	93	CONTRABOVEDA	288.35	20.90	0.00	-3.49	3.77	3.77	0.00
94	93	CONTRABOVEDA	288.35	20.90	0.00	-3.49	3.77	3.77	0.00
94	94	CONTRABOVEDA	286.26	15.39	1.62	0.00	3.74	3.74	0.00
95	94	CONTRABOVEDA	286.26	15.39	1.62	0.00	3.74	3.74	0.00
95	95	CONTRABOVEDA	286.26	15.39	1.62	0.00	3.74	3.74	0.00
96	95	CONTRABOVEDA	283.53	10.75	5.29	0.00	3.71	3.71	0.00
96	96	CONTRABOVEDA	283.53	10.75	5.29	0.00	3.71	3.71	0.00
97	96	CONTRABOVEDA	283.53	10.75	5.29	0.00	3.71	3.71	0.00
97	97	CONTRABOVEDA	282.20	7.20	7.82	0.00	3.69	3.69	0.00
98	97	CONTRABOVEDA	282.20	7.20	7.82	0.00	3.69	3.69	0.00
98	98	CONTRABOVEDA	282.20	7.20	7.82	0.00	3.69	3.69	0.00
99	98	CONTRABOVEDA	280.69	4.49	9.46	0.00	3.67	3.67	0.00
99	99	CONTRABOVEDA	280.69	4.49	9.46	0.00	3.67	3.67	0.00
100	99	CONTRABOVEDA	280.69	4.49	9.46	0.00	3.67	3.67	0.00
100	100	CONTRABOVEDA	279.24	2.58	10.46	0.00	3.65	3.65	0.00
101	100	CONTRABOVEDA	279.24	2.58	10.46	0.00	3.65	3.65	0.00
101	101	CONTRABOVEDA	277.76	1.30	11.00	0.00	3.63	3.63	0.00
102	101	CONTRABOVEDA	277.76	1.30	11.00	0.00	3.63	3.63	0.00
102	102	CONTRABOVEDA	277.76	1.30	11.00	0.00	3.63	3.63	0.00
103	102	CONTRABOVEDA	276.98	0.43	11.24	0.00	3.62	3.62	0.00
103	103	CONTRABOVEDA	276.98	0.43	11.24	0.00	3.62	3.62	0.00
104	103	CONTRABOVEDA	276.98	0.43	11.24	0.00	3.62	3.62	0.00
104	104	CONTRABOVEDA	276.23	0.08	11.29	0.00	3.61	3.61	0.00
105	104	CONTRABOVEDA	276.23	0.08	11.29	0.00	3.61	3.61	0.00
105	105	CONTRABOVEDA	276.23	0.08	11.29	0.00	3.61	3.61	0.00
106	105	CONTRABOVEDA	275.69	0.34	11.23	0.00	3.60	3.60	0.00
106	106	CONTRABOVEDA	275.69	0.34	11.23	0.00	3.60	3.60	0.00
107	106	CONTRABOVEDA	275.69	0.34	11.23	0.00	3.60	3.60	0.00
107	107	CONTRABOVEDA	275.25	0.32	11.14	0.00	3.60	3.60	0.00
108	107	CONTRABOVEDA	275.25	0.32	11.14	0.00	3.60	3.60	0.00
108	108	CONTRABOVEDA	274.96	0.20	11.07	0.00	3.60	3.60	0.00
109	108	CONTRABOVEDA	274.96	0.20	11.07	0.00	3.60	3.60	0.00
109	109	CONTRABOVEDA	274.96	0.20	11.07	0.00	3.60	3.60	0.00
110	109	CONTRABOVEDA	274.75	0.08	11.03	0.00	3.59	3.59	0.00
110	110	CONTRABOVEDA	274.75	0.08	11.03	0.00	3.59	3.59	0.00
111	110	CONTRABOVEDA	274.75	0.08	11.03	0.00	3.59	3.59	0.00
111	111	CONTRABOVEDA	274.82	0.08	11.03	0.00	3.59	3.59	0.00
112	111	CONTRABOVEDA	274.82	0.08	11.03	0.00	3.59	3.59	0.00
112	112	CONTRABOVEDA	274.82	0.08	11.03	0.00	3.59	3.59	0.00
113	112	CONTRABOVEDA	274.99	0.24	11.08	0.00	3.60	3.60	0.00
113	113	CONTRABOVEDA	274.99	0.24	11.08	0.00	3.60	3.60	0.00
114	113	CONTRABOVEDA	274.99	0.24	11.08	0.00	3.60	3.60	0.00
114	114	CONTRABOVEDA	275.26	0.32	11.16	0.00	3.60	3.60	0.00
115	114	CONTRABOVEDA	275.26	0.32	11.16	0.00	3.60	3.60	0.00
115	115	CONTRABOVEDA	275.72	0.29	11.24	0.00	3.61	3.61	0.00
116	115	CONTRABOVEDA	275.72	0.29	11.24	0.00	3.61	3.61	0.00
116	116	CONTRABOVEDA	275.72	0.29	11.24	0.00	3.61	3.61	0.00
117	116	CONTRABOVEDA	276.18	0.12	11.30	0.00	3.61	3.61	0.00
117	117	CONTRABOVEDA	276.18	0.12	11.30	0.00	3.61	3.61	0.00
118	117	CONTRABOVEDA	276.18	0.12	11.30	0.00	3.61	3.61	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
118	118	CONTRABOVEDA	277.10	0.44	11.26	0.00	3.62	3.62	0.00
119	118	CONTRABOVEDA	277.10	0.44	11.26	0.00	3.62	3.62	0.00
119	119	CONTRABOVEDA	277.10	0.44	11.26	0.00	3.62	3.62	0.00
120	119	CONTRABOVEDA	277.78	1.35	11.00	0.00	3.63	3.63	0.00
120	120	CONTRABOVEDA	277.78	1.35	11.00	0.00	3.63	3.63	0.00
121	120	CONTRABOVEDA	277.78	1.35	11.00	0.00	3.63	3.63	0.00
121	121	CONTRABOVEDA	279.12	2.77	10.42	0.00	3.65	3.65	0.00
122	121	CONTRABOVEDA	279.12	2.77	10.42	0.00	3.65	3.65	0.00
122	122	CONTRABOVEDA	279.12	2.77	10.42	0.00	3.65	3.65	0.00
123	122	CONTRABOVEDA	280.35	4.65	9.38	0.00	3.67	3.67	0.00
123	123	CONTRABOVEDA	280.35	4.65	9.38	0.00	3.67	3.67	0.00
124	123	CONTRABOVEDA	281.52	7.08	7.73	0.00	3.68	3.68	0.00
124	124	CONTRABOVEDA	281.52	7.08	7.73	0.00	3.68	3.68	0.00
125	124	CONTRABOVEDA	281.52	7.08	7.73	0.00	3.68	3.68	0.00
125	125	CONTRABOVEDA	283.36	10.49	5.26	0.00	3.71	3.71	0.00
126	125	CONTRABOVEDA	283.36	10.49	5.26	0.00	3.71	3.71	0.00
126	126	CONTRABOVEDA	283.36	10.49	5.26	0.00	3.71	3.71	0.00
127	126	CONTRABOVEDA	285.99	15.44	1.62	0.00	3.74	3.74	0.00
127	127	CONTRABOVEDA	285.99	15.44	1.62	0.00	3.74	3.74	0.00
128	127	CONTRABOVEDA	285.99	15.44	1.62	0.00	3.74	3.74	0.00
128	128	CONTRABOVEDA	287.98	20.84	0.00	-3.49	3.77	3.77	0.00
129	128	CONTRABOVEDA	287.98	20.84	0.00	-3.49	3.77	3.77	0.00
129	129	CONTRABOVEDA	287.98	20.84	0.00	-3.49	3.77	3.77	0.00
130	129	HASTIAL	290.73	27.85	0.00	-10.33	3.80	3.80	0.00
130	130	HASTIAL	290.73	27.85	0.00	-10.33	3.80	3.80	0.00
131	130	HASTIAL	293.91	36.17	0.00	-19.33	3.84	3.84	0.00
131	131	HASTIAL	293.91	36.17	0.00	-19.33	3.84	3.84	0.00
132	131	HASTIAL	293.91	36.17	0.00	-19.33	3.84	3.84	0.00
132	132	HASTIAL	296.67	45.33	0.00	-30.79	3.88	3.88	0.00
133	132	HASTIAL	296.67	45.33	0.00	-30.79	3.88	3.88	0.00
133	133	HASTIAL	296.67	45.33	0.00	-30.79	3.88	3.88	0.00
134	133	HASTIAL	300.19	33.81	0.00	-33.47	3.93	3.93	0.00
134	134	HASTIAL	300.19	33.81	0.00	-33.47	3.93	3.93	0.00
135	134	HASTIAL	298.78	29.47	0.00	-26.55	3.91	3.91	0.00
135	135	HASTIAL	298.78	29.47	0.00	-26.55	3.91	3.91	0.00
136	135	HASTIAL	297.35	25.31	0.00	-20.56	3.89	3.89	0.00
136	136	HASTIAL	297.35	25.31	0.00	-20.56	3.89	3.89	0.00
137	136	HASTIAL	295.77	21.41	0.00	-15.45	3.87	3.87	0.00
137	137	HASTIAL	295.77	21.41	0.00	-15.45	3.87	3.87	0.00
138	137	HASTIAL	294.10	17.71	0.00	-11.17	3.85	3.85	0.00
138	138	HASTIAL	294.10	17.71	0.00	-11.17	3.85	3.85	0.00
139	138	HASTIAL	294.10	17.71	0.00	-11.17	3.85	3.85	0.00
139	139	HASTIAL	292.67	14.57	0.00	-7.65	3.83	3.83	0.00
140	139	BOVEDA	292.67	14.57	0.00	-7.65	3.83	3.83	0.00
140	140	BOVEDA	291.33	11.81	0.00	-4.76	3.81	3.81	0.00
141	140	BOVEDA	291.33	11.81	0.00	-4.76	3.81	3.81	0.00
141	141	BOVEDA	289.95	9.43	0.00	-2.44	3.79	3.79	0.00
142	141	BOVEDA	289.95	9.43	0.00	-2.44	3.79	3.79	0.00
142	142	BOVEDA	288.64	7.39	0.00	-0.60	3.77	3.77	0.00
143	142	BOVEDA	288.64	7.39	0.00	-0.60	3.77	3.77	0.00
143	143	BOVEDA	287.35	5.65	0.83	0.00	3.76	3.76	0.00
144	143	BOVEDA	287.35	5.65	0.83	0.00	3.76	3.76	0.00
144	144	BOVEDA	287.35	5.65	0.83	0.00	3.76	3.76	0.00
145	144	BOVEDA	286.14	4.20	1.90	0.00	3.74	3.74	0.00
145	145	BOVEDA	286.14	4.20	1.90	0.00	3.74	3.74	0.00
146	145	BOVEDA	285.02	3.01	2.69	0.00	3.73	3.73	0.00
146	146	BOVEDA	285.02	3.01	2.69	0.00	3.73	3.73	0.00
147	146	BOVEDA	283.95	2.06	3.25	0.00	3.71	3.71	0.00
147	147	BOVEDA	283.95	2.06	3.25	0.00	3.71	3.71	0.00
148	147	BOVEDA	282.97	1.24	3.61	0.00	3.70	3.70	0.00
148	148	BOVEDA	282.97	1.24	3.61	0.00	3.70	3.70	0.00
149	148	BOVEDA	282.17	0.74	3.83	0.00	3.69	3.69	0.00

4.2.3.3 Hipótesis 3

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
1	1	BOVEDA	176.29	4.52	2.96	-2.24	2.31	2.31	0.00
2	1	BOVEDA	173.77	4.67	2.96	-2.26	2.27	2.27	0.00
2	2	BOVEDA	173.77	4.67	2.96	-2.26	2.27	2.27	0.00
3	2	BOVEDA	174.87	0.99	2.96	-2.83	2.29	2.29	0.00

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
3	3	BOVEDA	174.87	0.99	2.96	-2.83	2.29	2.29	0.00
4	3	BOVEDA	173.22	3.15	2.89	-3.21	2.26	2.26	0.00
4	4	BOVEDA	173.22	3.15	2.89	-3.21	2.26	2.26	0.00
5	4	BOVEDA	173.22	3.15	2.89	-3.21	2.26	2.26	0.00
5	5	BOVEDA	174.44	1.66	2.89	-3.63	2.28	2.28	0.00
6	5	BOVEDA	173.67	1.99	2.63	-3.63	2.27	2.27	0.00
6	6	BOVEDA	172.99	3.04	2.63	-4.00	2.26	2.26	0.00
7	6	BOVEDA	172.99	3.04	2.63	-4.00	2.26	2.26	0.00
7	7	BOVEDA	174.08	1.75	2.63	-4.34	2.28	2.28	0.00
8	7	BOVEDA	173.43	1.85	2.26	-4.34	2.27	2.27	0.00
8	8	BOVEDA	172.83	2.98	2.26	-4.67	2.26	2.26	0.00
9	8	BOVEDA	172.83	2.98	2.26	-4.67	2.26	2.26	0.00
9	9	BOVEDA	173.68	1.47	2.26	-4.96	2.27	2.27	0.00
10	9	BOVEDA	173.68	1.47	2.26	-4.96	2.27	2.27	0.00
10	10	BOVEDA	172.69	2.59	1.88	-5.20	2.26	2.26	0.00
11	10	BOVEDA	172.69	2.59	1.88	-5.20	2.26	2.26	0.00
11	11	BOVEDA	173.34	0.88	1.88	-5.39	2.27	2.27	0.00
12	11	BOVEDA	173.34	0.88	1.88	-5.39	2.27	2.27	0.00
12	12	BOVEDA	172.98	0.93	1.50	-5.39	2.26	2.26	0.00
13	12	BOVEDA	172.87	2.30	1.50	-5.53	2.26	2.26	0.00
13	13	BOVEDA	172.87	2.30	1.50	-5.53	2.26	2.26	0.00
14	13	BOVEDA	173.30	1.22	1.50	-5.65	2.27	2.27	0.00
14	14	BOVEDA	173.30	1.22	1.50	-5.65	2.27	2.27	0.00
15	14	BOVEDA	172.81	1.59	1.13	-5.70	2.26	2.26	0.00
15	15	BOVEDA	172.81	1.59	1.13	-5.70	2.26	2.26	0.00
16	15	BOVEDA	172.90	1.48	1.13	-5.71	2.26	2.26	0.00
16	16	BOVEDA	172.90	1.48	1.13	-5.71	2.26	2.26	0.00
17	16	BOVEDA	172.70	1.39	0.79	-5.71	2.26	2.26	0.00
17	17	BOVEDA	172.70	1.39	0.79	-5.71	2.26	2.26	0.00
18	17	BOVEDA	172.50	1.89	0.79	-5.65	2.26	2.26	0.00
18	18	BOVEDA	172.50	1.89	0.79	-5.65	2.26	2.26	0.00
19	18	BOVEDA	172.39	0.74	0.49	-5.54	2.25	2.25	0.00
19	19	BOVEDA	172.39	0.74	0.49	-5.54	2.25	2.25	0.00
20	19	BOVEDA	171.82	2.13	0.49	-5.40	2.25	2.25	0.00
20	20	BOVEDA	171.82	2.13	0.49	-5.40	2.25	2.25	0.00
21	20	BOVEDA	171.82	2.13	0.49	-5.40	2.25	2.25	0.00
21	21	BOVEDA	172.04	0.93	0.23	-5.20	2.25	2.25	0.00
22	21	BOVEDA	172.04	0.93	0.23	-5.20	2.25	2.25	0.00
22	22	BOVEDA	171.26	2.58	0.23	-4.95	2.24	2.24	0.00
23	22	BOVEDA	171.26	2.58	0.23	-4.95	2.24	2.24	0.00
23	23	BOVEDA	171.58	1.17	0.00	-4.67	2.24	2.24	0.00
24	23	BOVEDA	171.58	1.17	0.00	-4.67	2.24	2.24	0.00
24	24	BOVEDA	170.61	2.78	0.00	-4.35	2.23	2.23	0.00
25	24	BOVEDA	170.61	2.78	0.00	-4.35	2.23	2.23	0.00
25	25	BOVEDA	171.36	1.74	0.00	-3.97	2.24	2.24	0.00
26	25	BOVEDA	171.29	1.65	0.00	-4.24	2.24	2.24	0.00
26	26	BOVEDA	170.10	2.90	0.00	-3.84	2.22	2.22	0.00
27	26	BOVEDA	170.10	2.90	0.00	-3.84	2.22	2.22	0.00
27	27	BOVEDA	170.97	1.94	0.00	-3.40	2.24	2.24	0.00
28	27	BOVEDA	170.82	1.81	0.00	-3.60	2.23	2.23	0.00
28	28	BOVEDA	169.49	3.04	0.00	-3.14	2.22	2.22	0.00
29	28	BOVEDA	169.49	3.04	0.00	-3.14	2.22	2.22	0.00
29	29	BOVEDA	169.49	3.04	0.00	-3.14	2.22	2.22	0.00
30	29	BOVEDA	170.45	1.88	0.00	-2.80	2.23	2.23	0.00
30	30	BOVEDA	170.45	1.88	0.00	-2.80	2.23	2.23	0.00
31	30	BOVEDA	168.98	3.11	0.00	-2.31	2.21	2.21	0.00
31	31	BOVEDA	168.98	3.11	0.00	-2.31	2.21	2.21	0.00
32	31	BOVEDA	169.99	2.04	0.00	-1.80	2.22	2.22	0.00
32	32	BOVEDA	169.99	2.04	0.00	-1.91	2.22	2.22	0.00
33	32	BOVEDA	168.47	3.14	0.00	-1.39	2.20	2.20	0.00
33	33	BOVEDA	168.47	3.14	0.00	-1.39	2.20	2.20	0.00
34	33	BOVEDA	169.52	2.20	0.00	-0.86	2.22	2.22	0.00
34	34	BOVEDA	169.51	2.07	0.00	-0.94	2.22	2.22	0.00
35	34	BOVEDA	167.98	3.01	0.38	-0.79	2.20	2.20	0.00
35	35	BOVEDA	167.98	3.01	0.38	-0.79	2.20	2.20	0.00
36	35	BOVEDA	168.99	2.04	0.90	-0.79	2.21	2.21	0.00
36	36	BOVEDA	168.99	2.04	0.90	-0.79	2.21	2.21	0.00
37	36	BOVEDA	169.00	2.04	0.90	-0.78	2.21	2.21	0.00
37	37	BOVEDA	167.48	2.77	1.40	-0.78	2.19	2.19	0.00
38	37	BOVEDA	167.48	2.77	1.40	-0.78	2.19	2.19	0.00
38	38	BOVEDA	168.48	2.01	1.90	-0.78	2.20	2.20	0.00
39	38	BOVEDA	168.48	2.11	1.90	-0.72	2.20	2.20	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
39	39	BOVEDA	167.09	2.87	2.39	-0.72	2.18	2.18	0.00
40	39	BOVEDA	167.09	2.87	2.39	-0.72	2.18	2.18	0.00
40	40	BOVEDA	167.96	1.89	2.86	-0.72	2.20	2.20	0.00
41	40	BOVEDA	167.91	1.89	2.86	-0.62	2.20	2.20	0.00
41	41	BOVEDA	166.53	2.51	3.30	-0.62	2.18	2.18	0.00
42	41	BOVEDA	166.53	2.51	3.30	-0.62	2.18	2.18	0.00
42	42	BOVEDA	167.21	1.60	3.70	-0.62	2.19	2.19	0.00
43	42	BOVEDA	167.21	1.60	3.70	-0.62	2.19	2.19	0.00
43	43	BOVEDA	166.25	2.35	4.07	-0.46	2.17	2.17	0.00
44	43	BOVEDA	166.25	2.35	4.07	-0.46	2.17	2.17	0.00
44	44	BOVEDA	166.84	1.62	4.42	-0.46	2.18	2.18	0.00
45	44	BOVEDA	166.84	1.62	4.42	-0.46	2.18	2.18	0.00
45	45	BOVEDA	166.83	1.65	4.42	-0.25	2.18	2.18	0.00
46	45	BOVEDA	165.84	1.85	4.71	-0.25	2.17	2.17	0.00
46	46	BOVEDA	165.84	1.85	4.71	-0.25	2.17	2.17	0.00
47	46	BOVEDA	166.22	1.26	4.96	-0.25	2.17	2.17	0.00
47	47	BOVEDA	166.31	1.39	4.97	0.00	2.17	2.17	0.00
48	47	BOVEDA	165.59	1.52	5.17	0.00	2.17	2.17	0.00
48	48	BOVEDA	165.59	1.52	5.17	0.00	2.17	2.17	0.00
49	48	BOVEDA	165.75	0.91	5.33	0.00	2.17	2.17	0.00
49	49	BOVEDA	165.75	0.91	5.33	0.00	2.17	2.17	0.00
50	49	BOVEDA	165.38	1.09	5.65	0.00	2.16	2.16	0.00
50	50	BOVEDA	165.38	1.09	5.65	0.00	2.16	2.16	0.00
51	50	BOVEDA	165.44	0.63	5.73	0.00	2.16	2.16	0.00
51	51	BOVEDA	165.44	0.63	5.73	0.00	2.16	2.16	0.00
52	51	BOVEDA	165.36	0.87	6.02	0.00	2.16	2.16	0.00
52	52	BOVEDA	165.36	0.87	6.02	0.00	2.16	2.16	0.00
53	52	BOVEDA	165.31	0.75	6.03	0.00	2.16	2.16	0.00
53	53	BOVEDA	165.31	0.75	6.03	0.00	2.16	2.16	0.00
54	53	BOVEDA	165.31	0.75	6.03	0.00	2.16	2.16	0.00
54	54	BOVEDA	165.55	0.81	6.32	0.00	2.16	2.16	0.00
55	54	BOVEDA	165.55	0.81	6.32	0.00	2.16	2.16	0.00
55	55	BOVEDA	165.48	1.05	6.30	0.00	2.16	2.16	0.00
56	55	BOVEDA	165.48	1.05	6.30	0.00	2.16	2.16	0.00
56	56	BOVEDA	165.88	0.98	6.59	0.00	2.17	2.17	0.00
57	56	BOVEDA	165.88	0.98	6.59	0.00	2.17	2.17	0.00
57	57	BOVEDA	165.76	1.35	6.52	0.00	2.17	2.17	0.00
58	57	BOVEDA	165.76	1.35	6.52	0.00	2.17	2.17	0.00
58	58	BOVEDA	166.56	1.31	6.79	0.00	2.18	2.18	0.00
59	58	BOVEDA	166.56	1.31	6.79	0.00	2.18	2.18	0.00
59	59	BOVEDA	166.35	1.81	6.64	0.00	2.18	2.18	0.00
60	59	BOVEDA	166.35	1.81	6.64	0.00	2.18	2.18	0.00
60	60	BOVEDA	166.97	1.61	6.47	0.00	2.18	2.18	0.00
61	60	BOVEDA	167.32	1.56	6.84	0.00	2.19	2.19	0.00
61	61	BOVEDA	167.32	1.56	6.84	0.00	2.19	2.19	0.00
62	61	BOVEDA	166.99	2.18	6.62	0.00	2.18	2.18	0.00
62	62	BOVEDA	166.99	2.18	6.62	0.00	2.18	2.18	0.00
63	62	BOVEDA	168.44	2.02	6.73	0.00	2.20	2.20	0.00
63	63	BOVEDA	168.44	2.02	6.73	0.00	2.20	2.20	0.00
64	63	BOVEDA	167.93	2.68	6.42	0.00	2.20	2.20	0.00
64	64	BOVEDA	167.93	2.68	6.42	0.00	2.20	2.20	0.00
65	64	BOVEDA	169.07	2.60	6.04	0.00	2.21	2.21	0.00
65	65	BOVEDA	169.68	2.49	6.40	0.00	2.22	2.22	0.00
66	65	BOVEDA	168.98	2.23	6.06	0.00	2.21	2.21	0.00
66	66	BOVEDA	168.98	2.23	6.06	0.00	2.21	2.21	0.00
67	66	BOVEDA	170.06	5.26	5.42	0.00	2.22	2.22	0.00
67	67	BOVEDA	170.87	4.95	5.68	0.00	2.23	2.23	0.00
68	67	BOVEDA	172.17	5.60	5.75	0.00	2.25	2.25	0.00
68	68	BOVEDA	172.17	5.60	5.75	0.00	2.25	2.25	0.00
69	68	BOVEDA	173.15	23.04	5.11	0.00	2.26	2.26	0.00
69	69	BOVEDA	174.68	35.43	5.85	0.00	2.28	2.28	0.00
70	69	BOVEDA	175.32	43.50	5.43	0.00	2.29	2.29	0.00
70	70	BOVEDA	175.97	22.48	4.32	0.00	2.30	2.30	0.00
71	70	BOVEDA	176.61	17.09	4.61	0.00	2.31	2.31	0.00
71	71	BOVEDA	178.13	0.80	3.68	0.00	2.33	2.33	0.00
72	71	BOVEDA	178.77	2.71	3.58	0.00	2.34	2.34	0.00
72	72	BOVEDA	179.95	5.35	3.11	0.00	2.35	2.35	0.00
73	72	BOVEDA	180.59	3.70	2.80	-0.11	2.36	2.36	0.00
73	73	BOVEDA	181.79	2.90	2.62	-0.37	2.38	2.38	0.00
74	73	BOVEDA	182.44	12.05	2.62	-1.05	2.39	2.39	0.00
74	74	BOVEDA	183.66	5.85	2.34	-1.40	2.40	2.40	0.00
75	74	BOVEDA	183.66	5.85	2.34	-1.40	2.40	2.40	0.00

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
75	75	BOVEDA	184.93	13.81	1.92	-1.78	2.42	2.42	0.00
76	75	BOVEDA	185.57	8.32	1.92	-2.07	2.43	2.43	0.00
76	76	BOVEDA	186.22	5.39	1.92	-1.92	2.43	2.43	0.00
77	76	BOVEDA	187.51	11.29	1.33	-2.52	2.45	2.45	0.00
77	77	BOVEDA	188.15	11.21	1.33	-3.37	2.46	2.46	0.00
78	77	BOVEDA	189.51	10.75	0.54	-4.15	2.48	2.48	0.00
78	78	BOVEDA	190.15	8.45	0.54	-4.72	2.49	2.49	0.00
79	78	BOVEDA	191.56	27.68	0.00	-4.47	2.50	2.50	0.00
79	79	BOVEDA	192.20	52.67	0.00	-5.78	2.51	2.51	5.21
80	79	BOVEDA	193.65	47.48	0.00	-7.97	2.53	2.53	0.00
80	80	BOVEDA	194.29	30.77	0.00	-7.09	2.54	2.54	0.00
81	80	BOVEDA	195.73	38.07	0.00	-12.21	2.56	2.56	0.00
81	81	HASTIAL	196.38	71.54	0.00	-10.44	2.57	2.57	7.40
82	81	HASTIAL	197.02	100.31	0.00	-11.96	2.58	2.58	25.13
82	82	HASTIAL	198.47	98.76	0.00	-15.01	2.60	2.60	24.05
83	82	HASTIAL	199.11	69.96	0.00	-13.49	2.60	2.60	6.19
83	83	HASTIAL	200.73	22.29	0.00	-20.61	2.62	2.62	0.00
84	83	HASTIAL	201.37	59.93	0.00	-18.63	2.63	2.63	0.00
84	84	HASTIAL	202.54	47.52	0.00	-22.06	2.65	2.65	0.00
85	84	HASTIAL	202.54	47.52	0.00	-22.06	2.65	2.65	0.00
85	85	HASTIAL	204.38	41.88	0.00	-30.03	2.67	2.67	0.00
86	85	HASTIAL	205.12	52.27	0.00	-28.95	2.68	2.68	0.00
86	86	HASTIAL	206.71	24.19	0.00	-32.79	2.70	2.70	0.00
87	86	HASTIAL	207.54	27.24	0.00	-33.37	2.71	2.71	0.00
87	87	HASTIAL	207.54	27.24	0.00	-33.37	2.71	2.71	0.00
88	87	HASTIAL	209.32	44.72	0.00	-39.31	2.74	2.74	0.00
88	88	HASTIAL	210.16	40.40	0.00	-39.01	2.75	2.75	0.00
89	88	HASTIAL	208.04	48.80	0.00	-36.35	2.72	2.72	0.00
89	89	HASTIAL	184.92	43.29	0.00	-36.72	2.42	2.42	0.00
90	89	HASTIAL	184.86	53.22	0.00	-37.40	2.42	2.42	0.00
90	90	HASTIAL	183.30	54.68	0.00	-25.41	2.40	2.40	0.00
91	90	HASTIAL	183.30	54.68	0.00	-25.41	2.40	2.40	0.00
91	91	HASTIAL	183.24	51.07	0.00	-25.16	2.40	2.40	0.00
92	91	CONTRABOVEDA	181.08	46.28	0.00	-16.13	2.37	2.37	0.00
92	92	CONTRABOVEDA	181.02	52.47	0.00	-16.56	2.37	2.37	0.00
93	92	CONTRABOVEDA	179.72	47.56	0.00	-9.74	2.35	2.35	0.00
93	93	CONTRABOVEDA	179.66	32.94	0.00	-10.74	2.35	2.35	0.00
94	93	CONTRABOVEDA	179.60	18.19	0.00	-9.73	2.35	2.35	0.00
94	94	CONTRABOVEDA	178.31	23.53	1.19	-5.60	2.33	2.33	0.00
95	94	CONTRABOVEDA	178.31	23.53	1.19	-5.60	2.33	2.33	0.00
95	95	CONTRABOVEDA	178.25	16.23	1.19	-5.10	2.33	2.33	0.00
96	95	CONTRABOVEDA	176.58	10.83	3.89	-5.24	2.31	2.31	0.00
96	96	CONTRABOVEDA	176.58	10.83	3.89	-5.24	2.31	2.31	0.00
97	96	CONTRABOVEDA	176.52	14.39	3.89	-4.60	2.31	2.31	0.00
97	97	CONTRABOVEDA	175.68	7.61	5.75	-4.31	2.30	2.30	0.00
98	97	CONTRABOVEDA	175.62	7.94	5.75	-4.29	2.30	2.30	0.00
98	98	CONTRABOVEDA	175.62	7.94	5.75	-4.29	2.30	2.30	0.00
99	98	CONTRABOVEDA	174.67	11.06	6.96	-3.58	2.28	2.28	0.00
99	99	CONTRABOVEDA	174.61	7.45	6.96	-3.33	2.28	2.28	0.00
100	99	CONTRABOVEDA	174.54	6.38	6.96	-3.41	2.28	2.28	0.00
100	100	CONTRABOVEDA	173.69	4.98	7.69	-3.41	2.27	2.27	0.00
101	100	CONTRABOVEDA	173.63	8.25	7.69	-2.76	2.27	2.27	0.00
101	101	CONTRABOVEDA	172.70	5.05	8.09	-2.05	2.26	2.26	0.00
102	101	CONTRABOVEDA	172.70	5.05	8.09	-2.05	2.26	2.26	0.00
102	102	CONTRABOVEDA	172.64	3.07	8.09	-1.62	2.26	2.26	0.00
103	102	CONTRABOVEDA	172.12	1.59	8.27	-1.39	2.25	2.25	0.00
103	103	CONTRABOVEDA	172.06	4.18	8.27	-1.04	2.25	2.25	0.00
104	103	CONTRABOVEDA	172.06	4.18	8.27	-1.04	2.25	2.25	0.00
104	104	CONTRABOVEDA	171.56	1.73	8.30	-0.66	2.24	2.24	0.00
105	104	CONTRABOVEDA	171.50	3.34	8.30	-0.32	2.24	2.24	0.00
105	105	CONTRABOVEDA	171.44	4.42	8.50	0.00	2.24	2.24	0.00
106	105	CONTRABOVEDA	171.12	4.61	8.46	0.00	2.24	2.24	0.00
106	106	CONTRABOVEDA	171.06	3.29	8.55	0.00	2.24	2.24	0.00
107	106	CONTRABOVEDA	171.00	13.54	9.25	0.00	2.24	2.24	0.00
107	107	CONTRABOVEDA	170.68	10.40	9.39	0.00	2.23	2.23	0.00
108	107	CONTRABOVEDA	170.68	10.40	9.39	0.00	2.23	2.23	0.00
108	108	CONTRABOVEDA	170.45	12.05	9.46	0.00	2.23	2.23	0.00
109	108	CONTRABOVEDA	170.39	3.82	10.02	0.00	2.23	2.23	0.00
109	109	CONTRABOVEDA	170.39	3.82	10.02	0.00	2.23	2.23	0.00
110	109	CONTRABOVEDA	170.21	7.49	10.25	0.00	2.23	2.23	0.00
110	110	CONTRABOVEDA	170.15	0.31	10.74	0.00	2.22	2.22	0.00
111	110	CONTRABOVEDA	165.26	3.35	10.95	0.00	2.16	2.16	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
111	111	CONTRABOVEDA	165.30	3.36	10.95	0.00	2.16	2.16	0.00
112	111	CONTRABOVEDA	164.55	0.33	11.19	0.00	2.15	2.15	0.00
112	112	CONTRABOVEDA	163.81	0.64	11.25	0.00	2.14	2.14	0.00
113	112	CONTRABOVEDA	163.16	6.02	11.72	0.00	2.13	2.13	0.00
113	113	CONTRABOVEDA	163.16	6.02	11.72	0.00	2.13	2.13	0.00
114	113	CONTRABOVEDA	162.41	6.11	12.53	0.00	2.12	2.12	0.00
114	114	CONTRABOVEDA	161.83	2.78	13.17	0.00	2.12	2.12	0.00
115	114	CONTRABOVEDA	161.08	8.02	12.81	0.00	2.11	2.11	0.00
115	115	CONTRABOVEDA	161.35	8.01	12.87	0.00	2.11	2.11	0.00
116	115	CONTRABOVEDA	160.61	9.66	12.98	0.00	2.10	2.10	0.00
116	116	CONTRABOVEDA	159.86	0.98	13.58	0.00	2.09	2.09	0.00
117	116	CONTRABOVEDA	160.13	0.85	13.62	0.00	2.09	2.09	0.00
117	117	CONTRABOVEDA	159.39	2.67	13.39	0.00	2.08	2.08	0.00
118	117	CONTRABOVEDA	158.64	5.17	13.56	0.00	2.07	2.07	0.00
118	118	CONTRABOVEDA	158.43	2.24	14.01	0.00	2.07	2.07	0.00
119	118	CONTRABOVEDA	158.43	2.24	14.01	0.00	2.07	2.07	0.00
119	119	CONTRABOVEDA	157.69	7.64	13.64	0.00	2.06	2.06	0.00
120	119	CONTRABOVEDA	157.34	12.65	13.75	0.00	2.06	2.06	0.00
120	120	CONTRABOVEDA	156.60	6.01	14.21	0.00	2.05	2.05	0.00
121	120	CONTRABOVEDA	156.60	6.01	14.21	0.00	2.05	2.05	0.00
121	121	CONTRABOVEDA	156.64	16.11	14.40	0.00	2.05	2.05	0.00
122	121	CONTRABOVEDA	155.89	30.20	13.44	0.00	2.04	2.04	0.00
122	122	CONTRABOVEDA	155.89	30.20	13.44	0.00	2.04	2.04	0.00
123	122	CONTRABOVEDA	155.87	19.73	11.86	0.00	2.04	2.04	0.00
123	123	CONTRABOVEDA	155.12	16.08	12.11	0.00	2.03	2.03	0.00
124	123	CONTRABOVEDA	155.07	17.49	10.87	0.00	2.03	2.03	0.00
124	124	CONTRABOVEDA	155.07	17.49	10.87	0.00	2.03	2.03	0.00
125	124	CONTRABOVEDA	154.32	15.42	11.01	0.00	2.02	2.02	0.00
125	125	CONTRABOVEDA	154.47	98.59	11.60	0.00	2.02	2.02	27.78
126	125	CONTRABOVEDA	154.09	146.74	9.96	0.00	2.01	2.01	57.58
126	126	CONTRABOVEDA	153.35	102.48	10.42	0.00	2.01	2.01	30.28
127	126	CONTRABOVEDA	154.53	87.93	7.12	0.00	2.02	2.02	21.18
127	127	CONTRABOVEDA	170.62	57.08	6.61	0.00	2.23	2.23	0.71
128	127	CONTRABOVEDA	171.23	47.79	5.98	0.00	2.24	2.24	0.00
128	128	CONTRABOVEDA	172.40	51.76	4.79	-3.49	2.25	2.25	0.00
129	128	CONTRABOVEDA	182.86	41.81	5.47	-3.49	2.39	2.39	0.00
129	129	CONTRABOVEDA	182.90	36.26	4.76	-3.49	2.39	2.39	0.00
130	129	HASTIAL	184.54	49.79	4.32	-10.33	2.41	2.41	0.00
130	130	HASTIAL	184.57	56.64	4.68	-10.33	2.41	2.41	0.00
131	130	HASTIAL	186.47	39.78	5.89	-19.33	2.44	2.44	0.00
131	131	HASTIAL	186.50	53.40	3.79	-19.33	2.44	2.44	0.00
132	131	HASTIAL	186.52	79.37	5.15	-19.33	2.44	2.44	13.10
132	132	HASTIAL	188.17	94.69	4.70	-30.79	2.46	2.46	22.43
133	132	HASTIAL	188.20	77.41	3.79	-30.79	2.46	2.46	11.74
133	133	HASTIAL	188.23	50.88	5.19	-30.79	2.46	2.46	0.00
134	133	HASTIAL	190.30	42.41	5.19	-33.47	2.49	2.49	0.00
134	134	HASTIAL	190.33	43.39	3.29	-33.47	2.49	2.49	0.00
135	134	HASTIAL	189.52	53.21	3.97	-26.55	2.48	2.48	0.00
135	135	HASTIAL	189.55	56.96	3.77	-26.55	2.48	2.48	0.00
136	135	HASTIAL	188.74	36.78	2.87	-20.56	2.47	2.47	0.00
136	136	HASTIAL	188.77	22.56	3.62	-20.56	2.47	2.47	0.00
137	136	HASTIAL	187.87	18.72	3.26	-15.45	2.46	2.46	0.00
137	137	HASTIAL	187.89	23.12	2.71	-15.45	2.46	2.46	0.00
138	137	HASTIAL	179.22	17.53	2.09	-11.17	2.34	2.34	0.00
138	138	HASTIAL	179.15	17.00	1.64	-11.17	2.34	2.34	0.00
139	138	HASTIAL	179.08	20.23	1.81	-11.17	2.34	2.34	0.00
139	139	HASTIAL	178.17	22.16	1.59	-7.65	2.33	2.33	0.00
140	139	BOVEDA	178.10	17.05	1.32	-7.65	2.33	2.33	0.00
140	140	BOVEDA	177.25	19.98	1.06	-4.76	2.32	2.32	0.00
141	140	BOVEDA	177.18	9.42	0.50	-4.76	2.32	2.32	0.00
141	141	BOVEDA	176.30	11.48	0.30	-2.44	2.31	2.31	0.00
142	141	BOVEDA	176.23	8.79	0.00	-2.47	2.30	2.30	0.00
142	142	BOVEDA	175.39	9.52	0.00	-0.94	2.29	2.29	0.00
143	142	BOVEDA	175.32	7.11	0.00	-1.07	2.29	2.29	0.00
143	143	BOVEDA	174.50	18.13	0.61	-1.12	2.28	2.28	0.00
144	143	BOVEDA	174.50	18.13	0.61	-1.12	2.28	2.28	0.00
144	144	BOVEDA	174.43	21.56	0.61	-0.94	2.28	2.28	0.00
145	144	BOVEDA	173.65	37.48	1.40	-1.83	2.27	2.27	0.00
145	145	BOVEDA	173.58	31.06	1.40	-2.17	2.27	2.27	0.00
146	145	BOVEDA	172.85	21.35	1.98	-1.70	2.26	2.26	0.00
146	146	BOVEDA	172.85	21.35	1.98	-1.70	2.26	2.26	0.00
147	146	BOVEDA	172.22	20.65	2.39	-1.70	2.25	2.25	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
147	147	BOVEDA	172.22	20.65	2.39	-1.70	2.25	2.25	0.00
148	147	BOVEDA	171.64	20.05	2.65	-1.70	2.24	2.24	0.00
148	148	BOVEDA	171.64	20.05	2.65	-1.70	2.24	2.24	0.00
149	148	BOVEDA	171.17	19.68	2.81	-1.70	2.24	2.24	0.00

4.2.3.4 Hipótesis 4

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
1	1	BOVEDA	217.42	4.52	2.96	-2.24	2.84	2.84	0.00
2	1	BOVEDA	214.91	4.67	2.96	-2.26	2.81	2.81	0.00
2	2	BOVEDA	214.91	4.67	2.96	-2.26	2.81	2.81	0.00
3	2	BOVEDA	216.00	0.99	2.96	-2.83	2.82	2.82	0.00
3	3	BOVEDA	216.00	0.99	2.96	-2.83	2.82	2.82	0.00
4	3	BOVEDA	214.13	3.15	2.89	-3.21	2.80	2.80	0.00
4	4	BOVEDA	214.13	3.15	2.89	-3.21	2.80	2.80	0.00
5	4	BOVEDA	214.13	3.15	2.89	-3.21	2.80	2.80	0.00
5	5	BOVEDA	215.36	1.66	2.89	-3.63	2.82	2.82	0.00
6	5	BOVEDA	214.40	1.99	2.63	-3.63	2.80	2.80	0.00
6	6	BOVEDA	213.72	3.04	2.63	-4.00	2.79	2.79	0.00
7	6	BOVEDA	213.72	3.04	2.63	-4.00	2.79	2.79	0.00
7	7	BOVEDA	214.81	1.75	2.63	-4.34	2.81	2.81	0.00
8	7	BOVEDA	214.00	1.85	2.26	-4.34	2.80	2.80	0.00
8	8	BOVEDA	213.39	2.98	2.26	-4.67	2.79	2.79	0.00
9	8	BOVEDA	213.39	2.98	2.26	-4.67	2.79	2.79	0.00
9	9	BOVEDA	214.24	1.47	2.26	-4.96	2.80	2.80	0.00
10	9	BOVEDA	214.24	1.47	2.26	-4.96	2.80	2.80	0.00
10	10	BOVEDA	213.12	2.59	1.88	-5.20	2.79	2.79	0.00
11	10	BOVEDA	213.12	2.59	1.88	-5.20	2.79	2.79	0.00
11	11	BOVEDA	213.77	0.88	1.88	-5.39	2.80	2.80	0.00
12	11	BOVEDA	213.77	0.88	1.88	-5.39	2.80	2.80	0.00
12	12	BOVEDA	213.32	0.93	1.50	-5.39	2.79	2.79	0.00
13	12	BOVEDA	213.21	2.30	1.50	-5.53	2.79	2.79	0.00
13	13	BOVEDA	213.21	2.30	1.50	-5.53	2.79	2.79	0.00
14	13	BOVEDA	213.64	1.22	1.50	-5.65	2.79	2.79	0.00
14	14	BOVEDA	213.64	1.22	1.50	-5.65	2.79	2.79	0.00
15	14	BOVEDA	213.04	1.59	1.13	-5.70	2.79	2.79	0.00
15	15	BOVEDA	213.04	1.59	1.13	-5.70	2.79	2.79	0.00
16	15	BOVEDA	213.13	1.48	1.13	-5.71	2.79	2.79	0.00
16	16	BOVEDA	213.13	1.48	1.13	-5.71	2.79	2.79	0.00
17	16	BOVEDA	212.87	1.39	0.79	-5.71	2.78	2.78	0.00
17	17	BOVEDA	212.87	1.39	0.79	-5.71	2.78	2.78	0.00
18	17	BOVEDA	212.67	1.89	0.79	-5.65	2.78	2.78	0.00
18	18	BOVEDA	212.67	1.89	0.79	-5.65	2.78	2.78	0.00
19	18	BOVEDA	212.50	0.74	0.49	-5.54	2.78	2.78	0.00
19	19	BOVEDA	212.50	0.74	0.49	-5.54	2.78	2.78	0.00
20	19	BOVEDA	211.93	2.13	0.49	-5.40	2.77	2.77	0.00
20	20	BOVEDA	211.93	2.13	0.49	-5.40	2.77	2.77	0.00
21	20	BOVEDA	211.93	2.13	0.49	-5.40	2.77	2.77	0.00
21	21	BOVEDA	212.13	0.93	0.23	-5.20	2.77	2.77	0.00
22	21	BOVEDA	212.13	0.93	0.23	-5.20	2.77	2.77	0.00
22	22	BOVEDA	211.35	2.58	0.23	-4.95	2.76	2.76	0.00
23	22	BOVEDA	211.35	2.58	0.23	-4.95	2.76	2.76	0.00
23	23	BOVEDA	211.63	1.17	0.00	-4.67	2.77	2.77	0.00
24	23	BOVEDA	211.63	1.17	0.00	-4.67	2.77	2.77	0.00
24	24	BOVEDA	210.66	2.78	0.00	-4.35	2.75	2.75	0.00
25	24	BOVEDA	210.66	2.78	0.00	-4.35	2.75	2.75	0.00
25	25	BOVEDA	211.41	1.74	0.00	-3.97	2.76	2.76	0.00
26	25	BOVEDA	211.32	1.65	0.00	-4.24	2.76	2.76	0.00
26	26	BOVEDA	210.13	2.90	0.00	-3.84	2.75	2.75	0.00
27	26	BOVEDA	210.13	2.90	0.00	-3.84	2.75	2.75	0.00
27	27	BOVEDA	211.01	1.94	0.00	-3.40	2.76	2.76	0.00
28	27	BOVEDA	210.82	1.81	0.00	-3.60	2.76	2.76	0.00
28	28	BOVEDA	209.48	3.04	0.00	-3.14	2.74	2.74	0.00
29	28	BOVEDA	209.48	3.04	0.00	-3.14	2.74	2.74	0.00
29	29	BOVEDA	209.48	3.04	0.00	-3.14	2.74	2.74	0.00
30	29	BOVEDA	210.45	1.88	0.00	-2.80	2.75	2.75	0.00
30	30	BOVEDA	210.45	1.88	0.00	-2.80	2.75	2.75	0.00
31	30	BOVEDA	208.98	3.11	0.00	-2.31	2.73	2.73	0.00
31	31	BOVEDA	208.98	3.11	0.00	-2.31	2.73	2.73	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
32	31	BOVEDA	209.99	2.04	0.00	-1.80	2.75	2.75	0.00
32	32	BOVEDA	209.99	2.04	0.00	-1.91	2.75	2.75	0.00
33	32	BOVEDA	208.48	3.14	0.00	-1.39	2.73	2.73	0.00
33	33	BOVEDA	208.48	3.14	0.00	-1.39	2.73	2.73	0.00
34	33	BOVEDA	209.53	2.20	0.00	-0.86	2.74	2.74	0.00
34	34	BOVEDA	209.51	2.07	0.00	-0.94	2.74	2.74	0.00
35	34	BOVEDA	207.98	3.01	0.38	-0.79	2.72	2.72	0.00
35	35	BOVEDA	207.98	3.01	0.38	-0.79	2.72	2.72	0.00
36	35	BOVEDA	208.99	2.04	0.90	-0.79	2.73	2.73	0.00
36	36	BOVEDA	208.99	2.04	0.90	-0.79	2.73	2.73	0.00
37	36	BOVEDA	209.00	2.04	0.90	-0.78	2.73	2.73	0.00
37	37	BOVEDA	207.49	2.77	1.40	-0.78	2.71	2.71	0.00
38	37	BOVEDA	207.49	2.77	1.40	-0.78	2.71	2.71	0.00
38	38	BOVEDA	208.49	2.01	1.90	-0.78	2.73	2.73	0.00
39	38	BOVEDA	208.49	2.11	1.90	-0.72	2.73	2.73	0.00
39	39	BOVEDA	207.09	2.87	2.39	-0.72	2.71	2.71	0.00
40	39	BOVEDA	207.09	2.87	2.39	-0.72	2.71	2.71	0.00
40	40	BOVEDA	207.96	1.89	2.86	-0.72	2.72	2.72	0.00
41	40	BOVEDA	207.90	1.89	2.86	-0.62	2.72	2.72	0.00
41	41	BOVEDA	206.52	2.51	3.30	-0.62	2.70	2.70	0.00
42	41	BOVEDA	206.52	2.51	3.30	-0.62	2.70	2.70	0.00
42	42	BOVEDA	207.20	1.60	3.70	-0.62	2.71	2.71	0.00
43	42	BOVEDA	207.20	1.60	3.70	-0.62	2.71	2.71	0.00
43	43	BOVEDA	206.29	2.35	4.07	-0.46	2.70	2.70	0.00
44	43	BOVEDA	206.29	2.35	4.07	-0.46	2.70	2.70	0.00
44	44	BOVEDA	206.88	1.62	4.42	-0.46	2.71	2.71	0.00
45	44	BOVEDA	206.88	1.62	4.42	-0.46	2.71	2.71	0.00
45	45	BOVEDA	206.87	1.65	4.42	-0.25	2.70	2.70	0.00
46	45	BOVEDA	205.87	1.85	4.71	-0.25	2.69	2.69	0.00
46	46	BOVEDA	205.87	1.85	4.71	-0.25	2.69	2.69	0.00
47	46	BOVEDA	206.26	1.26	4.96	-0.25	2.70	2.70	0.00
47	47	BOVEDA	206.37	1.39	4.97	0.00	2.70	2.70	0.00
48	47	BOVEDA	205.65	1.52	5.17	0.00	2.69	2.69	0.00
48	48	BOVEDA	205.65	1.52	5.17	0.00	2.69	2.69	0.00
49	48	BOVEDA	205.81	0.91	5.33	0.00	2.69	2.69	0.00
49	49	BOVEDA	205.81	0.91	5.33	0.00	2.69	2.69	0.00
50	49	BOVEDA	205.46	1.09	5.65	0.00	2.69	2.69	0.00
50	50	BOVEDA	205.46	1.09	5.65	0.00	2.69	2.69	0.00
51	50	BOVEDA	205.52	0.63	5.73	0.00	2.69	2.69	0.00
51	51	BOVEDA	205.52	0.63	5.73	0.00	2.69	2.69	0.00
52	51	BOVEDA	205.47	0.87	6.02	0.00	2.69	2.69	0.00
52	52	BOVEDA	205.47	0.87	6.02	0.00	2.69	2.69	0.00
53	52	BOVEDA	205.42	0.75	6.03	0.00	2.69	2.69	0.00
53	53	BOVEDA	205.42	0.75	6.03	0.00	2.69	2.69	0.00
54	53	BOVEDA	205.42	0.75	6.03	0.00	2.69	2.69	0.00
54	54	BOVEDA	205.73	0.81	6.32	0.00	2.69	2.69	0.00
55	54	BOVEDA	205.73	0.81	6.32	0.00	2.69	2.69	0.00
55	55	BOVEDA	205.66	1.05	6.30	0.00	2.69	2.69	0.00
56	55	BOVEDA	205.66	1.05	6.30	0.00	2.69	2.69	0.00
56	56	BOVEDA	206.12	0.98	6.59	0.00	2.70	2.70	0.00
57	56	BOVEDA	206.12	0.98	6.59	0.00	2.70	2.70	0.00
57	57	BOVEDA	206.00	1.35	6.52	0.00	2.69	2.69	0.00
58	57	BOVEDA	206.00	1.35	6.52	0.00	2.69	2.69	0.00
58	58	BOVEDA	206.91	1.31	6.79	0.00	2.71	2.71	0.00
59	58	BOVEDA	206.91	1.31	6.79	0.00	2.71	2.71	0.00
59	59	BOVEDA	206.69	1.81	6.64	0.00	2.70	2.70	0.00
60	59	BOVEDA	206.69	1.81	6.64	0.00	2.70	2.70	0.00
60	60	BOVEDA	207.31	1.61	6.47	0.00	2.71	2.71	0.00
61	60	BOVEDA	207.75	1.56	6.84	0.00	2.72	2.72	0.00
61	61	BOVEDA	207.75	1.56	6.84	0.00	2.72	2.72	0.00
62	61	BOVEDA	207.42	2.18	6.62	0.00	2.71	2.71	0.00
62	62	BOVEDA	207.42	2.18	6.62	0.00	2.71	2.71	0.00
63	62	BOVEDA	209.00	2.02	6.73	0.00	2.73	2.73	0.00
63	63	BOVEDA	209.00	2.02	6.73	0.00	2.73	2.73	0.00
64	63	BOVEDA	208.50	2.68	6.42	0.00	2.73	2.73	0.00
64	64	BOVEDA	208.50	2.68	6.42	0.00	2.73	2.73	0.00
65	64	BOVEDA	209.64	2.60	6.04	0.00	2.74	2.74	0.00
65	65	BOVEDA	210.40	2.49	6.40	0.00	2.75	2.75	0.00
66	65	BOVEDA	209.70	2.23	6.06	0.00	2.74	2.74	0.00
66	66	BOVEDA	209.70	2.23	6.06	0.00	2.74	2.74	0.00
67	66	BOVEDA	210.78	5.26	5.42	0.00	2.76	2.76	0.00
67	67	BOVEDA	211.79	4.95	5.68	0.00	2.77	2.77	0.00

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
68	67	BOVEDA	213.09	5.60	5.75	0.00	2.79	2.79	0.00
68	68	BOVEDA	213.09	5.60	5.75	0.00	2.79	2.79	0.00
69	68	BOVEDA	214.07	23.04	5.11	0.00	2.80	2.80	0.00
69	69	BOVEDA	215.82	35.43	5.85	0.00	2.82	2.82	0.00
70	69	BOVEDA	216.47	43.50	5.43	0.00	2.83	2.83	0.00
70	70	BOVEDA	217.11	22.48	4.32	0.00	2.84	2.84	0.00
71	70	BOVEDA	217.76	17.09	4.61	0.00	2.85	2.85	0.00
71	71	BOVEDA	219.49	0.80	3.68	0.00	2.87	2.87	0.00
72	71	BOVEDA	220.13	2.71	3.58	0.00	2.88	2.88	0.00
72	72	BOVEDA	221.44	5.35	3.11	0.00	2.90	2.90	0.00
73	72	BOVEDA	222.09	3.70	2.80	-0.11	2.90	2.90	0.00
73	73	BOVEDA	223.43	2.90	2.62	-0.37	2.92	2.92	0.00
74	73	BOVEDA	224.07	12.05	2.62	-1.05	2.93	2.93	0.00
74	74	BOVEDA	225.44	5.85	2.34	-1.40	2.95	2.95	0.00
75	74	BOVEDA	225.44	5.85	2.34	-1.40	2.95	2.95	0.00
75	75	BOVEDA	226.86	13.81	1.92	-1.78	2.97	2.97	0.00
76	75	BOVEDA	227.51	8.32	1.92	-2.07	2.97	2.97	0.00
76	76	BOVEDA	228.15	5.39	1.92	-1.92	2.98	2.98	0.00
77	76	BOVEDA	229.61	11.29	1.33	-2.52	3.00	3.00	0.00
77	77	BOVEDA	230.25	11.21	1.33	-3.37	3.01	3.01	0.00
78	77	BOVEDA	231.78	10.75	0.54	-4.15	3.03	3.03	0.00
78	78	BOVEDA	232.43	8.45	0.54	-4.72	3.04	3.04	0.00
79	78	BOVEDA	234.02	27.68	0.00	-4.47	3.06	3.06	0.00
79	79	BOVEDA	234.67	52.67	0.00	-5.78	3.07	3.07	0.00
80	79	BOVEDA	236.31	47.48	0.00	-7.97	3.09	3.09	0.00
80	80	BOVEDA	236.96	30.77	0.00	-7.09	3.10	3.10	0.00
81	80	BOVEDA	238.60	38.07	0.00	-12.21	3.12	3.12	0.00
81	81	HASTIAL	239.24	71.54	0.00	-10.44	3.13	3.13	3.67
82	81	HASTIAL	239.89	100.31	0.00	-11.96	3.14	3.14	21.39
82	82	HASTIAL	241.53	98.76	0.00	-15.01	3.16	3.16	20.30
83	82	HASTIAL	242.18	69.96	0.00	-13.49	3.17	3.17	2.44
83	83	HASTIAL	244.03	22.29	0.00	-20.61	3.19	3.19	0.00
84	83	HASTIAL	244.68	59.93	0.00	-18.63	3.20	3.20	0.00
84	84	HASTIAL	245.98	47.52	0.00	-22.06	3.22	3.22	0.00
85	84	HASTIAL	245.98	47.52	0.00	-22.06	3.22	3.22	0.00
85	85	HASTIAL	248.12	41.88	0.00	-30.03	3.24	3.24	0.00
86	85	HASTIAL	248.86	52.27	0.00	-28.95	3.25	3.25	0.00
86	86	HASTIAL	250.63	24.19	0.00	-32.79	3.28	3.28	0.00
87	86	HASTIAL	251.47	27.24	0.00	-33.37	3.29	3.29	0.00
87	87	HASTIAL	251.47	27.24	0.00	-33.37	3.29	3.29	0.00
88	87	HASTIAL	253.48	44.72	0.00	-39.31	3.31	3.31	0.00
88	88	HASTIAL	254.32	40.40	0.00	-39.01	3.33	3.33	0.00
89	88	HASTIAL	251.67	48.80	0.00	-36.35	3.29	3.29	0.00
89	89	HASTIAL	228.55	43.29	0.00	-36.72	2.99	2.99	0.00
90	89	HASTIAL	228.49	53.22	0.00	-37.40	2.99	2.99	0.00
90	90	HASTIAL	226.56	54.68	0.00	-25.41	2.96	2.96	0.00
91	90	HASTIAL	226.56	54.68	0.00	-25.41	2.96	2.96	0.00
91	91	HASTIAL	226.50	51.07	0.00	-25.16	2.96	2.96	0.00
92	91	CONTRABOVEDA	223.81	46.28	0.00	-16.13	2.93	2.93	0.00
92	92	CONTRABOVEDA	223.75	52.47	0.00	-16.56	2.93	2.93	0.00
93	92	CONTRABOVEDA	222.13	47.56	0.00	-9.74	2.90	2.90	0.00
93	93	CONTRABOVEDA	222.07	32.94	0.00	-10.74	2.90	2.90	0.00
94	93	CONTRABOVEDA	222.00	18.19	0.00	-9.73	2.90	2.90	0.00
94	94	CONTRABOVEDA	220.41	23.53	1.19	-5.60	2.88	2.88	0.00
95	94	CONTRABOVEDA	220.41	23.53	1.19	-5.60	2.88	2.88	0.00
95	95	CONTRABOVEDA	220.35	16.23	1.19	-5.10	2.88	2.88	0.00
96	95	CONTRABOVEDA	218.27	10.83	3.89	-5.24	2.85	2.85	0.00
96	96	CONTRABOVEDA	218.27	10.83	3.89	-5.24	2.85	2.85	0.00
97	96	CONTRABOVEDA	218.21	14.39	3.89	-4.60	2.85	2.85	0.00
97	97	CONTRABOVEDA	217.18	7.61	5.75	-4.31	2.84	2.84	0.00
98	97	CONTRABOVEDA	217.12	7.94	5.75	-4.29	2.84	2.84	0.00
98	98	CONTRABOVEDA	217.12	7.94	5.75	-4.29	2.84	2.84	0.00
99	98	CONTRABOVEDA	215.94	11.06	6.96	-3.58	2.82	2.82	0.00
99	99	CONTRABOVEDA	215.88	7.45	6.96	-3.33	2.82	2.82	0.00
100	99	CONTRABOVEDA	215.82	6.38	6.96	-3.41	2.82	2.82	0.00
100	100	CONTRABOVEDA	214.76	4.98	7.69	-3.41	2.81	2.81	0.00
101	100	CONTRABOVEDA	214.70	8.25	7.69	-2.76	2.81	2.81	0.00
101	101	CONTRABOVEDA	213.55	5.05	8.09	-2.05	2.79	2.79	0.00
102	101	CONTRABOVEDA	213.55	5.05	8.09	-2.05	2.79	2.79	0.00
102	102	CONTRABOVEDA	213.49	3.07	8.09	-1.62	2.79	2.79	0.00
103	102	CONTRABOVEDA	212.85	1.59	8.27	-1.39	2.78	2.78	0.00
103	103	CONTRABOVEDA	212.79	4.18	8.27	-1.04	2.78	2.78	0.00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.3.1. Túneles

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
104	103	CONTRABOVEDA	212.79	4.18	8.27	-1.04	2.78	2.78	0.00
104	104	CONTRABOVEDA	212.18	1.73	8.30	-0.66	2.77	2.77	0.00
105	104	CONTRABOVEDA	212.12	3.34	8.30	-0.32	2.77	2.77	0.00
105	105	CONTRABOVEDA	212.06	4.42	8.50	0.00	2.77	2.77	0.00
106	105	CONTRABOVEDA	211.66	4.61	8.46	0.00	2.77	2.77	0.00
106	106	CONTRABOVEDA	211.60	3.29	8.55	0.00	2.77	2.77	0.00
107	106	CONTRABOVEDA	211.54	13.54	9.25	0.00	2.77	2.77	0.00
107	107	CONTRABOVEDA	211.16	10.40	9.39	0.00	2.76	2.76	0.00
108	107	CONTRABOVEDA	211.16	10.40	9.39	0.00	2.76	2.76	0.00
108	108	CONTRABOVEDA	210.88	12.05	9.46	0.00	2.76	2.76	0.00
109	108	CONTRABOVEDA	210.82	3.82	10.02	0.00	2.76	2.76	0.00
109	109	CONTRABOVEDA	210.82	3.82	10.02	0.00	2.76	2.76	0.00
110	109	CONTRABOVEDA	210.61	7.49	10.25	0.00	2.75	2.75	0.00
110	110	CONTRABOVEDA	210.55	0.31	10.74	0.00	2.75	2.75	0.00
111	110	CONTRABOVEDA	205.66	3.35	10.95	0.00	2.69	2.69	0.00
111	111	CONTRABOVEDA	205.71	3.36	10.95	0.00	2.69	2.69	0.00
112	111	CONTRABOVEDA	204.97	0.33	11.19	0.00	2.68	2.68	0.00
112	112	CONTRABOVEDA	204.22	0.64	11.25	0.00	2.67	2.67	0.00
113	112	CONTRABOVEDA	203.60	6.02	11.72	0.00	2.66	2.66	0.00
113	113	CONTRABOVEDA	203.60	6.02	11.72	0.00	2.66	2.66	0.00
114	113	CONTRABOVEDA	202.85	6.11	12.53	0.00	2.65	2.65	0.00
114	114	CONTRABOVEDA	202.31	2.78	13.17	0.00	2.65	2.65	0.00
115	114	CONTRABOVEDA	201.56	8.02	12.81	0.00	2.64	2.64	0.00
115	115	CONTRABOVEDA	201.90	8.01	12.87	0.00	2.64	2.64	0.00
116	115	CONTRABOVEDA	201.15	9.66	12.98	0.00	2.63	2.63	0.00
116	116	CONTRABOVEDA	200.41	0.98	13.58	0.00	2.62	2.62	0.00
117	116	CONTRABOVEDA	200.75	0.85	13.62	0.00	2.62	2.62	0.00
117	117	CONTRABOVEDA	200.00	2.67	13.39	0.00	2.62	2.62	0.00
118	117	CONTRABOVEDA	199.25	5.17	13.56	0.00	2.61	2.61	0.00
118	118	CONTRABOVEDA	199.18	2.24	14.01	0.00	2.60	2.60	0.00
119	118	CONTRABOVEDA	199.18	2.24	14.01	0.00	2.60	2.60	0.00
119	119	CONTRABOVEDA	198.44	7.64	13.64	0.00	2.59	2.59	0.00
120	119	CONTRABOVEDA	198.19	12.65	13.75	0.00	2.59	2.59	0.00
120	120	CONTRABOVEDA	197.45	6.01	14.21	0.00	2.58	2.58	0.00
121	120	CONTRABOVEDA	197.45	6.01	14.21	0.00	2.58	2.58	0.00
121	121	CONTRABOVEDA	197.69	16.11	14.40	0.00	2.58	2.58	0.00
122	121	CONTRABOVEDA	196.94	30.20	13.44	0.00	2.58	2.58	0.00
122	122	CONTRABOVEDA	196.94	30.20	13.44	0.00	2.58	2.58	0.00
123	122	CONTRABOVEDA	197.10	19.73	11.86	0.00	2.58	2.58	0.00
123	123	CONTRABOVEDA	196.35	16.08	12.11	0.00	2.57	2.57	0.00
124	123	CONTRABOVEDA	196.47	17.49	10.87	0.00	2.57	2.57	0.00
124	124	CONTRABOVEDA	196.47	17.49	10.87	0.00	2.57	2.57	0.00
125	124	CONTRABOVEDA	195.72	15.42	11.01	0.00	2.56	2.56	0.00
125	125	CONTRABOVEDA	196.14	98.59	11.60	0.00	2.56	2.56	24.15
126	125	CONTRABOVEDA	195.76	146.74	9.96	0.00	2.56	2.56	53.95
126	126	CONTRABOVEDA	195.02	102.48	10.42	0.00	2.55	2.55	26.65
127	126	CONTRABOVEDA	196.58	87.93	7.12	0.00	2.57	2.57	17.51
127	127	CONTRABOVEDA	212.68	57.08	6.61	0.00	2.78	2.78	0.00
128	127	CONTRABOVEDA	213.29	47.79	5.98	0.00	2.79	2.79	0.00
128	128	CONTRABOVEDA	214.75	51.76	4.79	-3.49	2.81	2.81	0.00
129	128	CONTRABOVEDA	225.21	41.81	5.47	-3.49	2.94	2.94	0.00
129	129	CONTRABOVEDA	225.25	36.26	4.76	-3.49	2.95	2.95	0.00
130	129	HASTIAL	227.30	49.79	4.32	-10.33	2.97	2.97	0.00
130	130	HASTIAL	227.33	56.64	4.68	-10.33	2.97	2.97	0.00
131	130	HASTIAL	229.69	39.78	5.89	-19.33	3.00	3.00	0.00
131	131	HASTIAL	229.72	53.40	3.79	-19.33	3.00	3.00	0.00
132	131	HASTIAL	229.75	79.37	5.15	-19.33	3.00	3.00	9.34
132	132	HASTIAL	231.80	94.69	4.70	-30.79	3.03	3.03	18.63
133	132	HASTIAL	231.83	77.41	3.79	-30.79	3.03	3.03	7.94
133	133	HASTIAL	231.86	50.88	5.19	-30.79	3.03	3.03	0.00
134	133	HASTIAL	234.44	42.41	5.19	-33.47	3.07	3.07	0.00
134	134	HASTIAL	234.47	43.39	3.29	-33.47	3.07	3.07	0.00
135	134	HASTIAL	233.46	53.21	3.97	-26.55	3.05	3.05	0.00
135	135	HASTIAL	233.49	56.96	3.77	-26.55	3.05	3.05	0.00
136	135	HASTIAL	232.47	36.78	2.87	-20.56	3.04	3.04	0.00
136	136	HASTIAL	232.50	22.56	3.62	-20.56	3.04	3.04	0.00
137	136	HASTIAL	231.36	18.72	3.26	-15.45	3.03	3.03	0.00
137	137	HASTIAL	231.39	23.12	2.71	-15.45	3.03	3.03	0.00
138	137	HASTIAL	222.47	17.53	2.09	-11.17	2.91	2.91	0.00
138	138	HASTIAL	222.40	17.00	1.64	-11.17	2.91	2.91	0.00
139	138	HASTIAL	222.33	20.23	1.81	-11.17	2.91	2.91	0.00
139	139	HASTIAL	221.21	22.16	1.59	-7.65	2.89	2.89	0.00

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD(t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT(cm2)	AEXT(cm2)	AST(cm2/m)
140	139	BOVEDA	221.14	17.05	1.32	-7.65	2.89	2.89	0.00
140	140	BOVEDA	220.09	19.98	1.06	-4.76	2.88	2.88	0.00
141	140	BOVEDA	220.02	9.42	0.50	-4.76	2.88	2.88	0.00
141	141	BOVEDA	218.94	11.48	0.30	-2.44	2.86	2.86	0.00
142	141	BOVEDA	218.87	8.79	0.00	-2.47	2.86	2.86	0.00
142	142	BOVEDA	217.84	9.52	0.00	-0.94	2.85	2.85	0.00
143	142	BOVEDA	217.77	7.11	0.00	-1.07	2.85	2.85	0.00
143	143	BOVEDA	216.75	18.13	0.61	-1.12	2.83	2.83	0.00
144	143	BOVEDA	216.75	18.13	0.61	-1.12	2.83	2.83	0.00
144	144	BOVEDA	216.69	21.56	0.61	-0.94	2.83	2.83	0.00
145	144	BOVEDA	215.73	37.48	1.40	-1.83	2.82	2.82	0.00
145	145	BOVEDA	215.66	31.06	1.40	-2.17	2.82	2.82	0.00
146	145	BOVEDA	214.77	21.35	1.98	-1.70	2.81	2.81	0.00
146	146	BOVEDA	214.77	21.35	1.98	-1.70	2.81	2.81	0.00
147	146	BOVEDA	213.98	20.65	2.39	-1.70	2.80	2.80	0.00
147	147	BOVEDA	213.98	20.65	2.39	-1.70	2.80	2.80	0.00
148	147	BOVEDA	213.26	20.05	2.65	-1.70	2.79	2.79	0.00
148	148	BOVEDA	213.26	20.05	2.65	-1.70	2.79	2.79	0.00
149	148	BOVEDA	212.67	19.68	2.81	-1.70	2.78	2.78	0.00

4.2.3.5 Resumen

Los resultados de los esfuerzos obtenidos por dovela en el dimensionamiento, son los siguientes:

	A_{INT} (cm²/m)	A_{EXT} (cm²/m)	A_{ST} (cm²/m²)
BOVEDA	3,83	3,83	5,21
HASTIAL	3,93	3,93	25,13
SOLERA	3,80	3,80	57,58

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

APÉNDICE 5. CÁLCULOS DE DAÑOS A ESTRUCTURAS SENSIBLES.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ayesa Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 19,86 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{ref} (KPa)	υ	n
R	1,50	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	6,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	12,16	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 10,58 m

$\eta_{ponderado}$ 1,28

$$i / D = \eta(0.52 \frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max}: 0,015 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\, i} \cong \frac{V_s}{2.5\, i}$$

Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

Cálculo del movimiento horizontal máximo:

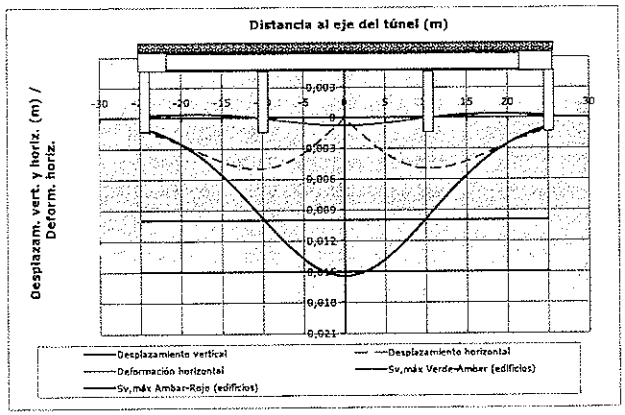
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max}: 0,0050 m

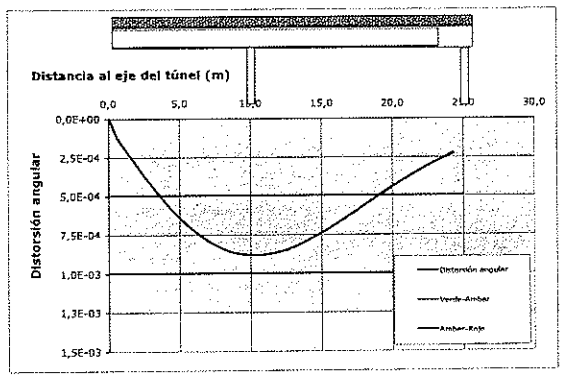
$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_o} \cdot S_z = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

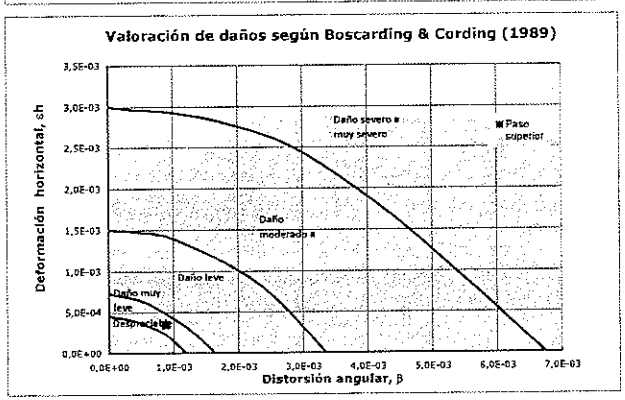
Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)

Sección a analizar: *19+515*

Localización: *del P.K. 19+515 al P.K. 19+565, zona de cruce de la Avenida Nicolás Ayllón con la Vía de Evitamiento*
Razón: *nudo, cruce de vías a distinto nivel por medio de un paso superior*



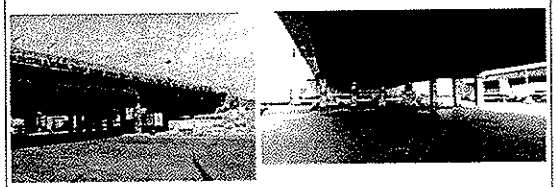




RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	AL/L	ε_h	Daño
Paso superior	10,0	20,0	9,9	1/2913.4	3,46E-04	Muy leve

SECCIÓN ANALIZADA



Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	AB / AL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	15,4	1 / ∞	0,0	0,08%
0,5	15,4	1 / 7.801	0,5	0,08%
1,2	15,3	1 / 4.713	1,0	0,08%
1,9	15,2	1 / 3.402	1,4	0,07%
2,5	15,0	1 / 2.683	1,9	0,07%
3,1	14,7	1 / 2.234	2,3	0,07%
3,7	14,5	1 / 1.930	2,7	0,06%
4,4	14,1	1 / 1.714	3,1	0,06%
5,0	13,8	1 / 1.555	3,5	0,05%
5,6	13,4	1 / 1.435	3,8	0,05%
6,2	12,9	1 / 1.345	4,1	0,04%
6,8	12,5	1 / 1.276	4,3	0,04%
7,5	12,0	1 / 1.223	4,5	0,03%
8,1	11,5	1 / 1.185	4,7	0,02%
8,7	11,0	1 / 1.158	4,8	0,02%
9,4	10,4	1 / 1.142	4,9	0,01%
10,0	9,9	1 / 1.134	5,0	0,01%
10,6	9,3	1 / 1.134	5,0	0,00%
11,2	8,8	1 / 1.142	5,0	-0,01%
11,9	8,2	1 / 1.158	4,9	-0,01%
12,5	7,7	1 / 1.180	4,8	-0,02%
13,1	7,2	1 / 1.211	4,7	-0,02%
13,7	6,6	1 / 1.249	4,6	-0,02%
14,4	6,1	1 / 1.295	4,4	-0,03%
15,0	5,7	1 / 1.350	4,3	-0,03%
15,6	5,2	1 / 1.415	4,1	-0,03%
16,2	4,8	1 / 1.491	3,9	-0,03%
16,8	4,3	1 / 1.578	3,7	-0,03%
17,5	3,9	1 / 1.678	3,5	-0,03%
18,1	3,6	1 / 1.793	3,3	-0,03%
18,7	3,2	1 / 1.925	3,0	-0,03%
19,3	2,9	1 / 2.076	2,8	-0,03%
20,0	2,6	1 / 2.249	2,6	-0,03%
20,6	2,3	1 / 2.447	2,4	-0,03%
21,2	2,1	1 / 2.674	2,2	-0,03%
21,8	1,8	1 / 2.935	2,0	-0,03%
22,5	1,6	1 / 3.235	1,8	-0,03%
23,1	1,4	1 / 3.581	1,7	-0,03%
23,7	1,3	1 / 3.981	1,5	-0,03%
24,3	1,1	1 / 4.443	1,3	-0,02%
25,0	1,0	-	1,2	-0,02%

OBSERVACIONES
En estos PP.KK. hay un paso superior que permite el cruce de dos vías a distinto nivel. Las pilas de la estructura más cercanas al trazado se encuentran aproximadamente a unos 10 m del eje de la excavación. En principio se esperan movimientos y distorsiones angulares que podrían dañar muy ligeramente la estructura.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013000

[13399]

ayesa Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 16,20 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Sección a analizar: *19+840*

Localización: *P.K. 19+840, en la Avenida Carretera Central*
Razón: *se trata de una zona donde el eje del trazado pasa por debajo de una pasarela peatonal*

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (kN/m³)	c (kPa)	ϕ (°)	E_{ref} (kPa)	ν	η
R	1,50	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	6,25	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	10,45	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 9,45 m

$\eta_{Gaussiana}$ 1,28

$$i/D = \eta(0{,}52\,\frac{Z_o}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Segaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

$\delta_{máx}$ 0,017 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} = \frac{V_s}{2{,}5.i}$$

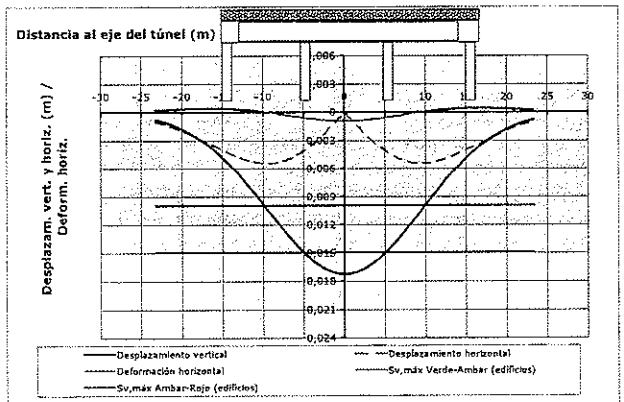
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

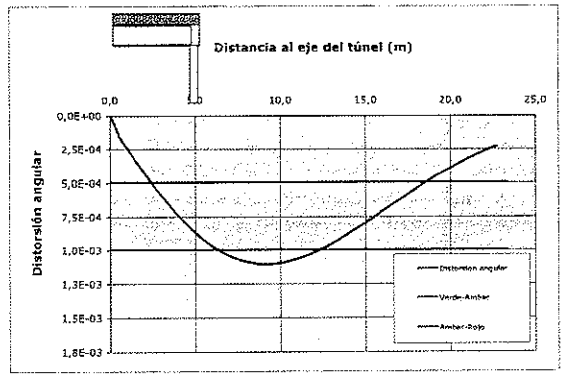
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0055 m

$$S_{h\,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0{,}61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)

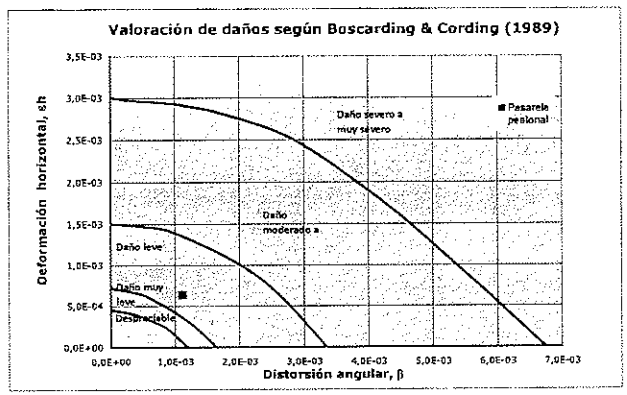




Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v/\Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	17,2	1 / ∞	0,0	0,09%
0,8	17,2	1 / 5.961	0,6	0,09%
1,3	17,1	1 / 3.604	1,1	0,09%
1,7	16,9	1 / 2.604	1,6	0,09%
2,3	16,7	1 / 2.036	2,1	0,09%
2,9	16,4	1 / 1.714	2,6	0,08%
3,5	16,1	1 / 1.484	3,1	0,08%
4,1	15,7	1 / 1.321	3,5	0,07%
4,7	15,3	1 / 1.201	3,9	0,06%
5,2	14,8	1 / 1.112	4,3	0,06%
5,8	14,3	1 / 1.045	4,6	0,05%
6,4	13,7	1 / 995	4,8	0,04%
7,0	13,1	1 / 958	5,0	0,03%
7,6	12,5	1 / 932	5,2	0,02%
8,2	11,9	1 / 915	5,3	0,02%
8,7	11,2	1 / 906	5,4	0,01%
9,3	10,6	1 / 905	5,4	0,00%
9,8	10,0	1 / 910	5,4	-0,01%
10,5	9,3	1 / 921	5,4	-0,01%
11,1	8,7	1 / 939	5,3	-0,02%
11,7	8,1	1 / 964	5,2	-0,02%
12,2	7,5	1 / 996	5,0	-0,03%
12,8	6,9	1 / 1.034	4,8	-0,03%
13,4	6,3	1 / 1.080	4,6	-0,03%
14,0	5,8	1 / 1.135	4,4	-0,04%
14,6	5,3	1 / 1.199	4,2	-0,04%
15,1	4,8	1 / 1.274	4,0	-0,04%
15,7	4,3	1 / 1.360	3,7	-0,04%
16,3	3,9	1 / 1.459	3,5	-0,04%
16,9	3,5	1 / 1.574	3,2	-0,04%
17,5	3,1	1 / 1.706	3,0	-0,04%
18,1	2,8	1 / 1.858	2,8	-0,04%
18,6	2,5	1 / 2.033	2,5	-0,04%
19,2	2,2	1 / 2.236	2,3	-0,04%
19,8	1,9	1 / 2.470	2,1	-0,04%
20,4	1,7	1 / 2.741	1,9	-0,03%
21,0	1,5	1 / 3.057	1,7	-0,03%
21,6	1,3	1 / 3.424	1,5	-0,03%
22,1	1,1	1 / 3.852	1,4	-0,03%
22,7	1,0	1 / 4.353	1,2	-0,03%
23,3	0,8	-	1,1	-0,02%



RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Pasarela peatonal	5,0	15,0	15,3	1 / 905	6,35E-04	Leve

SECCIÓN ANALIZADA



OBSERVACIONES
En este P.K. hay un paso peatonal superior cimentado superficialmente. La pila de la estructura más cercana al trazado se encuentra a unos 5 m aproximadamente del eje de la excavación. En principio se esperan movimientos y distorsiones angulares que podrían dañar levemente la estructura.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13400]

013001

ayesa Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 17,24 m
Diámetro del túnel, D 20,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{ref} (KPa)	ν_s	n
R	1,00	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	5,50	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	1,30	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	9,44	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,20 m

$\eta_{ponderado}$ 1,19

$$i / D = \eta (0{,}52 \frac{Z_o}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,020 m

$$S_{max} = \frac{V_S}{2.\pi.i} \cong \frac{V_S}{2{,}5.i}$$

Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

Cálculo del movimiento horizontal máximo:

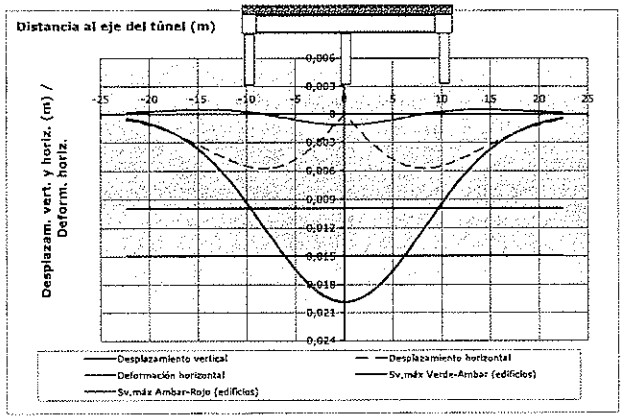
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0058 m

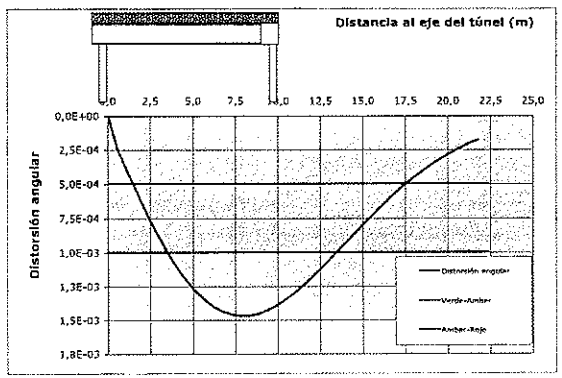
$$S_{horiz} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0{,}61 \cdot S_{max}$$

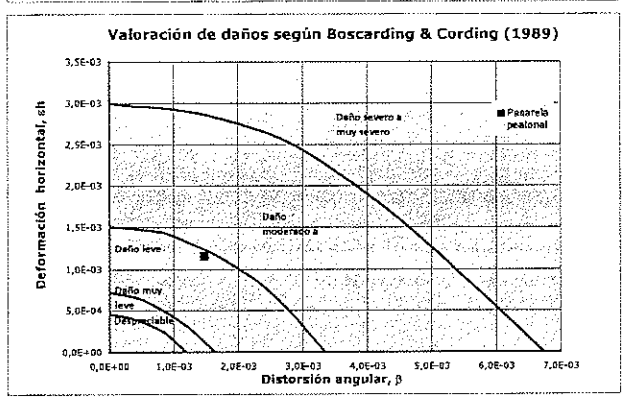
Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)

Sección a analizar: *20+840*

Localización: *P.K. 20+840, en la Avenida Carretera Central*
Razón: *se trata de una zona donde el eje del trazado pasa por debajo de una pasarela peatonal*

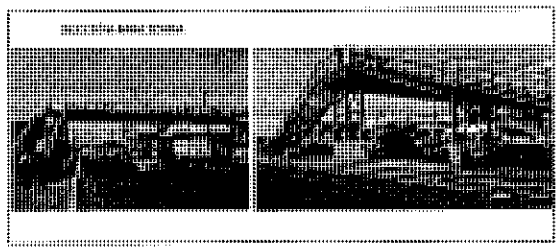






RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Pasarela peatonal	0,0	15,0	19,9	1 / 681	1,15E-03	Leve



Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv / ΔL	Sh (mm)	ε_h (%)
0,0	19,9	1 / ∞	0,0	0,12%
0,6	19,8	1 / 4.062	0,6	0,11%
1,1	19,7	1 / 2.460	1,3	0,11%
1,7	19,5	1 / 1.782	1,9	0,11%
2,2	19,2	1 / 1.412	2,5	0,10%
2,8	18,8	1 / 1.182	3,0	0,10%
3,4	18,3	1 / 1.028	3,6	0,09%
3,9	17,7	1 / 921	4,0	0,08%
4,5	17,1	1 / 843	4,4	0,07%
5,0	16,5	1 / 786	4,8	0,06%
5,6	15,8	1 / 745	5,1	0,05%
6,1	15,0	1 / 716	5,3	0,04%
6,7	14,2	1 / 697	5,5	0,03%
7,3	13,4	1 / 685	5,7	0,02%
7,8	12,6	1 / 681	5,7	0,01%
8,4	11,8	1 / 683	5,7	0,00%
8,9	11,0	1 / 691	5,7	-0,01%
9,5	10,2	1 / 704	5,6	-0,02%
10,1	9,4	1 / 724	5,5	-0,03%
10,6	8,6	1 / 751	5,3	-0,03%
11,2	7,9	1 / 783	5,1	-0,04%
11,7	7,1	1 / 823	4,9	-0,04%
12,3	6,5	1 / 871	4,6	-0,05%
12,8	5,8	1 / 928	4,3	-0,05%
13,4	5,2	1 / 995	4,1	-0,05%
14,0	4,7	1 / 1.073	3,8	-0,05%
14,5	4,1	1 / 1.165	3,5	-0,05%
15,1	3,7	1 / 1.273	3,2	-0,05%
15,6	3,2	1 / 1.398	2,9	-0,05%
16,2	2,8	1 / 1.545	2,7	-0,05%
16,8	2,5	1 / 1.717	2,4	-0,05%
17,3	2,1	1 / 1.920	2,1	-0,04%
17,9	1,8	1 / 2.159	1,9	-0,04%
18,4	1,6	1 / 2.440	1,7	-0,04%
19,0	1,4	1 / 2.774	1,5	-0,03%
19,5	1,2	1 / 3.171	1,3	-0,03%
20,1	1,0	1 / 3.645	1,1	-0,03%
20,7	0,8	1 / 4.212	1,0	-0,03%
21,2	0,7	1 / 4.893	0,9	-0,02%
21,8	0,6	1 / 5.714	0,7	-0,02%
22,3	0,5	-	0,6	-0,02%

OBSERVACIONES
En este P.K. hay un paso peatonal superior cimentado superficialmente. La pila de la estructura más cercana al trazado se encuentra sobre el propio eje de la excavación. En principio se esperan movimientos y distorsiones angulares que podrían dañar levemente la estructura.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13401]

013002

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL

APÉNDICE 6. CÁLCULOS DE LA CUBETA DE SUBSIDENCIAS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ayesa Engineering. Information. Innovation.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *19+285*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 20,60 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	C_u (KPa)	Φ' (º)	E_{med} (KPa)	ν	n
R	0,70	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	2,80	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
ML	4,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	1,50	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	11,60	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 10,55 m

$\eta_{ponderado}$ 1,23

$$i / D = \eta (0{,}52 \frac{Z_0}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^2/m

Determinación del asiento máximo:

s_{max} 0,015 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2{,}5.i}$$

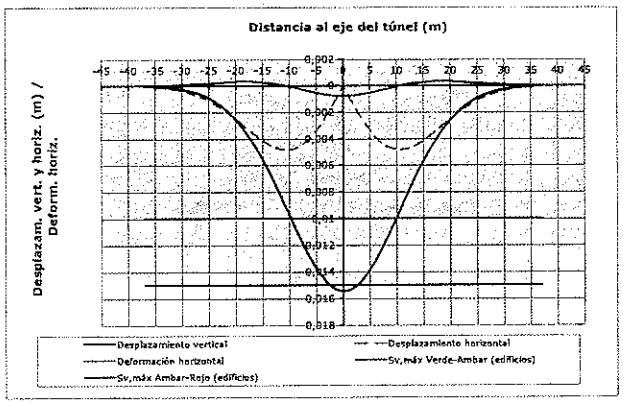
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

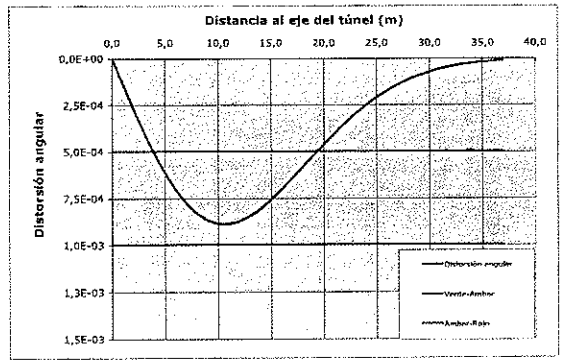
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

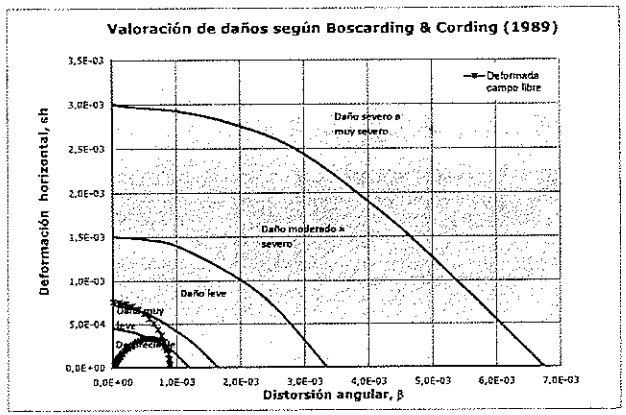
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0046 m

$$S_{h_{max}} = \frac{1}{z_0} \cdot S_v = \frac{1}{z_0} \cdot 0{,}61 \cdot S_{v_{max}}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	Δt/L	ε_h	Daño
Edificación	20,0	40,0	2,6	1 / 2.157	3,23E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	3,0
MUY LEVE	3,0	18,3
DESPRECIABLE	18,3	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	2,5
AMBAR	2,5	19,3
VERDE	19,3	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	β_v (mm)	$\Delta S_v / \Delta L$	S_v (mm)	ε_h (%)
0,0	15,4	1 / ∞	0,0	0,07%
0,7	15,4	1 / 9.787	0,6	0,07%
1,5	15,3	1 / 4.930	1,1	0,07%
2,2	15,1	1 / 3.327	1,6	0,07%
3,0	14,8	1 / 2.538	2,1	0,07%
3,7	14,5	1 / 2.076	2,6	0,06%
4,4	14,1	1 / 1.777	3,0	0,06%
5,2	13,7	1 / 1.573	3,4	0,05%
5,9	13,2	1 / 1.428	3,8	0,04%
6,6	12,7	1 / 1.323	4,1	0,04%
7,4	12,1	1 / 1.247	4,3	0,03%
8,1	11,5	1 / 1.194	4,5	0,02%
8,9	10,9	1 / 1.158	4,7	0,02%
9,6	10,2	1 / 1.136	4,8	0,01%
10,3	9,6	1 / 1.127	4,8	0,00%
11,1	8,9	1 / 1.130	4,8	0,00%
11,8	8,2	1 / 1.143	4,7	-0,01%
12,6	7,6	1 / 1.168	4,6	-0,02%
13,3	7,0	1 / 1.200	4,5	-0,02%
14,0	6,4	1 / 1.244	4,3	-0,02%
14,8	5,8	1 / 1.301	4,2	-0,03%
15,5	5,2	1 / 1.370	3,9	-0,03%
16,3	4,7	1 / 1.453	3,7	-0,03%
17,0	4,2	1 / 1.551	3,5	-0,03%
17,7	3,8	1 / 1.668	3,2	-0,03%
18,5	3,3	1 / 1.806	3,0	-0,03%
19,2	2,9	1 / 1.967	2,7	-0,03%
19,9	2,6	1 / 2.157	2,5	-0,03%
20,7	2,3	1 / 2.380	2,3	-0,03%
21,4	2,0	1 / 2.643	2,0	-0,03%
22,2	1,7	1 / 2.952	1,8	-0,03%
22,9	1,5	1 / 3.317	1,6	-0,03%
23,6	1,3	1 / 3.750	1,4	-0,02%
24,4	1,1	1 / 4.264	1,3	-0,02%
25,1	0,9	1 / 4.877	1,1	-0,02%
25,9	0,8	1 / 5.610	1,0	-0,02%
26,6	0,6	1 / 6.490	0,8	-0,02%
27,3	0,5	1 / 7.552	0,7	-0,01%
28,1	0,4	1 / 8.836	0,6	-0,01%
28,8	0,4	1 / 10.397	0,5	-0,01%
29,6	0,3	1 / 12.302	0,4	-0,01%
30,3	0,3	1 / 14.636	0,4	-0,01%
31,0	0,2	1 / 17.510	0,3	-0,01%
31,8	0,2	1 / 21.062	0,3	-0,01%
32,5	0,1	1 / 25.474	0,2	-0,01%
33,2	0,1	1 / 30.976	0,2	0,00%
34,0	0,1	1 / 37.871	0,1	0,00%
34,7	0,1	1 / 46.551	0,1	0,00%
35,5	0,1	1 / 57.526	0,1	0,00%
36,2	0,0	1 / 71.469	0,1	0,00%
36,9	0,0	1 / 89.265	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013004

[13403]

ayesa Engineering. Information. Innovation.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *19+285*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 20,70 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	E' (KPa)	Φ' (°)	E_{ave} (KPa)	ν	η
R	0,60	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	4,00	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
ML	2,90	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	1,40	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	11,80	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 10,77 m

$\eta_{moderado}$ 1,25

$$i/D = \eta(0{,}52\,\frac{Z_o}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Segaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

$s_{máx}$ 0,015 m

$$s_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2{,}5.i}$$

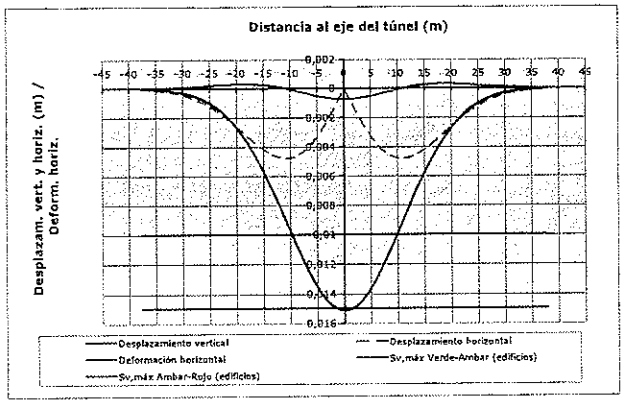
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

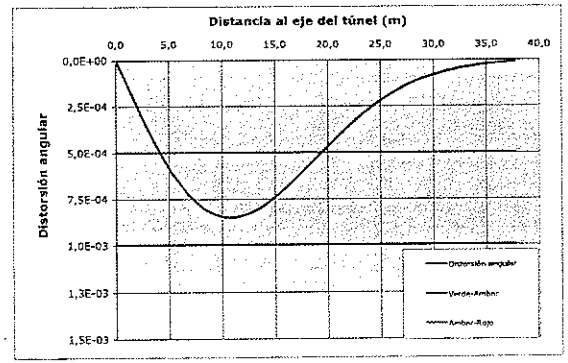
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

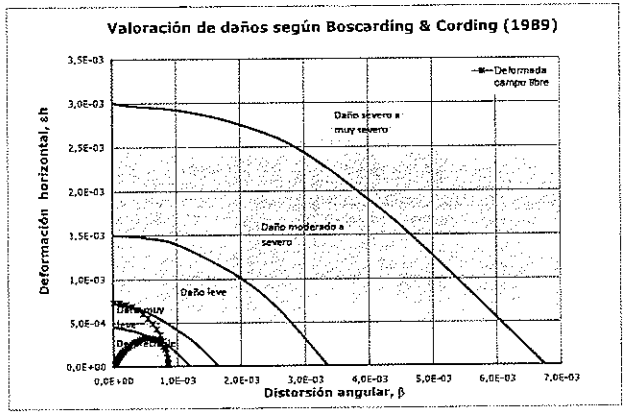
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$: 0,0048 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0{,}61 \cdot S_{v,o}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	1,0	1 / 4.441	2,20E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	1,9
MUY LEVE	1,9	17,8
DESPRECIABLE	17,8	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	1,4
AMBAR	1,4	19,4
VERDE	19,4	∞

Litología en el frente:

Homogéneo: GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v/\Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	15,1	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	15,1	1 / 10.194	0,5	0,07%
1,5	15,0	1 / 5.134	1,1	0,07%
2,3	14,8	1 / 3.465	1,8	0,07%
3,0	14,6	1 / 2.644	2,1	0,06%
3,8	14,2	1 / 2.182	2,6	0,06%
4,5	13,9	1 / 1.851	3,0	0,06%
5,3	13,4	1 / 1.638	3,4	0,05%
6,0	12,9	1 / 1.487	3,8	0,04%
6,8	12,4	1 / 1.378	4,1	0,04%
7,5	11,8	1 / 1.299	4,3	0,03%
8,3	11,3	1 / 1.243	4,5	0,02%
9,0	10,8	1 / 1.206	4,6	0,02%
9,8	10,0	1 / 1.183	4,7	0,01%
10,6	9,4	1 / 1.174	4,8	0,00%
11,3	8,7	1 / 1.176	4,8	0,00%
12,1	8,1	1 / 1.190	4,7	-0,01%
12,8	7,5	1 / 1.214	4,6	-0,01%
13,6	6,8	1 / 1.249	4,5	-0,02%
14,3	6,2	1 / 1.296	4,3	-0,02%
15,1	5,7	1 / 1.355	4,1	-0,03%
15,8	5,1	1 / 1.427	3,9	-0,03%
16,6	4,6	1 / 1.513	3,7	-0,03%
17,3	4,1	1 / 1.616	3,5	-0,03%
18,1	3,7	1 / 1.738	3,2	-0,03%
18,8	3,3	1 / 1.881	3,0	-0,03%
19,6	2,9	1 / 2.049	2,7	-0,03%
20,4	2,5	1 / 2.247	2,5	-0,03%
21,1	2,2	1 / 2.479	2,3	-0,03%
21,9	1,9	1 / 2.752	2,0	-0,03%
22,6	1,7	1 / 3.074	1,8	-0,03%
23,4	1,4	1 / 3.455	1,6	-0,03%
24,1	1,2	1 / 3.905	1,4	-0,02%
24,9	1,0	1 / 4.441	1,3	-0,02%
25,6	0,9	1 / 5.079	1,1	-0,02%
26,4	0,8	1 / 5.843	1,0	-0,02%
27,1	0,6	1 / 6.760	0,8	-0,02%
27,9	0,5	1 / 7.865	0,7	-0,01%
28,7	0,4	1 / 9.203	0,6	-0,01%
29,4	0,4	1 / 10.829	0,5	-0,01%
30,2	0,3	1 / 12.813	0,4	-0,01%
30,9	0,2	1 / 15.244	0,4	-0,01%
31,7	0,2	1 / 18.237	0,3	-0,01%
32,4	0,2	1 / 21.937	0,3	-0,01%
33,2	0,1	1 / 26.531	0,2	-0,01%
33,9	0,1	1 / 32.262	0,2	0,00%
34,7	0,1	1 / 39.444	0,1	0,00%
35,4	0,1	1 / 48.483	0,1	0,00%
36,2	0,1	1 / 59.914	0,1	0,00%
36,9	0,0	1 / 74.436	0,1	0,00%
37,7	0,0	1 / 92.971	0,2	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013005

[13404]

ayesa Engineering, information, investment

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *19+880*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 21,50 m
Diámetro del túnel, O 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{soil} (KPa)	ν	n
R	1,30	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	6,40	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	13,80	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 11,59 m

$\eta_{dependiente}$ 1,28

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^2/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,014 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

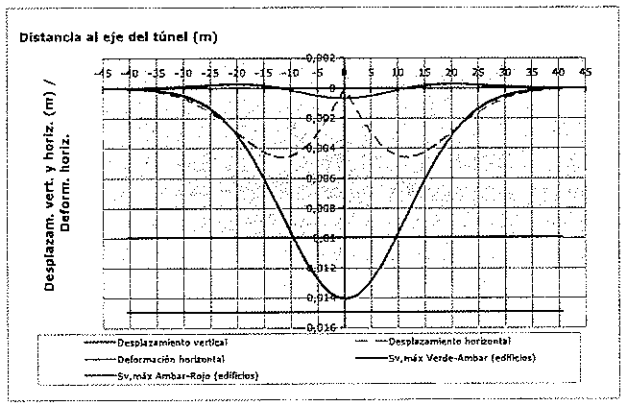
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

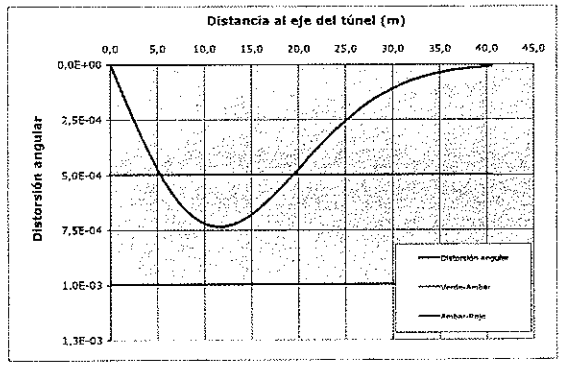
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

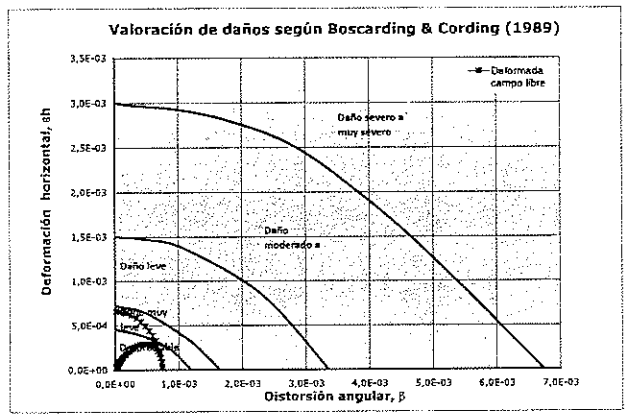
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0046 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_0} \cdot S_v = \frac{i}{z_0} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	AL/L	ε_h	Daño
Paso inferior	-20,0	20,0	14,1	1 / 11358	6,5E-04	Muy Leve

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	No hay	No hay
MUY LEVE	0,0	7,6
DESPRECIABLE	7,6	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	No hay	No hay
AMBAR	0,0	19,4
VERDE	19,4	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	AS$_v$/AL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	14,1	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	14,0	1 / 11.793	0,5	0,06%
1,6	13,9	1 / 5.940	1,1	0,06%
2,4	13,8	1 / 4.009	1,6	0,06%
3,2	13,5	1 / 3.059	2,0	0,06%
4,1	13,2	1 / 2.501	2,5	0,05%
4,9	12,9	1 / 2.141	2,9	0,05%
5,7	12,5	1 / 1.895	3,3	0,04%
6,5	12,0	1 / 1.720	3,6	0,04%
7,3	11,5	1 / 1.594	3,9	0,03%
8,1	11,0	1 / 1.503	4,2	0,03%
8,9	10,5	1 / 1.439	4,3	0,02%
9,7	9,9	1 / 1.395	4,5	0,01%
10,5	9,3	1 / 1.368	4,6	0,01%
11,4	8,7	1 / 1.358	4,6	0,00%
12,2	8,1	1 / 1.361	4,6	0,00%
13,0	7,5	1 / 1.377	4,5	-0,01%
13,8	6,9	1 / 1.405	4,4	-0,01%
14,6	6,4	1 / 1.446	4,3	-0,02%
15,4	5,8	1 / 1.499	4,2	-0,02%
16,2	5,3	1 / 1.567	4,0	-0,02%
17,0	4,8	1 / 1.650	3,8	-0,03%
17,8	4,3	1 / 1.750	3,6	-0,03%
18,7	3,8	1 / 1.869	3,3	-0,03%
19,5	3,4	1 / 2.010	3,1	-0,03%
20,3	3,0	1 / 2.176	2,9	-0,03%
21,1	2,7	1 / 2.371	2,6	-0,03%
21,9	2,4	1 / 2.599	2,4	-0,03%
22,7	2,1	1 / 2.868	2,2	-0,03%
23,5	1,8	1 / 3.184	2,0	-0,03%
24,3	1,6	1 / 3.557	1,8	-0,02%
25,1	1,3	1 / 3.997	1,6	-0,02%
26,0	1,1	1 / 4.518	1,4	-0,02%
26,8	1,0	1 / 5.138	1,2	-0,02%
27,6	0,8	1 / 5.876	1,1	-0,02%
28,4	0,7	1 / 6.760	0,9	-0,02%
29,2	0,6	1 / 7.820	0,8	-0,01%
30,0	0,5	1 / 9.099	0,7	-0,01%
30,8	0,4	1 / 10.647	0,6	-0,01%
31,6	0,3	1 / 12.526	0,5	-0,01%
32,4	0,3	1 / 14.823	0,4	-0,01%
33,3	0,2	1 / 17.636	0,4	-0,01%
34,1	0,2	1 / 21.098	0,3	-0,01%
34,9	0,2	1 / 25.376	0,2	-0,01%
35,7	0,1	1 / 30.694	0,2	0,00%
36,5	0,1	1 / 37.324	0,2	0,00%
37,3	0,1	1 / 45.632	0,1	0,00%
38,1	0,1	1 / 56.090	0,1	0,00%
38,9	0,0	1 / 69.314	0,1	0,00%
39,7	0,0	1 / 86.315	0,1	0,00%
40,5	0,0	1 / 107.558	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13405]

013006

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Investigation.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 17,60 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{50} (KPa)	ν	η
R	1,50	18,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	6,40	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,5
GP-S f	9,70	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,5

Sección a analizar: 20+320

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,93 m

$\eta_{\text{Seleccionado}}$ 1,17

$$i / D = \eta(0.52\frac{Z_0}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,018 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} = \frac{V_s}{2,5.i}$$

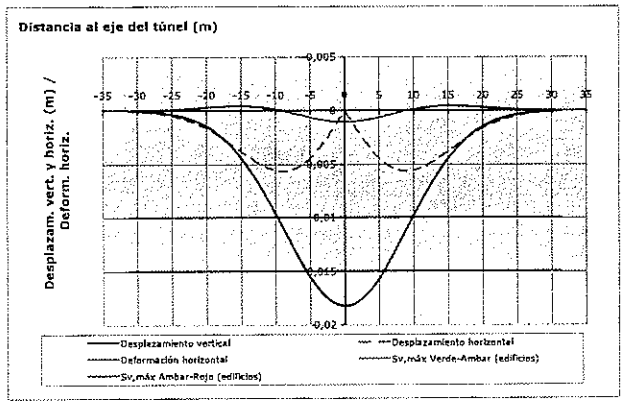
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

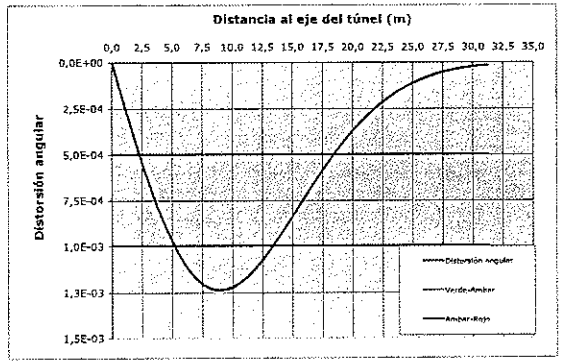
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

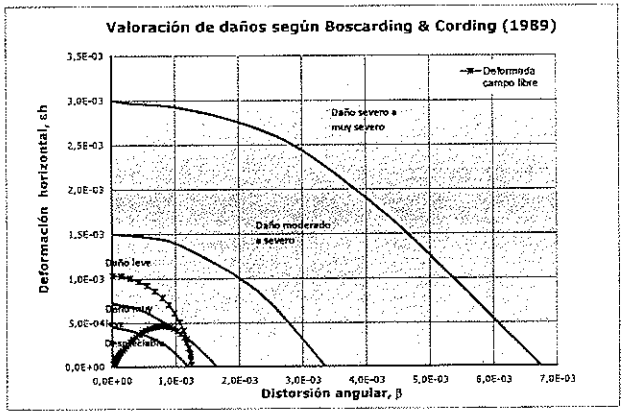
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0056 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_0} \cdot S_i = \frac{i}{z_0} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	22,0	40,0	0,9	1 / 4.019	2,58E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,8
MUY LEVE	6,8	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,3
AMBAR	13,3	18,5
VERDE	18,5	∞

Litología en el frente:

Homogénea GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔS$_v$/ΔL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,2	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	18,2	1 / 7.012	0,6	0,10%
1,3	18,1	1 / 3.532	1,3	0,10%
1,9	17,8	1 / 2.384	1,9	0,10%
2,5	17,5	1 / 1.819	2,5	0,09%
3,1	17,2	1 / 1.487	3,0	0,09%
3,8	16,7	1 / 1.273	3,6	0,08%
4,4	16,2	1 / 1.127	4,0	0,07%
5,0	15,6	1 / 1.023	4,4	0,06%
5,6	15,0	1 / 948	4,8	0,05%
6,3	14,3	1 / 894	5,1	0,04%
6,9	13,6	1 / 855	5,3	0,03%
7,5	12,8	1 / 830	5,5	0,02%
8,1	12,1	1 / 814	5,6	0,01%
8,8	11,3	1 / 808	5,6	0,00%
9,4	10,5	1 / 809	5,6	-0,01%
10,0	9,7	1 / 819	5,5	-0,01%
10,6	9,0	1 / 835	5,4	-0,02%
11,2	8,2	1 / 860	5,3	-0,03%
11,9	7,5	1 / 892	5,1	-0,03%
12,5	6,8	1 / 932	4,9	-0,04%
13,1	6,2	1 / 981	4,6	-0,04%
13,8	5,6	1 / 1.041	4,4	-0,04%
14,4	5,0	1 / 1.112	4,1	-0,05%
15,0	4,4	1 / 1.195	3,8	-0,05%
15,6	3,9	1 / 1.294	3,5	-0,05%
16,3	3,5	1 / 1.410	3,2	-0,05%
16,9	3,1	1 / 1.546	2,9	-0,04%
17,5	2,7	1 / 1.705	2,7	-0,04%
18,1	2,3	1 / 1.893	2,4	-0,04%
18,8	2,0	1 / 2.115	2,1	-0,04%
19,4	1,7	1 / 2.377	1,9	-0,04%
20,0	1,5	1 / 2.687	1,7	-0,03%
20,6	1,3	1 / 3.055	1,5	-0,03%
21,3	1,1	1 / 3.494	1,3	-0,03%
21,9	0,9	1 / 4.019	1,1	-0,03%
22,5	0,8	1 / 4.650	1,0	-0,02%
23,1	0,6	1 / 5.411	0,8	-0,02%
23,8	0,5	1 / 6.331	0,7	-0,02%
24,4	0,4	1 / 7.449	0,6	-0,02%
25,0	0,4	1 / 8.814	0,5	-0,01%
25,6	0,3	1 / 10.487	0,4	-0,01%
26,2	0,3	1 / 12.545	0,4	-0,01%
26,9	0,2	1 / 15.093	0,3	-0,01%
27,5	0,2	1 / 18.251	0,2	-0,01%
28,1	0,1	1 / 22.194	0,2	-0,01%
28,8	0,1	1 / 27.134	0,2	-0,01%
29,4	0,1	1 / 33.352	0,1	0,00%
30,0	0,1	1 / 41.216	0,1	0,00%
30,6	0,1	1 / 51.206	0,1	0,00%
31,3	0,0	1 / 63.956	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13406]
013207

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *20+120*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 17,10 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{50} (KPa)	ν	h
R	1,20	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	6,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	9,70	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,63 m

$\eta_{Standard}$ 1,28

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_0}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^2/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,019 m

$$S_{max} = \frac{V_S}{2.\pi.i} \cong \frac{V_S}{2.5.i}$$

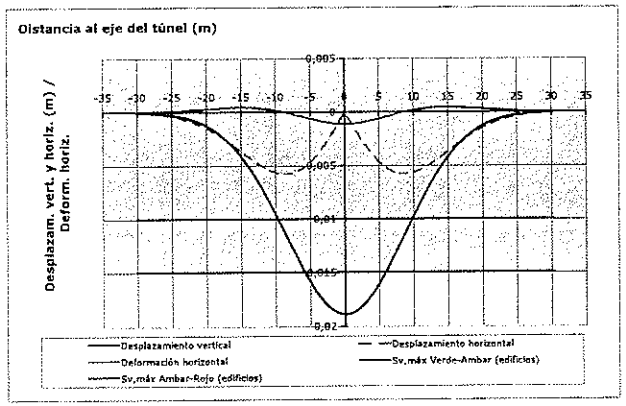
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

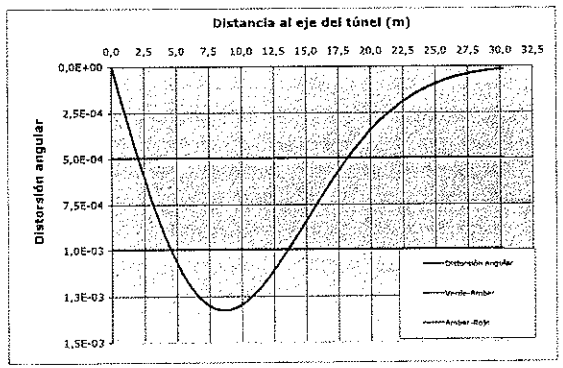
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

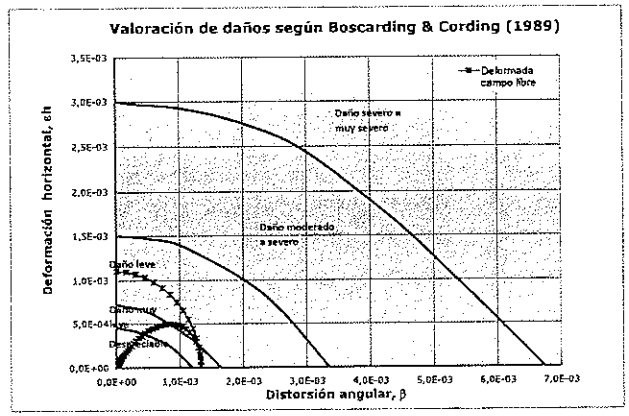
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0958 m

$$S_{y,max} = \frac{i}{z_0} \cdot S_y = \frac{i}{z_0} \cdot 0.61 \cdot S_{y,max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	22,0	40,0	0,8	1 / 4.342	2,47E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	14,8
MUY LEVE	14,8	18,9
DESPRECIABLE	18,9	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,6
AMBAR	13,6	18,2
VERDE	18,2	∞

Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	ε_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,9	1 / ∞	0,0	0,11%
0,5	18,8	1 / 6.548	0,7	0,11%
1,2	18,7	1 / 3.298	1,3	0,11%
1,8	18,5	1 / 2.226	2,0	0,10%
2,4	18,2	1 / 1.698	2,6	0,10%
3,0	17,8	1 / 1.389	3,1	0,09%
3,6	17,3	1 / 1.189	3,7	0,08%
4,2	16,7	1 / 1.052	4,1	0,07%
4,8	16,1	1 / 955	4,6	0,06%
5,4	15,5	1 / 885	4,9	0,05%
6,0	14,8	1 / 835	5,2	0,04%
6,6	14,0	1 / 799	5,5	0,03%
7,2	13,3	1 / 775	5,6	0,02%
7,9	12,5	1 / 760	5,7	0,01%
8,5	11,7	1 / 754	5,8	0,00%
9,1	10,9	1 / 756	5,8	-0,01%
9,7	10,1	1 / 764	5,7	-0,02%
10,3	9,3	1 / 780	5,6	-0,02%
10,9	8,5	1 / 803	5,4	-0,03%
11,5	7,8	1 / 833	5,2	-0,04%
12,1	7,1	1 / 870	5,0	-0,04%
12,7	6,4	1 / 916	4,8	-0,04%
13,3	5,8	1 / 972	4,5	-0,05%
13,9	5,2	1 / 1.038	4,2	-0,05%
14,5	4,6	1 / 1.116	3,9	-0,05%
15,1	4,1	1 / 1.208	3,6	-0,05%
15,7	3,6	1 / 1.316	3,3	-0,05%
16,3	3,2	1 / 1.443	3,0	-0,05%
16,9	2,8	1 / 1.592	2,7	-0,05%
17,5	2,4	1 / 1.768	2,5	-0,04%
18,1	2,1	1 / 1.975	2,2	-0,04%
18,7	1,8	1 / 2.219	2,0	-0,04%
19,3	1,5	1 / 2.509	1,7	-0,04%
19,9	1,3	1 / 2.853	1,5	-0,03%
20,5	1,1	1 / 3.263	1,3	-0,03%
21,2	0,9	1 / 3.753	1,2	-0,03%
21,8	0,8	1 / 4.342	1,0	-0,02%
22,4	0,7	1 / 5.052	0,9	-0,02%
23,0	0,5	1 / 5.912	0,7	-0,02%
23,6	0,5	1 / 6.956	0,6	-0,02%
24,2	0,4	1 / 8.230	0,5	-0,01%
24,8	0,3	1 / 9.792	0,4	-0,01%
25,4	0,3	1 / 11.715	0,4	-0,01%
26,0	0,2	1 / 14.091	0,3	-0,01%
26,6	0,2	1 / 17.043	0,3	-0,01%
27,2	0,1	1 / 20.724	0,2	-0,01%
27,8	0,1	1 / 25.337	0,2	-0,01%
28,4	0,1	1 / 31.144	0,1	0,00%
29,0	0,1	1 / 38.487	0,1	0,00%
29,6	0,1	1 / 47.815	0,1	0,00%
30,2	0,0	1 / 59.721	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13407]
013008

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa — Engineering, Information, Imagination

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: 20+220

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 16,60 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{ms} (KPa)	ν	η
S	2,10	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	5,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	9,30	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,19 m

$\eta_{considerado}$ 1,26 -

$$i/D = \eta(0,52\frac{Z_o}{D} - 0,21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^2/m

Determinación del asiento máximo:

$S_{máx}$ 0,020 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2,\pi,i} = \frac{V_s}{2,5,i}$$

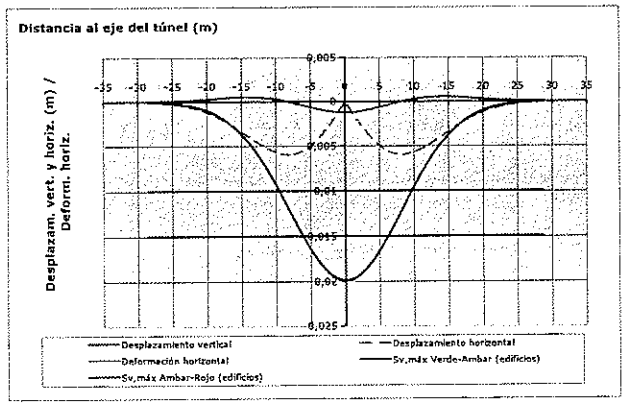
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

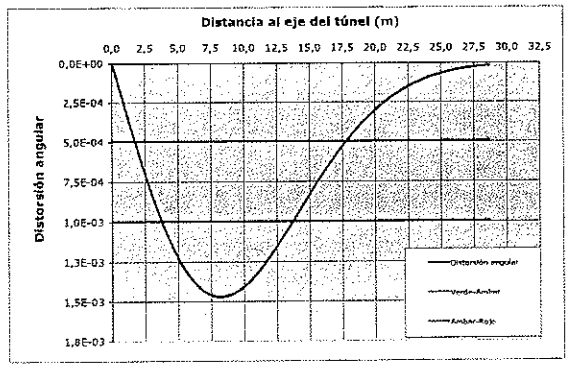
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

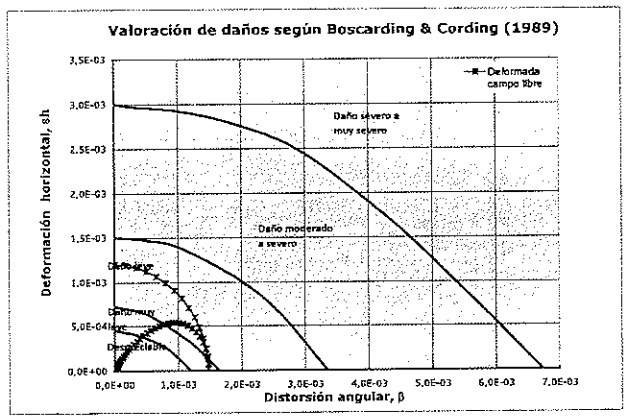
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0060 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0,61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta L_i/\Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	19,9	1 / ∞	0,0	0,12%
0,6	19,9	1 / 5.894	0,7	0,12%
1,1	19,7	1 / 2.969	1,4	0,12%
1,7	19,5	1 / 2.004	2,0	0,11%
2,3	19,1	1 / 1.529	2,6	0,11%
2,9	18,7	1 / 1.250	3,2	0,10%
3,4	18,2	1 / 1.070	3,8	0,09%
4,0	17,6	1 / 947	4,3	0,08%
4,6	17,0	1 / 860	4,7	0,07%
5,2	16,3	1 / 797	5,1	0,06%
5,7	15,6	1 / 751	5,4	0,05%
6,3	14,8	1 / 719	5,6	0,04%
6,9	14,0	1 / 697	5,8	0,02%
7,5	13,2	1 / 684	5,9	0,01%
8,0	12,3	1 / 679	6,0	0,00%
8,6	11,5	1 / 680	5,9	-0,01%
9,2	10,6	1 / 688	5,9	-0,02%
9,7	9,8	1 / 702	5,8	-0,02%
10,3	9,0	1 / 723	5,6	-0,03%
10,9	8,2	1 / 749	5,4	-0,04%
11,5	7,5	1 / 783	5,2	-0,04%
12,0	6,8	1 / 825	4,9	-0,05%
12,6	6,1	1 / 875	4,6	-0,05%
13,2	5,4	1 / 934	4,3	-0,05%
13,8	4,9	1 / 1.005	4,0	-0,05%
14,3	4,3	1 / 1.088	3,7	-0,05%
14,9	3,8	1 / 1.185	3,4	-0,05%
15,5	3,3	1 / 1.299	3,1	-0,05%
16,1	2,9	1 / 1.434	2,8	-0,05%
16,6	2,5	1 / 1.592	2,5	-0,05%
17,2	2,2	1 / 1.778	2,3	-0,05%
17,8	1,9	1 / 1.998	2,0	-0,04%
18,3	1,6	1 / 2.258	1,8	-0,04%
18,9	1,4	1 / 2.568	1,6	-0,04%
19,5	1,2	1 / 2.937	1,4	-0,03%
20,1	1,0	1 / 3.379	1,2	-0,03%
20,6	0,8	1 / 3.909	1,0	-0,03%
21,2	0,7	1 / 4.548	0,9	-0,02%
21,8	0,6	1 / 5.322	0,8	-0,02%
22,4	0,5	1 / 6.262	0,6	-0,02%
22,9	0,4	1 / 7.409	0,5	-0,02%
23,5	0,3	1 / 8.815	0,5	-0,01%
24,1	0,3	1 / 10.545	0,4	-0,01%
24,7	0,2	1 / 12.685	0,3	-0,01%
25,2	0,2	1 / 15.341	0,3	-0,01%
25,8	0,1	1 / 18.655	0,2	-0,01%
26,4	0,1	1 / 22.808	0,2	-0,01%
26,9	0,1	1 / 28.035	0,1	-0,01%
27,5	0,1	1 / 34.645	0,1	0,00%
28,1	0,1	1 / 43.042	0,1	0,00%
28,7	0,0	1 / 53.760	0,1	0,00%

RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,2	1 / 12.685	1,04E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,3
MUY LEVE	15,3	18,5
DESPRECIABLE	18,5	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,7
AMBAR	13,7	17,8
VERDE	17,8	∞

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13408]

013009

ayesa — Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *20+300*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 17,70 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{mp} (KPa)	υ	η
R	3,20	16,70	0,9	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	4,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	10,30	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,80 m

$\eta_{ponderado}$ 1,25

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Olea (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^2/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,019 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

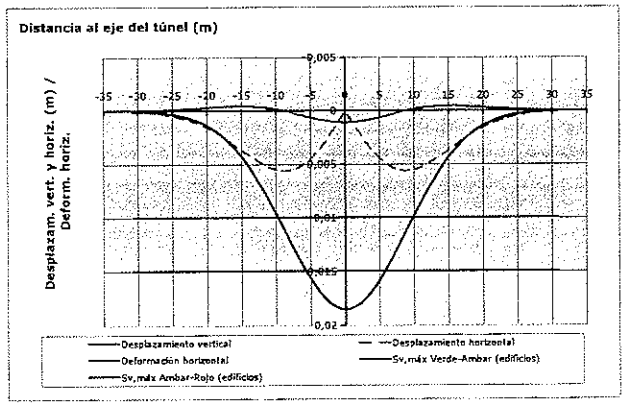
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

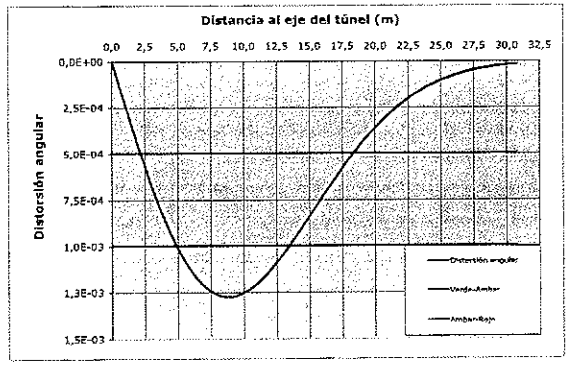
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

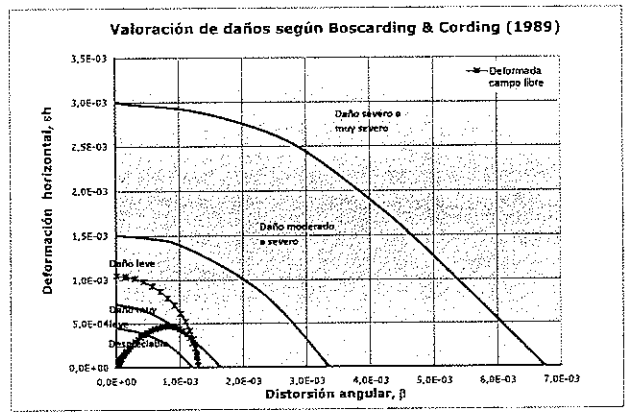
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0056 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	Al/L	ε_h	Daño
Edificación	27,0	40,0	0,2	1 / 14.634	9,09E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	14,0
MUY LEVE	14,0	18,9
DESPRECIABLE	18,9	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,5
AMBAR	13,5	18,3
VERDE	18,3	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:

Homogénea

Dist. eje (m)	S_v (mm)	Al/L	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	28,5	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	28,5	1 / 6.800	0,6	0,10%
1,2	28,3	1 / 3.425	1,3	0,10%
1,8	28,1	1 / 2.312	1,9	0,10%
2,5	27,8	1 / 1.764	2,5	0,09%
3,1	27,4	1 / 1.442	3,0	0,09%
3,7	27,0	1 / 1.235	3,5	0,08%
4,3	26,4	1 / 1.093	4,0	0,07%
4,9	25,8	1 / 992	4,4	0,06%
5,5	25,2	1 / 919	4,8	0,05%
6,2	24,5	1 / 867	5,0	0,04%
6,8	23,8	1 / 829	5,3	0,03%
7,4	23,0	1 / 804	5,4	0,02%
8,0	22,2	1 / 789	5,5	0,01%
8,6	21,5	1 / 783	5,6	0,00%
9,2	20,7	1 / 785	5,6	-0,01%
9,9	19,9	1 / 794	5,5	-0,01%
10,5	19,1	1 / 810	5,4	-0,02%
11,1	18,4	1 / 834	5,2	-0,03%
11,7	17,7	1 / 865	5,1	-0,03%
12,3	17,0	1 / 904	4,8	-0,04%
12,9	16,3	1 / 952	4,6	-0,04%
13,5	15,7	1 / 1.009	4,3	-0,04%
14,2	15,1	1 / 1.078	4,1	-0,05%
14,8	14,5	1 / 1.159	3,8	-0,05%
15,4	14,0	1 / 1.255	3,5	-0,05%
16,0	13,5	1 / 1.367	3,2	-0,05%
16,6	13,1	1 / 1.499	2,9	-0,05%
17,2	12,7	1 / 1.654	2,6	-0,04%
17,9	12,4	1 / 1.836	2,4	-0,04%
18,5	12,0	1 / 2.051	2,1	-0,04%
19,1	11,8	1 / 2.305	1,9	-0,04%
19,7	11,5	1 / 2.605	1,7	-0,03%
20,3	11,3	1 / 2.963	1,5	-0,03%
20,9	11,1	1 / 3.388	1,3	-0,03%
21,6	10,9	1 / 3.898	1,1	-0,03%
22,2	10,8	1 / 4.509	1,0	-0,02%
22,8	10,6	1 / 5.247	0,8	-0,02%
23,4	10,5	1 / 6.139	0,7	-0,02%
24,0	10,4	1 / 7.224	0,6	-0,02%
24,6	10,4	1 / 8.547	0,5	-0,01%
25,2	10,3	1 / 10.169	0,4	-0,01%
25,9	10,2	1 / 12.166	0,4	-0,01%
26,5	10,2	1 / 14.634	0,3	-0,01%
27,1	10,2	1 / 17.699	0,2	-0,01%
27,7	10,1	1 / 21.522	0,2	-0,01%
28,3	10,1	1 / 26.313	0,2	-0,01%
28,9	10,1	1 / 32.343	0,1	0,00%
29,5	10,1	1 / 39.969	0,1	0,00%
30,2	10,1	1 / 49.657	0,1	0,00%
30,8	10,0	1 / 62.021	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13409]

013010

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa — Engineering, Information, Investigation

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *20+320*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 18,10 m
Diámetro del túnel, D 10,20 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{mb} (KPa)	ν	η
R	3,50	16,70	0,9	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	3,90	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	10,70	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 9,03 m

$\eta_{homogeneo}$ 1,24

$$i / D = \eta(0.52 \frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Otco (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m²/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,018 m

$$s_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\, i} \cong \frac{V_s}{2.5\, i}$$

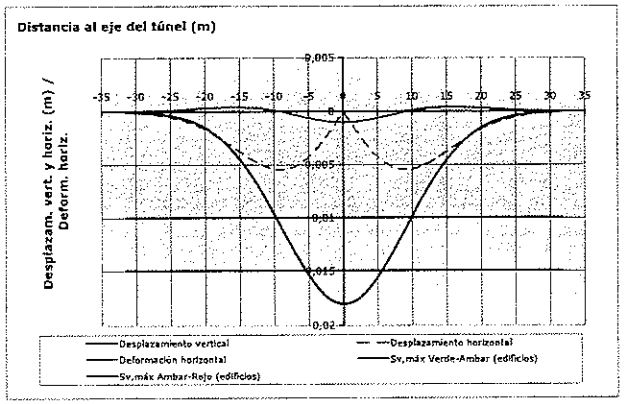
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

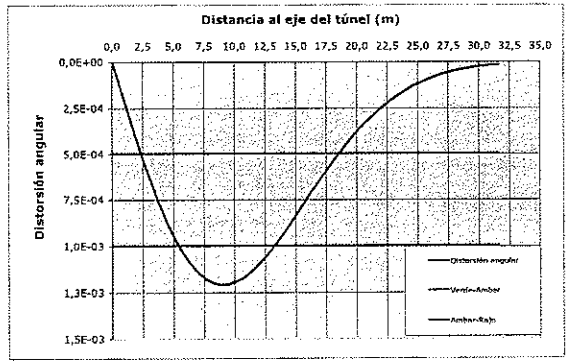
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

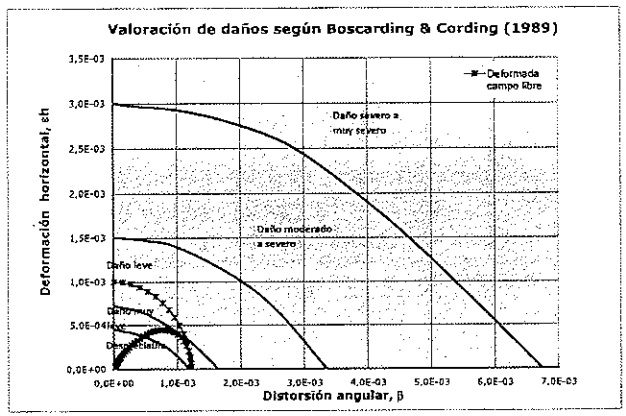
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0055 m

$$S_{h\,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	Δi/L	ε_h	Daño
Edificación	26,0	40,0	0,3	1 / 10.712	1,17E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,6
MUY LEVE	6,6	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,2
AMBAR	13,2	18,5
VERDE	18,5	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔS_v/ΔL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,1	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	18,0	1 / 7.163	0,6	0,10%
1,3	17,9	1 / 3.608	1,2	0,10%
1,9	17,7	1 / 2.435	1,8	0,09%
2,5	17,4	1 / 1.858	2,4	0,09%
3,2	17,0	1 / 1.519	3,0	0,08%
3,8	16,5	1 / 1.301	3,5	0,08%
4,4	16,0	1 / 1.151	3,9	0,07%
5,1	15,4	1 / 1.045	4,3	0,06%
5,7	14,8	1 / 968	4,7	0,05%
6,3	14,1	1 / 913	4,9	0,04%
7,0	13,4	1 / 874	5,2	0,03%
7,6	12,7	1 / 847	5,3	0,02%
8,2	11,9	1 / 832	5,4	0,01%
8,8	11,2	1 / 825	5,5	0,00%
9,5	10,4	1 / 827	5,4	-0,01%
10,1	9,6	1 / 836	5,4	-0,01%
10,7	8,8	1 / 853	5,3	-0,02%
11,4	8,2	1 / 878	5,1	-0,03%
12,0	7,5	1 / 911	4,9	-0,03%
12,6	6,8	1 / 952	4,7	-0,04%
13,3	6,1	1 / 1.002	4,5	-0,04%
13,9	5,5	1 / 1.063	4,2	-0,04%
14,5	4,9	1 / 1.136	4,0	-0,04%
15,2	4,4	1 / 1.221	3,7	-0,04%
15,8	3,9	1 / 1.322	3,4	-0,04%
16,4	3,4	1 / 1.440	3,1	-0,04%
17,1	3,0	1 / 1.579	2,9	-0,04%
17,7	2,6	1 / 1.742	2,6	-0,04%
18,3	2,3	1 / 1.934	2,3	-0,04%
19,0	2,0	1 / 2.160	2,1	-0,04%
19,6	1,7	1 / 2.428	1,9	-0,04%
20,2	1,5	1 / 2.744	1,6	-0,03%
20,9	1,3	1 / 3.121	1,4	-0,03%
21,5	1,1	1 / 3.569	1,3	-0,03%
22,1	0,9	1 / 4.106	1,1	-0,02%
22,8	0,8	1 / 4.750	0,9	-0,02%
23,4	0,6	1 / 5.527	0,8	-0,02%
24,0	0,5	1 / 6.467	0,7	-0,02%
24,6	0,4	1 / 7.609	0,6	-0,02%
25,3	0,4	1 / 9.003	0,5	-0,01%
25,9	0,3	1 / 10.712	0,4	-0,01%
26,5	0,2	1 / 12.815	0,4	-0,01%
27,2	0,2	1 / 15.415	0,3	-0,01%
27,8	0,2	1 / 18.644	0,2	-0,01%
28,4	0,1	1 / 22.671	0,2	-0,01%
29,1	0,1	1 / 27.717	0,2	-0,01%
29,7	0,1	1 / 34.069	0,1	0,00%
30,3	0,1	1 / 42.102	0,1	0,00%
31,0	0,1	1 / 52.306	0,1	0,00%
31,6	0,0	1 / 65.331	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13410]
013011

ayesa — Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *20+380*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 18,70 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (kN/m³)	c' (KPa)	φ' (º)	E_{50} (KPa)	ν	η
R	2,40	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,20	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,00	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-ST	12,10	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 9,54 m

$\eta_{considerado}$ 1,26

$$i/D = \eta(0.52\,\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Segaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_s 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

$\delta_{máx}$ 0,017 m

$$s_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

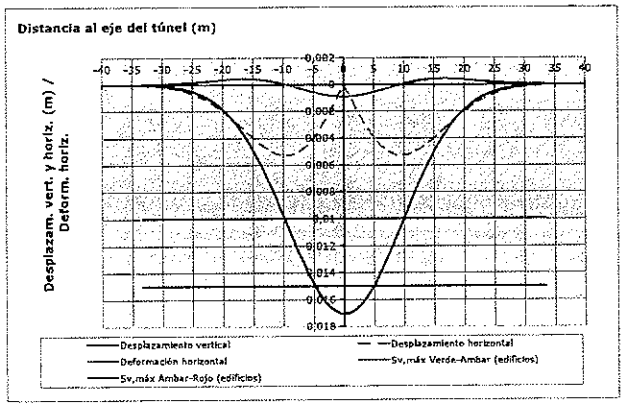
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

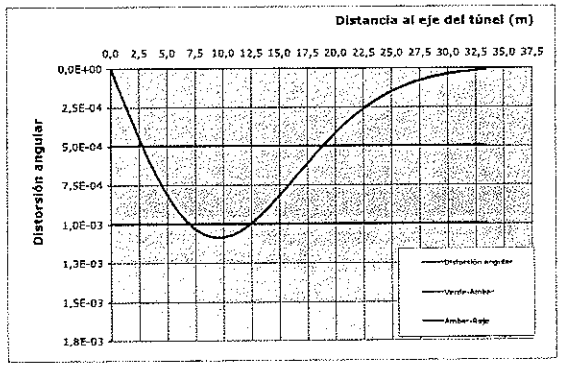
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

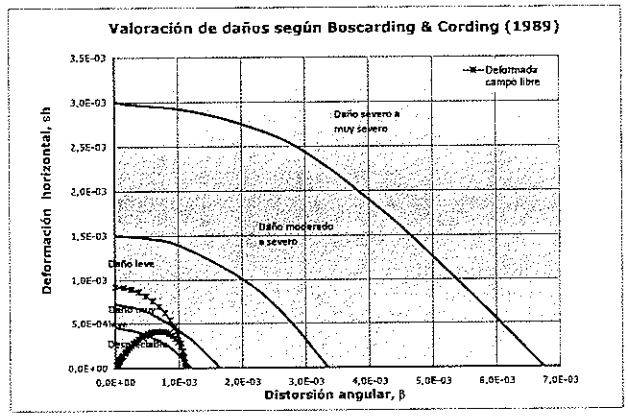
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0053 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_v = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{v,max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,6	1 / 6.170	1,62E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	5,9
MUY LEVE	5,9	19,3
DESPRECIABLE	19,3	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	12,4
AMBAR	12,4	18,9
VERDE	18,9	∞

Litología en el frente:
Homogéneo GP-ST

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v/\Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	17,1	1 / ∞	0,0	0,09%
0,7	17,0	1 / 7.997	0,6	0,09%
1,3	16,9	1 / 4.028	1,1	0,09%
1,9	16,7	1 / 2.718	1,6	0,09%
2,7	16,4	1 / 2.074	2,3	0,08%
3,3	16,1	1 / 1.696	2,9	0,08%
4,0	15,8	1 / 1.452	3,4	0,07%
4,7	15,2	1 / 1.285	3,8	0,06%
5,3	14,6	1 / 1.166	4,2	0,05%
6,0	14,0	1 / 1.081	4,5	0,05%
6,7	13,4	1 / 1.019	4,8	0,04%
7,3	12,7	1 / 975	5,0	0,03%
8,0	12,0	1 / 946	5,1	0,02%
8,7	11,3	1 / 928	5,2	0,01%
9,3	10,6	1 / 921	5,3	0,00%
10,0	9,8	1 / 923	5,3	-0,01%
10,7	9,1	1 / 934	5,2	-0,01%
11,4	8,4	1 / 953	5,1	-0,02%
12,0	7,7	1 / 980	5,0	-0,02%
12,7	7,1	1 / 1.017	4,8	-0,03%
13,4	6,4	1 / 1.063	4,6	-0,03%
14,0	5,8	1 / 1.119	4,3	-0,04%
14,7	5,2	1 / 1.187	4,1	-0,04%
15,4	4,7	1 / 1.268	3,8	-0,04%
16,0	4,2	1 / 1.363	3,6	-0,04%
16,7	3,7	1 / 1.475	3,3	-0,04%
17,4	3,3	1 / 1.608	3,0	-0,04%
18,0	2,9	1 / 1.763	2,8	-0,04%
18,7	2,5	1 / 1.945	2,5	-0,04%
19,4	2,2	1 / 2.159	2,3	-0,04%
20,0	1,9	1 / 2.412	2,0	-0,03%
20,7	1,6	1 / 2.710	1,8	-0,03%
21,4	1,4	1 / 3.064	1,6	-0,03%
22,0	1,2	1 / 3.484	1,4	-0,03%
22,7	1,0	1 / 3.985	1,2	-0,03%
23,4	0,8	1 / 4.584	1,1	-0,02%
24,0	0,7	1 / 5.303	0,9	-0,02%
24,7	0,6	1 / 6.170	0,8	-0,02%
25,4	0,5	1 / 7.220	0,7	-0,02%
26,0	0,4	1 / 8.495	0,6	-0,01%
26,7	0,3	1 / 10.052	0,5	-0,01%
27,4	0,3	1 / 11.959	0,4	-0,01%
28,0	0,2	1 / 14.307	0,3	-0,01%
28,7	0,2	1 / 17.209	0,3	-0,01%
29,4	0,1	1 / 20.814	0,2	-0,01%
30,1	0,1	1 / 25.310	0,2	-0,01%
30,7	0,1	1 / 30.944	0,2	0,00%
31,4	0,1	1 / 38.035	0,1	0,00%
32,1	0,1	1 / 47.003	0,1	0,00%
32,7	0,0	1 / 58.395	0,1	0,00%
33,4	0,0	1 / 72.936	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13411]

013012

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Imagination.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *20+535*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 20,50 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	C (KPa)	Φ' (°)	E_{suelo} (KPa)	ν	η
R	0,90	16,79	0,0	28	35000	0,30	1,0
SM	1,10	16,95	5,0	30	71000	0,30	1,0
ML	0,30	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,60	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S !	13,60	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 10,79 m

$\eta_{ponderado}$ 1,27

$$i/D = \eta(0.52\,\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Otero (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

$S_{máx}$ 0,015 m

$$S_{máx} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

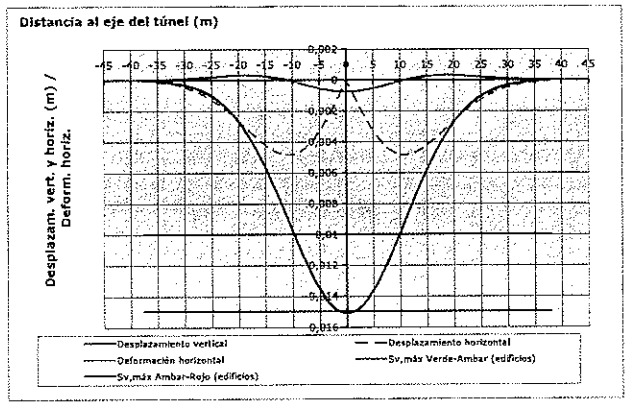
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

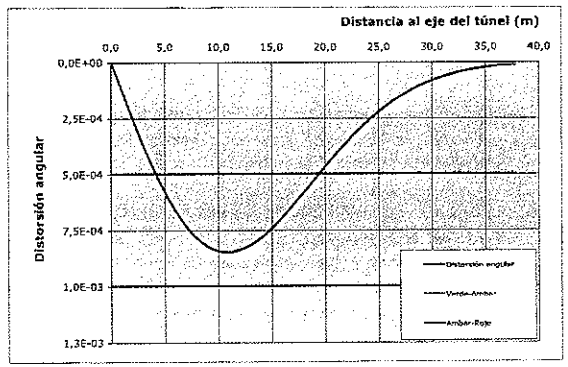
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

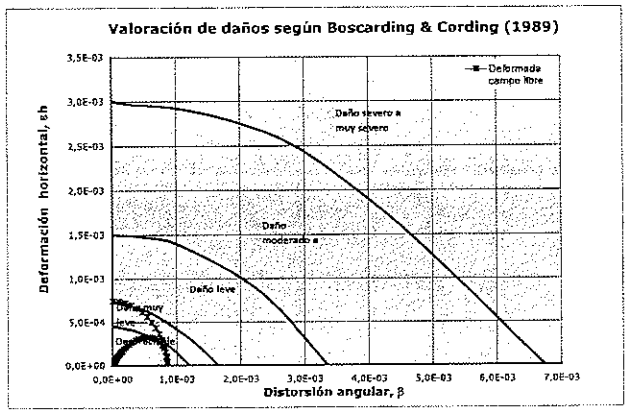
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0049 m

$$S_{h_{máx}} = \frac{i}{z_o}\cdot S_i = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{máx}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	1,0	1 / 4.454	2,22E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	2,3
MUY LEVE	2,3	18,0
DESPRECIABLE	18,0	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	1,3
AMBAR	1,3	19,4
VERDE	19,4	∞

Litofogía en el frente:

Homogéneo GP-S !

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	ε_h (mm)	ε_h (%)
0,0	15,1	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	15,1	1 / 10.223	0,6	0,07%
1,9	15,0	1 / 5.149	1,1	0,07%
2,3	14,8	1 / 3.475	1,6	0,07%
3,0	14,5	1 / 2.651	2,1	0,07%
3,8	14,2	1 / 2.168	2,6	0,06%
4,5	13,8	1 / 1.856	3,1	0,06%
5,3	13,4	1 / 1.643	3,5	0,05%
6,0	12,9	1 / 1.491	3,8	0,04%
6,8	12,4	1 / 1.382	4,1	0,04%
7,6	11,8	1 / 1.303	4,4	0,03%
8,3	11,2	1 / 1.247	4,6	0,02%
9,1	10,6	1 / 1.209	4,7	0,02%
9,8	10,0	1 / 1.187	4,8	0,01%
10,6	9,3	1 / 1.177	4,8	0,00%
11,3	8,7	1 / 1.180	4,8	0,00%
12,1	8,1	1 / 1.193	4,8	-0,01%
12,8	7,4	1 / 1.218	4,7	-0,02%
13,6	6,8	1 / 1.253	4,5	-0,02%
14,3	6,2	1 / 1.300	4,4	-0,02%
15,1	5,7	1 / 1.359	4,2	-0,03%
15,9	5,1	1 / 1.431	4,0	-0,03%
16,6	4,6	1 / 1.517	3,7	-0,03%
17,4	4,1	1 / 1.620	3,5	-0,03%
18,1	3,7	1 / 1.743	3,3	-0,03%
18,9	3,3	1 / 1.886	3,0	-0,03%
19,6	2,9	1 / 2.055	2,8	-0,03%
20,4	2,5	1 / 2.253	2,5	-0,03%
21,1	2,2	1 / 2.486	2,3	-0,03%
21,9	1,9	1 / 2.760	2,1	-0,03%
22,7	1,7	1 / 3.083	1,8	-0,03%
23,4	1,4	1 / 3.465	1,6	-0,03%
24,2	1,2	1 / 3.917	1,4	-0,02%
24,9	1,0	1 / 4.454	1,3	-0,02%
25,7	0,9	1 / 5.094	1,1	-0,02%
26,4	0,8	1 / 5.860	1,0	-0,02%
27,2	0,6	1 / 6.779	0,8	-0,02%
27,9	0,5	1 / 7.888	0,7	-0,01%
28,7	0,4	1 / 9.229	0,6	-0,01%
29,4	0,4	1 / 10.860	0,5	-0,01%
30,2	0,3	1 / 12.849	0,4	-0,01%
31,0	0,2	1 / 15.288	0,4	-0,01%
31,7	0,2	1 / 18.289	0,3	-0,01%
32,5	0,2	1 / 22.000	0,3	-0,01%
33,2	0,1	1 / 26.607	0,2	-0,01%
34,0	0,1	1 / 32.355	0,2	0,00%
34,7	0,1	1 / 39.557	0,1	0,00%
35,5	0,1	1 / 48.622	0,1	0,00%
36,2	0,1	1 / 60.086	0,1	0,00%
37,0	0,0	1 / 74.650	0,1	0,00%
37,8	0,0	1 / 93.238	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13412]

013013

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 20,70 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Sección a analizar: 20+550

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{def} (KPa)	ν	n
R	0,70	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
SM	1,10	16,95	5,0	30	71000	0,30	1,0
ML	0,30	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,50	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S T	14,10	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 10,95 m

$\eta_{granulado}$ 1,27

$$i/D = \eta(0,52\frac{Z_o}{D} - 0,21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

$\delta_{máx}$ 0,015 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2,\pi,i} \cong \frac{V_s}{2,5,i}$$

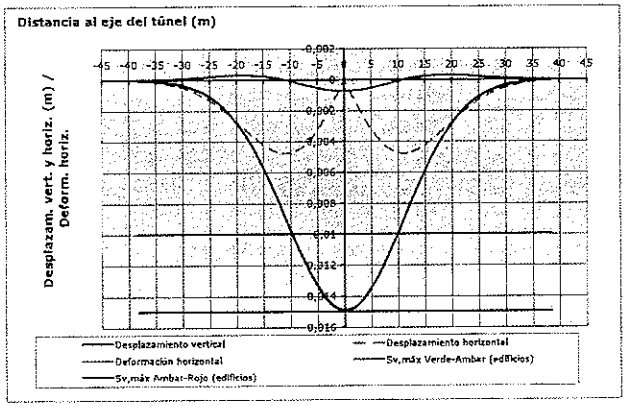
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

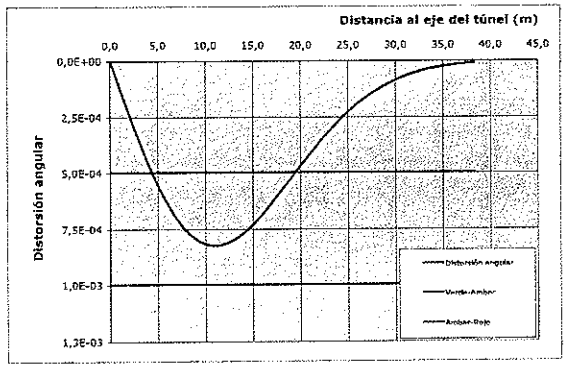
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

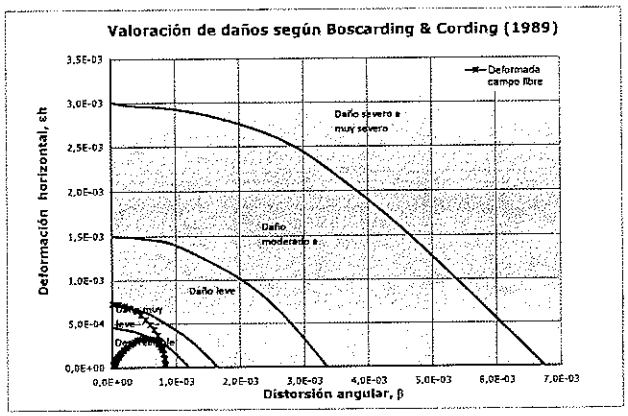
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0048 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0,61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	1,2	1 / 4.033	2,35E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	No hay	No hay
MUY LEVE	0,0	8,1
DESPRECIABLE	8,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	No hay	No hay
AMBAR	0,0	19,4
VERDE	19,4	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S T

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔL/ΔL	ε_h (mm)	ε_h (%)
0,0	14,9	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	14,9	1 / 10.527	0,5	0,07%
1,5	14,7	1 / 5.303	1,1	0,07%
2,3	14,6	1 / 3.579	1,6	0,07%
3,1	14,3	1 / 2.730	2,1	0,06%
3,8	14,0	1 / 2.233	2,6	0,06%
4,6	13,6	1 / 1.912	3,0	0,05%
5,4	13,2	1 / 1.692	3,4	0,05%
6,1	12,7	1 / 1.536	3,8	0,04%
6,9	12,2	1 / 1.423	4,1	0,04%
7,7	11,7	1 / 1.342	4,3	0,03%
8,4	11,1	1 / 1.284	4,5	0,02%
9,2	10,5	1 / 1.245	4,6	0,01%
10,0	9,8	1 / 1.222	4,7	0,01%
10,7	9,2	1 / 1.212	4,8	0,00%
11,5	8,6	1 / 1.215	4,8	0,00%
12,3	8,0	1 / 1.229	4,7	-0,01%
13,0	7,3	1 / 1.254	4,6	-0,01%
13,8	6,7	1 / 1.290	4,5	-0,02%
14,6	6,1	1 / 1.338	4,3	-0,02%
15,3	5,6	1 / 1.399	4,1	-0,03%
16,1	5,1	1 / 1.473	3,9	-0,03%
16,9	4,5	1 / 1.563	3,7	-0,03%
17,6	4,1	1 / 1.669	3,5	-0,03%
18,4	3,6	1 / 1.794	3,2	-0,03%
19,2	3,2	1 / 1.942	3,0	-0,03%
19,9	2,8	1 / 2.116	2,7	-0,03%
20,7	2,5	1 / 2.320	2,5	-0,03%
21,5	2,2	1 / 2.560	2,3	-0,03%
22,2	1,9	1 / 2.643	2,0	-0,03%
23,0	1,6	1 / 3.175	1,8	-0,03%
23,8	1,4	1 / 3.568	1,6	-0,03%
24,5	1,2	1 / 4.033	1,4	-0,02%
25,3	1,0	1 / 4.586	1,3	-0,02%
26,1	0,9	1 / 5.246	1,1	-0,02%
26,8	0,7	1 / 6.034	1,0	-0,02%
27,6	0,6	1 / 6.981	0,8	-0,02%
28,4	0,5	1 / 8.123	0,7	-0,01%
29,1	0,4	1 / 9.504	0,6	-0,01%
29,9	0,4	1 / 11.183	0,5	-0,01%
30,6	0,3	1 / 13.232	0,4	-0,01%
31,4	0,2	1 / 15.743	0,4	-0,01%
32,2	0,2	1 / 18.834	0,3	-0,01%
32,9	0,2	1 / 22.655	0,3	-0,01%
33,7	0,1	1 / 27.400	0,2	-0,01%
34,5	0,1	1 / 33.319	0,2	0,00%
35,2	0,1	1 / 40.735	0,1	0,00%
36,0	0,1	1 / 50.071	0,1	0,00%
36,8	0,1	1 / 61.876	0,1	0,00%
37,5	0,0	1 / 76.874	0,1	0,00%
38,3	0,0	1 / 96.016	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13413]
013014

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Engineering. Information. Innovation.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: 20+800

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 21,40 m
Diámetro del túnel, D 10,27 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (kN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{mh} (KPa)	ν	η
R	1,00	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
SM	0,00	16,95	5,0	30	71000	0,30	1,0
ML	4,70	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	1,90	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	13,80	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 10,96 m

$n_{ponderado}$ 1,22

$$i / D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,469 m²/m

Determinación del asiento máximo:

$S_{máx}$ 0,015 m

$$S_{max,ff} = \frac{V_s}{2.\pi.i} = \frac{V_L}{2,5.i}$$

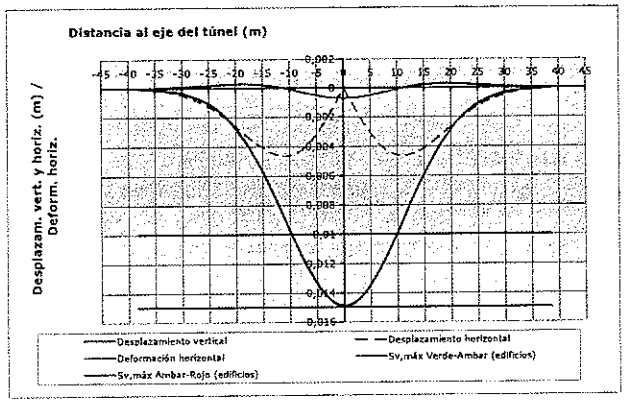
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

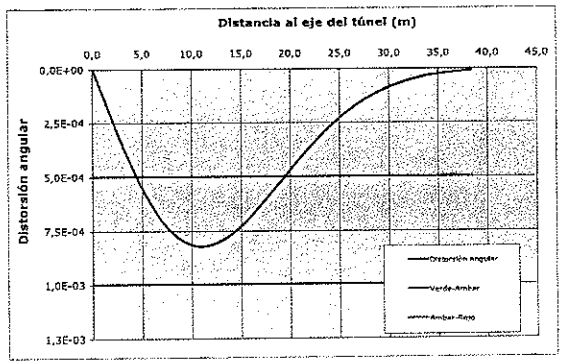
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

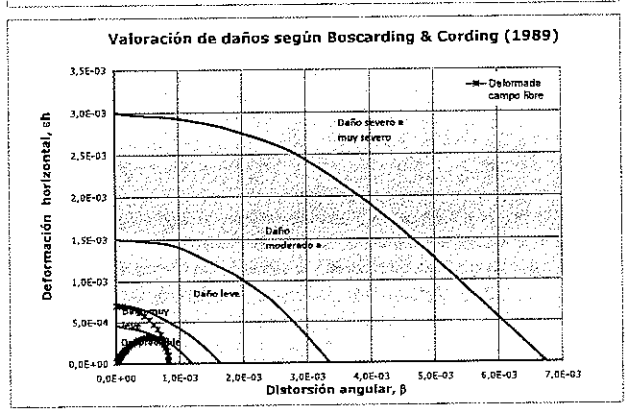
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0046 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_L = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	AL/L	ε_h	Daño
Paso superior	12,0	25,0	8,6	1/11.219	3,10E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	No hay	No hay
MUY LEVE	0,0	8,0
DESPRECIABLE	8,0	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	No hay	No hay
AMBAR	0,0	0,0
VERDE	19,4	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔSv/ΔL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	14,9	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	14,8	1 / 10.561	0,5	0,07%
1,5	14,7	1 / 5.320	1,1	0,07%
2,3	14,5	1 / 3.590	1,6	0,06%
3,1	14,3	1 / 2.739	2,1	0,06%
3,8	14,0	1 / 2.240	2,5	0,06%
4,6	13,8	1 / 1.918	2,9	0,05%
5,4	13,2	1 / 1.697	3,3	0,05%
6,1	12,7	1 / 1.540	3,6	0,04%
6,9	12,2	1 / 1.428	3,9	0,03%
7,7	11,6	1 / 1.346	4,2	0,03%
8,4	11,1	1 / 1.288	4,4	0,02%
9,2	10,4	1 / 1.249	4,5	0,01%
10,0	9,8	1 / 1.226	4,6	0,01%
10,7	9,2	1 / 1.216	4,6	0,00%
11,5	8,5	1 / 1.219	4,6	0,00%
12,3	7,9	1 / 1.233	4,6	-0,01%
13,0	7,3	1 / 1.258	4,5	-0,01%
13,8	6,7	1 / 1.295	4,3	-0,02%
14,6	6,1	1 / 1.343	4,2	-0,02%
15,3	5,6	1 / 1.404	4,0	-0,03%
16,1	5,0	1 / 1.478	3,8	-0,03%
16,9	4,5	1 / 1.568	3,6	-0,03%
17,7	4,1	1 / 1.674	3,4	-0,03%
18,4	3,6	1 / 1.800	3,1	-0,03%
19,2	3,2	1 / 1.949	2,9	-0,03%
20,0	2,8	1 / 2.123	2,6	-0,03%
20,7	2,5	1 / 2.328	2,4	-0,03%
21,5	2,2	1 / 2.569	2,2	-0,03%
22,3	1,9	1 / 2.852	2,0	-0,03%
23,0	1,6	1 / 3.185	1,8	-0,03%
23,8	1,4	1 / 3.579	1,6	-0,02%
24,6	1,2	1 / 4.046	1,4	-0,02%
25,3	1,0	1 / 4.601	1,2	-0,02%
26,1	0,9	1 / 5.262	1,1	-0,02%
26,9	0,7	1 / 6.054	0,9	-0,02%
27,6	0,6	1 / 7.004	0,8	-0,02%
28,4	0,5	1 / 8.149	0,7	-0,01%
29,2	0,4	1 / 9.535	0,6	-0,01%
29,9	0,4	1 / 11.219	0,5	-0,01%
30,7	0,3	1 / 13.275	0,4	-0,01%
31,5	0,2	1 / 15.794	0,4	-0,01%
32,2	0,2	1 / 18.894	0,3	-0,01%
33,0	0,2	1 / 22.728	0,2	-0,01%
33,8	0,1	1 / 27.488	0,2	-0,01%
34,5	0,1	1 / 33.426	0,2	0,00%
35,3	0,1	1 / 40.866	0,1	0,00%
36,1	0,1	1 / 50.232	0,1	0,00%
36,8	0,1	1 / 62.075	0,1	0,00%
37,6	0,0	1 / 77.121	0,1	0,00%
38,4	0,0	1 / 96.324	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13414]
013015

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Imagination.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 21,10 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	ϕ' (°)	E_{mh} (KPa)	ν	η
R	0,80	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
SM	0,00	16,95	5,0	30	71000	0,30	1,0
ML	5,20	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	1,40	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	13,70	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Sección a analizar: 20+820

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 10,73 m

$\eta_{ponderado}$ 1,21

$$i/D = \eta(0{,}52\frac{Z_o}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_S 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,015 m

$$S_{max} = \frac{V_S}{2.\pi.i} \cong \frac{V_S}{2{,}5.i}$$

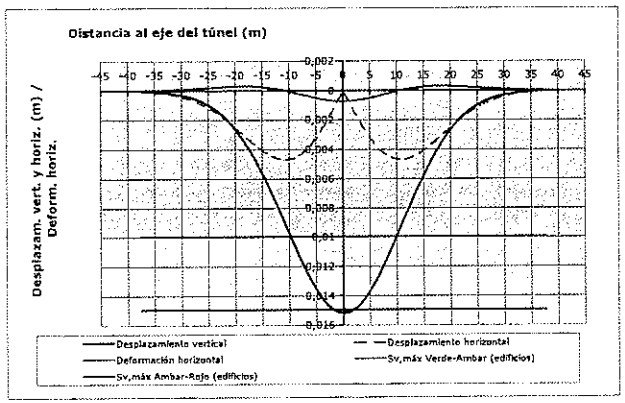
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

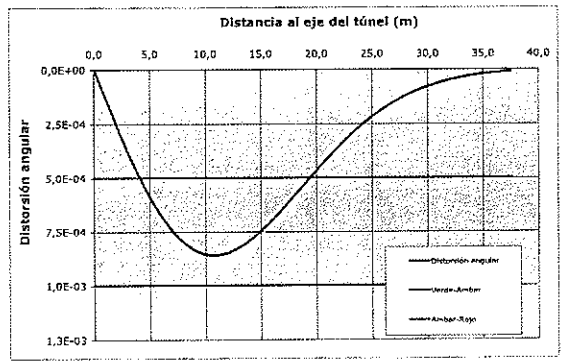
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

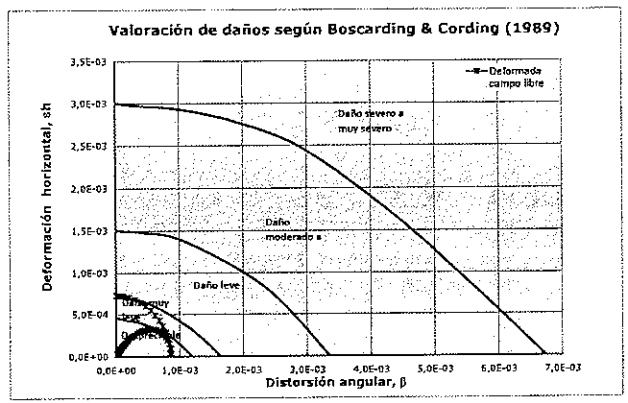
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0047 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_o} \cdot S_v = \frac{i}{z_o} \cdot 0{,}61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	δL/L	ε_h	Daño
Paso superior	-20,8	20,0	15,2	1/1,164	7,20E-04	Leve

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	0,3
MUY LEVE	0,3	17,5
DESPRECIABLE	17,5	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	1,7
AMBAR	1,7	19,4
VERDE	19,4	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	δSv/δL	ε_h (mm)	ε_h (%)
0,0	15,2	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	15,2	1 / 10.108	0,5	0,07%
1,5	15,0	1 / 5.091	1,1	0,07%
2,3	14,9	1 / 3.436	1,6	0,07%
3,0	14,6	1 / 2.621	2,1	0,06%
3,8	14,3	1 / 2.144	2,5	0,06%
4,5	13,9	1 / 1.835	3,0	0,05%
5,3	13,5	1 / 1.624	3,4	0,05%
6,0	13,0	1 / 1.474	3,7	0,04%
6,8	12,5	1 / 1.366	4,0	0,04%
7,5	11,9	1 / 1.288	4,2	0,03%
8,3	11,3	1 / 1.233	4,4	0,02%
9,0	10,7	1 / 1.196	4,6	0,01%
9,8	10,0	1 / 1.173	4,6	0,01%
10,5	9,4	1 / 1.164	4,7	0,00%
11,3	8,8	1 / 1.167	4,7	0,00%
12,0	8,1	1 / 1.180	4,6	-0,01%
12,8	7,5	1 / 1.204	4,5	-0,01%
13,5	6,9	1 / 1.239	4,4	-0,02%
14,3	6,3	1 / 1.285	4,2	-0,02%
15,0	5,7	1 / 1.343	4,1	-0,03%
15,8	5,2	1 / 1.414	3,9	-0,03%
16,5	4,6	1 / 1.500	3,8	-0,03%
17,3	4,2	1 / 1.602	3,4	-0,03%
18,0	3,7	1 / 1.723	3,2	-0,03%
18,8	3,3	1 / 1.865	2,9	-0,03%
19,5	2,9	1 / 2.032	2,7	-0,03%
20,3	2,5	1 / 2.228	2,4	-0,03%
21,0	2,2	1 / 2.458	2,2	-0,03%
21,8	1,9	1 / 2.729	2,0	-0,03%
22,5	1,7	1 / 3.048	1,8	-0,03%
23,3	1,4	1 / 3.426	1,6	-0,03%
24,0	1,2	1 / 3.873	1,4	-0,02%
24,8	1,1	1 / 4.403	1,2	-0,02%
25,5	0,9	1 / 5.036	1,1	-0,02%
26,3	0,8	1 / 5.794	0,9	-0,02%
27,0	0,6	1 / 6.703	0,8	-0,02%
27,8	0,5	1 / 7.799	0,7	-0,01%
28,5	0,4	1 / 9.125	0,6	-0,01%
29,3	0,4	1 / 10.737	0,5	-0,01%
30,0	0,3	1 / 12.705	0,4	-0,01%
30,8	0,2	1 / 15.115	0,4	-0,01%
31,5	0,2	1 / 18.083	0,3	-0,01%
32,3	0,2	1 / 21.752	0,3	-0,01%
33,0	0,1	1 / 26.307	0,2	-0,01%
33,8	0,1	1 / 31.990	0,2	0,00%
34,5	0,1	1 / 39.111	0,1	0,00%
35,3	0,1	1 / 48.074	0,1	0,00%
36,0	0,1	1 / 59.409	0,1	0,00%
36,8	0,0	1 / 73.808	0,1	0,00%
37,5	0,0	1 / 92.187	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13415]

013016

ayesa Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 21,20 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Sección a analizar: *20+830*

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	C'_k (KPa)	Φ'_k (°)	E_{ref} (KPa)	ν_s	n
R	0,90	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
SM	0,00	16,95	5,0	30	71000	0,30	1,0
ML	5,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	1,50	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	13,80	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 10,81 m

$\eta_{ponderado}$ 1,22

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_0}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

$\delta_{máx}$ 0,015 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

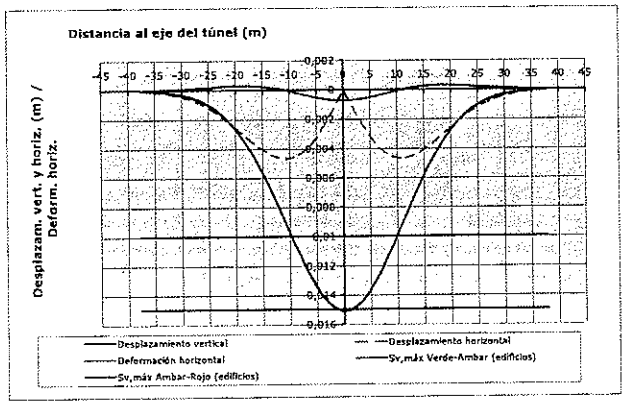
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

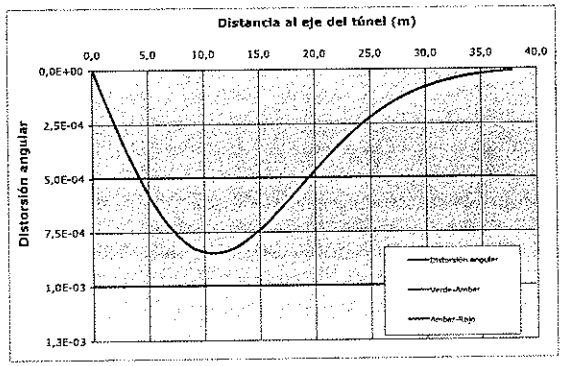
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

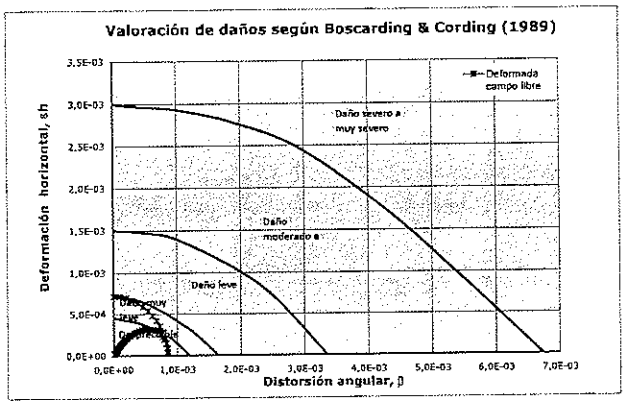
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0047 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_0}\cdot S_i = \frac{i}{z_0}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	22,0	40,8	1,9	1 / 2.770	2,83E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	No hay	No hay
MUY LEVE	0,0	16,9
DESPRECIABLE	16,9	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	1,1
AMBAR	1,1	19,4
VERDE	19,4	∞

Litología en el frente:

Homogéneo (Tipo 2)

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔS/ΔL	ε_h (mm)	ε_h (%)
0,0	15,1	1 / ∞	0,0	0,07%
0,8	15,0	1 / 10.258	0,5	0,07%
1,5	14,9	1 / 5.167	1,1	0,07%
2,3	14,8	1 / 3.487	1,6	0,07%
3,0	14,5	1 / 2.660	2,1	0,06%
3,8	14,2	1 / 2.176	2,5	0,06%
4,5	13,8	1 / 1.863	3,0	0,05%
5,3	13,4	1 / 1.648	3,3	0,05%
6,1	12,9	1 / 1.496	3,7	0,04%
6,8	12,4	1 / 1.387	4,0	0,04%
7,6	11,8	1 / 1.307	4,2	0,03%
8,3	11,2	1 / 1.251	4,4	0,02%
9,1	10,6	1 / 1.213	4,5	0,01%
9,8	10,0	1 / 1.191	4,6	0,01%
10,6	9,3	1 / 1.181	4,7	0,00%
11,3	8,7	1 / 1.184	4,7	0,00%
12,1	8,1	1 / 1.197	4,6	-0,01%
12,9	7,4	1 / 1.222	4,5	-0,01%
13,6	6,8	1 / 1.257	4,4	-0,02%
14,4	6,2	1 / 1.304	4,2	-0,02%
15,1	5,7	1 / 1.363	4,0	-0,03%
15,9	5,1	1 / 1.435	3,8	-0,03%
16,6	4,6	1 / 1.522	3,6	-0,03%
17,4	4,1	1 / 1.626	3,4	-0,03%
18,2	3,7	1 / 1.748	3,1	-0,03%
18,9	3,3	1 / 1.893	2,9	-0,03%
19,7	2,9	1 / 2.062	2,7	-0,03%
20,4	2,5	1 / 2.261	2,4	-0,03%
21,2	2,2	1 / 2.495	2,2	-0,03%
21,9	1,9	1 / 2.770	2,0	-0,03%
22,7	1,7	1 / 3.094	1,8	-0,03%
23,4	1,4	1 / 3.477	1,6	-0,03%
24,2	1,2	1 / 3.930	1,4	-0,02%
25,0	1,0	1 / 4.469	1,2	-0,02%
25,7	0,9	1 / 5.111	1,1	-0,02%
26,5	0,8	1 / 5.880	0,9	-0,02%
27,2	0,6	1 / 6.802	0,8	-0,02%
28,0	0,5	1 / 7.915	0,7	-0,01%
28,7	0,4	1 / 9.261	0,6	-0,01%
29,5	0,4	1 / 10.897	0,5	-0,01%
30,3	0,3	1 / 12.893	0,4	-0,01%
31,0	0,2	1 / 15.340	0,4	-0,01%
31,8	0,2	1 / 18.351	0,3	-0,01%
32,5	0,2	1 / 22.075	0,2	-0,01%
33,3	0,1	1 / 26.698	0,2	-0,01%
34,0	0,1	1 / 32.465	0,2	0,00%
34,8	0,1	1 / 39.691	0,1	0,00%
35,5	0,1	1 / 48.788	0,1	0,00%
36,3	0,1	1 / 60.290	0,1	0,00%
37,1	0,0	1 / 74.904	0,1	0,00%
37,8	0,0	1 / 93.555	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13416]
013017

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Innovation.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: 21+040

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 17,50 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{mh} (KPa)	ν	h
R	0,60	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,90	17,38	8,9	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	5,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	11,70	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,97 m

$\eta_{ponderado}$ 1,29

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} 0,018 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2,5.i}$$

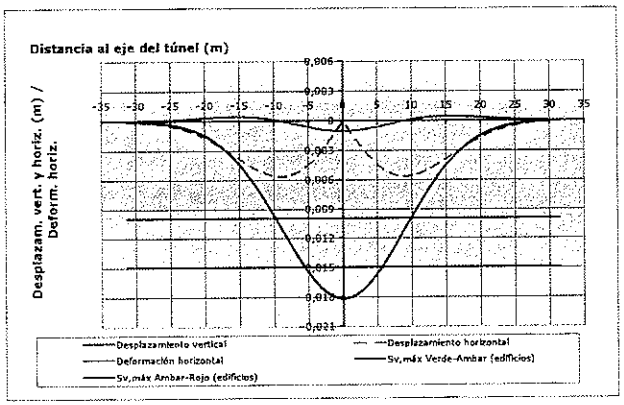
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

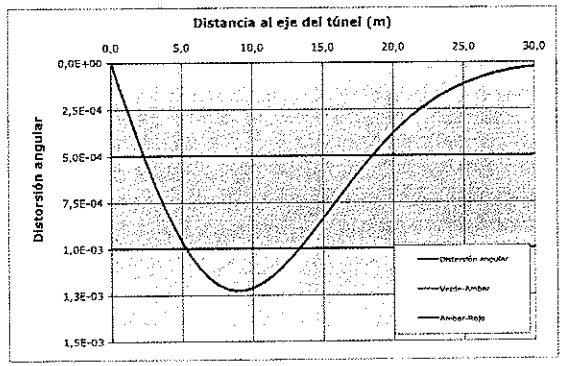
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

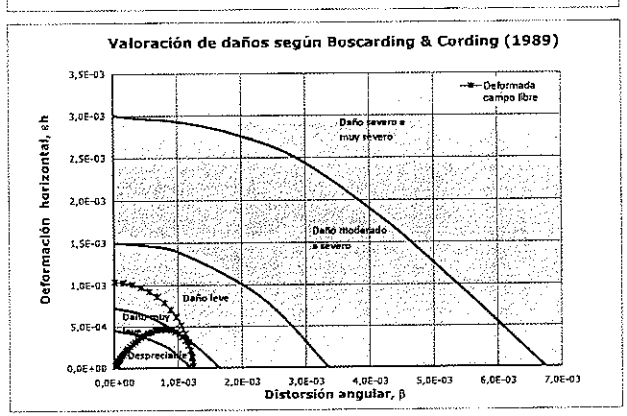
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0057 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o}.S_i = \frac{i}{z_o}.0.61.S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,4	1 / 7.516	1,61E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,8
MUY LEVE	6,8	19,2
DESPRECIABLE	19,2	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,3
AMBAR	13,3	18,5
VERDE	18,5	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔSv/ΔL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,2	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	18,1	1 / 7.075	0,7	0,10%
1,3	18,0	1 / 3.564	1,3	0,10%
1,9	17,8	1 / 2.405	1,9	0,10%
2,5	17,5	1 / 1.835	2,5	0,09%
3,1	17,1	1 / 1.501	3,1	0,09%
3,8	16,6	1 / 1.285	3,6	0,08%
4,4	16,1	1 / 1.137	4,0	0,07%
5,0	15,5	1 / 1.032	4,5	0,06%
5,7	14,9	1 / 956	4,8	0,05%
6,3	14,2	1 / 902	5,1	0,04%
6,9	13,5	1 / 863	5,3	0,03%
7,5	12,8	1 / 837	5,5	0,02%
8,2	12,0	1 / 821	5,6	0,01%
8,8	11,2	1 / 815	5,6	0,00%
9,4	10,5	1 / 817	5,6	-0,01%
10,1	9,7	1 / 826	5,6	-0,01%
10,7	8,9	1 / 843	5,5	-0,02%
11,3	8,2	1 / 867	5,3	-0,03%
11,9	7,5	1 / 900	5,1	-0,03%
12,6	6,8	1 / 940	4,9	-0,04%
13,2	6,2	1 / 990	4,6	-0,04%
13,8	5,5	1 / 1.050	4,4	-0,04%
14,4	5,0	1 / 1.122	4,1	-0,05%
15,1	4,4	1 / 1.206	3,8	-0,05%
15,7	3,9	1 / 1.305	3,5	-0,05%
16,3	3,5	1 / 1.422	3,2	-0,05%
17,0	3,0	1 / 1.560	3,0	-0,04%
17,6	2,7	1 / 1.721	2,7	-0,04%
18,2	2,3	1 / 1.910	2,4	-0,04%
18,8	2,0	1 / 2.134	2,2	-0,04%
19,5	1,7	1 / 2.398	1,9	-0,04%
20,1	1,5	1 / 2.711	1,7	-0,03%
20,7	1,3	1 / 3.082	1,5	-0,03%
21,4	1,1	1 / 3.525	1,3	-0,03%
22,0	0,9	1 / 4.056	1,1	-0,03%
22,6	0,8	1 / 4.692	1,0	-0,02%
23,2	0,6	1 / 5.459	0,8	-0,02%
23,9	0,5	1 / 6.388	0,7	-0,02%
24,5	0,4	1 / 7.516	0,6	-0,02%
25,1	0,4	1 / 8.893	0,5	-0,01%
25,8	0,3	1 / 10.581	0,4	-0,01%
26,4	0,2	1 / 12.658	0,4	-0,01%
27,0	0,2	1 / 15.226	0,3	-0,01%
27,6	0,2	1 / 18.415	0,2	-0,01%
28,3	0,1	1 / 22.393	0,2	-0,01%
28,9	0,1	1 / 27.378	0,2	-0,01%
29,5	0,1	1 / 33.652	0,1	0,00%
30,2	0,1	1 / 41.586	0,1	0,00%
30,8	0,1	1 / 51.666	0,1	0,00%
31,4	0,0	1 / 64.531	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13417]
013018

ayesa Engineering. information. innovation.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 17,40 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Sección a analizar: *2X+060*

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ (°)	E_{mod} (KPa)	ν	n
R	0,80	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	5,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	11,40	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,88 m

$\eta_{dependiendo}$ 1,29

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,018 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

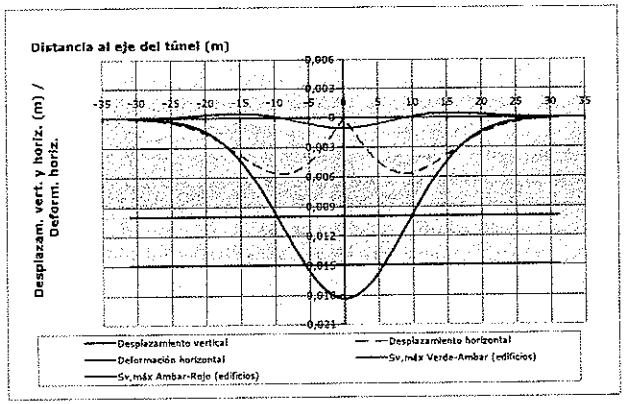
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

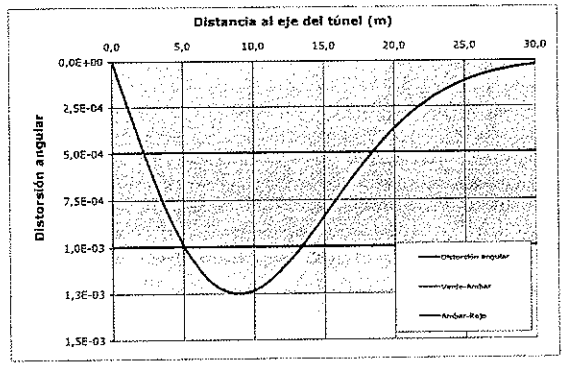
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

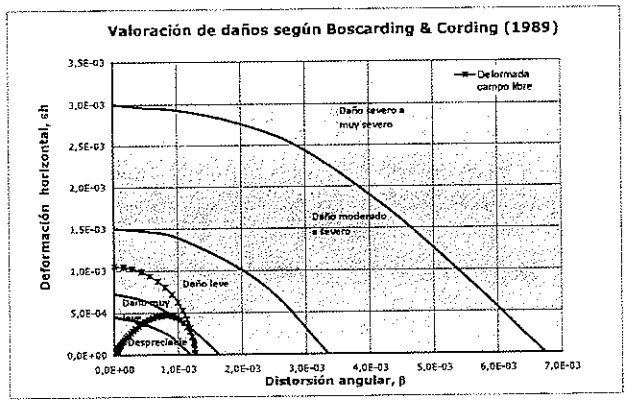
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0057 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o}\cdot S_v = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{v,max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	22,0	40,0	0,9	1 / 3.973	2,62E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	13,9
MUY LEVE	13,9	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,4
AMBAR	13,4	18,4
VERDE	18,4	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:

Homogéneo — Dpto. 1

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	Sh (mm)	εh (%)
0,0	18,3	1 / ∞	0,0	0,11%
0,6	18,3	1 / 6.932	0,7	0,10%
1,2	18,2	1 / 3.492	1,3	0,10%
1,9	17,9	1 / 2.356	1,9	0,10%
2,5	17,6	1 / 1.798	2,5	0,09%
3,1	17,3	1 / 1.470	3,1	0,09%
3,7	16,8	1 / 1.259	3,6	0,08%
4,4	16,3	1 / 1.114	4,1	0,07%
5,0	15,7	1 / 1.011	4,5	0,06%
5,6	15,0	1 / 937	4,8	0,05%
6,2	14,4	1 / 884	5,1	0,04%
6,8	13,8	1 / 846	5,4	0,03%
7,5	12,9	1 / 820	5,5	0,02%
8,1	12,1	1 / 805	5,6	0,01%
8,7	11,4	1 / 798	5,7	0,00%
9,3	10,6	1 / 800	5,7	-0,01%
9,9	9,8	1 / 809	5,6	-0,01%
10,6	9,0	1 / 826	5,5	-0,02%
11,2	8,3	1 / 850	5,3	-0,03%
11,8	7,6	1 / 881	5,1	-0,03%
12,4	6,9	1 / 921	4,9	-0,04%
13,1	6,2	1 / 970	4,7	-0,04%
13,7	5,6	1 / 1.029	4,4	-0,04%
14,3	5,0	1 / 1.099	4,1	-0,05%
14,9	4,5	1 / 1.182	3,8	-0,05%
15,5	4,0	1 / 1.279	3,5	-0,05%
16,2	3,5	1 / 1.394	3,3	-0,05%
16,8	3,1	1 / 1.528	3,0	-0,05%
17,4	2,7	1 / 1.686	2,7	-0,04%
18,0	2,3	1 / 1.872	2,4	-0,04%
18,7	2,0	1 / 2.091	2,2	-0,04%
19,3	1,7	1 / 2.349	1,9	-0,04%
19,9	1,5	1 / 2.656	1,7	-0,03%
20,5	1,3	1 / 3.020	1,5	-0,03%
21,1	1,1	1 / 3.454	1,3	-0,03%
21,8	0,9	1 / 3.973	1,1	-0,03%
22,4	0,8	1 / 4.597	1,0	-0,02%
23,0	0,6	1 / 5.349	0,8	-0,02%
23,6	0,5	1 / 6.258	0,7	-0,02%
24,2	0,4	1 / 7.364	0,6	-0,02%
24,9	0,4	1 / 8.713	0,5	-0,01%
25,5	0,3	1 / 10.367	0,4	-0,01%
26,1	0,2	1 / 12.402	0,4	-0,01%
26,7	0,2	1 / 14.918	0,3	-0,01%
27,4	0,2	1 / 18.043	0,3	-0,01%
28,0	0,1	1 / 21.940	0,2	-0,01%
28,6	0,1	1 / 26.824	0,2	-0,01%
29,2	0,1	1 / 32.971	0,1	0,00%
29,8	0,1	1 / 40.745	0,1	0,00%
30,5	0,1	1 / 50.620	0,1	0,00%
31,1	0,0	1 / 63.225	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13418]
013719

ESTUDIO DEFINITIVD DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Innovation.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 15,40 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{ave} (KPa)	ν	η
R	0,50	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	1,00	17,38	5,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	3,50	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	10,40	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 7,45 m

$\eta_{ponderado}$ 1,27

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo preflada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

$\delta_{máx}$ 0,022 m

$$S_{máx} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} = \frac{V_s}{2.5\,i}$$

Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

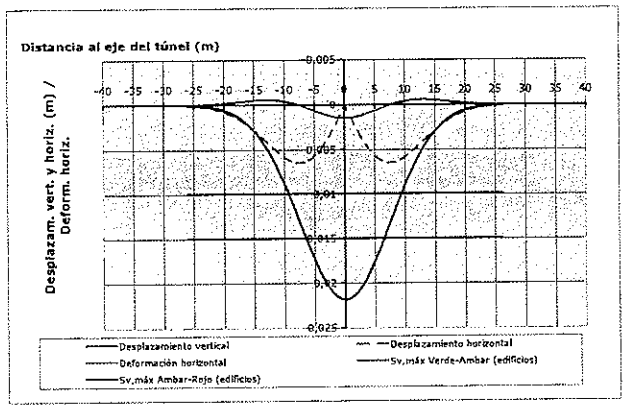
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

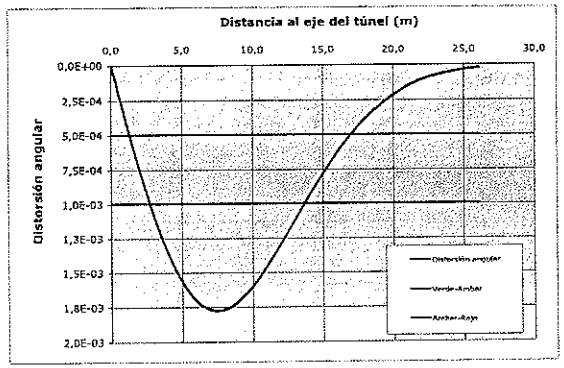
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0065 m

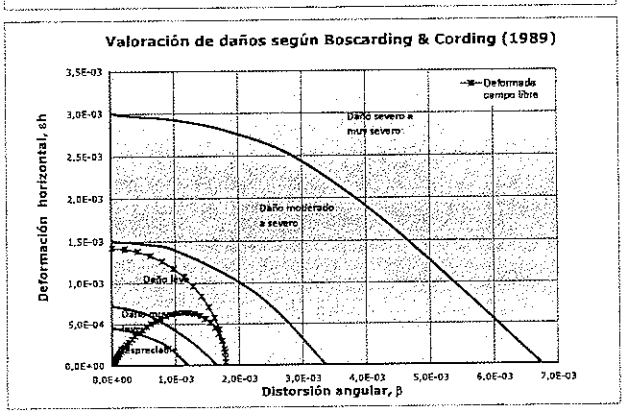
$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o}\cdot S_1 = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)

Sección a analizar: *21+380*







Litología en el frente:
Hormagéneo

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	21,9	1 / ∞	0,0	0,14%
0,5	21,8	1 / 4.882	0,7	0,14%
1,0	21,7	1 / 2.459	1,5	0,14%
1,6	21,4	1 / 1.660	2,2	0,13%
2,1	21,0	1 / 1.266	2,8	0,13%
2,6	20,6	1 / 1.036	3,5	0,12%
3,1	20,0	1 / 887	4,1	0,11%
3,7	19,4	1 / 785	4,6	0,10%
4,2	18,7	1 / 712	5,1	0,08%
4,7	17,9	1 / 660	5,5	0,07%
5,2	17,1	1 / 622	5,8	0,06%
5,7	16,3	1 / 596	6,1	0,04%
6,3	15,4	1 / 576	6,2	0,03%
6,8	14,5	1 / 567	6,4	0,02%
7,3	13,5	1 / 562	6,4	0,00%
7,8	12,6	1 / 563	6,4	-0,01%
8,3	11,7	1 / 570	6,3	-0,02%
8,9	10,8	1 / 582	6,2	-0,03%
9,4	9,9	1 / 598	6,0	-0,04%
9,9	9,0	1 / 621	5,8	-0,05%
10,4	8,2	1 / 649	5,6	-0,05%
11,0	7,4	1 / 683	5,3	-0,06%
11,5	6,7	1 / 725	5,0	-0,06%
12,0	6,0	1 / 774	4,7	-0,06%
12,5	5,3	1 / 832	4,3	-0,06%
13,0	4,7	1 / 901	4,0	-0,06%
13,6	4,2	1 / 981	3,7	-0,06%
14,1	3,7	1 / 1.076	3,4	-0,06%
14,6	3,2	1 / 1.187	3,0	-0,06%
15,1	2,8	1 / 1.318	2,7	-0,06%
15,7	2,4	1 / 1.472	2,5	-0,05%
16,2	2,1	1 / 1.655	2,2	-0,05%
16,7	1,8	1 / 1.871	1,9	-0,05%
17,2	1,5	1 / 2.127	1,7	-0,04%
17,7	1,3	1 / 2.433	1,5	-0,04%
18,3	1,1	1 / 2.798	1,3	-0,04%
18,8	0,9	1 / 3.238	1,1	-0,03%
19,3	0,8	1 / 3.767	1,0	-0,03%
19,8	0,6	1 / 4.408	0,8	-0,03%
20,4	0,5	1 / 5.186	0,7	-0,02%
20,9	0,4	1 / 6.137	0,6	-0,02%
21,4	0,4	1 / 7.301	0,5	-0,02%
21,9	0,3	1 / 8.735	0,4	-0,01%
22,4	0,2	1 / 10.507	0,3	-0,01%
23,0	0,2	1 / 12.707	0,3	-0,01%
23,5	0,2	1 / 15.452	0,2	-0,01%
24,0	0,1	1 / 18.892	0,2	-0,01%
24,5	0,1	1 / 23.221	0,2	-0,01%
25,0	0,1	1 / 28.696	0,1	-0,01%
25,6	0,1	1 / 35.651	0,1	0,00%
26,1	0,0	1 / 44.529	0,1	0,00%

RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	22,0	40,8	0,3	1 / 8.735	1,44E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,3
MUY LEVE	15,3	17,8
DESPRECIABLE	17,8	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,7
AMBAR	13,7	17,0
VERDE	17,0	∞

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13419]
013020

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering, Information, Implementation

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 16,90 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{ave} (KPa)	ν	η
R	1,40	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,40	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	3,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	11,00	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 7,82 m

$\eta_{ponderado}$ 1,27

$$i / D = \eta(0.52 \frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,021 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi} i} \cong \frac{V_s}{2.5 i}$$

Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

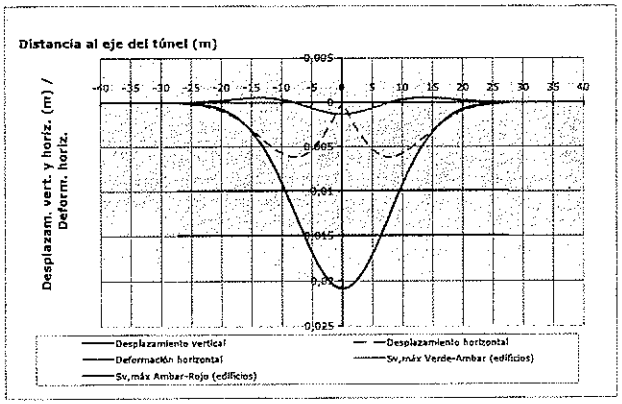
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

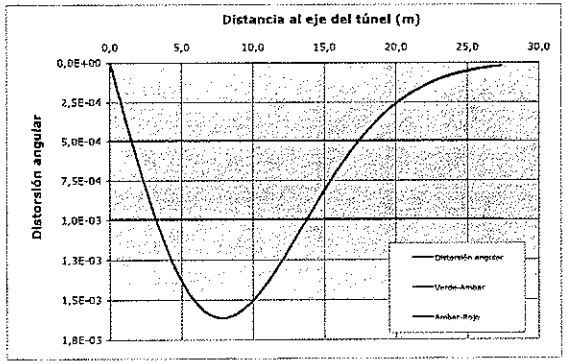
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0062 m

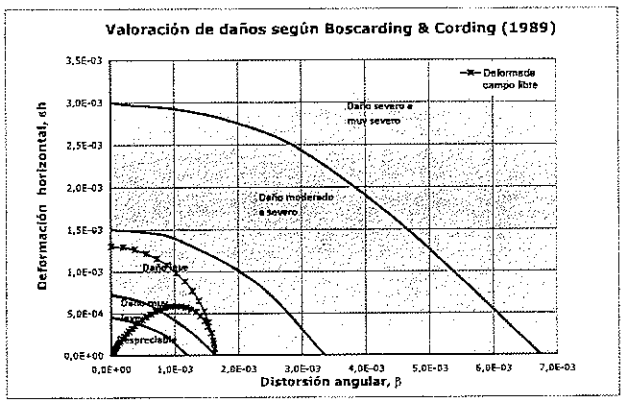
$$S_{x,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_v = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{v,max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)

Sección a analizar: 21+420







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	AL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,1	1 / 17.018	8,14E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,4
MUY LEVE	15,4	18,2
DESPRECIABLE	18,2	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,7
AMBAR	13,7	17,4
VERDE	17,4	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v / \Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	20,8	1 / ∞	0,0	0,13%
0,5	20,8	1 / 5.377	0,7	0,13%
1,1	20,6	1 / 2.708	1,4	0,13%
1,6	20,4	1 / 1.828	2,1	0,12%
2,2	20,0	1 / 1.395	2,7	0,12%
2,7	19,6	1 / 1.141	3,4	0,11%
3,3	19,1	1 / 976	3,9	0,10%
3,8	18,5	1 / 864	4,4	0,09%
4,4	17,8	1 / 784	4,9	0,08%
4,9	17,1	1 / 727	5,3	0,06%
5,5	16,3	1 / 685	5,6	0,05%
6,0	15,5	1 / 656	5,8	0,04%
6,6	14,6	1 / 636	6,0	0,03%
7,1	13,8	1 / 624	6,1	0,01%
7,7	12,9	1 / 619	6,2	0,00%
8,2	12,0	1 / 621	6,2	-0,01%
8,8	11,1	1 / 628	6,1	-0,02%
9,3	10,3	1 / 641	6,0	-0,03%
9,9	9,4	1 / 659	5,8	-0,03%
10,4	8,6	1 / 684	5,6	-0,04%
11,0	7,8	1 / 715	5,4	-0,05%
11,5	7,1	1 / 752	5,1	-0,05%
12,0	6,4	1 / 798	4,8	-0,05%
12,6	5,7	1 / 852	4,5	-0,05%
13,1	5,1	1 / 916	4,2	-0,05%
13,7	4,5	1 / 992	3,9	-0,05%
14,2	4,0	1 / 1.081	3,5	-0,05%
14,8	3,5	1 / 1.185	3,2	-0,05%
15,3	3,1	1 / 1.308	2,9	-0,05%
15,9	2,7	1 / 1.452	2,6	-0,05%
16,4	2,3	1 / 1.622	2,4	-0,05%
17,0	2,0	1 / 1.822	2,1	-0,05%
17,5	1,7	1 / 2.060	1,9	-0,04%
18,1	1,4	1 / 2.342	1,6	-0,04%
18,6	1,2	1 / 2.679	1,4	-0,04%
19,2	1,0	1 / 3.082	1,2	-0,03%
19,7	0,9	1 / 3.566	1,1	-0,03%
20,3	0,7	1 / 4.149	0,9	-0,03%
20,8	0,6	1 / 4.854	0,8	-0,02%
21,4	0,5	1 / 5.712	0,7	-0,02%
21,9	0,4	1 / 6.758	0,6	-0,02%
22,5	0,3	1 / 8.041	0,5	-0,02%
23,0	0,3	1 / 9.619	0,4	-0,01%
23,5	0,2	1 / 11.571	0,3	-0,01%
24,1	0,2	1 / 13.995	0,3	-0,01%
24,6	0,1	1 / 17.018	0,2	-0,01%
25,2	0,1	1 / 20.805	0,2	-0,01%
25,7	0,1	1 / 25.574	0,1	-0,01%
26,3	0,1	1 / 31.603	0,1	0,00%
26,8	0,1	1 / 39.263	0,1	0,00%
27,4	0,0	1 / 49.040	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13420]

013021

ayesa Engineering, Information, Innovation.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 16,10 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Sección a analizar: *21+580*

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{mob} (KPa)	ν	η
R	1,50	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	2,20	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-ST	14,40	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 9,27 m

$\eta_{ponderado}$ 1,28

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max}: 0,018 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

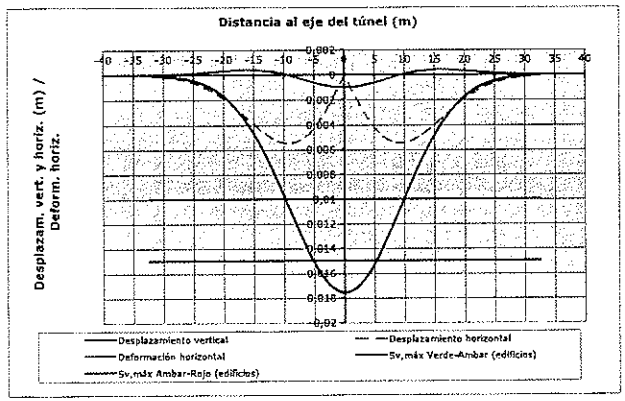
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

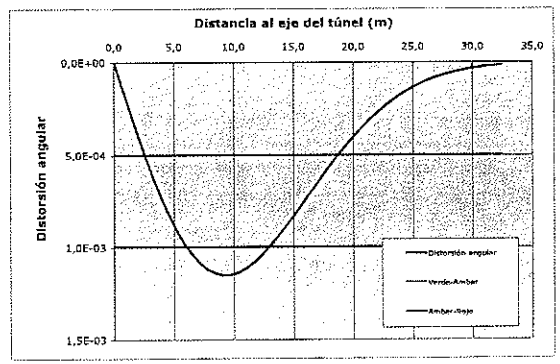
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

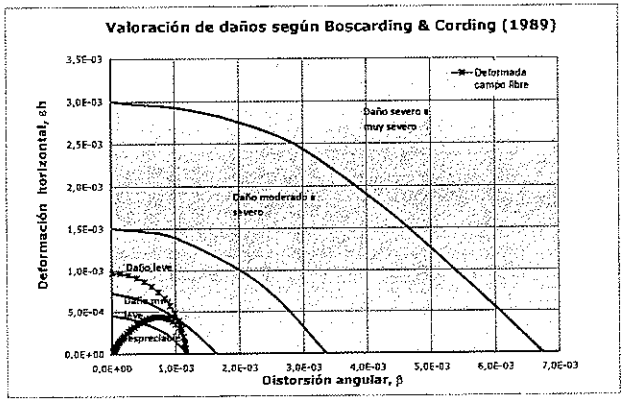
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max}: 0,0055 m

$$S_{hmax} = \frac{i}{z_o}\cdot S_v = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







Litología en el frente:

Homogéneo: Qp-gT

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	Sh (mm)	ε_h (%)
0,0	17,6	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	17,5	1 / 7.551	0,6	0,10%
1,3	17,4	1 / 3.803	1,2	0,09%
1,9	17,2	1 / 2.567	1,8	0,09%
2,6	16,9	1 / 1.958	2,4	0,09%
3,2	16,5	1 / 1.602	3,0	0,08%
3,9	16,1	1 / 1.371	3,5	0,07%
4,5	15,6	1 / 1.213	3,9	0,07%
5,2	15,0	1 / 1.101	4,3	0,06%
5,8	14,4	1 / 1.021	4,7	0,05%
6,5	13,8	1 / 962	4,9	0,04%
7,1	13,1	1 / 921	5,2	0,03%
7,8	12,4	1 / 893	5,3	0,02%
8,4	11,6	1 / 877	5,4	0,01%
9,1	10,9	1 / 870	5,5	0,00%
9,7	10,1	1 / 871	5,4	-0,01%
10,4	9,4	1 / 881	5,4	-0,01%
11,0	8,7	1 / 899	5,3	-0,02%
11,7	7,9	1 / 926	5,1	-0,03%
12,3	7,3	1 / 960	4,9	-0,03%
13,0	6,6	1 / 1.003	4,7	-0,03%
13,6	6,0	1 / 1.057	4,5	-0,04%
14,3	5,4	1 / 1.121	4,2	-0,04%
14,9	4,8	1 / 1.197	4,0	-0,04%
15,6	4,3	1 / 1.287	3,7	-0,04%
16,2	3,8	1 / 1.393	3,4	-0,04%
16,9	3,4	1 / 1.518	3,1	-0,04%
17,5	2,9	1 / 1.664	2,9	-0,04%
18,2	2,6	1 / 1.836	2,6	-0,04%
18,8	2,2	1 / 2.039	2,3	-0,04%
19,5	1,9	1 / 2.277	2,1	-0,04%
20,1	1,7	1 / 2.559	1,9	-0,03%
20,8	1,4	1 / 2.893	1,6	-0,03%
21,4	1,2	1 / 3.289	1,4	-0,03%
22,1	1,0	1 / 3.762	1,3	-0,03%
22,7	0,9	1 / 4.328	1,1	-0,03%
23,4	0,7	1 / 5.007	0,9	-0,02%
24,0	0,6	1 / 5.826	0,8	-0,02%
24,7	0,5	1 / 6.817	0,7	-0,02%
25,3	0,4	1 / 8.021	0,6	-0,02%
26,0	0,3	1 / 9.491	0,5	-0,01%
26,6	0,3	1 / 11.291	0,4	-0,01%
27,3	0,2	1 / 13.508	0,4	-0,01%
27,9	0,2	1 / 16.249	0,3	-0,01%
28,6	0,2	1 / 19.652	0,2	-0,01%
29,2	0,1	1 / 23.897	0,2	-0,01%
29,9	0,1	1 / 29.216	0,2	-0,01%
30,5	0,1	1 / 35.912	0,1	0,00%
31,1	0,1	1 / 44.379	0,1	0,00%
31,8	0,0	1 / 55.136	0,1	0,00%
32,4	0,0	1 / 68.865	0,1	0,00%

RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	22,0	40,0	1,2	1 / 3.289	2,92E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,4
MUY LEVE	6,4	19,3
DESPRECIABLE	19,3	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	12,9
AMBAR	12,9	18,7
VERDE	18,7	∞

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13421]

013922

ayesa Engineering. Information. Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 18,90 m
Diámetro del túnel, D: 10,20 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	$E_{mód}$ (KPa)	ν	η
R	1,20	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	2,60	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	15,10	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 9,85 m

$i_{Pendiente}$ 1,28

$$i / D = \eta (0.52 \frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

$S_{máx}$ 0,017 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

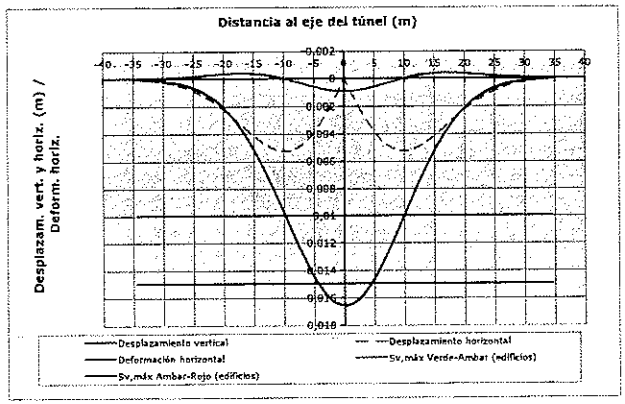
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

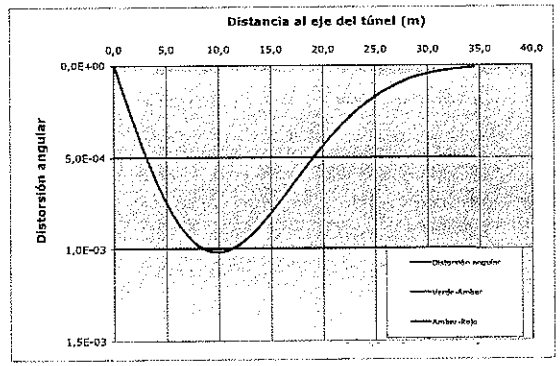
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$: 0,0053 m

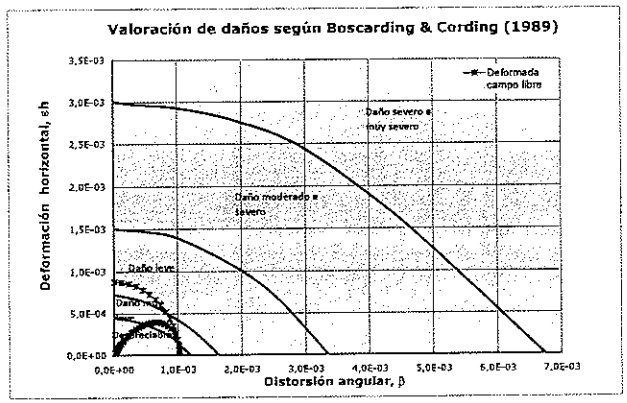
$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)

Sección a analizar: *21+680*







Litología en el frente:

Homogéneo

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv / ΔL	Ui máx (mm)	εh (%)
0,0	16,6	1 / ∞	0,0	0,09%
0,7	16,5	1 / 8.517	0,6	0,09%
1,4	16,4	1 / 4.280	1,2	0,09%
2,1	16,2	1 / 2.895	1,8	0,08%
2,8	15,9	1 / 2.209	2,3	0,08%
3,4	15,6	1 / 1.806	2,8	0,07%
4,1	15,2	1 / 1.547	3,3	0,07%
4,8	14,7	1 / 1.368	3,7	0,05%
5,5	14,2	1 / 1.242	4,1	0,05%
6,2	13,6	1 / 1.151	4,5	0,04%
6,9	13,0	1 / 1.085	4,7	0,03%
7,6	12,3	1 / 1.039	4,9	0,03%
8,3	11,6	1 / 1.007	5,1	0,02%
9,0	10,9	1 / 989	5,2	0,01%
9,6	10,2	1 / 981	5,2	0,00%
10,3	9,5	1 / 983	5,2	-0,01%
11,0	8,8	1 / 994	5,2	-0,01%
11,7	8,2	1 / 1.014	5,1	-0,02%
12,4	7,5	1 / 1.044	4,9	-0,02%
13,1	6,8	1 / 1.083	4,7	-0,03%
13,8	6,2	1 / 1.132	4,5	-0,03%
14,5	5,6	1 / 1.192	4,3	-0,03%
15,2	5,1	1 / 1.264	4,1	-0,04%
15,9	4,5	1 / 1.350	3,8	-0,04%
16,5	4,0	1 / 1.452	3,5	-0,04%
17,2	3,6	1 / 1.571	3,3	-0,04%
17,9	3,2	1 / 1.712	3,0	-0,04%
18,6	2,8	1 / 1.877	2,7	-0,04%
19,3	2,4	1 / 2.071	2,5	-0,04%
20,0	2,1	1 / 2.300	2,2	-0,03%
20,7	1,8	1 / 2.569	2,0	-0,03%
21,4	1,6	1 / 2.886	1,8	-0,03%
22,1	1,3	1 / 3.263	1,6	-0,03%
22,7	1,1	1 / 3.710	1,4	-0,03%
23,4	1,0	1 / 4.244	1,2	-0,02%
24,1	0,8	1 / 4.882	1,1	-0,02%
24,8	0,7	1 / 5.648	0,9	-0,02%
25,5	0,6	1 / 6.571	0,8	-0,02%
26,2	0,5	1 / 7.689	0,7	-0,02%
26,9	0,4	1 / 9.047	0,6	-0,01%
27,6	0,3	1 / 10.705	0,5	-0,01%
28,3	0,3	1 / 12.736	0,4	-0,01%
28,9	0,2	1 / 15.236	0,3	-0,01%
29,6	0,2	1 / 18.328	0,3	-0,01%
30,3	0,1	1 / 22.166	0,2	-0,01%
31,0	0,1	1 / 26.954	0,2	0,00%
31,7	0,1	1 / 32.954	0,2	0,00%
32,4	0,1	1 / 40.506	0,1	0,00%
33,1	0,1	1 / 50.057	0,1	0,00%
33,8	0,0	1 / 62.190	0,1	0,00%
34,5	0,0	1 / 77.675	0,1	0,00%

RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	20,0	40,0	2,1	1 / 2.300	3,48E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	5,5
MUY LEVE	5,5	19,3
DESPRECIABLE	19,3	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	11,2
AMBAR	11,2	19,1
VERDE	19,1	∞

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13422]
013023

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa — Engineering, Information, Integration

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *21+980*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 17,80 m
Diámetro del túnel, D 10,20 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (kN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{ref} (KPa)	ν'	η
R	1,90	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	3,60	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	12,30	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 9,02 m

$\eta_{ponderado}$ 1,27

$$i / D = \eta (0.52 \frac{Z_0}{D} - 0.28)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} 0,018 m

$$s_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi} \cdot i} = \frac{V_s}{2,5 \cdot i}$$

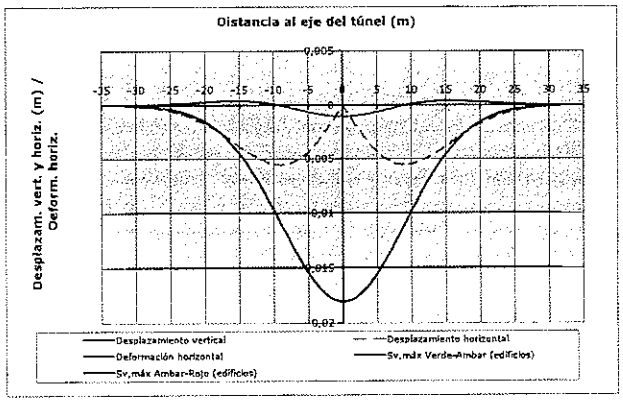
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

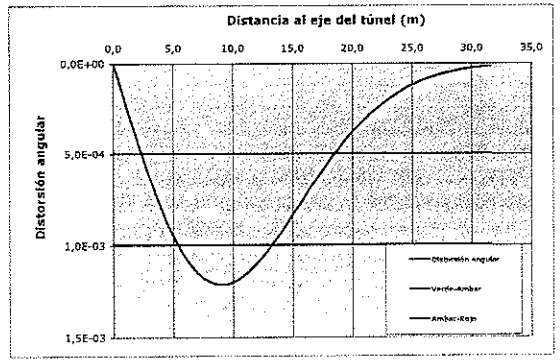
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

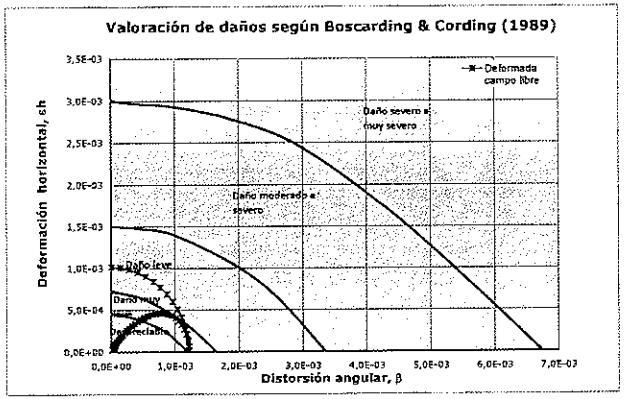
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0056 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_0} \cdot S_i = \frac{i}{z_0} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	20,0	40,0	1,7	1 / 2.423	3,57E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,7
MUY LEVE	6,7	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,3
ÁMBAR	13,3	18,5
VERDE	18,5	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v / \Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,1	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	18,0	1 / 7.149	0,6	0,10%
1,3	17,9	1 / 3.601	1,3	0,10%
1,9	17,7	1 / 2.430	1,9	0,09%
2,5	17,4	1 / 1.834	2,5	0,09%
3,2	17,0	1 / 1.516	3,0	0,08%
3,8	16,5	1 / 1.298	3,5	0,08%
4,4	16,0	1 / 1.149	4,0	0,07%
5,1	15,4	1 / 1.043	4,4	0,06%
5,7	14,8	1 / 966	4,7	0,05%
6,3	14,1	1 / 911	5,0	0,04%
6,9	13,4	1 / 872	5,2	0,03%
7,6	12,7	1 / 846	5,4	0,02%
8,2	11,9	1 / 830	5,5	0,01%
8,8	11,2	1 / 823	5,6	0,00%
9,5	10,4	1 / 825	5,5	-0,01%
10,1	9,7	1 / 835	5,5	-0,01%
10,7	8,9	1 / 852	5,4	-0,02%
11,4	8,2	1 / 876	5,2	-0,03%
12,0	7,5	1 / 909	5,0	-0,03%
12,6	6,8	1 / 950	4,8	-0,04%
13,3	6,1	1 / 1.000	4,6	-0,04%
13,9	5,5	1 / 1.061	4,3	-0,04%
14,5	4,9	1 / 1.133	4,0	-0,04%
15,2	4,4	1 / 1.219	3,8	-0,05%
15,8	3,9	1 / 1.319	3,5	-0,05%
16,4	3,4	1 / 1.437	3,2	-0,04%
17,0	3,0	1 / 1.576	2,9	-0,04%
17,7	2,6	1 / 1.735	2,6	-0,04%
18,3	2,3	1 / 1.930	2,4	-0,04%
18,9	2,0	1 / 2.156	2,1	-0,04%
19,6	1,7	1 / 2.423	1,9	-0,04%
20,2	1,5	1 / 2.739	1,7	-0,03%
20,8	1,3	1 / 3.114	1,5	-0,03%
21,5	1,1	1 / 3.562	1,3	-0,03%
22,1	0,9	1 / 4.098	1,1	-0,03%
22,7	0,8	1 / 4.741	1,0	-0,02%
23,4	0,6	1 / 5.516	0,8	-0,02%
24,0	0,5	1 / 6.454	0,7	-0,02%
24,6	0,4	1 / 7.594	0,6	-0,02%
25,3	0,4	1 / 8.986	0,5	-0,01%
25,9	0,3	1 / 10.691	0,4	-0,01%
26,5	0,2	1 / 12.790	0,4	-0,01%
27,2	0,2	1 / 15.385	0,3	-0,01%
27,8	0,2	1 / 18.607	0,2	-0,01%
28,4	0,1	1 / 22.626	0,2	-0,01%
29,0	0,1	1 / 27.663	0,2	-0,01%
29,7	0,1	1 / 34.002	0,1	0,00%
30,3	0,1	1 / 42.019	0,1	0,00%
30,9	0,1	1 / 52.204	0,1	0,00%
31,6	0,0	1 / 65.203	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13423]

013024

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 17,50 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Sección a analizar: 22+000

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c (KPa)	φ' (°)	E_{50} (KPa)	ν	η
R	1,50	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	3,80	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	12,20	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 8,87 m

$\eta_{ponderado}$: 1,27

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max}: 0,018 m

$$S_{max} \cong \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

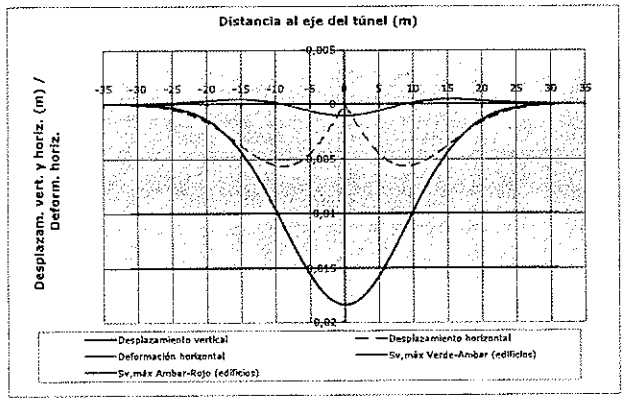
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

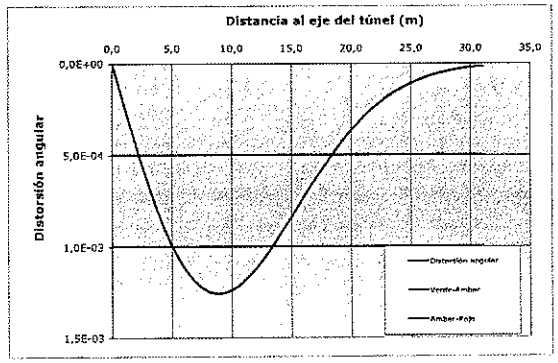
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

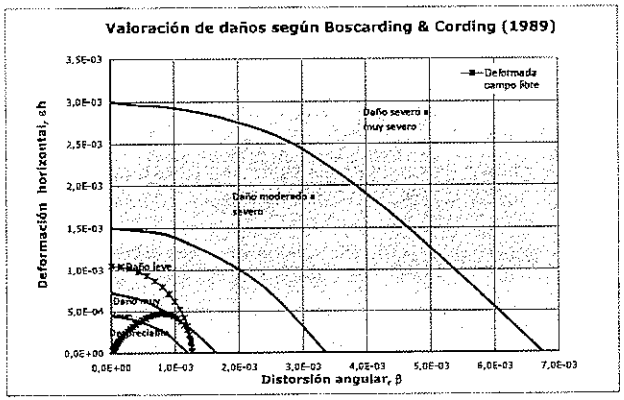
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$: 0,0057 m

$$S_{x_{max}} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificacion	20,0	40,0	1,5	1 / 2.646	3,43E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	13,9
MUY LEVE	13,9	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,4
AMBAR	13,4	18,4
VERDE	18,4	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:

Homogéneo — GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔL / L	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,4	1 / ∞	0,0	0,11%
0,6	18,3	1 / 6.907	0,7	0,10%
1,2	18,2	1 / 3.479	1,3	0,10%
1,9	18,0	1 / 2.348	1,9	0,10%
2,5	17,7	1 / 1.791	2,5	0,09%
3,1	17,3	1 / 1.465	3,1	0,09%
3,7	16,8	1 / 1.254	3,6	0,08%
4,3	16,3	1 / 1.110	4,0	0,07%
5,0	15,7	1 / 1.007	4,5	0,06%
5,6	15,1	1 / 934	4,8	0,05%
6,2	14,4	1 / 880	5,1	0,04%
6,8	13,7	1 / 843	5,3	0,03%
7,4	12,9	1 / 817	5,5	0,02%
8,1	12,2	1 / 802	5,6	0,01%
8,7	11,4	1 / 796	5,6	0,00%
9,3	10,6	1 / 797	5,6	-0,01%
9,9	9,8	1 / 806	5,6	-0,01%
10,6	9,1	1 / 823	5,5	-0,02%
11,2	8,3	1 / 847	5,3	-0,03%
11,8	7,6	1 / 878	5,1	-0,03%
12,4	6,9	1 / 918	4,9	-0,04%
13,0	6,2	1 / 967	4,6	-0,04%
13,7	5,6	1 / 1.025	4,4	-0,04%
14,3	5,0	1 / 1.095	4,1	-0,05%
14,9	4,5	1 / 1.177	3,8	-0,05%
15,5	4,0	1 / 1.274	3,5	-0,05%
16,1	3,5	1 / 1.388	3,2	-0,05%
16,8	3,1	1 / 1.522	3,0	-0,05%
17,4	2,7	1 / 1.680	2,7	-0,04%
18,0	2,3	1 / 1.865	2,4	-0,04%
18,6	2,0	1 / 2.083	2,2	-0,04%
19,2	1,7	1 / 2.341	1,9	-0,04%
19,9	1,5	1 / 2.646	1,7	-0,03%
20,5	1,3	1 / 3.009	1,5	-0,03%
21,1	1,1	1 / 3.442	1,3	-0,03%
21,7	0,9	1 / 3.959	1,1	-0,03%
22,3	0,8	1 / 4.580	1,0	-0,02%
23,0	0,6	1 / 5.329	0,8	-0,02%
23,6	0,5	1 / 6.236	0,7	-0,02%
24,2	0,4	1 / 7.337	0,6	-0,02%
24,8	0,4	1 / 8.682	0,5	-0,01%
25,4	0,3	1 / 10.329	0,4	-0,01%
26,1	0,2	1 / 12.357	0,4	-0,01%
26,7	0,2	1 / 14.864	0,3	-0,01%
27,3	0,2	1 / 17.977	0,2	-0,01%
27,9	0,1	1 / 21.861	0,2	-0,01%
28,6	0,1	1 / 26.727	0,2	-0,01%
29,2	0,1	1 / 32.852	0,1	0,00%
29,8	0,1	1 / 40.597	0,1	0,00%
30,4	0,1	1 / 50.438	0,1	0,00%
31,0	0,0	1 / 62.997	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13424]

013025

ayesa Engineering, Information, Integration

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 15,20 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	C' (KPa)	φ' (°)	E_{mdo} (KPa)	ν_s	n
R	1,60	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
GP-S s	3,80	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S T	9,80	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 7,31 m

$\eta_{ponderado}$ 1,27

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

$\delta_{máx}$ 0,022 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

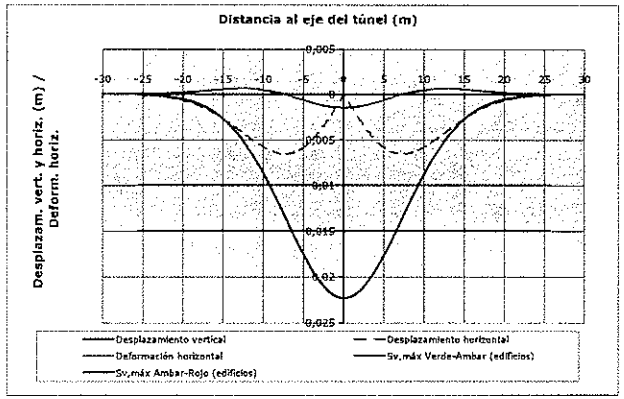
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

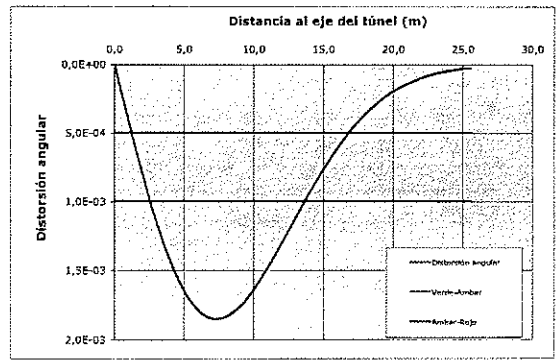
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0065 m

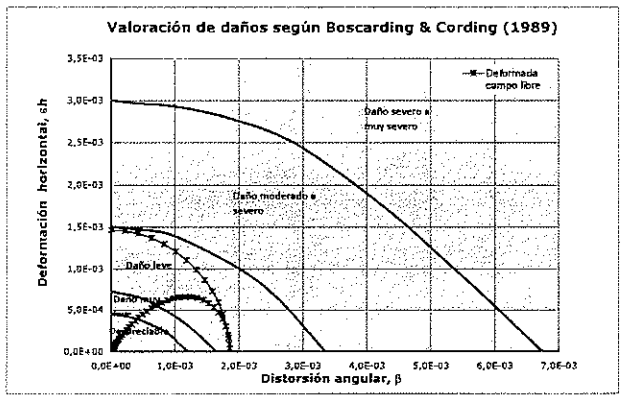
$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o}\cdot S_v = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O 'Reilly & New (1982)

Sección a analizar: *22+160*







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	Δi/L	ε_h	Daño
Edificación	18,0	40,0	1,1	1 / 2,590	3,65E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,3
MUY LEVE	15,3	17,6
DESPRECIABLE	17,6	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,6
AMBAR	13,6	16,8
VERDE	16,8	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S T

Dist. eje (m)	Sv (mm)	Δδv/Δi	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	22,3	1 / ∞	0,0	0,15%
0,5	22,1	1 / 4.693	0,7	0,15%
1,0	22,1	1 / 2.364	1,5	0,14%
1,5	21,8	1 / 1.595	2,2	0,14%
2,0	21,4	1 / 1.217	2,9	0,13%
2,6	21,0	1 / 995	3,5	0,12%
3,1	20,4	1 / 852	4,1	0,11%
3,6	19,8	1 / 754	4,7	0,10%
4,1	19,1	1 / 685	5,1	0,09%
4,6	18,3	1 / 634	5,5	0,07%
5,1	17,5	1 / 598	5,9	0,06%
5,6	16,6	1 / 572	6,1	0,04%
6,1	15,7	1 / 555	6,3	0,03%
6,7	14,7	1 / 545	6,4	0,02%
7,2	13,8	1 / 541	6,5	0,00%
7,7	12,9	1 / 542	6,5	-0,01%
8,2	11,9	1 / 548	6,4	-0,02%
8,7	11,0	1 / 559	6,3	-0,03%
9,2	10,1	1 / 575	6,1	-0,04%
9,7	9,2	1 / 597	5,9	-0,05%
10,2	8,4	1 / 624	5,6	-0,05%
10,7	7,6	1 / 657	5,4	-0,06%
11,3	6,8	1 / 697	5,0	-0,06%
11,8	6,1	1 / 744	4,7	-0,06%
12,3	5,4	1 / 800	4,4	-0,07%
12,8	4,8	1 / 866	4,1	-0,07%
13,3	4,3	1 / 943	3,7	-0,06%
13,8	3,7	1 / 1.034	3,4	-0,06%
14,3	3,3	1 / 1.141	3,1	-0,06%
14,8	2,8	1 / 1.267	2,8	-0,06%
15,3	2,5	1 / 1.415	2,5	-0,06%
15,9	2,1	1 / 1.591	2,2	-0,05%
16,4	1,8	1 / 1.798	2,0	-0,05%
16,9	1,5	1 / 2.045	1,7	-0,04%
17,4	1,3	1 / 2.338	1,5	-0,04%
17,9	1,1	1 / 2.690	1,3	-0,04%
18,4	0,9	1 / 3.112	1,1	-0,03%
18,9	0,8	1 / 3.621	1,0	-0,03%
19,4	0,6	1 / 4.237	0,8	-0,03%
20,0	0,5	1 / 4.986	0,7	-0,02%
20,5	0,4	1 / 5.899	0,6	-0,02%
21,0	0,4	1 / 7.018	0,5	-0,02%
21,5	0,3	1 / 8.396	0,4	-0,01%
22,0	0,2	1 / 10.100	0,3	-0,01%
22,5	0,2	1 / 12.215	0,3	-0,01%
23,0	0,2	1 / 14.854	0,2	-0,01%
23,5	0,1	1 / 18.160	0,2	-0,01%
24,0	0,1	1 / 22.323	0,2	-0,01%
24,6	0,1	1 / 27.585	0,1	-0,01%
25,1	0,1	1 / 34.271	0,1	0,00%
25,6	0,0	1 / 42.804	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASTARRICA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13425]

013026

ayesa — Engineering, information, imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *22+480*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o = 14,10 m
Diámetro del túnel, D = 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{ms} (KPa)	ν'	n
R	1,20	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,10	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S	3,60	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-ST	9,20	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i = 6,60 m

$\eta_{ponderado}$ = 1,27

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L = 0,50 %

Volumen de asientos, V_s = 0,489 m³/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max} = 0,025 m

$$x_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

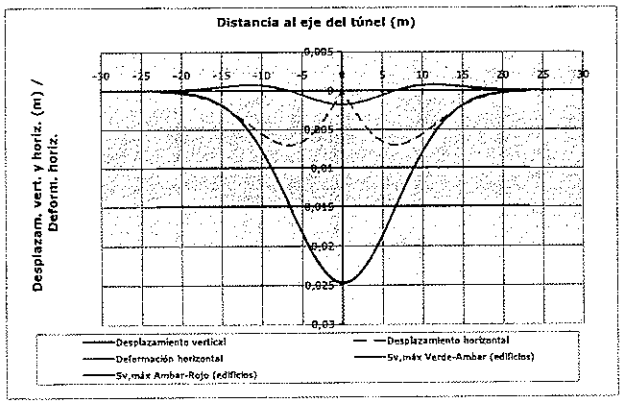
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

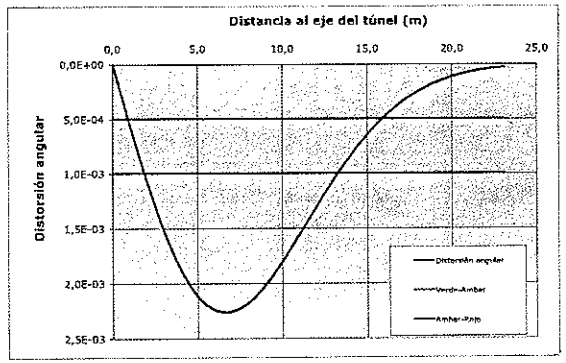
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

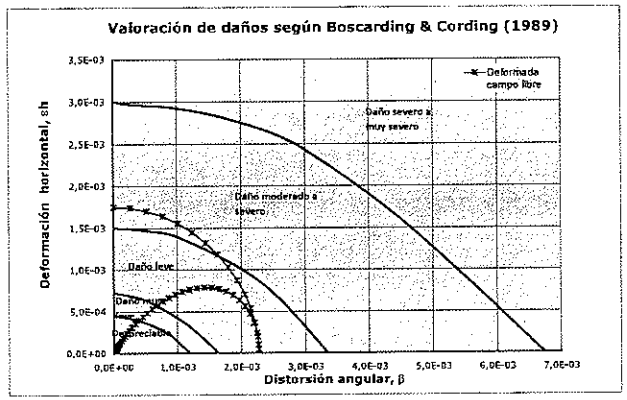
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} = 0,0071 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_o} \cdot S_{v_{max}} = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{v_{max}}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	24,0	40,0	0,1	1 / 34.943	4,31E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	0,0	3,2
LEVE	3,2	14,8
MUY LEVE	14,8	16,6
DESPRECIABLE	16,6	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,3
AMBAR	13,3	15,9
VERDE	15,9	∞

Litología en el frente:

Homogéneo

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔL/L	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	24,7	1 / ∞	0,0	0,18%
0,5	24,6	1 / 3.831	0,8	0,17%
0,9	24,4	1 / 1.930	1,6	0,17%
1,4	24,1	1 / 1.302	2,4	0,16%
1,8	23,7	1 / 994	3,1	0,16%
2,3	23,2	1 / 813	3,8	0,14%
2,8	22,6	1 / 696	4,4	0,13%
3,2	21,9	1 / 616	5,0	0,12%
3,7	21,1	1 / 559	5,5	0,10%
4,2	20,2	1 / 518	6,0	0,09%
4,6	19,3	1 / 488	6,3	0,07%
5,1	18,4	1 / 467	6,6	0,05%
5,5	17,3	1 / 453	6,8	0,04%
6,0	16,3	1 / 445	7,0	0,02%
6,5	15,3	1 / 441	7,0	0,00%
6,9	14,2	1 / 442	7,0	-0,01%
7,4	13,2	1 / 447	6,9	-0,02%
7,9	12,2	1 / 456	6,8	-0,04%
8,3	11,2	1 / 470	6,6	-0,05%
8,8	10,2	1 / 487	6,3	-0,06%
9,2	9,3	1 / 509	6,1	-0,06%
9,7	8,4	1 / 536	5,8	-0,07%
10,2	7,5	1 / 569	5,4	-0,07%
10,6	6,8	1 / 607	5,1	-0,08%
11,1	6,0	1 / 653	4,7	-0,08%
11,6	5,3	1 / 707	4,4	-0,08%
12,0	4,7	1 / 770	4,0	-0,08%
12,5	4,1	1 / 844	3,7	-0,08%
12,9	3,6	1 / 932	3,3	-0,07%
13,4	3,1	1 / 1.034	3,0	-0,07%
13,9	2,7	1 / 1.156	2,7	-0,07%
14,3	2,3	1 / 1.298	2,4	-0,06%
14,8	2,0	1 / 1.468	2,1	-0,06%
15,3	1,7	1 / 1.669	1,9	-0,05%
15,7	1,5	1 / 1.909	1,6	-0,05%
16,2	1,2	1 / 2.196	1,4	-0,04%
16,6	1,0	1 / 2.541	1,2	-0,04%
17,1	0,9	1 / 2.956	1,0	-0,03%
17,6	0,7	1 / 3.459	0,9	-0,03%
18,0	0,6	1 / 4.070	0,8	-0,03%
18,5	0,5	1 / 4.816	0,8	-0,02%
19,0	0,4	1 / 5.729	0,5	-0,02%
19,4	0,3	1 / 6.854	0,5	-0,02%
19,9	0,3	1 / 8.245	0,4	-0,02%
20,3	0,2	1 / 9.972	0,3	-0,01%
20,8	0,2	1 / 12.126	0,3	-0,01%
21,3	0,1	1 / 14.825	0,2	-0,01%
21,7	0,1	1 / 18.222	0,2	-0,01%
22,2	0,1	1 / 22.518	0,1	-0,01%
22,6	0,1	1 / 27.976	0,1	-0,01%
23,1	0,1	1 / 34.943	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13426]
013027

ayesa — Engineering, Information, Imagination.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *22+600*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 15,10 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (º)	E_{mh} (KPa)	ν	n
R	0,80	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,90	17,36	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,30	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	9,10	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, I: 7,23 m

$n_{terreno}$: 1,27

$$i / D = \eta (0.52 \frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max}: 0,023 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2.5.i}$$

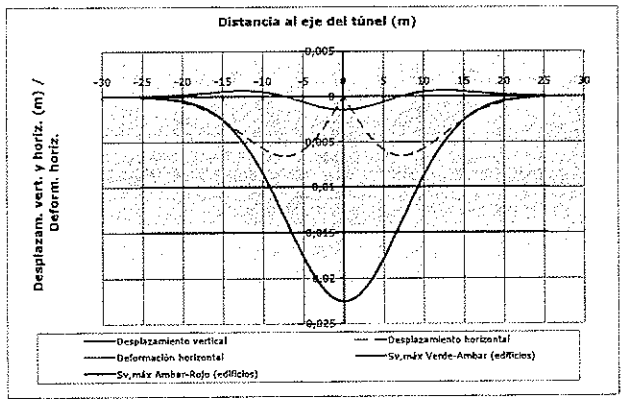
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

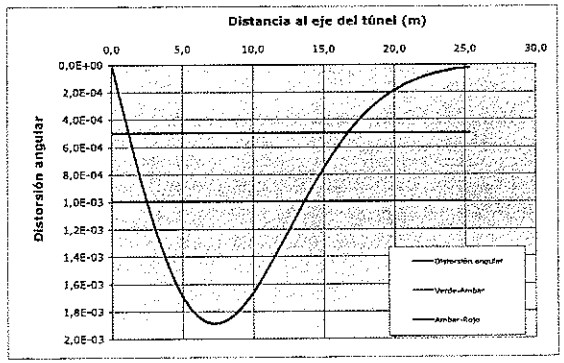
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

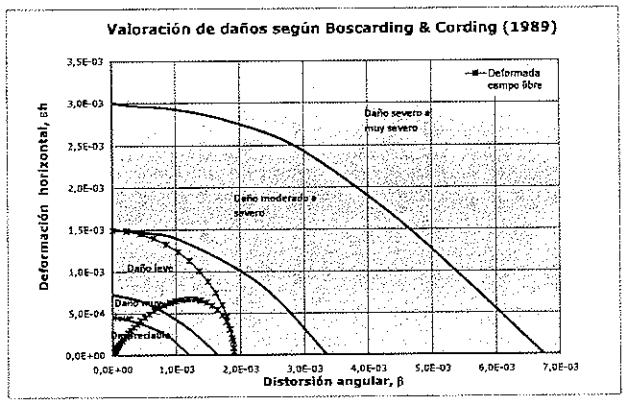
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max}: 0,0066 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_n} \cdot S_v = \frac{i}{z_n} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,1	1 / 33,539	4,48E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,2
MUY LEVE	15,2	17,5
DESPRECIABLE	17,5	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,6
AMBAR	13,6	16,7
VERDE	16,7	∞

Litología en el frente:

Homogéneo: GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔL / ΔL	Sh (mm)	ε_h (%)
0,0	22,5	1 / ∞	0,0	0,15%
0,5	22,5	1 / 4.593	0,6	0,15%
1,0	22,3	1 / 2.313	1,5	0,14%
1,5	22,1	1 / 1.561	2,2	0,14%
2,0	21,7	1 / 1.191	2,9	0,13%
2,5	21,2	1 / 974	3,6	0,12%
3,0	20,6	1 / 834	4,2	0,11%
3,5	20,0	1 / 738	4,7	0,10%
4,0	19,3	1 / 670	5,2	0,09%
4,6	18,5	1 / 621	5,6	0,07%
5,1	17,6	1 / 585	5,9	0,06%
5,6	16,8	1 / 560	6,2	0,05%
6,1	15,8	1 / 543	6,4	0,03%
6,6	14,9	1 / 533	6,5	0,02%
7,1	13,9	1 / 529	6,5	0,00%
7,6	13,0	1 / 530	6,5	-0,01%
8,1	12,0	1 / 536	6,5	-0,02%
8,6	11,1	1 / 547	6,3	-0,03%
9,1	10,2	1 / 563	6,1	-0,04%
9,6	9,3	1 / 584	5,9	-0,05%
10,1	8,5	1 / 610	5,7	-0,05%
10,6	7,7	1 / 643	5,4	-0,06%
11,1	6,9	1 / 682	5,1	-0,06%
11,6	6,2	1 / 728	4,8	-0,07%
12,1	5,5	1 / 783	4,4	-0,07%
12,7	4,9	1 / 847	4,1	-0,07%
13,2	4,3	1 / 923	3,7	-0,07%
13,7	3,8	1 / 1.012	3,4	-0,06%
14,2	3,3	1 / 1.117	3,1	-0,06%
14,7	2,9	1 / 1.240	2,8	-0,06%
15,2	2,5	1 / 1.385	2,5	-0,06%
15,7	2,1	1 / 1.557	2,2	-0,05%
16,2	1,8	1 / 1.760	2,0	-0,05%
16,7	1,6	1 / 2.001	1,7	-0,04%
17,2	1,3	1 / 2.289	1,5	-0,04%
17,7	1,1	1 / 2.633	1,3	-0,04%
18,2	0,9	1 / 3.046	1,1	-0,03%
18,7	0,8	1 / 3.544	1,0	-0,03%
19,2	0,7	1 / 4.147	0,8	-0,03%
19,7	0,5	1 / 4.879	0,7	-0,02%
20,2	0,4	1 / 5.773	0,6	-0,02%
20,8	0,4	1 / 6.869	0,5	-0,02%
21,3	0,3	1 / 8.217	0,4	-0,02%
21,8	0,2	1 / 9.884	0,4	-0,01%
22,3	0,2	1 / 11.954	0,3	-0,01%
22,8	0,2	1 / 14.536	0,2	-0,01%
23,3	0,1	1 / 17.772	0,2	-0,01%
23,8	0,1	1 / 21.845	0,2	-0,01%
24,3	0,1	1 / 26.995	0,1	-0,01%
24,8	0,1	1 / 33.539	0,1	0,00%
25,3	0,0	1 / 41.890	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13427]
013128

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering, information, innovation.

Sección a analizar: 22+665

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0 = 16,00 m
Diámetro del túnel, D = 10,20 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c (KPa)	φ (°)	E_{mod} (KPa)	ν	η
R	1,20	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	5,30	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	9,50	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i = 7,89 m

$\eta_{moderado}$ = 1,28

$$i/D = \eta(0{,}52\frac{Z_0}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L = 0,50 %

Volumen de asientos, V_s = 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} = 0,021 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2,5.i}$$

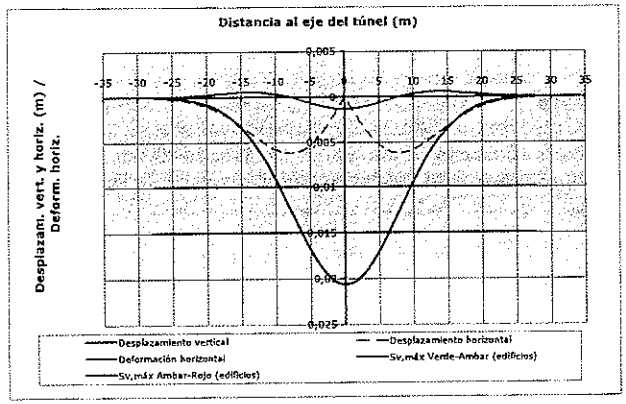
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

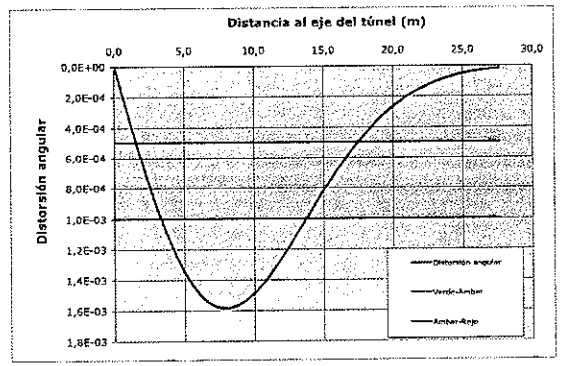
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

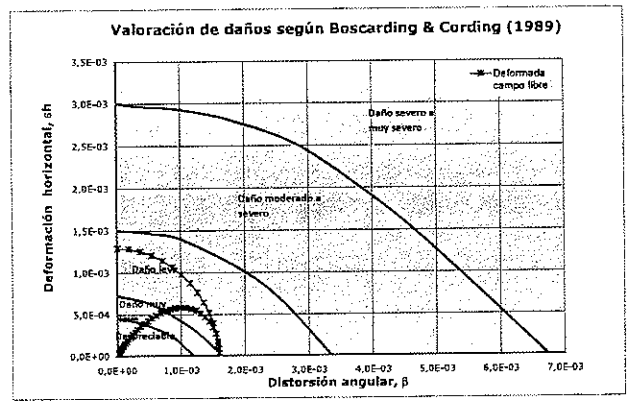
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ = 0,0062 m

$$S_{max} = \frac{i}{z_0}\cdot S_v = \frac{i}{z_0}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,1	######	8,07E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,4
MUY LEVE	15,4	18,3
DESPRECIABLE	18,3	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,7
AMBAR	13,7	17,5
VERDE	17,5	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v/\Delta L$	ε_h (mm)	ε_h (%)
0,0	20,7	1 / ∞	0,0	0,13%
0,6	20,6	1 / 5.473	0,7	0,13%
1,1	20,5	1 / 2.757	1,4	0,13%
1,7	20,2	1 / 1.860	2,1	0,12%
2,2	19,9	1 / 1.419	2,7	0,11%
2,8	19,4	1 / 1.161	3,4	0,11%
3,3	18,9	1 / 994	3,9	0,10%
3,9	18,3	1 / 879	4,4	0,09%
4,4	17,7	1 / 798	4,9	0,08%
5,0	16,9	1 / 740	5,3	0,06%
5,5	16,2	1 / 698	5,6	0,05%
6,1	15,4	1 / 668	5,8	0,04%
6,6	14,5	1 / 647	6,0	0,03%
7,2	13,7	1 / 635	6,1	0,01%
7,7	12,8	1 / 630	6,2	0,00%
8,3	11,9	1 / 632	6,2	-0,01%
8,8	11,0	1 / 639	6,1	-0,02%
9,4	10,2	1 / 652	6,0	-0,03%
9,9	9,3	1 / 671	5,8	-0,03%
10,5	8,5	1 / 696	5,5	-0,04%
11,0	7,8	1 / 727	5,4	-0,05%
11,6	7,0	1 / 766	5,1	-0,05%
12,2	6,3	1 / 812	4,8	-0,05%
12,7	5,7	1 / 868	4,5	-0,06%
13,3	5,0	1 / 933	4,2	-0,06%
13,8	4,5	1 / 1.010	3,9	-0,06%
14,4	3,9	1 / 1.100	3,5	-0,06%
14,9	3,5	1 / 1.206	3,2	-0,06%
15,5	3,0	1 / 1.331	2,9	-0,05%
16,0	2,6	1 / 1.478	2,6	-0,05%
16,6	2,3	1 / 1.651	2,4	-0,05%
17,1	2,0	1 / 1.855	2,1	-0,05%
17,7	1,7	1 / 2.097	1,9	-0,04%
18,2	1,4	1 / 2.384	1,6	-0,04%
18,8	1,2	1 / 2.727	1,4	-0,04%
19,3	1,0	1 / 3.137	1,2	-0,03%
19,9	0,9	1 / 3.629	1,1	-0,03%
20,4	0,7	1 / 4.223	0,9	-0,03%
21,0	0,6	1 / 4.941	0,8	-0,02%
21,5	0,5	1 / 5.814	0,7	-0,02%
22,1	0,4	1 / 6.879	0,6	-0,02%
22,7	0,3	1 / 8.184	0,5	-0,02%
23,2	0,3	1 / 9.791	0,4	-0,01%
23,8	0,2	1 / 11.778	0,3	-0,01%
24,3	0,2	1 / 14.244	0,3	-0,01%
24,9	0,1	1 / 17.321	0,2	-0,01%
25,4	0,1	1 / 21.177	0,2	-0,01%
26,0	0,1	1 / 26.030	0,1	-0,01%
26,5	0,1	1 / 32.167	0,1	0,00%
27,1	0,1	1 / 39.964	0,1	0,00%
27,6	0,0	1 / 49.915	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13428]
013029

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Imagination.

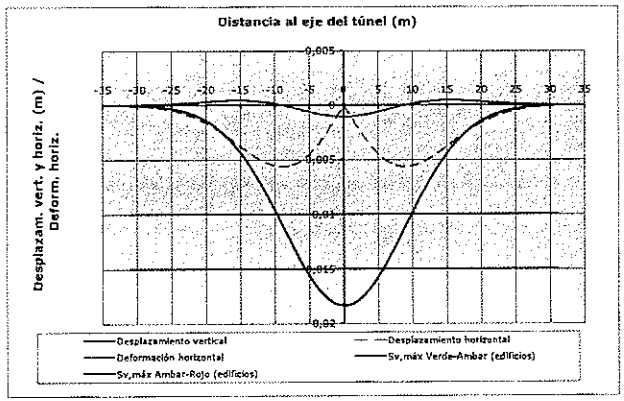
Datos iniciales de partida:

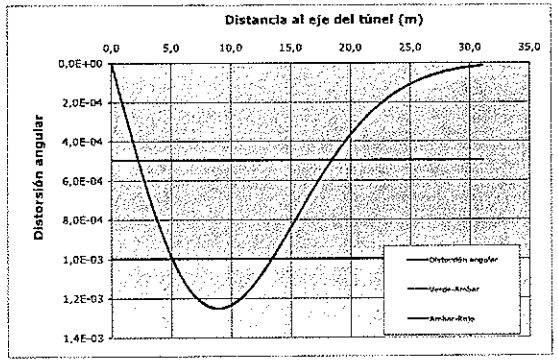
Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 17,50 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (kN/m³)	c (KPa)	φ' (°)	E_{ult} (KPa)	ν	n
R	1,40	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,50	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	11,60	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Sección a analizar: 22+820





Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	$\Delta S_v / \Delta L$	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	18,4	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	18,3	1 / 6.926	0,7	0,10%
1,2	18,2	1 / 3.488	1,3	0,10%
1,9	18,0	1 / 2.354	1,9	0,10%
2,5	17,7	1 / 1.796	2,5	0,09%
3,1	17,3	1 / 1.469	3,1	0,09%
3,7	16,8	1 / 1.258	3,6	0,08%
4,4	16,3	1 / 1.113	4,0	0,07%
5,0	15,7	1 / 1.010	4,5	0,05%
5,6	15,1	1 / 936	4,8	0,05%
6,2	14,4	1 / 883	5,1	0,04%
6,8	13,6	1 / 845	5,3	0,03%
7,5	12,9	1 / 819	5,5	0,02%
8,1	12,1	1 / 804	5,6	0,01%
8,7	11,4	1 / 798	5,6	0,00%
9,3	10,6	1 / 799	5,6	-0,01%
9,9	9,8	1 / 808	5,6	-0,01%
10,6	9,0	1 / 825	5,5	-0,02%
11,2	8,3	1 / 849	5,3	-0,03%
11,8	7,6	1 / 881	5,1	-0,03%
12,4	6,9	1 / 920	4,9	-0,04%
13,1	6,2	1 / 969	4,6	-0,04%
13,7	5,6	1 / 1.028	4,4	-0,04%
14,3	5,0	1 / 1.098	4,1	-0,05%
14,9	4,5	1 / 1.181	3,8	-0,05%
15,5	4,0	1 / 1.278	3,5	-0,05%
16,2	3,5	1 / 1.392	3,2	-0,05%
16,8	3,1	1 / 1.527	3,0	-0,05%
17,4	2,7	1 / 1.684	2,7	-0,04%
18,0	2,3	1 / 1.870	2,4	-0,04%
18,6	2,0	1 / 2.089	2,2	-0,04%
19,3	1,7	1 / 2.347	1,9	-0,04%
19,9	1,5	1 / 2.653	1,7	-0,03%
20,5	1,3	1 / 3.017	1,5	-0,03%
21,1	1,1	1 / 3.451	1,3	-0,03%
21,8	0,9	1 / 3.970	1,1	-0,03%
22,4	0,8	1 / 4.593	1,0	-0,02%
23,0	0,6	1 / 5.344	0,8	-0,02%
23,6	0,5	1 / 6.253	0,7	-0,02%
24,2	0,4	1 / 7.357	0,6	-0,02%
24,9	0,4	1 / 8.705	0,5	-0,01%
25,5	0,3	1 / 10.357	0,4	-0,01%
26,1	0,2	1 / 12.390	0,4	-0,01%
26,7	0,2	1 / 14.904	0,3	-0,01%
27,3	0,2	1 / 18.026	0,2	-0,01%
28,0	0,1	1 / 21.920	0,2	-0,01%
28,6	0,1	1 / 26.799	0,2	-0,01%
29,2	0,1	1 / 32.940	0,1	0,00%
29,8	0,1	1 / 40.707	0,1	0,00%
30,5	0,1	1 / 50.573	0,1	0,00%
31,1	0,0	1 / 63.166	0,1	0,00%

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 8,88 m

$\eta_{Terzaghi}$ 1,28

$$i/D = \eta(0,52\frac{Z_o}{D} - 0,21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,499 m³/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} 0,018 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2,\pi,i} \cong \frac{V_s}{2,5,i}$$

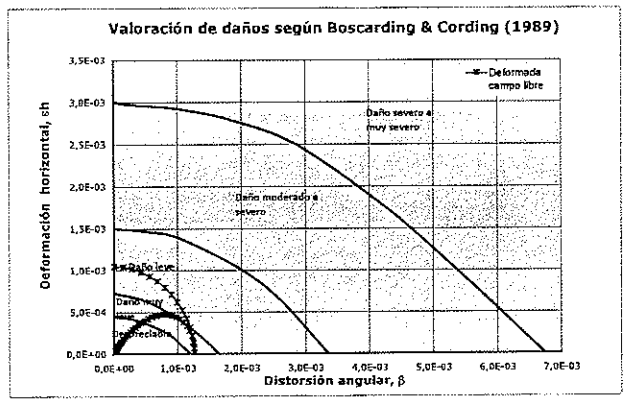
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

Cálculo del movimiento horizontal máximo:

Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$ 0,0057 m

$$S_{h\,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_i = \frac{i}{z_o} \cdot 0,61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)



RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje	Sv (mm)	δL/L	E_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,4	1 / 8.705	1,42E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	13,8
MUY LEVE	13,8	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,4
AMBAR	13,4	18,4
VERDE	18,4	∞

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13429]

013030

ESTUDID DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *22+905*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 17,40 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{def} (KPa)	ν	η
R	0,30	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,00	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	13,10	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 8,94 m

$\eta_{ponderado}$: 1,29

$$i / D = \eta (0.52 \frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max}: 0,018 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2,5.i}$$

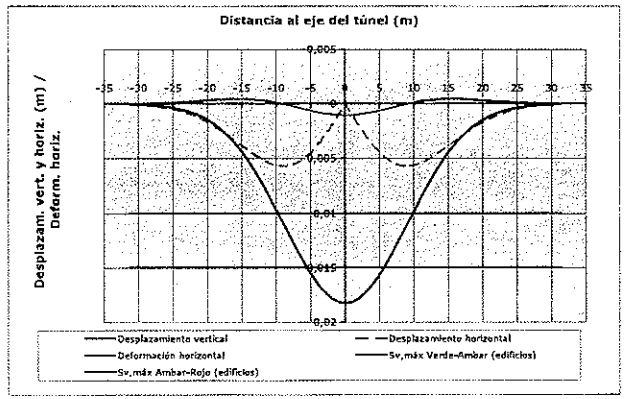
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

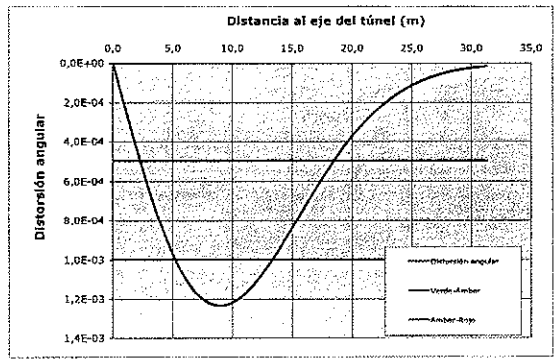
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

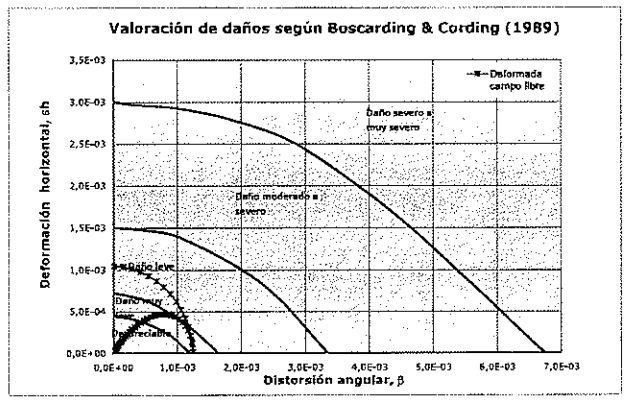
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max}: 0,0057 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_v = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,4	1 / 7.463	1,63E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	13,3
MUY LEVE	13,3	19,2
DESPRECIABLE	19,2	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,3
AMBARO	13,3	18,5
VERDE	18,5	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:
Homogéneo: GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔL/L	Sh (mm)	εh (%)
0,0	18,2	1 / ∞	0,0	0,10%
0,6	18,2	1 / 7.025	0,7	0,10%
1,3	18,0	1 / 3.539	1,3	0,10%
1,9	17,8	1 / 2.388	1,9	0,10%
2,5	17,5	1 / 1.822	2,5	0,09%
3,1	17,1	1 / 1.490	3,1	0,09%
3,8	16,7	1 / 1.276	3,6	0,08%
4,4	16,2	1 / 1.129	4,1	0,07%
5,0	15,6	1 / 1.025	4,5	0,06%
5,6	14,9	1 / 950	4,8	0,05%
6,3	14,3	1 / 895	5,1	0,04%
6,9	13,6	1 / 857	5,4	0,03%
7,5	12,8	1 / 831	5,5	0,02%
8,1	12,0	1 / 816	5,6	0,01%
8,8	11,3	1 / 809	5,7	0,00%
9,4	10,5	1 / 811	5,7	-0,01%
10,0	9,7	1 / 820	5,6	-0,01%
10,6	9,0	1 / 837	5,5	-0,02%
11,3	8,2	1 / 861	5,3	-0,03%
11,9	7,5	1 / 893	5,1	-0,03%
12,5	6,8	1 / 934	4,9	-0,04%
13,1	6,2	1 / 983	4,7	-0,04%
13,8	5,6	1 / 1.043	4,4	-0,04%
14,4	5,0	1 / 1.114	4,1	-0,05%
15,0	4,4	1 / 1.197	3,8	-0,05%
15,6	3,9	1 / 1.296	3,5	-0,05%
16,3	3,5	1 / 1.412	3,3	-0,05%
16,9	3,1	1 / 1.549	3,0	-0,05%
17,5	2,7	1 / 1.705	2,7	-0,04%
18,2	2,3	1 / 1.897	2,4	-0,04%
18,8	2,0	1 / 2.119	2,2	-0,04%
19,4	1,7	1 / 2.381	1,9	-0,04%
20,0	1,5	1 / 2.692	1,7	-0,03%
20,7	1,3	1 / 3.061	1,5	-0,03%
21,3	1,1	1 / 3.501	1,3	-0,03%
21,9	0,9	1 / 4.027	1,1	-0,03%
22,5	0,8	1 / 4.659	1,0	-0,02%
23,2	0,6	1 / 5.421	0,8	-0,02%
23,8	0,5	1 / 6.343	0,7	-0,02%
24,4	0,4	1 / 7.463	0,6	-0,02%
25,0	0,4	1 / 8.830	0,5	-0,01%
25,7	0,3	1 / 10.506	0,4	-0,01%
26,3	0,2	1 / 12.569	0,4	-0,01%
26,9	0,2	1 / 15.119	0,3	-0,01%
27,5	0,2	1 / 18.265	0,3	-0,01%
28,2	0,1	1 / 22.135	0,2	-0,01%
28,8	0,1	1 / 27.184	0,2	-0,01%
29,4	0,1	1 / 33.414	0,1	0,00%
30,0	0,1	1 / 41.293	0,1	0,00%
30,7	0,1	1 / 51.301	0,1	0,00%
31,3	0,0	1 / 64.076	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13430]
013031

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Engineering. Information. Innovation.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *22+910*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 18,40 m
Diámetro del túnel, D 10,20 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{ref} (KPa)	ν	n
R	1,90	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,80	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,10	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-ST	13,30	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 9,53 m

$\eta_{ponderado}$ 1,28

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} 0,017 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

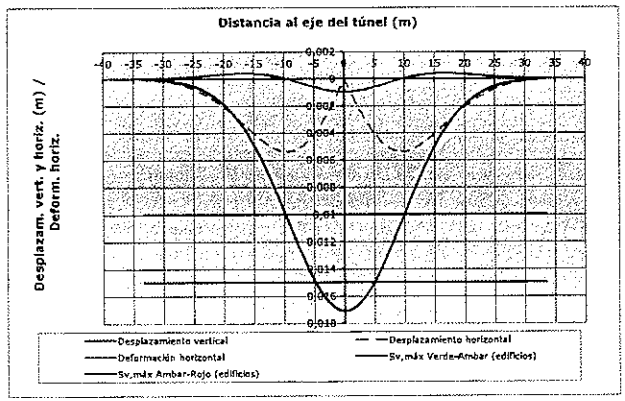
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

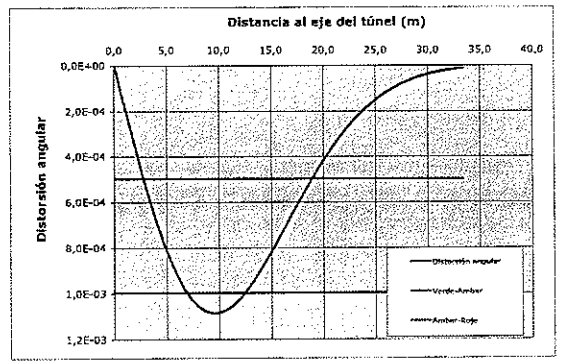
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

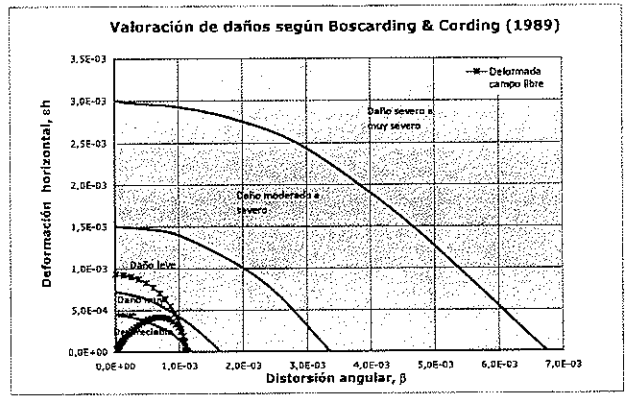
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0054 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o}\cdot S_i = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,6	1 / 6.160	1,85E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,0
MUY LEVE	6,0	19,4
DESPRECIABLE	19,4	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	12,4
AMBAR	12,4	18,9
VERDE	18,9	∞

Litología en el frente:

Homogéneo GP-ST

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	17,1	1 / ∞	0,0	0,09%
0,7	17,1	1 / 7.984	0,6	0,09%
1,3	16,9	1 / 4.022	1,2	0,09%
2,0	16,7	1 / 2.714	1,8	0,09%
2,7	16,4	1 / 2.071	2,4	0,08%
3,3	16,1	1 / 1.694	2,9	0,08%
4,0	15,7	1 / 1.450	3,4	0,07%
4,7	15,2	1 / 1.283	3,8	0,06%
5,3	14,6	1 / 1.165	4,2	0,05%
6,0	14,0	1 / 1.079	4,6	0,05%
6,7	13,4	1 / 1.018	4,9	0,04%
7,3	12,7	1 / 974	5,1	0,03%
8,0	12,0	1 / 945	5,2	0,02%
8,7	11,3	1 / 927	5,3	0,01%
9,3	10,6	1 / 920	5,4	0,00%
10,0	9,9	1 / 921	5,4	-0,01%
10,7	9,1	1 / 932	5,3	-0,01%
11,3	8,4	1 / 953	5,2	-0,02%
12,0	7,7	1 / 979	5,0	-0,02%
12,7	7,1	1 / 1.015	4,9	-0,03%
13,3	6,4	1 / 1.061	4,7	-0,03%
14,0	5,8	1 / 1.117	4,4	-0,04%
14,7	5,2	1 / 1.185	4,2	-0,04%
15,3	4,7	1 / 1.266	3,9	-0,04%
16,0	4,2	1 / 1.361	3,6	-0,04%
16,7	3,7	1 / 1.473	3,4	-0,04%
17,3	3,3	1 / 1.605	3,1	-0,04%
18,0	2,9	1 / 1.760	2,8	-0,04%
18,7	2,5	1 / 1.942	2,5	-0,04%
19,4	2,2	1 / 2.156	2,3	-0,04%
20,0	1,9	1 / 2.408	2,1	-0,03%
20,7	1,6	1 / 2.706	1,8	-0,03%
21,4	1,4	1 / 3.059	1,6	-0,03%
22,0	1,2	1 / 3.478	1,4	-0,03%
22,7	1,0	1 / 3.972	1,2	-0,03%
23,4	0,9	1 / 4.576	1,1	-0,02%
24,0	0,7	1 / 5.295	0,9	-0,02%
24,7	0,6	1 / 6.160	0,8	-0,02%
25,4	0,5	1 / 7.208	0,7	-0,02%
26,0	0,4	1 / 8.482	0,6	-0,01%
26,7	0,3	1 / 10.038	0,5	-0,01%
27,4	0,3	1 / 11.940	0,4	-0,01%
28,0	0,2	1 / 14.284	0,3	-0,01%
28,7	0,2	1 / 17.182	0,3	-0,01%
29,4	0,1	1 / 20.781	0,2	-0,01%
30,0	0,1	1 / 25.270	0,2	-0,01%
30,7	0,1	1 / 30.894	0,2	0,00%
31,4	0,1	1 / 37.974	0,1	0,00%
32,0	0,1	1 / 46.928	0,1	0,00%
32,7	0,0	1 / 58.302	0,1	0,00%
33,4	0,0	1 / 72.820	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13431]

013032

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Investigation.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: 22+920

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 18,40 m
Diámetro del túnel, D 10,2 m

Tipo de terreno:

Estrato	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	φ' (°)	E_{ms} (KPa)	ν	η
R	1,30	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,00	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-ST	13,10	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 9,50 m

$\eta_{Terreno}$ 1,28

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_s 0,489 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} 0,017 m

$$S_{max} = \frac{V_S}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_L}{2,5\,i}$$

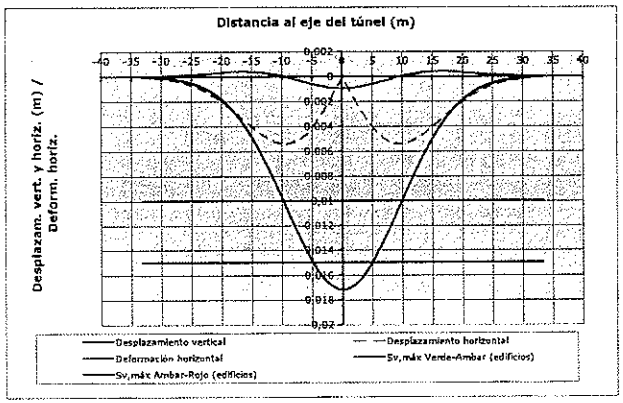
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

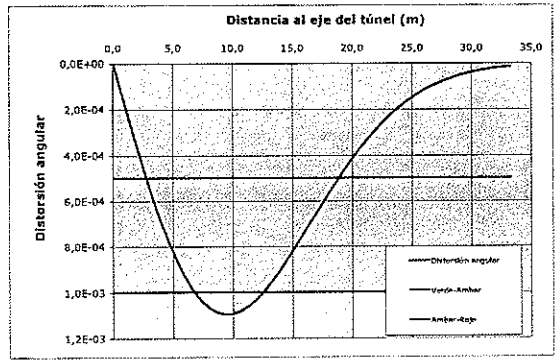
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

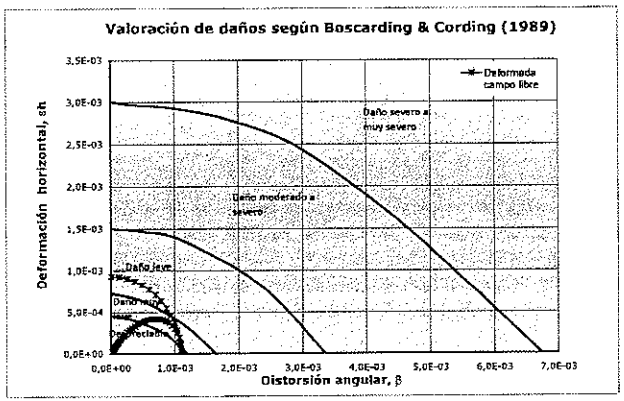
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0054 m

$$S_{h_{max}} = \frac{i}{z_o}\cdot S_i = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	Δi/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,6	1/ 6,114	1,86E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	6,0
MUY LEVE	6,0	19,3
DESPRECIABLE	19,3	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	12,5
AMBAR	12,5	18,9
VERDE	18,9	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:
Homogéneo GP-ST

Dist. eje (m)	S_v (mm)	Δi/Δi	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	17,2	1 / ∞	0,0	0,09%
0,7	17,1	1 / 7.923	0,6	0,09%
1,3	17,0	1 / 3.991	1,2	0,09%
2,0	16,8	1 / 2.693	1,8	0,09%
2,7	16,5	1 / 2.055	2,4	0,08%
3,3	16,1	1 / 1.681	2,9	0,08%
4,0	15,7	1 / 1.439	3,4	0,07%
4,7	15,2	1 / 1.273	3,8	0,06%
5,3	14,7	1 / 1.156	4,2	0,05%
6,0	14,1	1 / 1.071	4,6	0,05%
6,6	13,4	1 / 1.010	4,9	0,04%
7,3	12,8	1 / 967	5,1	0,03%
8,0	12,1	1 / 937	5,2	0,02%
8,6	11,3	1 / 920	5,3	0,01%
9,3	10,6	1 / 913	5,4	0,00%
10,0	9,9	1 / 914	5,4	-0,01%
10,6	9,2	1 / 925	5,3	-0,01%
11,3	8,5	1 / 944	5,2	-0,02%
12,0	7,8	1 / 971	5,0	-0,02%
12,6	7,1	1 / 1.007	4,9	-0,03%
13,3	6,4	1 / 1.053	4,7	-0,03%
14,0	5,8	1 / 1.109	4,4	-0,04%
14,6	5,2	1 / 1.176	4,2	-0,04%
15,3	4,7	1 / 1.256	3,9	-0,04%
16,0	4,2	1 / 1.351	3,6	-0,04%
16,6	3,7	1 / 1.462	3,4	-0,04%
17,3	3,3	1 / 1.593	3,1	-0,04%
17,9	2,9	1 / 1.746	2,8	-0,04%
18,6	2,5	1 / 1.927	2,5	-0,04%
19,3	2,2	1 / 2.139	2,3	-0,04%
19,9	1,9	1 / 2.390	2,1	-0,04%
20,6	1,6	1 / 2.685	1,8	-0,03%
21,3	1,4	1 / 3.036	1,6	-0,03%
21,9	1,2	1 / 3.452	1,4	-0,03%
22,6	1,0	1 / 3.948	1,2	-0,03%
23,3	0,9	1 / 4.542	1,1	-0,02%
23,9	0,7	1 / 5.254	0,9	-0,02%
24,6	0,6	1 / 6.114	0,8	-0,02%
25,3	0,5	1 / 7.153	0,7	-0,02%
25,9	0,4	1 / 8.417	0,6	-0,01%
26,6	0,3	1 / 9.959	0,5	-0,01%
27,3	0,3	1 / 11.849	0,4	-0,01%
27,9	0,2	1 / 14.175	0,3	-0,01%
28,6	0,2	1 / 17.051	0,3	-0,01%
29,2	0,1	1 / 20.823	0,2	-0,01%
29,9	0,1	1 / 25.077	0,2	-0,01%
30,6	0,1	1 / 30.659	0,2	0,00%
31,2	0,1	1 / 37.686	0,1	0,00%
31,9	0,1	1 / 46.571	0,1	0,00%
32,6	0,0	1 / 57.859	0,1	0,00%
33,2	0,0	1 / 72.266	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13432]

013033

ayesa — Engineering, Information & Imagination

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: 22+940

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_0: 17,40 m
Diámetro del túnel, D: 10,2 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (kN/m³)	C'_{cv} (KPa)	Φ (°)	E_{ver} (KPa)	ν	η
R	1,00	16,79	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,10	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	12,30	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 6,86 m

$i/D = \eta(0.52\frac{Z_0}{D} - 0.21)$ — $\eta_{ponderado}$ 1,28

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_S: 0,409 m²/m

Determinación del asiento máximo:

s_{max}: 0,018 m

$S_{max} = \frac{V_S}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_S}{2.5\,i}$

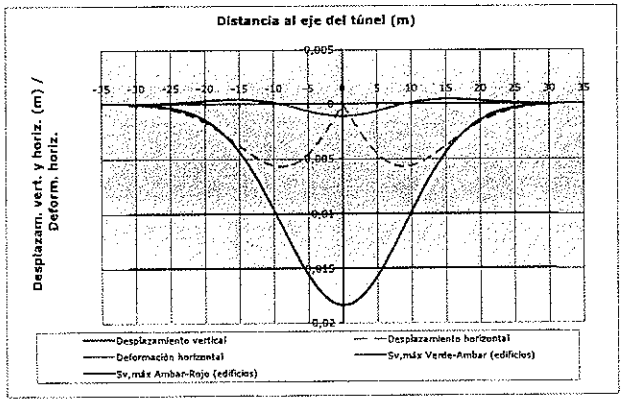
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

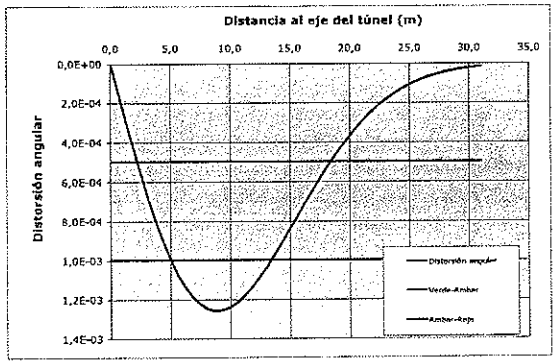
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

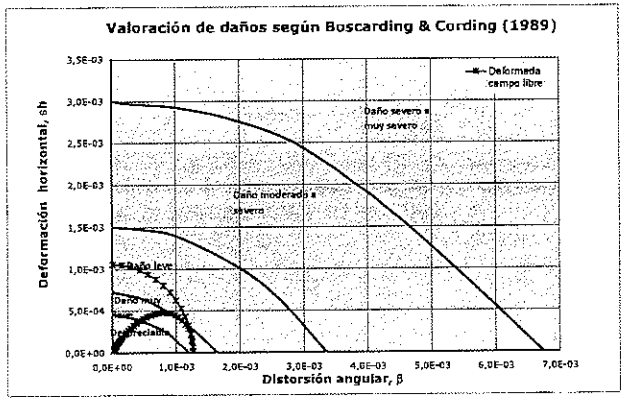
Desplazamiento horizontal máximo, $U_{máx}$: 0,0057 m

$S_{hmax} = \frac{i}{z_0}\cdot S_i = \frac{i}{z_0}\cdot 0.61\cdot S_{max}$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	Δi/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,4	1 / 8.667	1,44E-04	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	14,1
MUY LEVE	14,1	19,1
DESPRECIABLE	19,1	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,4
AMBAR	13,4	18,4
VERDE	18,4	∞

OBSERVACIONES

Litología en el frente:
Homogéneo GP-S f

Dist. eje (m)	Sv (mm)	Δs/Δi	Sh (mm)	ε_h (%)
0,0	18,4	1 / ∞	0,0	0,11%
0,6	18,4	1 / 6.895	0,7	0,10%
1,3	18,2	1 / 3.473	1,3	0,10%
1,9	18,0	1 / 2.344	1,9	0,10%
2,5	17,7	1 / 1.788	2,5	0,09%
3,1	17,3	1 / 1.463	3,1	0,09%
3,7	16,8	1 / 1.252	3,6	0,08%
4,3	16,3	1 / 1.108	4,1	0,07%
5,0	15,7	1 / 1.006	4,5	0,06%
5,6	15,1	1 / 932	4,8	0,05%
6,2	14,4	1 / 879	5,1	0,04%
6,8	13,7	1 / 841	5,4	0,03%
7,4	12,9	1 / 816	5,5	0,02%
8,1	12,2	1 / 800	5,6	0,01%
8,7	11,4	1 / 794	5,7	0,00%
9,3	10,6	1 / 796	5,7	-0,01%
9,9	9,8	1 / 805	5,6	-0,01%
10,5	9,1	1 / 821	5,5	-0,02%
11,2	8,3	1 / 845	5,3	-0,03%
11,8	7,6	1 / 877	5,1	-0,03%
12,4	6,9	1 / 916	4,9	-0,04%
13,0	6,2	1 / 965	4,7	-0,04%
13,6	5,6	1 / 1.023	4,4	-0,04%
14,2	5,0	1 / 1.093	4,1	-0,05%
14,9	4,5	1 / 1.175	3,8	-0,05%
15,5	4,0	1 / 1.272	3,5	-0,05%
16,1	3,5	1 / 1.386	3,3	-0,05%
16,7	3,1	1 / 1.520	3,0	-0,05%
17,4	2,7	1 / 1.677	2,7	-0,04%
18,0	2,3	1 / 1.862	2,4	-0,04%
18,6	2,0	1 / 2.080	2,2	-0,04%
19,2	1,7	1 / 2.337	1,9	-0,04%
19,8	1,5	1 / 2.642	1,7	-0,03%
20,5	1,3	1 / 3.004	1,5	-0,03%
21,1	1,1	1 / 3.436	1,3	-0,03%
21,7	0,9	1 / 3.952	1,1	-0,03%
22,3	0,8	1 / 4.572	1,0	-0,02%
22,9	0,6	1 / 5.320	0,8	-0,02%
23,6	0,5	1 / 6.225	0,7	-0,02%
24,2	0,4	1 / 7.325	0,6	-0,02%
24,8	0,4	1 / 8.667	0,5	-0,01%
25,4	0,3	1 / 10.311	0,4	-0,01%
26,0	0,2	1 / 12.336	0,4	-0,01%
26,7	0,2	1 / 14.838	0,3	-0,01%
27,3	0,2	1 / 17.946	0,3	-0,01%
27,9	0,1	1 / 21.823	0,2	-0,01%
28,5	0,1	1 / 26.680	0,2	-0,01%
29,1	0,1	1 / 32.794	0,1	0,00%
29,8	0,1	1 / 40.526	0,1	0,00%
30,4	0,1	1 / 50.349	0,1	0,00%
31,0	0,0	1 / 62.887	0,1	0,00%

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013034

[13433]

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

ayesa Engineering. Information. Imagination.

Datos iniciales de partida:

Sección a analizar: *23+160*

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o: 15,20 m
Diámetro del túnel, D: 10,20 m

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c (KPa)	Φ (°)	E_{mob} (KPa)	ν	n
R	2,20	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	3,00	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	10,00	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i: 7,24 m

$n_{ponderado}$: 1,26

$$i/D = n(0{,}52\frac{Z_{cu}}{D} - 0{,}21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L: 0,50 %

Volumen de asientos, V_s: 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

δ_{max}: 0,023 m

$$S_{max} = \frac{V_s}{2.\pi.i} \cong \frac{V_s}{2{,}5.i}$$

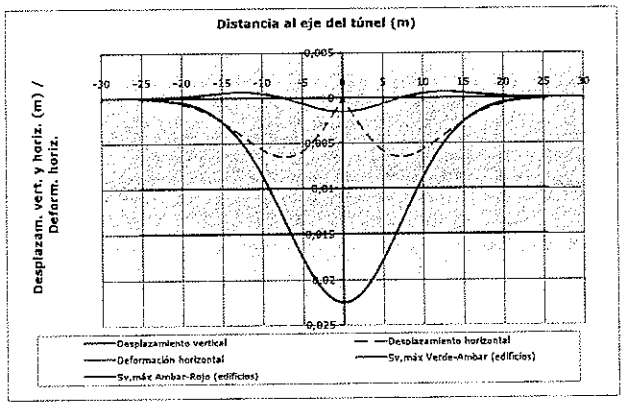
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

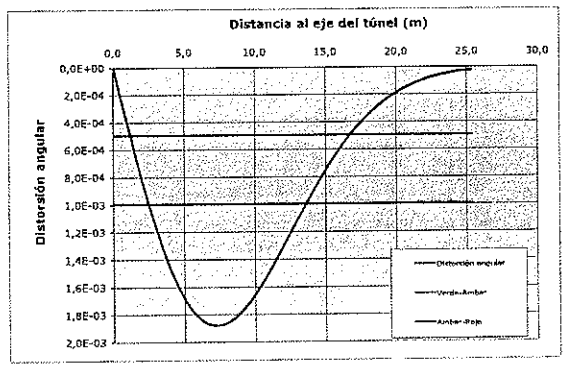
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

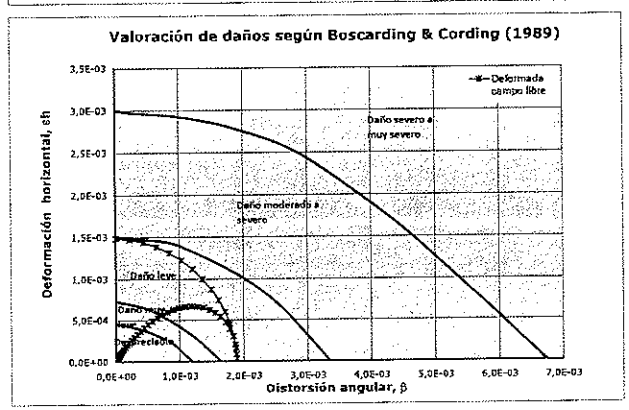
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max}: 0,0065 m

$$S_{x,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_v = \frac{i}{z_o} \cdot 0{.}61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	AL/L	ε_h	Daño
Edificación	28,0	40,0	0,0	1 / 42.009	3,64E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	No hay	No hay
LEVE	0,0	15,2
MUY LEVE	15,2	17,5
DESPRECIABLE	17,5	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,6
AMBAR	13,6	16,7
VERDE	16,7	∞

Litología en el frente:

Homogéneo: GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	AL / AL	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	22,9	1 / ∞	0,0	0,15%
0,5	22,5	1 / 4.606	0,7	0,15%
1,0	22,3	1 / 2.320	1,5	0,14%
1,5	22,0	1 / 1.566	2,2	0,14%
2,0	21,6	1 / 1.195	2,9	0,13%
2,5	21,2	1 / 977	3,5	0,13%
3,0	20,8	1 / 836	4,1	0,11%
3,5	20,0	1 / 740	4,7	0,10%
4,1	19,2	1 / 672	5,1	0,09%
4,6	18,5	1 / 623	5,5	0,07%
5,1	17,6	1 / 587	5,9	0,06%
5,6	16,7	1 / 562	6,1	0,04%
6,1	15,8	1 / 545	6,3	0,03%
6,6	14,9	1 / 535	6,4	0,02%
7,1	13,9	1 / 530	6,5	0,00%
7,6	13,0	1 / 532	6,5	-0,01%
8,1	12,0	1 / 538	6,4	-0,02%
8,6	11,1	1 / 549	6,3	-0,03%
9,1	10,2	1 / 565	6,1	-0,04%
9,6	9,3	1 / 586	5,9	-0,05%
10,1	8,4	1 / 612	5,6	-0,05%
10,6	7,6	1 / 645	5,4	-0,06%
11,2	6,9	1 / 684	5,0	-0,06%
11,7	6,2	1 / 730	4,7	-0,06%
12,2	5,5	1 / 785	4,4	-0,07%
12,7	4,9	1 / 850	4,1	-0,07%
13,2	4,3	1 / 926	3,7	-0,07%
13,7	3,8	1 / 1.015	3,4	-0,06%
14,2	3,3	1 / 1.120	3,1	-0,06%
14,7	2,9	1 / 1.244	2,8	-0,06%
15,2	2,5	1 / 1.389	2,5	-0,06%
15,7	2,1	1 / 1.561	2,2	-0,05%
16,2	1,8	1 / 1.765	2,0	-0,05%
16,7	1,6	1 / 2.007	1,7	-0,04%
17,2	1,3	1 / 2.295	1,5	-0,04%
17,7	1,1	1 / 2.640	1,3	-0,04%
18,2	0,9	1 / 3.054	1,1	-0,03%
18,6	0,8	1 / 3.554	1,0	-0,03%
19,3	0,7	1 / 4.158	0,8	-0,03%
19,8	0,5	1 / 4.893	0,7	-0,02%
20,3	0,4	1 / 5.789	0,6	-0,02%
20,8	0,4	1 / 6.888	0,5	-0,02%
21,3	0,3	1 / 8.240	0,4	-0,02%
21,8	0,2	1 / 9.912	0,3	-0,01%
22,3	0,2	1 / 11.988	0,3	-0,01%
22,8	0,2	1 / 14.578	0,2	-0,01%
23,3	0,1	1 / 17.823	0,2	-0,01%
23,8	0,1	1 / 21.907	0,2	-0,01%
24,3	0,1	1 / 27.072	0,1	-0,01%
24,8	0,1	1 / 33.634	0,1	0,00%
25,3	0,0	1 / 42.009	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13434]

013035

ayesa Engineering, Information, Innovation.

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o 14,00 m
Diámetro del túnel, D 10,20 m

Sección a analizar: *23+260*

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	ϕ' (º)	E_{ms} (KPa)	ν	η
R	1,80	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	4,00	20,00	15,0	34	85000	0,30	1,3
GP-ST	8,20	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i 6,48 m

$\eta_{ponderado}$ 1,26

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Oteo (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L 0,50 %

Volumen de asientos, V_S 0,409 m³/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} 0,025 m

$$S_{max} = \frac{V_S}{2.\pi.i} = \frac{V_L}{2,5.i}$$

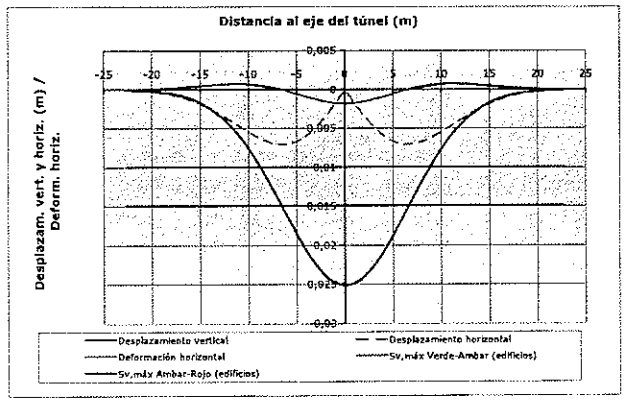
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

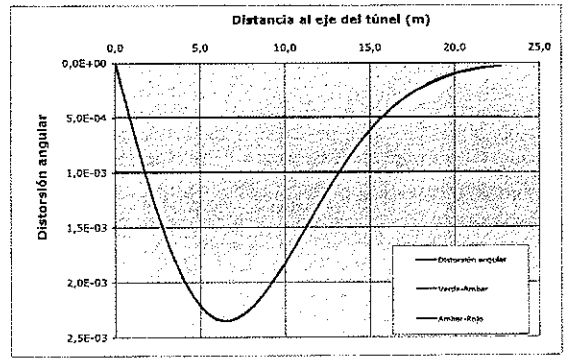
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

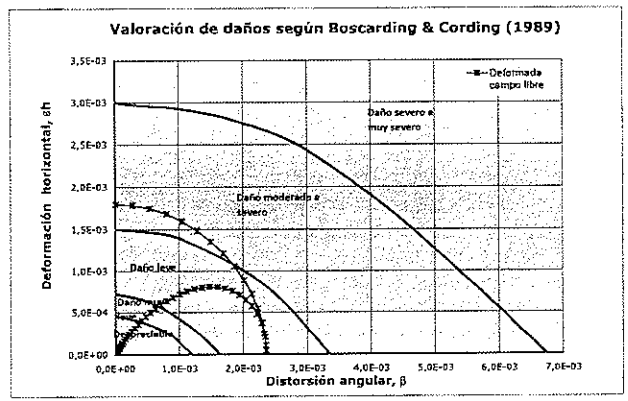
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} 0,0071 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o} \cdot S_v = \frac{i}{z_o} \cdot 0.61 \cdot S_{max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O´Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,1	1 / 33.661	4,42E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	0,0	3,5
LEVE	3,5	14,7
MUY LEVE	14,7	16,5
DESPRECIABLE	16,5	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,2
AMBAR	13,2	15,7
VERDE	15,7	∞

Litología en el frente:

Homogéneo — GP-ST

Dist. eje (m)	Sv (mm)	ΔSv/ΔL	Sh (mm)	ε_h (%)
0,0	25,1	1 / ∞	0,0	0,18%
0,5	25,1	1 / 3.691	0,8	0,18%
0,9	24,9	1 / 1.859	1,6	0,17%
1,4	24,6	1 / 1.255	2,4	0,17%
1,8	24,2	1 / 957	3,1	0,16%
2,3	23,7	1 / 783	3,8	0,15%
2,7	23,0	1 / 670	4,5	0,14%
3,2	22,3	1 / 593	5,1	0,12%
3,6	21,5	1 / 536	5,6	0,11%
4,1	20,6	1 / 499	6,0	0,09%
4,5	19,7	1 / 470	6,4	0,07%
5,0	18,7	1 / 450	6,7	0,05%
5,4	17,7	1 / 437	6,9	0,04%
5,9	16,6	1 / 428	7,0	0,02%
6,4	15,6	1 / 425	7,1	0,00%
6,8	14,5	1 / 426	7,0	-0,01%
7,3	13,4	1 / 431	7,0	-0,02%
7,7	12,4	1 / 440	6,8	-0,04%
8,2	11,4	1 / 452	6,6	-0,05%
8,6	10,4	1 / 469	6,4	-0,06%
9,1	9,4	1 / 490	6,1	-0,06%
9,5	8,5	1 / 516	5,8	-0,07%
10,0	7,7	1 / 548	5,5	-0,08%
10,4	6,9	1 / 585	5,1	-0,08%
10,9	6,1	1 / 629	4,8	-0,08%
11,3	5,4	1 / 681	4,4	-0,08%
11,8	4,8	1 / 742	4,0	-0,08%
12,2	4,2	1 / 813	3,7	-0,08%
12,7	3,7	1 / 898	3,3	-0,07%
13,2	3,2	1 / 997	3,0	-0,07%
13,6	2,8	1 / 1.113	2,7	-0,07%
14,1	2,4	1 / 1.251	2,4	-0,06%
14,5	2,0	1 / 1.414	2,1	-0,06%
15,0	1,7	1 / 1.608	1,9	-0,05%
15,4	1,5	1 / 1.839	1,6	-0,05%
15,9	1,3	1 / 2.115	1,4	-0,04%
16,3	1,1	1 / 2.447	1,2	-0,04%
16,8	0,9	1 / 2.848	1,1	-0,04%
17,2	0,7	1 / 3.332	0,9	-0,03%
17,7	0,6	1 / 3.921	0,8	-0,03%
18,1	0,5	1 / 4.639	0,6	-0,02%
18,6	0,4	1 / 5.519	0,5	-0,02%
19,1	0,3	1 / 6.603	0,5	-0,02%
19,5	0,3	1 / 7.942	0,4	-0,02%
20,0	0,2	1 / 9.606	0,3	-0,01%
20,4	0,2	1 / 11.681	0,3	-0,01%
20,9	0,1	1 / 14.281	0,2	-0,01%
21,3	0,1	1 / 17.554	0,2	-0,01%
21,8	0,1	1 / 21.692	0,1	-0,01%
22,2	0,1	1 / 26.950	0,1	-0,01%
22,7	0,1	1 / 33.661	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013036

[13435]

ESTUDIO DEFINITIVO DE INGENIERÍA-CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO.
PROVINCIAS DE LIMA Y CALLAO. REGIÓN DE LIMA
Estimación de subsidencias para el caso de un túnel monotubo.

Datos iniciales de partida:

Profundidad del eje de excavación del túnel, Z_o = 15,00 m
Diámetro del túnel, D = 10,2 m

Sección a analizar: *23+340*

Tipo de terreno:

Estratos	Espesor (m)	γ (KN/m³)	c' (KPa)	Φ' (°)	E_{50} (KPa)	ν_u	n
R	1,80	16,70	0,0	28	35000	0,30	1,0
ML	0,00	17,38	8,0	26	45000	0,25	1,0
GP-S s	6,90	20,00	15,0	34	83000	0,30	1,3
GP-S f	6,30	22,00	32,0	39	366000	0,30	1,3

Determinación del punto de inflexión:

Punto de inflexión, i = 7,15 m

$\eta_{ponderado}$ = 1,26

$$i/D = \eta(0.52\frac{Z_o}{D} - 0.21)$$

Nota: la formulación empleada es la de Sagaseta y Otea (1974)

Pérdida de suelo prefijada:

Pérdida de suelo, V_L = 0,50 %

Volumen de asientos, V_s = 0,409 m^3/m

Determinación del asiento máximo:

S_{max} = 0,023 m

$$S_{max,n} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi}\,i} \cong \frac{V_s}{2.5\,i}$$

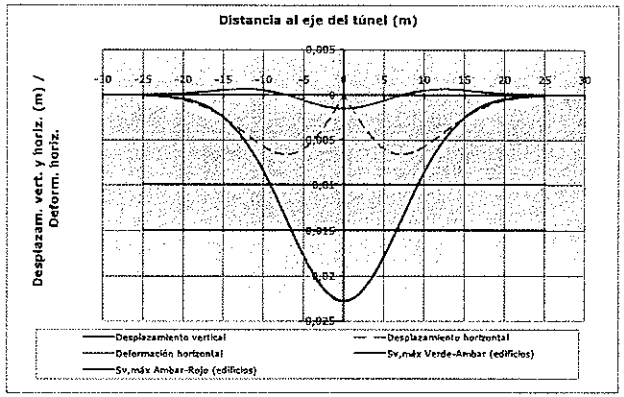
Nota: la formulación empleada es la de Peck (1969)

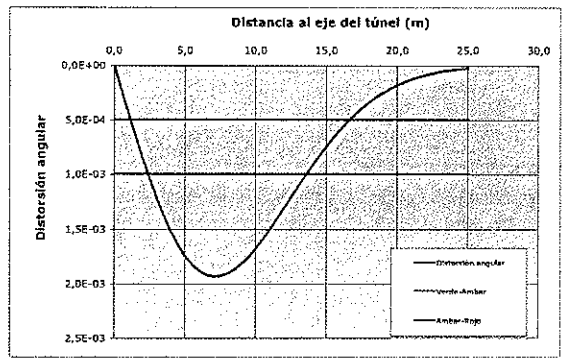
Cálculo del movimiento horizontal máximo:

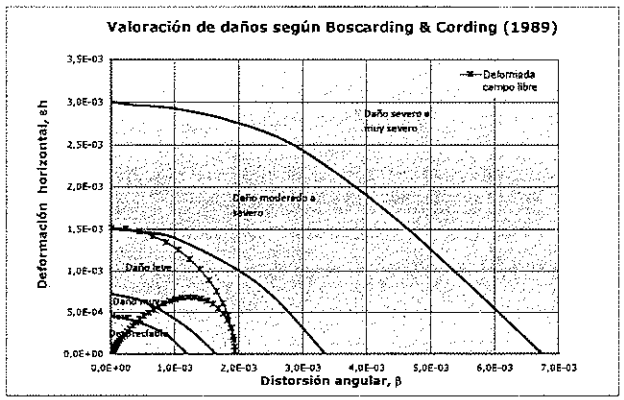
Desplazamiento horizontal máximo, U_{max} = 0,0066 m

$$S_{h,max} = \frac{i}{z_o}\cdot S_{v,max} = \frac{i}{z_o}\cdot 0.61\cdot S_{v,max}$$

Nota: la formulación empleada es la de O'Reilly & New (1982)







RESUMEN DE RESULTADOS

Elemento	Distancia al eje		Sv (mm)	ΔL/L	ε_h	Daño
Edificación	25,0	40,0	0,1	1 / 32.815	4,56E-05	Despreciable

Distancias horizontales al eje del túnel (m)

DAÑO	De	a
SEVERO	No hay	No hay
MODERADO	0,0	0,8
LEVE	0,8	15,2
MUY LEVE	15,2	17,4
DESPRECIABLE	17,4	∞

UMBRAL	De	a
ROJO	0,0	13,6
AMBAR	13,6	16,6
VERDE	16,6	∞

Litología en el frente:

Homogéneo — GP-S f

Dist. eje (m)	S_v (mm)	ΔL/L	S_h (mm)	ε_h (%)
0,0	22,8	1 / ∞	0,0	0,15%
0,5	22,7	1 / 4.494	0,8	0,15%
1,0	22,6	1 / 2.263	1,5	0,15%
1,5	22,3	1 / 1.528	2,2	0,14%
2,0	21,9	1 / 1.166	2,9	0,13%
2,5	21,4	1 / 953	3,6	0,13%
3,0	20,9	1 / 816	4,2	0,11%
3,5	20,2	1 / 722	4,7	0,10%
4,0	19,5	1 / 655	5,2	0,09%
4,5	18,7	1 / 607	5,6	0,08%
5,0	17,8	1 / 573	6,0	0,06%
5,5	16,9	1 / 548	6,2	0,05%
6,0	16,0	1 / 532	6,4	0,03%
6,5	15,1	1 / 522	6,5	0,02%
7,0	14,1	1 / 518	6,6	0,00%
7,5	13,1	1 / 519	6,6	-0,01%
8,0	12,2	1 / 525	6,5	-0,02%
8,5	11,2	1 / 535	6,4	-0,03%
9,0	10,3	1 / 551	6,2	-0,04%
9,5	9,4	1 / 571	6,0	-0,05%
10,0	8,6	1 / 597	5,7	-0,05%
10,5	7,7	1 / 629	5,4	-0,06%
11,0	7,0	1 / 667	5,1	-0,06%
11,5	6,2	1 / 712	4,8	-0,07%
12,0	5,6	1 / 766	4,5	-0,07%
12,5	4,9	1 / 829	4,1	-0,07%
13,0	4,3	1 / 903	3,8	-0,07%
13,5	3,8	1 / 991	3,4	-0,07%
14,0	3,3	1 / 1.093	3,1	-0,06%
14,5	2,9	1 / 1.213	2,8	-0,06%
15,0	2,5	1 / 1.355	2,5	-0,06%
15,5	2,2	1 / 1.523	2,2	-0,05%
16,0	1,9	1 / 1.722	2,0	-0,05%
16,5	1,6	1 / 1.958	1,7	-0,05%
17,0	1,3	1 / 2.239	1,5	-0,04%
17,5	1,1	1 / 2.576	1,3	-0,04%
18,0	1,0	1 / 2.980	1,1	-0,03%
18,5	0,8	1 / 3.467	1,0	-0,03%
19,0	0,7	1 / 4.057	0,8	-0,03%
19,5	0,5	1 / 4.774	0,7	-0,02%
20,0	0,5	1 / 5.648	0,6	-0,02%
20,5	0,4	1 / 6.720	0,5	-0,02%
21,0	0,3	1 / 8.040	0,4	-0,02%
21,5	0,2	1 / 9.671	0,4	-0,01%
22,0	0,2	1 / 11.696	0,3	-0,01%
22,5	0,2	1 / 14.213	0,2	-0,01%
23,0	0,1	1 / 17.389	0,2	-0,01%
23,5	0,1	1 / 21.374	0,2	-0,01%
24,0	0,1	1 / 26.413	0,1	-0,01%
24,5	0,1	1 / 32.815	0,1	0,00%
25,0	0,0	1 / 40.986	0,1	0,00%

OBSERVACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13436]
013037

O.3.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.2. DISEÑO DE LAS SECCIONES TIPO DE TÚNEL
APÉNDICE 7. PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. PERFIL LONGITUDINAL. MÉTODOS CONVENCIONALES	H:2.500 V:1:250	P001
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. FASES DE EXCAVACIÓN	1:50	P002
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO	1:50	P003
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. DETALLE SECCIÓN TIPO MODELO A, B y C	VARIAS	P004
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. DETALLE PARAGUAS DE MICROPILOTES	VARIAS	P005
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. ARMADO	1:50	P006
1205-PLOC-TUN-CON-RT-SA-E1A	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER STA. ANITA. FASES DE EXCAVACIÓN	1:50	P001
1205-PLOC-TUN-CON-RT-SA-E1A	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER STA. ANITA. SECCIÓN TIPO	1:50	P002
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. SIMULACIÓN PROCESO CONSTRUCTIVO	S/E	P009
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. DRENAJE	1:50	P010
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. IMPERMEABILIZACIÓN	VARIAS	P011
PLOC-MON-1A-AS	PLANTA DE CUBETA DE SUBSISDENCIAS	1:1.000	P001
1200-PLOC-TUN-SEG-E1A	PROTECCIONES ESPECIALES PARA LOS TÚNELES. SEGURIDAD EN TRANSPORTE Y DESPLAZAMIENTO	S/E	P001

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA
INVESTIGACIONES

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SIMPLIFICADA	ACHURADO
R	Relleno, mezcla de suelos, poco compactos y contaminados	
ML	Limo inorgánico de baja plasticidad	
CL	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad.	
MH	Limo inorgánico, elástico, de alta plasticidad	
OH	Limo organico muy compresible	
GP	Grava pobremente gradada con arena	
GC	Grava arcillosa	
GM	Grava limosa	
SM	Arena limosa	
SP	Arena pobremente gradada	
RC	Roca	
NF	Nivel Freatico (m)	X.XX

LEYENDA

Litoestratigrafía

- *R* — RELLENO, MEZCLA DE SUELOS POCO COMPACTADOS Y CONTAMINADOS.
- *CL/ML* — ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD Y LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD.
- *SM* — ARENAS LIMOSAS.
- *GP-S* — GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA, ARCILLA Y LIMO Y CON ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA. *GP-Ss = NIVEL SUELTO, GP-Sf = NIVEL FIRME.*
- *D* — SUSTRATO ROCOSO (DIORITA, TONALITA).
- *C* — SUSTRATO CARBONATADO (CALIZAS).

Simbología

- CONTACTO LITOLÓGICO DISCORDANTE
- CONTACTO LITOLÓGICO CONCORDANTE
- ISOLÍNEA DE VELOCIDAD SÍSMICA
- R — RECHAZO CONO DE PECK
- 65 — GOLPEO CONO DE PECK
- (15mD) — DISTANCIA AL EJE
- FALLA

Campaña estudios básicos para la línea E-W

- **P-1** — PERFORACIÓN 50.00 m.
- **C-1** — CALICATA

Campaña adicional a la de estudios básicos

- **P-1** — POZOS
- **C-1** — CALICATA

Campaña complementaria propuesta

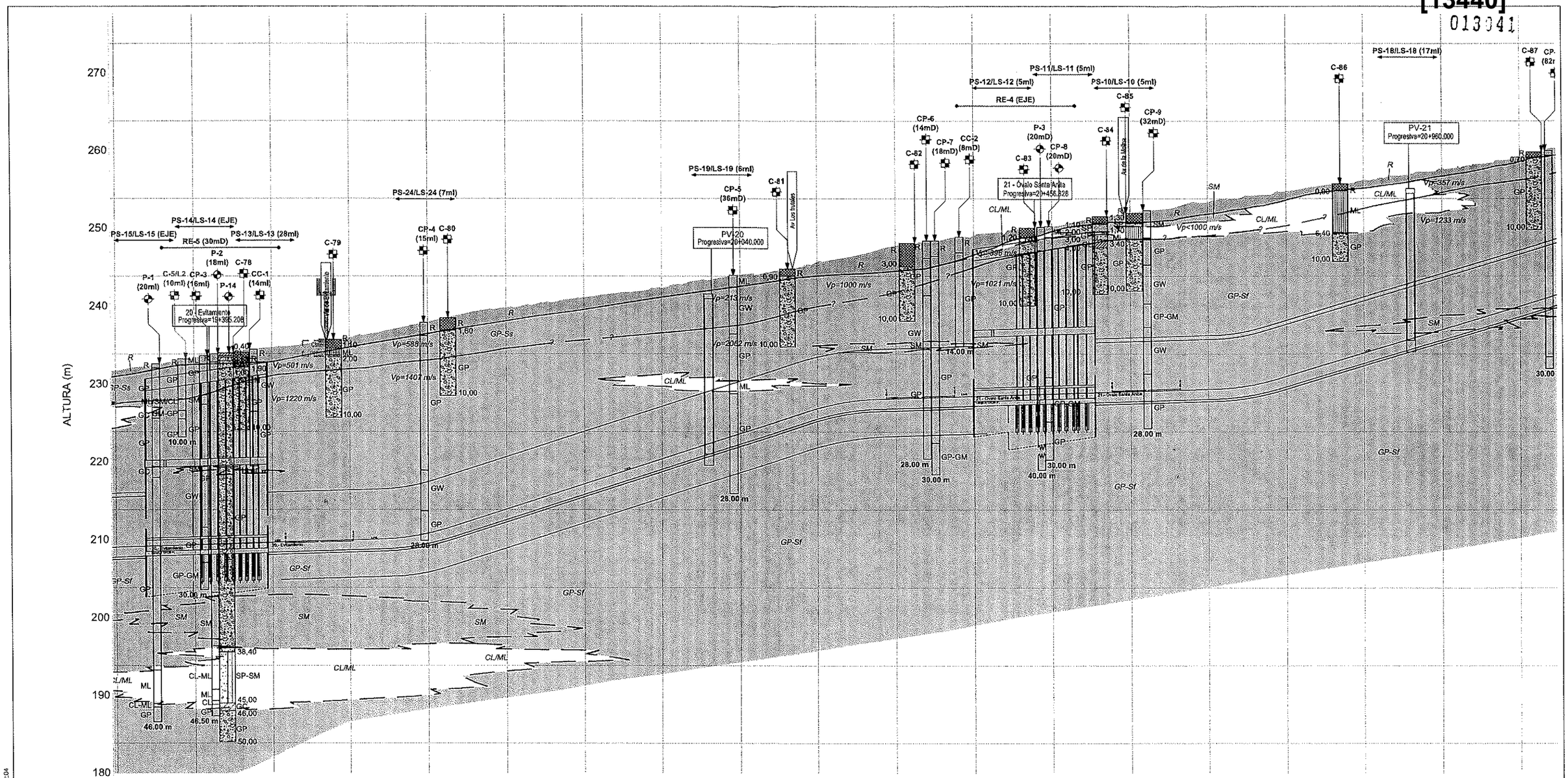
- **PS-1/L2** — PERFIL SÍSMICO DE REFRACCIÓN Y MASW
- **S-1/L2** — SONDEO MECÁNICO
- **CS-1/L2** — CALICATA MANUAL
- **MASW-1/L2** — PERFIL SÍSMICA PASIVA

Campaña Proinversión

- **P-1** — SONDEO MECÁNICO
- **CP-1** — CALICATA MANUAL PROFUNDA
- **CC-1** — CALICATA ESPECIAL
- **PS-01/LS-01** — PERFIL SÍSMICA PASIVA/ PERFIL SÍSMICA REFRACCIÓN
- **RE-1** — TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13440]
013041



P.K.			19+300	19+400	19+500	19+600	19+700	19+800	19+900	20+000	20+100	20+200	20+300	20+400	20+500	20+600	20+700	20+800	20+900	21+000	21+100
TRAMO(m)					358.37		274.3				167.23	107.13						591.32			
RECUBRIMIENTO (m)					20.27 / 18.01		18.01 / 12.69				12.69 / 11.57	13.68 / 12.60						17.48 / 12.00			
DATOS GEOLÓGICOS	UNIDADES AFECTADAS	IGUAL QUE EL TRAMO ANTERIOR	PANTALLAS		GP-S									PANTALLAS				GP-SGP-S			
	COTA NIVEL DE AGUA (m)				< 200													< 220< 220			
	ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)				0													0 0			
	CAUDAL INFILTRADO (l/s/m)				0													0 0			
DATOS GEOMECÁNICOS	MÓDULO DEFORMACIÓN EN EXTENSIÓN E (MPa)				83 / 366													83 / 368 / 366			
	COEF. DE POISSON				0,3													0,3 0,3			
	COHESIÓN C' (KPa)				15 / 32													15 / 325 / 32			
	ANGULO DE FRICCION (°)				34 / 39													34 / 394 / 39			
	γ_{ap} (KN/m³)				20 / 22													20 / 220 / 22			
SOSTENIMIENTO	SECCIÓN TIPO				90 % A 10 % B		70 % A 20 % B 10 % C				50 % A 30 % B 20 % C	70 % A 20 % B 10 % C						70 % A 20 % B 10 % C			
	LONGITUD PASE (m)				A: 2 m B: 1m C: 1m													A: 2 m B: 1m C: 1m			
	EXCAVABILIDAD				90 % Medios mecánicos 10 % Martillo													90 % Medios mecánicos 10 % Martillo			
	OBSERVACIONES																				

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

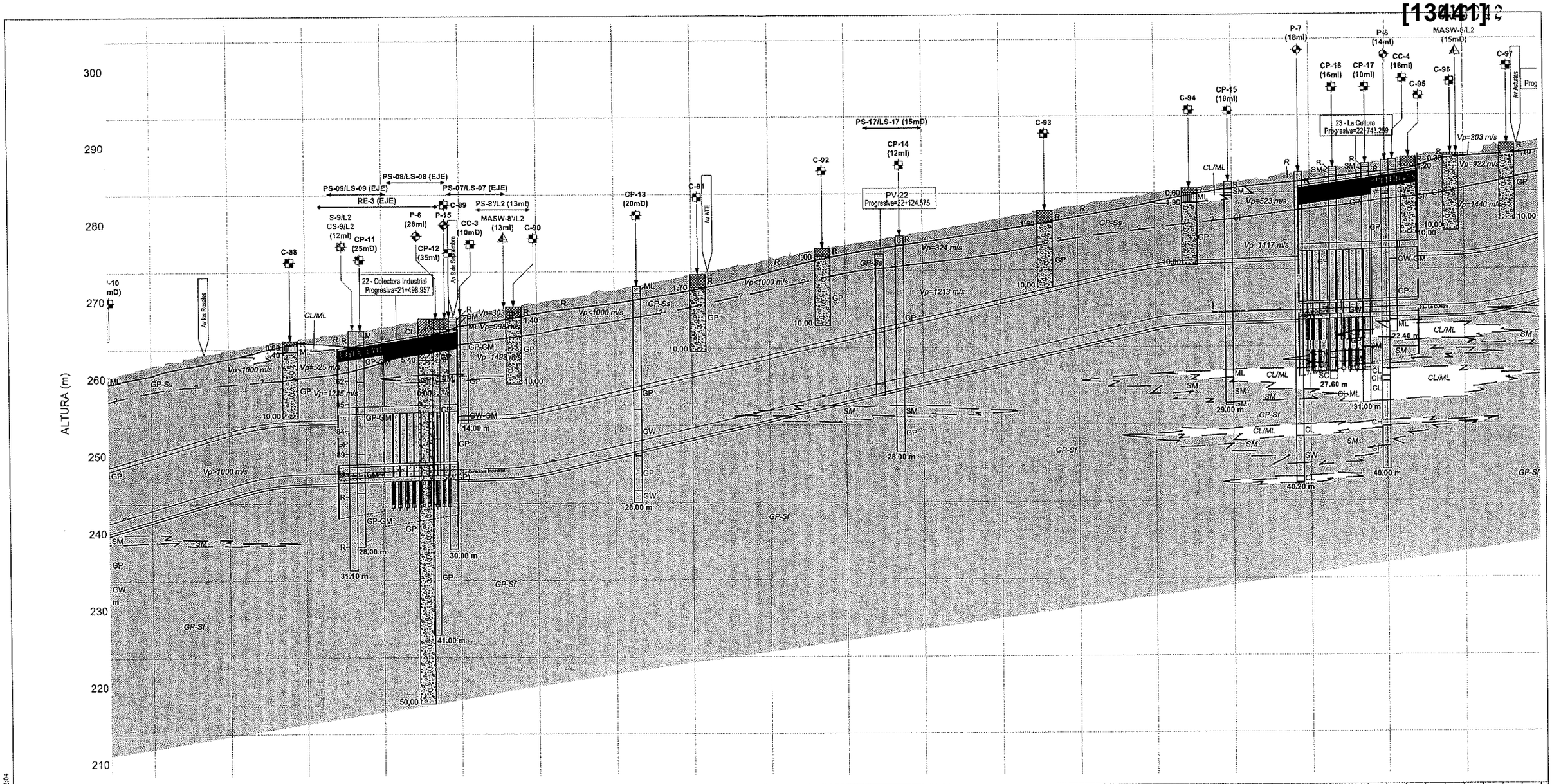
ESCALA (A1): H: 1/2.500 V: 1/250
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
PERFIL LONGITUDINAL
MÉTODOS CONVENCIONALES

PLANO Nº 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P001 | HOJA 2 de 4 | REVISIÓN 3

c:\trabajos\geotecnia\metro_lima\mauro\perfiles\formato\refx_membrete_metrolima_rev03.dwg - 12/12/2013 - 12:04

Refx_Membrete_MetroLima_Rev03_Etapa_1A.dwg



P.K.	21+200	21+300	21+400	21+500	21+600	21+700	21+800	21+900	22+000	22+100	22+200	22+300	22+400	22+500	22+600	22+700	22+800	22+900
TRAMO(m)	297.09								611.87				477.71					154.87
RECUBRIMIENTO (m)	12.00 / 10.26								11.19 / 11.29				11.29 / 9.24					12.59 / 12.56
DATOS GEOLÓGICOS – UNIDADES AFECTADAS	GP-S								GP-S									GP-S
DATOS GEOLÓGICOS – COTA NIVEL DE AGUA (m)	< 230								< 240									< 250
DATOS GEOLÓGICOS – ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)	0 0								0									0
DATOS GEOLÓGICOS – CAUDAL INFILTRADO (l/s/m)	0 0								0									0
DATOS GEOMECÁNICOS – MÓDULO DEFORMACIÓN EN EXTENSIÓN E (MPa)	83 / 366								83 / 366									83 / 366
DATOS GEOMECÁNICOS – COEF. DE POISSON	0,3								0,3									0,3
DATOS GEOMECÁNICOS – COHESIÓN C' (KPa)	15 / 32								15 / 32									15 / 32
DATOS GEOMECÁNICOS – ANGULO DE FRICCIÓN (°)	34 / 39								34 / 39									34 / 39
DATOS GEOMECÁNICOS – γap (KN/m³)	20 / 22								20 / 22									20 / 22
SOSTENIMIENTO – SECCIÓN TIPO	70 % A 20 % B 10 % C								70 % A 20 % B 10 % C				50 % A 30 % B 20 % C					70 % A 20 % B 10 % C
SOSTENIMIENTO – LONGITUD PASE (m)	A: 2 m B: 1m C: 1m								A: 2 m B: 1m C: 1m									A: 2 m B: 1m C: 1m
SOSTENIMIENTO – EXCAVABILIDAD	90 % Medios mecánicos 10 % Martillo								90 % Medios mecánicos 10 % Martillo									90 % M. mecánicos 10 % Mart.
SOSTENIMIENTO – OBSERVACIONES	PANTALLAS															PANTALLAS		

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): H: 1/2.500 V: 1/250
FECHA: FEBRERO 2014

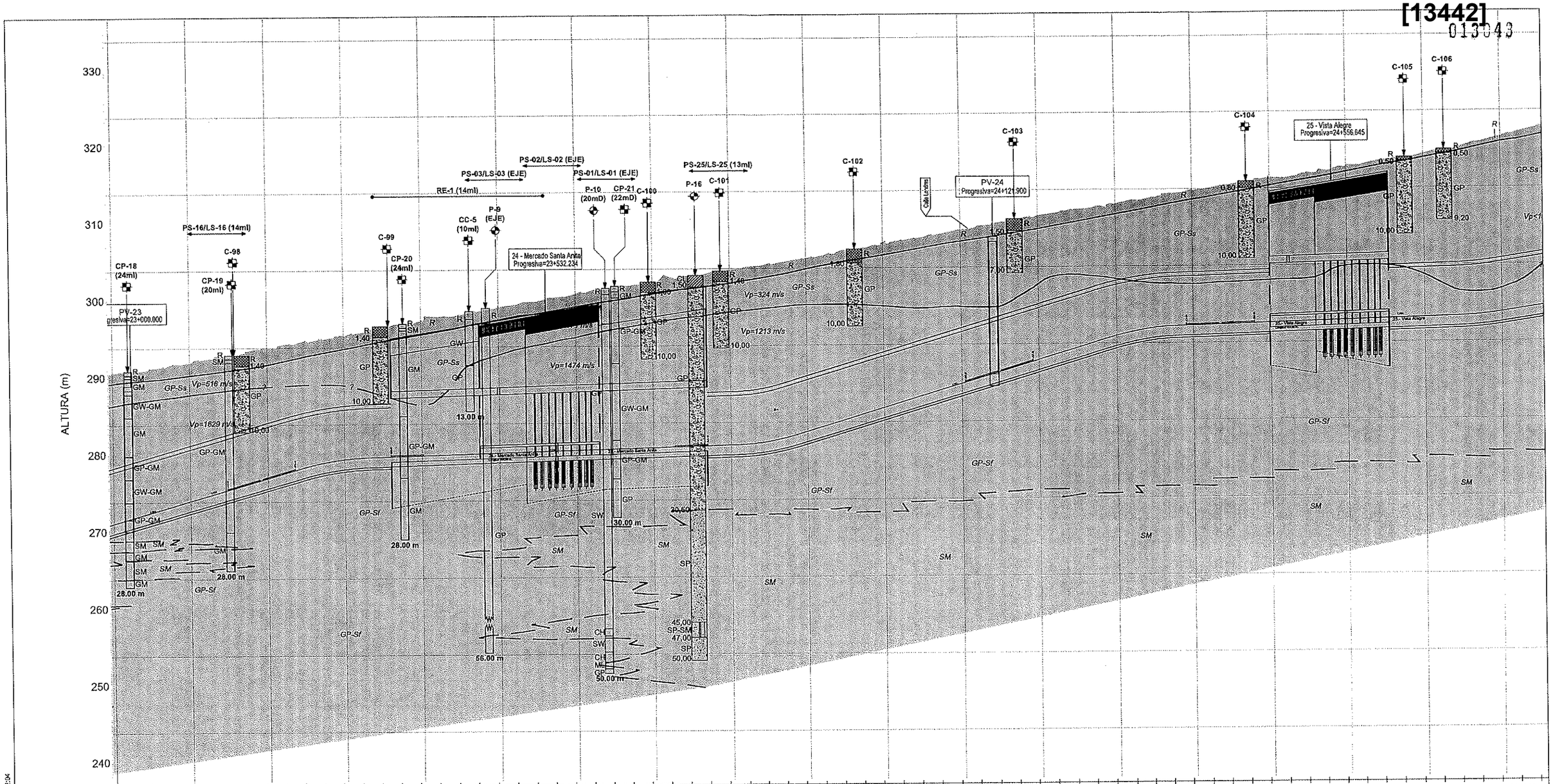
MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
PERFIL LONGITUDINAL
MÉTODOS CONVENCIONALES

PLANO Nº 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P001 | HOJA: 3 de 4 | REVISIÓN 3

Refx_Membrete_MetroLima_Rev03_Etapa_1A.dwg

c:\trabajos\epotaci\aymeio_lima\mauro\perfil\formato\refx_membrete_metrolima_rev03.dwg - 12/12/2013 - 12:04

[13442]
013043



P.K.	23+000	23+100	23+200	23+300	23+400	23+500	23+600	23+700	23+800	23+900	24+000	24+100	24+200	24+300	24+400	24+500	24+600	24+700	24+800
TRAMO(m)	106,11		259,14								525.01			204.77					191
RECUBRIMIENTO (m)	12.59 / 10.97		10.97 / 9.05								16.08 / 10.52			11.86 / 10.12					15.78 / 13.75
DATOS GEOLÓGICOS: UNIDADES AFECTADAS											GP-S								GP-S
DATOS GEOLÓGICOS: COTA NIVEL DE AGUA (m)											< 270								< 280
DATOS GEOLÓGICOS: ALTURA PIEZOMÉTRICA (m)											0								0
DATOS GEOLÓGICOS: CAUDAL INFILTRADO (l/s/m)											0								0
DATOS GEOMECÁNICOS: MÓDULO DEFORMACIÓN EN EXTENSIÓN E (MPa)											83 / 366								83 / 366
DATOS GEOMECÁNICOS: COEF. DE POISSON											0,3								0,3
DATOS GEOMECÁNICOS: COHESIÓN C' (KPa)											15 / 32								15 / 32
DATOS GEOMECÁNICOS: ANGULO DE FRICCIÓN (°)											34 / 39								34 / 39
DATOS GEOMECÁNICOS: γ_{sp} (KN/m³)											20 / 22								20 / 22
SOSTENIMIENTO: SECCIÓN TIPO	70 % A 20 % B 10 % C		50 % A 30 % B 20 %								50 % A 30 % B 20 %			10 % A 50 % B 40 %					10 % A 50 % B 40 % C
SOSTENIMIENTO: LONGITUD PASE (m)	A: 2 m B: 1m C: 1m										A: 2 m B: 1m C: 1m								A: 2 m B: 1m C: 1m
SOSTENIMIENTO: EXCAVABILIDAD	90 % Medios mecánicos 10 % Martillo										90 % Medios mecánicos 10 % Martillo								90 % M. mecánicos 10 % Martillo
SOSTENIMIENTO: OBSERVACIONES	PANTALLAS																		

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): H: 1/2.500 V: 1/250
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
PERFIL LONGITUDINAL
MÉTODOS CONVENCIONALES

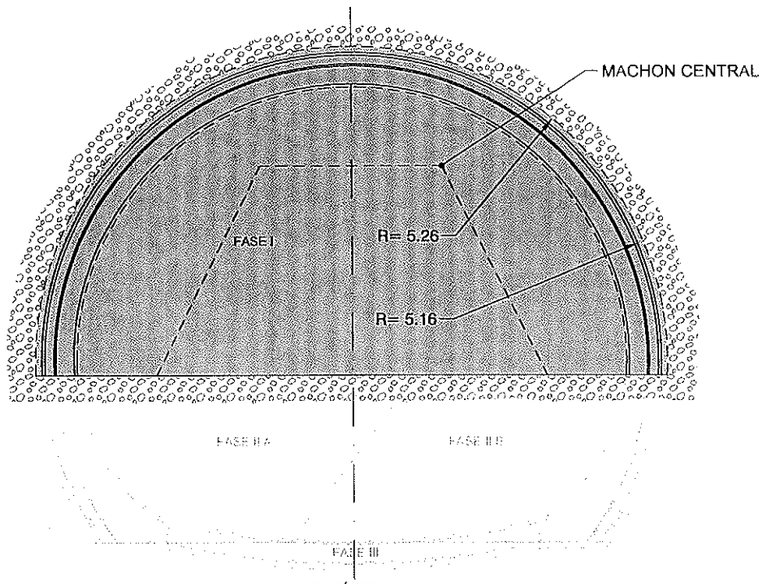
PLANO Nº 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P001 | HOJA: 4 de 4 | REVISIÓN: 3

Refx_Membrete_MetroLima_Rev03_Etapa_1A.dwg

c:\trabajos\gerencia\metro_lima\anuario\perfil\formato\refx_membrete_metrolima_rev03.dwg - 12/12/2013 - 12:04

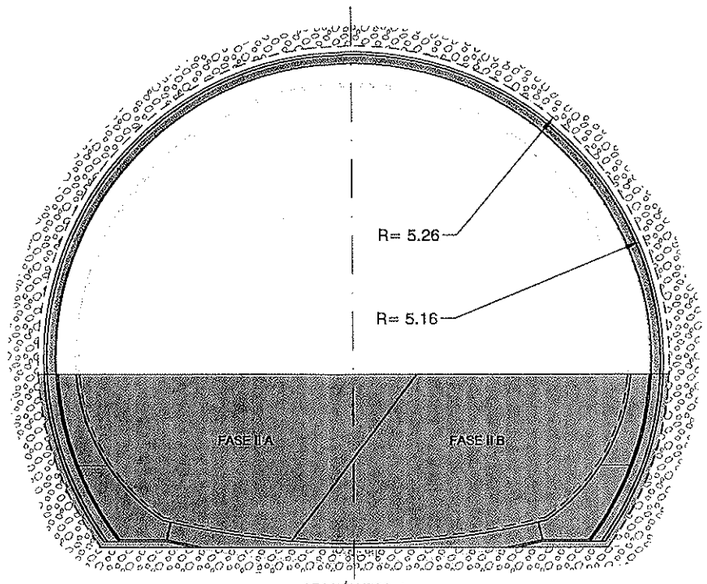
SECCIÓN TIPO A

ETAPA I



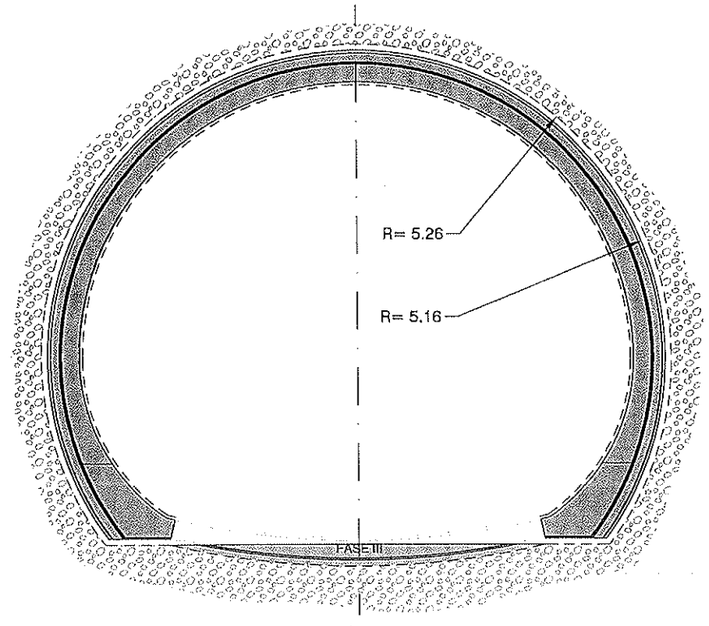
SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50

ETAPA II



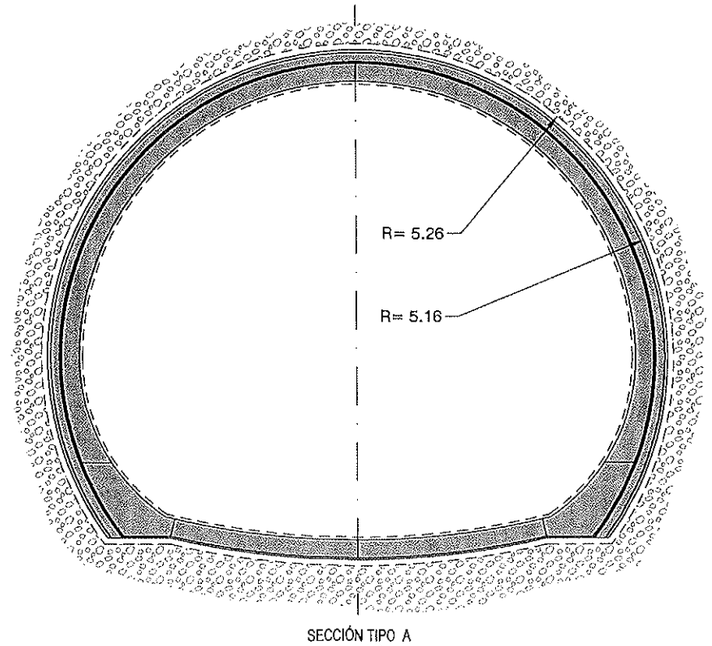
SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50

ETAPA III



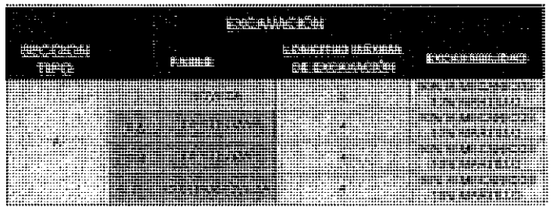
SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50

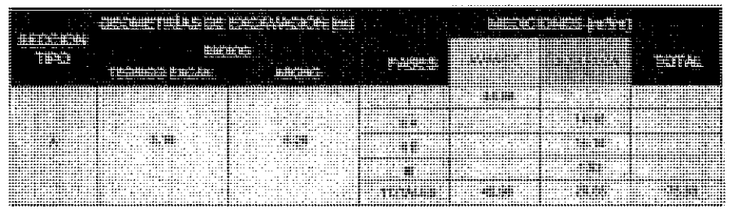
ETAPA IV



SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50







NOTA: LA EXCAVACIÓN SE HA MEDIDO HASTA LA LÍNEA DE ABONO.

* Etapa I:

  a) Excavación de la bóveda con machón central (FASE I).
  b) Ejecución del revestimiento primario de la bóveda.
  c) Excavación del machón central.

* Etapa II:

  a) Excavación de la destroza lateral izquierda (FASE II A).
  b) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral izquierda.
  c) Excavación de la destroza lateral derecha (FASE II B).
  d) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral derecha.
  e) Ejecución muros de arranque y bóveda del revestimiento secundario.

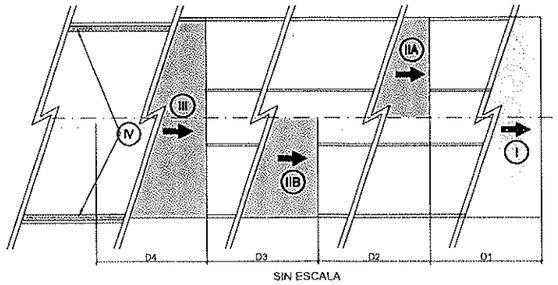
* Etapa III:

  a) Excavación de la contrabóveda (FASE III)

* Etapa IV:

  a) Ejecución del revestimiento secundario de la contraboveda.

ESQUEMA PLANIMÉTRICO



SIN ESCALA

Distancias entre los frentes de excavación:

- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 ≥ 10 m.
- D4 ≥ 15 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A3): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
FASES DE EXCAVACIÓN

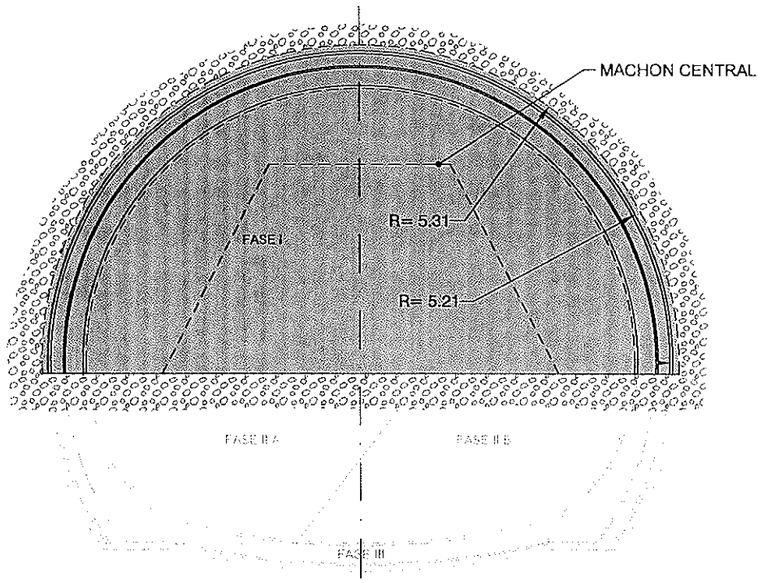
PLANO: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002
HOJA: 1 de 3
REVISIÓN: 1

1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\ma\obras\trabajos definicion\200267 metro de lima\linea\entrega 10-2-2014\túnel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:30

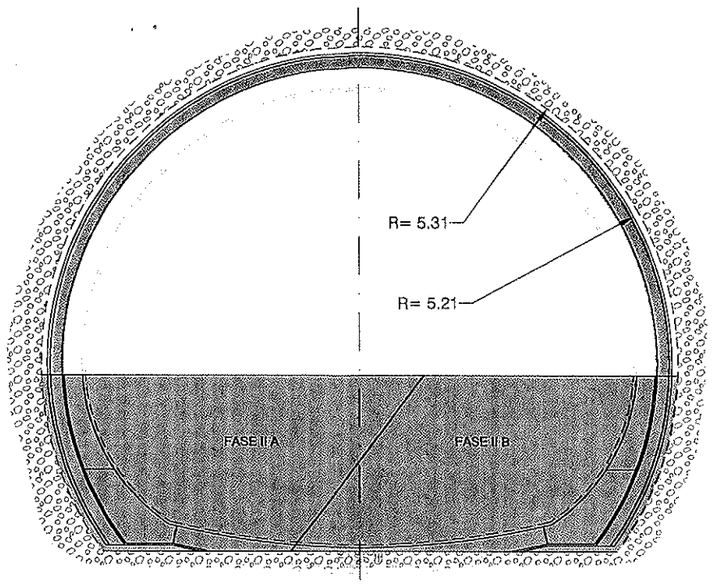
SECCIÓN TIPO B

ETAPA I



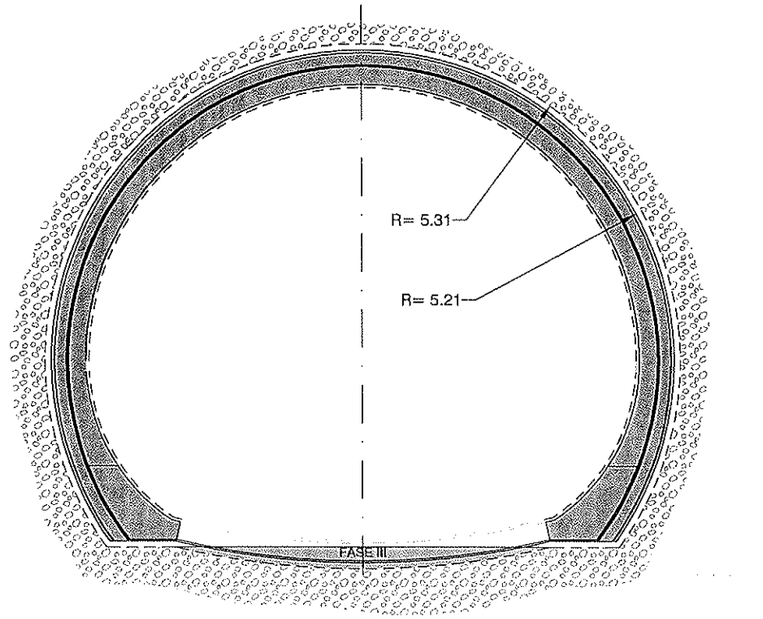
SECCIÓN TIPO B
Escala 1:50

ETAPA II



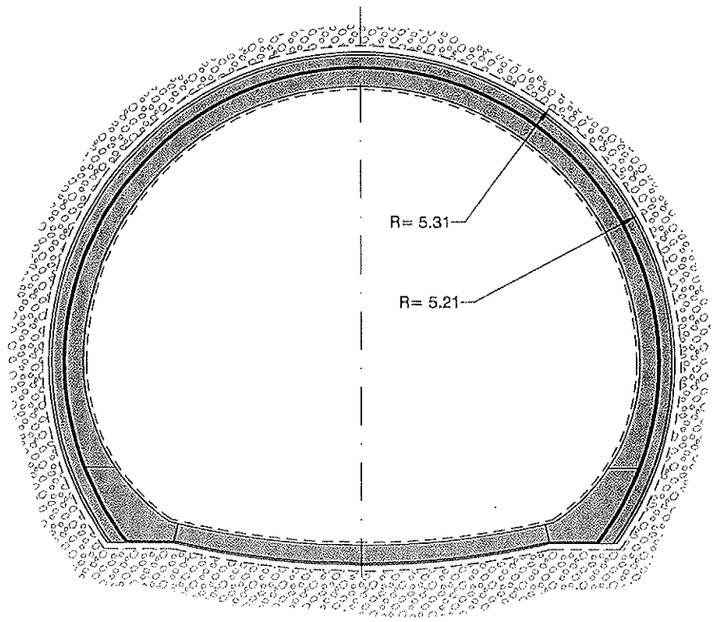
SECCIÓN TIPO B
Escala 1:50

ETAPA III



SECCIÓN TIPO B
Escala 1:50

ETAPA IV



SECCIÓN TIPO B
Escala 1:50

APLICACIÓN SECCION TIPO	
SECCIÓN	CRITERIO
B	PARTE DEL FRENTE EN GRAVAS MUY DENSAS

EXCAVACIÓN			
SECCIÓN TIPO	FASES	LONGITUD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	EXCAVACIÓN MÁXIMA
B			

SECCIÓN TIPO	SECCIONES DE EXCAVACIÓN (m)			EXCAVACIÓN (m³/m)		
	BÓVEDA		FASES			TOTAL
	TRAMO CENTRAL	ARRANQUE		BÓVEDA	DESTROZA	
B	5.31	5.21	FASE I	45.31		
			FASE II A		14.37	
			FASE II B		14.37	
			FASE III		1.84	
			TOTALES	45.31	30.58	75.89

NOTA: LA EXCAVACIÓN SE HA MEDIDO HASTA LA LÍNEA DE ABONO.

* Etapa I:

a) Excavación de la bóveda con machon central (FASE I).
b) Ejecución del revestimiento primario de la bóveda.
c) Excavación del machón central.

* Etapa II:

a) Excavación de la destroza lateral izquierda (FASE II A).
b) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral izquierda.
c) Excavación de la destroza lateral derecha (FASE II B).
d) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral derecha.
e) Ejecución muros de arranque y bóveda del revestimiento secundario.

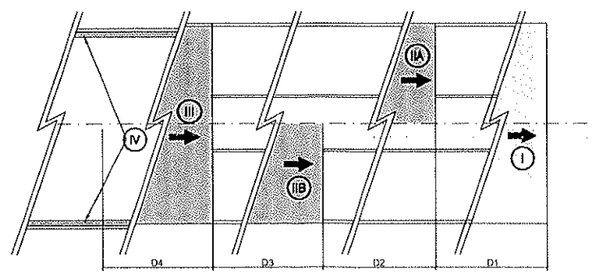
* Etapa III:

a) Excavación de la contrabóveda (FASE III)

* Etapa IV:

a) Ejecución del revestimiento secundario de la contraboveda.

ESQUEMA PLANIMÉTRICO



SIN ESCALA

Distancias entre los frentes de excavación:

- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 ≥ 10 m.
- D4 ≥ 15 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa · eurostudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
FASES DE EXCAVACIÓN

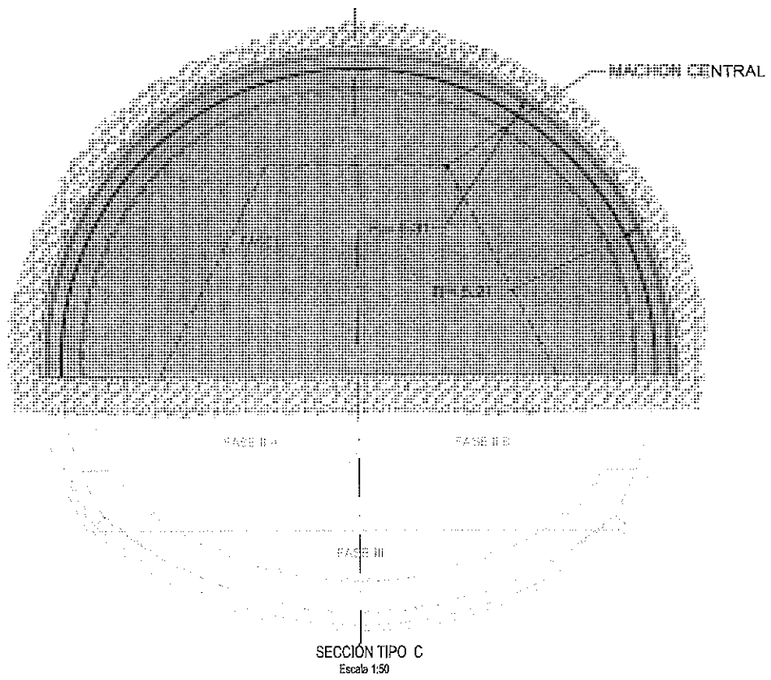
PLANO Nº 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002 | HOJA: 2 de 3 | REVISIÓN: 1

1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\nauvo\trabajos de\ejecucion\202057 metro de lima\tunel\entrega 10-2-2014\tunel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:31

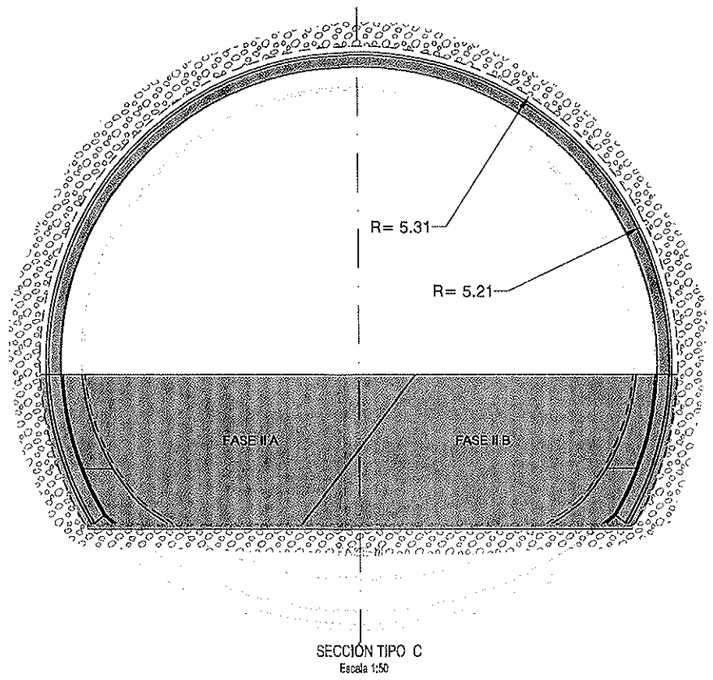
SECCIÓN TIPO C

ETAPA I



SECCIÓN TIPO C
Escala 1:50

ETAPA II



SECCIÓN TIPO C
Escala 1:50

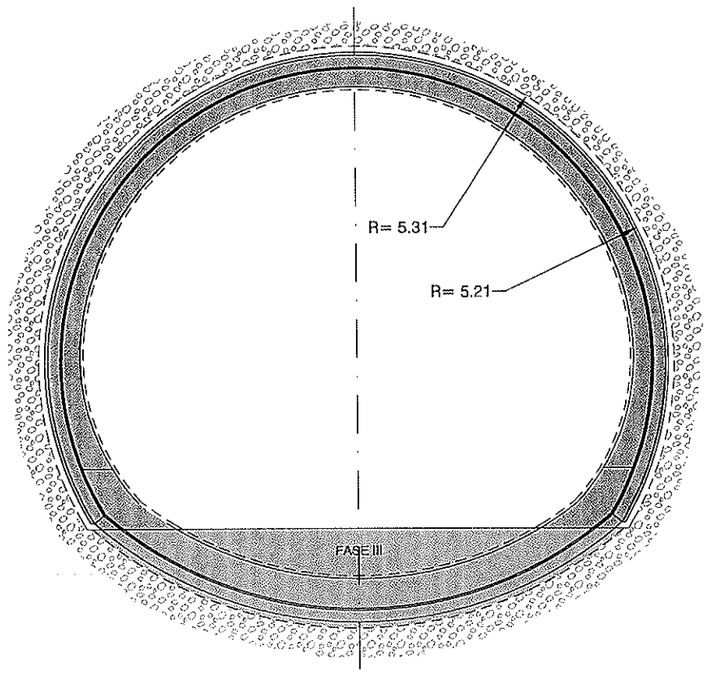
APLICACIÓN SECCION TIPO	
SECCIÓN	CRITERIO
C	TODO EL FRENTE EN GRAVAS MEDIANAMENTE DENSAS; DE BAJA DENSIDAD RELATIVA

EXCAVACIÓN			
SECCION TIPO	FASES	LONGITUD MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	DESCRIPCIÓN

GEOMETRÍA DE EXCAVACIÓN (m)						
SECCION TIPO	BÓVEDA			MURO		CONTRABÓVEDA
	TRAMO RECTO	ARCO	FASES	ALTURA	ANCHO	

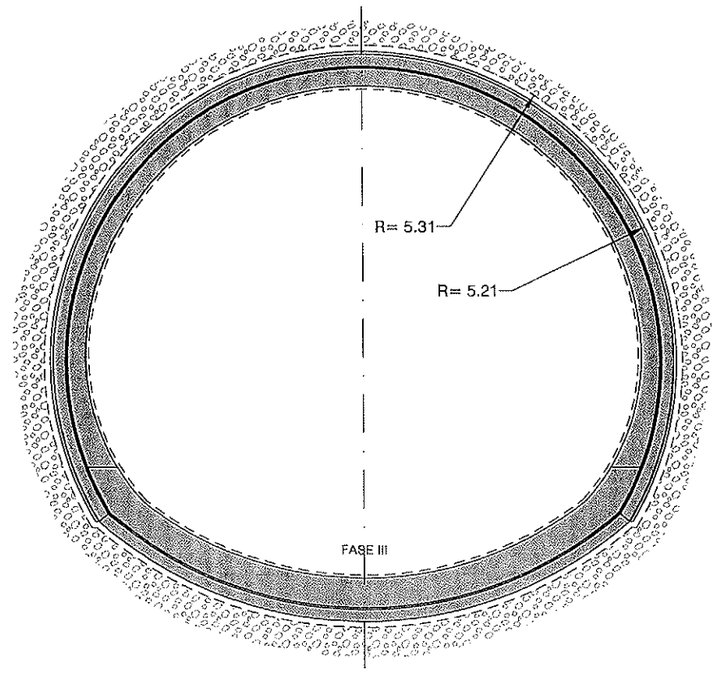
NOTA: LA EXCAVACIÓN SE HA MEDIDO HASTA LA LÍNEA DE ABONO.

ETAPA III



SECCIÓN TIPO C
Escala 1:50

ETAPA IV



SECCIÓN TIPO C
Escala 1:50

* Etapa 1:

a) Excavación de la bóveda con machón central (FASE I).
b) Ejecución del revestimiento primario de la bóveda.
c) Excavación del machón central.

* Etapa II:

a) Excavación de la destroza lateral izquierda (FASE II A).
b) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral izquierda.
c) Excavación de la destroza latera derecha (FASE II B).
d) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral derecha.

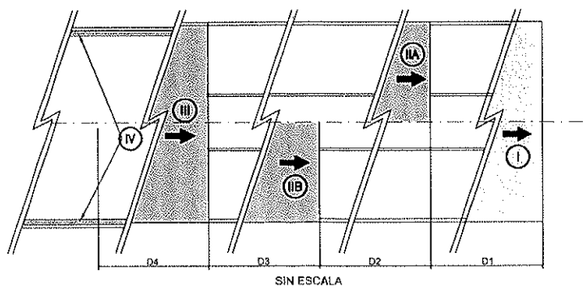
* Etapa III:

a) Excavación de la contrabóveda (FASE III)
b) Ejecución del revestimiento primario de la contrabóveda.

* Etapa IV:

a) Ejecución de la contrabóveda y muros de arranque del revestimiento secundario.
b) Ejecución de la bóveda del revestimiento secundario.

ESQUEMA PLANIMÉTRICO



SIN ESCALA

Distancias entre los frentes de excavación:

- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 = 5 m.
- D4 ≥ 10 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurooestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

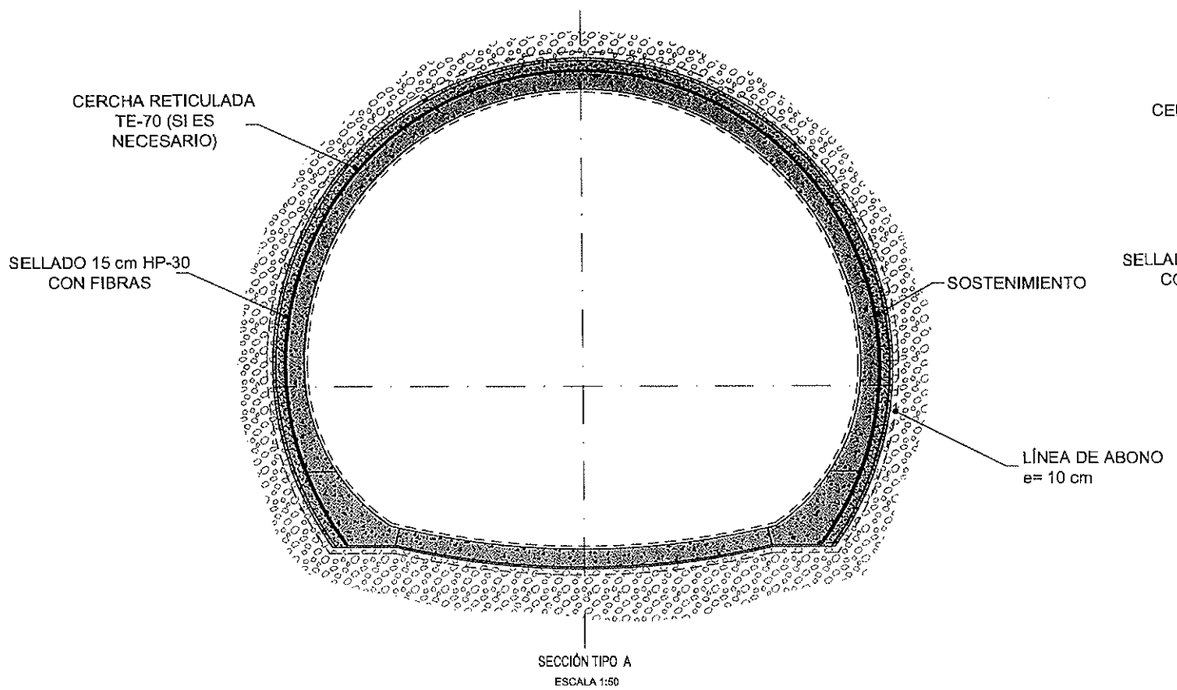
ESCALA (A1): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
FASES DE EXCAVACIÓN

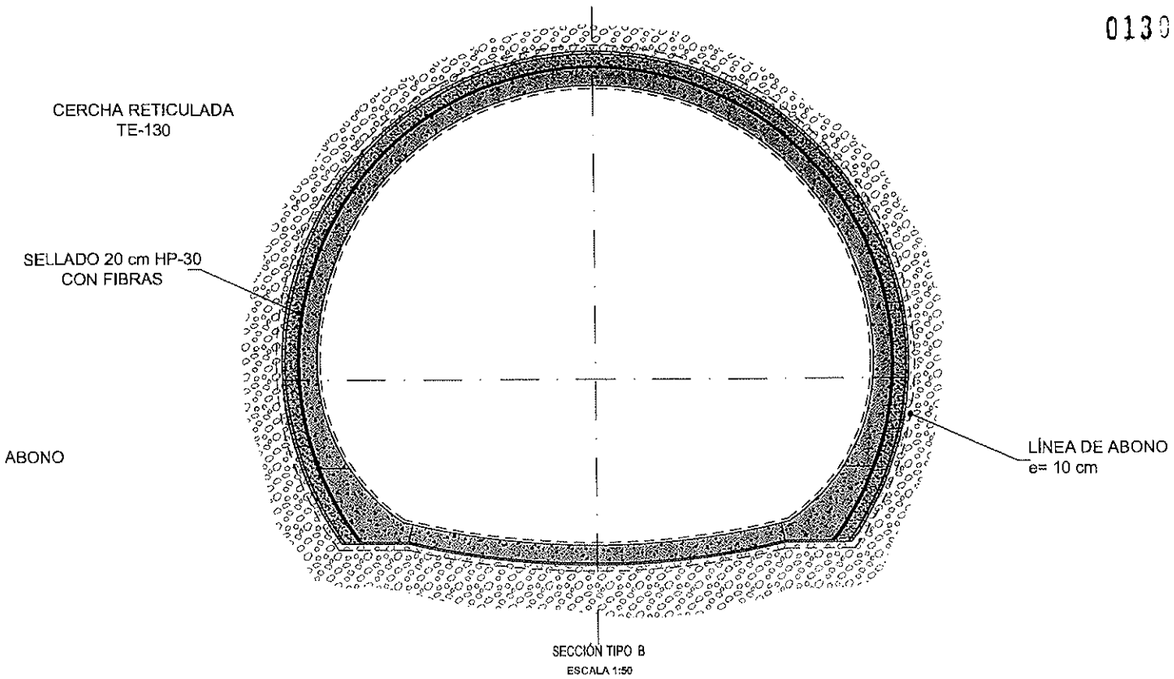
PLANO N°: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002 | HOJA: 3 de 3 | REVISIÓN: 1

1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\mauro\trabajos delineación\2020257 metro de lima\túnel\entrega 10-2-2014\túnel de línea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:31

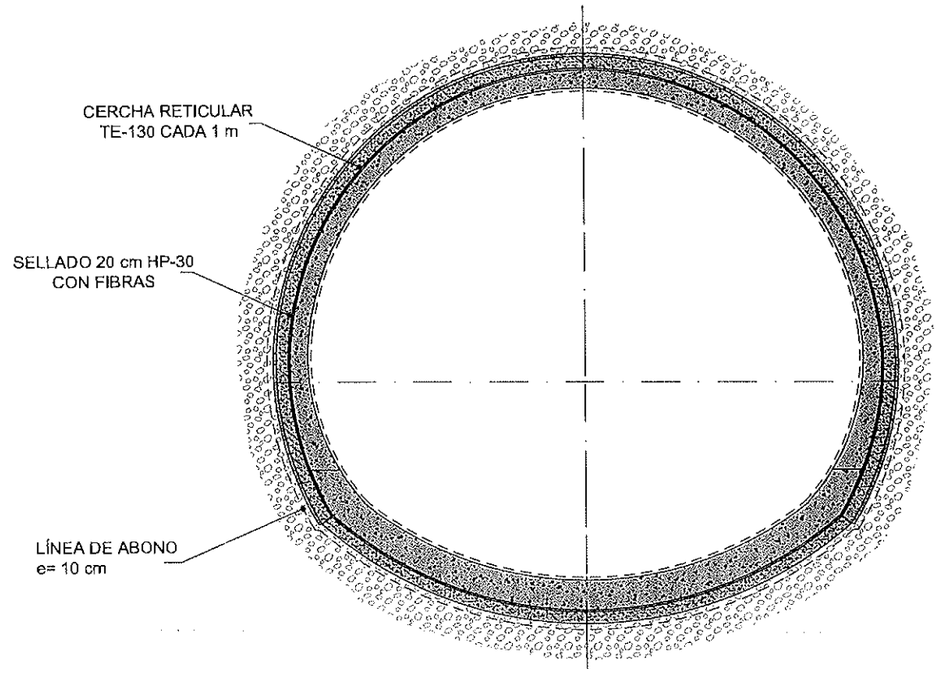


SECCIÓN TIPO A
ESCALA 1:50



SECCIÓN TIPO B
ESCALA 1:50

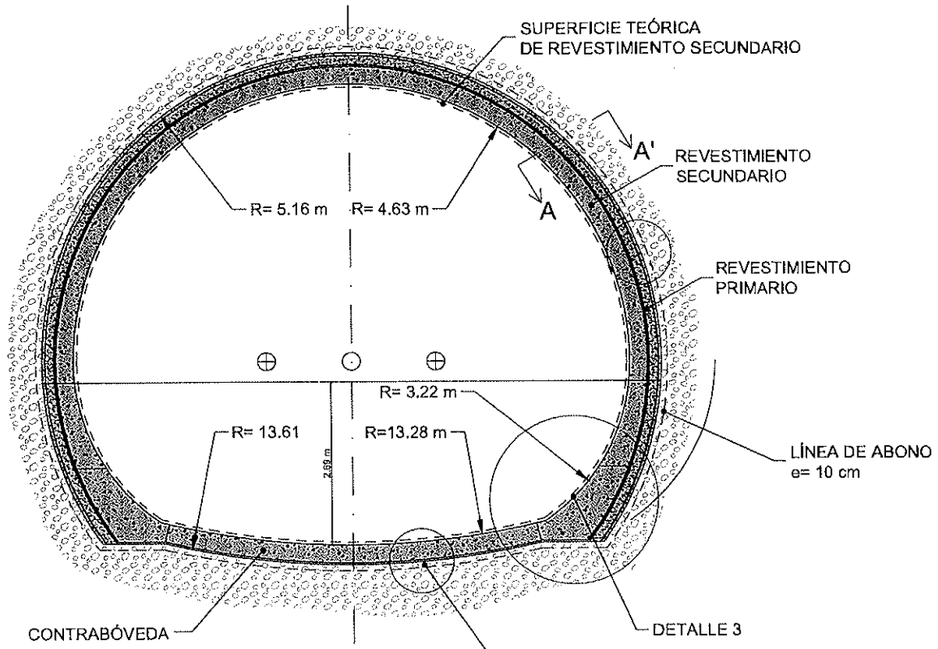
APLICACIÓN SECCION TIPO	
SECCIÓN	CRITERIO
A	TODO EL FRENTE EN GRAVAS MUY DENSAS
B	PARTE DEL FRENTE EN GRAVAS MUY DENSAS
C	TODO EL FRENTE EN GRAVAS MEDIANAMENTE DENSAS, DE BAJA DENSIDAD RELATIVA



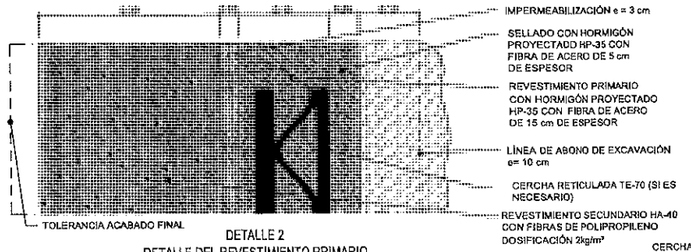
SECCIÓN TIPO C
ESCALA 1:50

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN TIPO A	SECCIÓN TIPO B	SECCIÓN TIPO C
REVESTIMIENTO PRIMARIO				

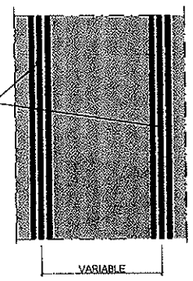
SECCIÓN TIPO A



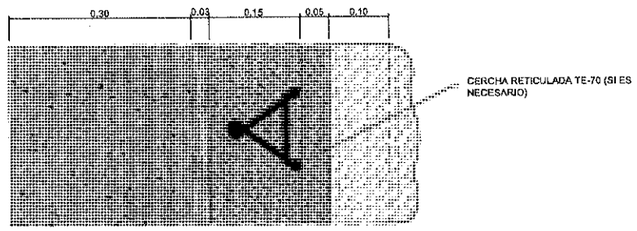
TÚNEL DE LÍNEA. SECCIÓN TIPO A
ESCALA 1:50



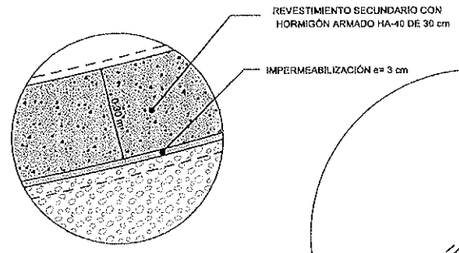
DETALLE 2
DETALLE DEL REVESTIMIENTO PRIMARIO
Y EL REVESTIMIENTO SECUNDARIO
ESCALA 1:5



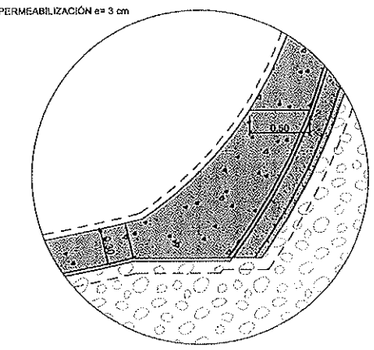
DETALLE DE CERCHAS TE-70
SECCIÓN LONGITUDINAL
(SI ES NECESARIO)
ESCALA 1:50



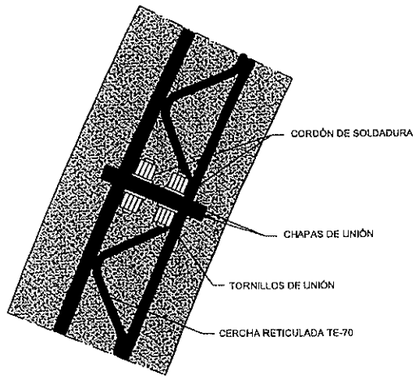
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:5



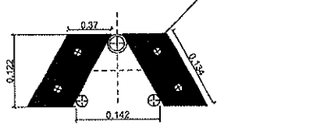
DETALLE 1
CONTRABÓVEDA DEFINITIVA
SIN ESCALA



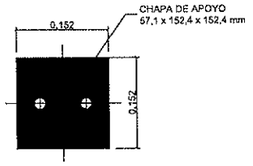
DETALLE 3
ZAPATA
ESCALA 1:100



DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-70
AVANCE - DESTROZA
(SI ES NECESARIO)
SIN ESCALA



CHAPA DE UNIÓN ENTRE
CERCHAS TE-70
(SI ES NECESARIO)
ESCALA 1:5



CHAPA DE APOYO DE
CERCHAS TE-70
(SI ES NECESARIO)
ESCALA 1:5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): VARIAS
FECHA: FEBRERO 2014

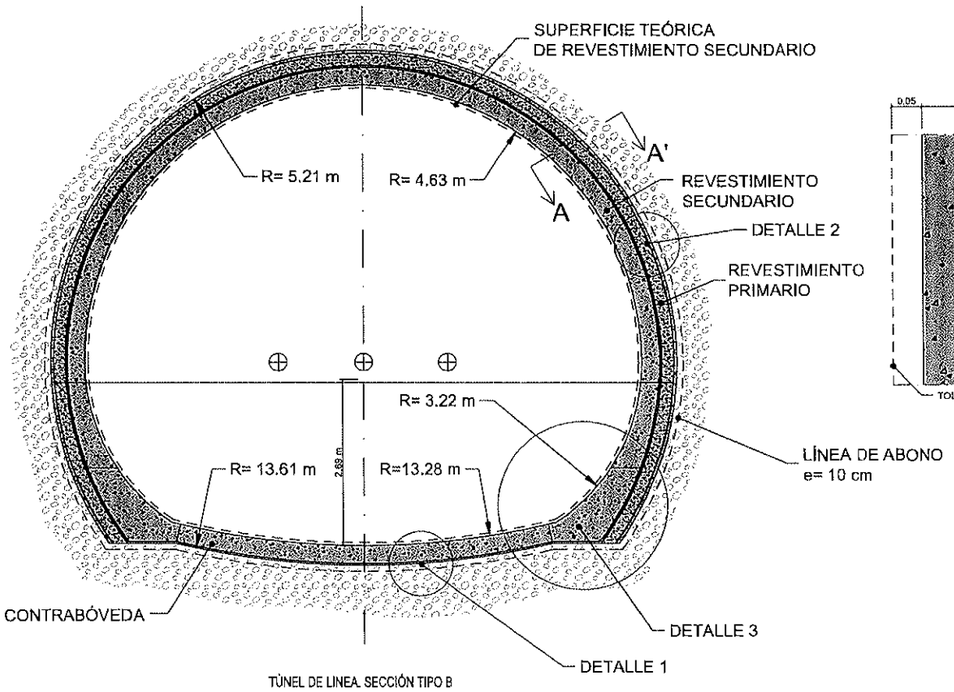
MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LÍNEA
DETALLE SECCIÓN TIPO
MODELO A

PLANO N°: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P004
HOJA: 1 de 3
REVISION: 1

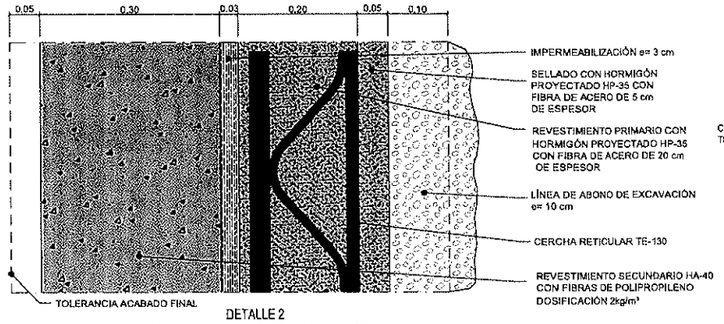
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\mauro\trabajos delineación\202057 metro de lima\tuna\entrega 10-2-2014\túnel de línea\formato\revfx_membrete_metrolima_rev01.dwg - 12/12/2013 - 12:04

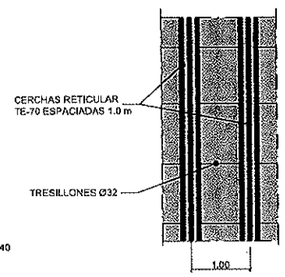
SECCIÓN TIPO B



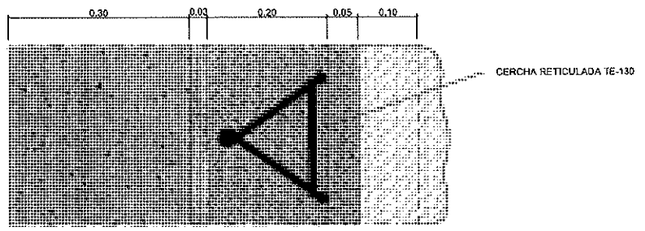
TÚNEL DE LINEA. SECCIÓN TIPO B
ESCALA 1:50



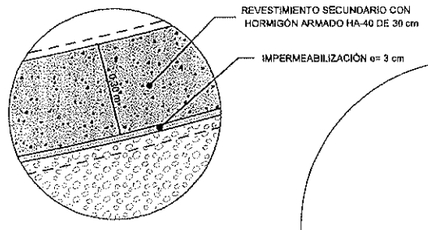
DETALLE 2
DETALLE DEL REVESTIMIENTO PRIMARIO
Y EL REVESTIMIENTO SECUNDARIO
ESCALA 1:5



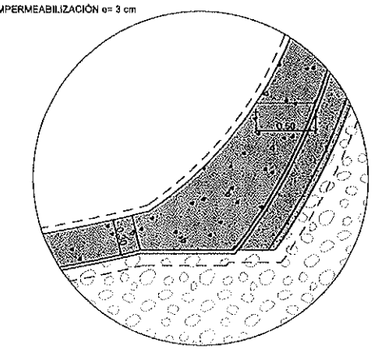
DETALLE DE CERCHAS TE-130
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1:50



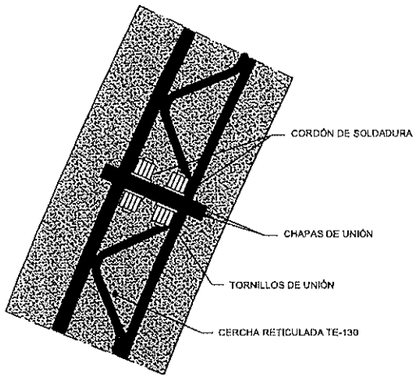
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:5



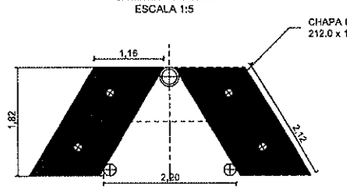
DETALLE 1
CONTRABÓVEDA DEFINITIVA
SIN ESCALA



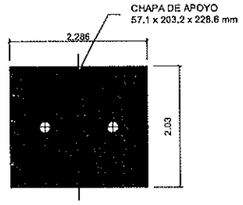
DETALLE 1
ZAPATA
ESCALA 1:100



DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-130
AVANCE - DESTROZA
SIN ESCALA



CHAPA DE UNIÓN ENTRE
CERCHAS TE-130
ESCALA 1:5



CHAPA DE APOYO
CERCHAS TE-130
ESCALA 1:5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privado - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): VARIAS
FECHA: FEBRERO 2014

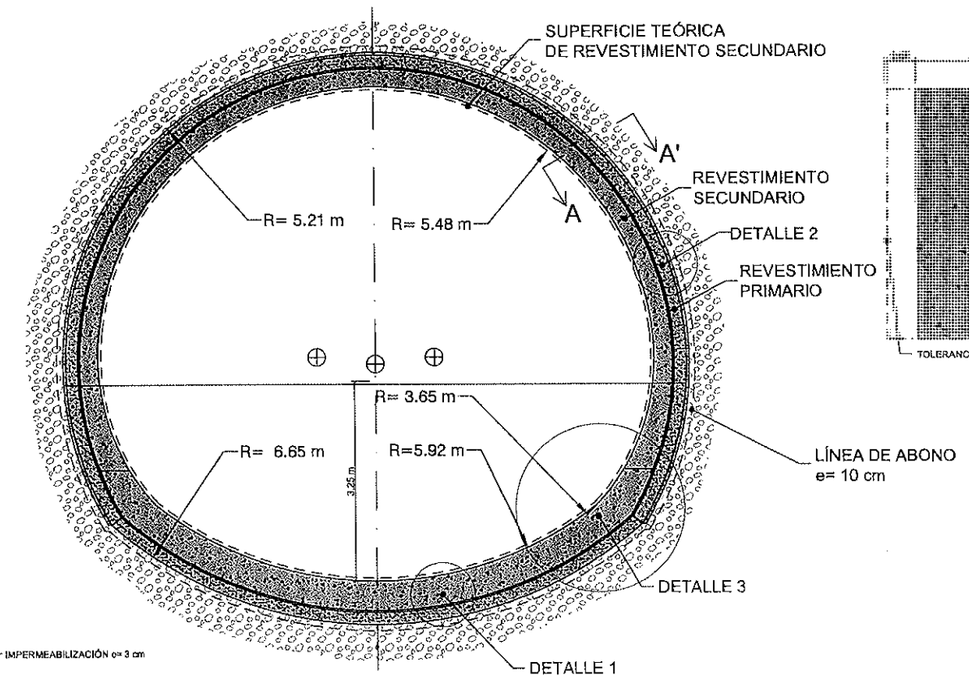
MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
DETALLE SECCIÓN TIPO
MODELO B

PLANO N°: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P004
HOJA: 2 de 3
REVISIÓN: 1

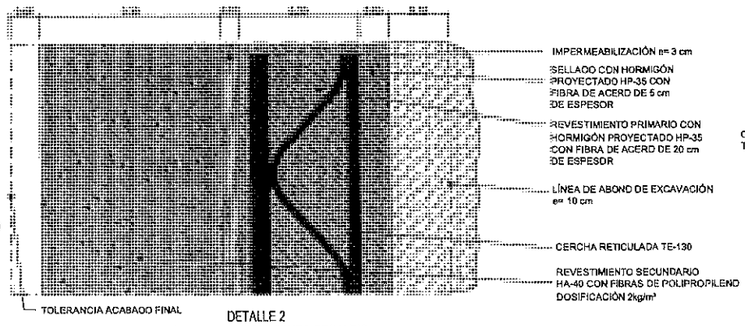
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\mauro\trabajos delineación\202057 metro de lima\tunel\entrega 10-2-2014\tunel de linea\formato\vefc_membrete_metrolima_rev01.dwg - 12/12/2013 - 12:04

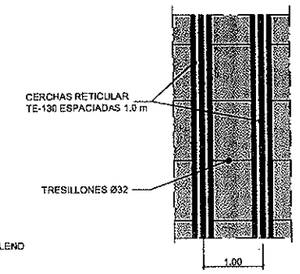
SECCIÓN TIPO C



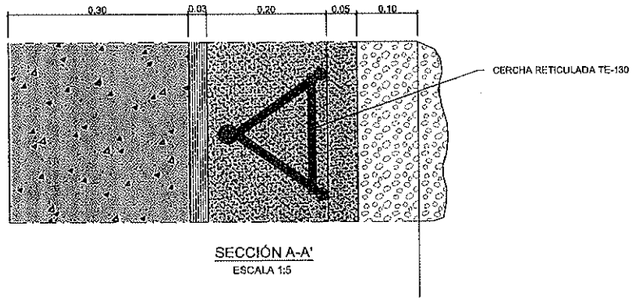
TÚNEL DE LINEA. SECCIÓN TIPO C
ESCALA 1:50



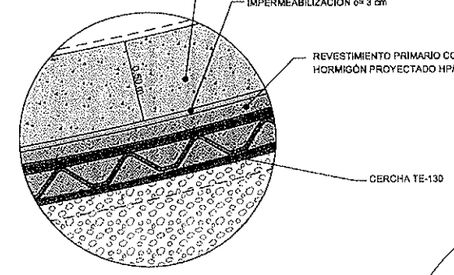
DETALLE 2
DETALLE DEL REVESTIMIENTO PRIMARIO
Y EL REVESTIMIENTO SECUNDARIO
ESCALA 1:5



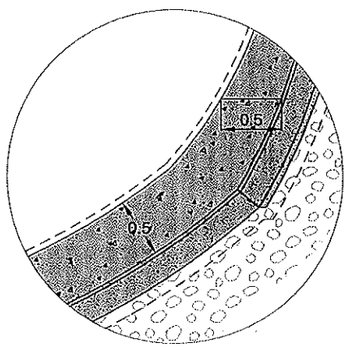
DETALLE DE CERCHAS TE-130
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1:50



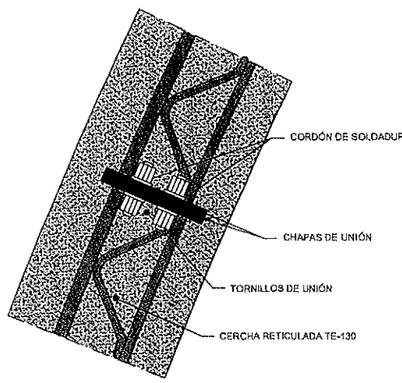
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:5



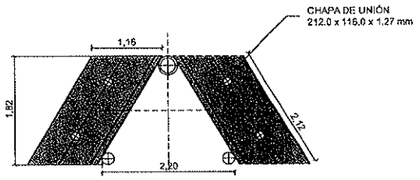
DETALLE 1
CONTRABÓVEDA DEFINITIVA
SIN ESCALA



DETALLE 3
ZAPATA
ESCALA 1:100

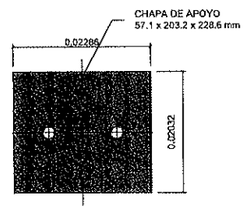


DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-130
AVANCE - DESTROZA
SIN ESCALA



CHAPA DE UNIÓN ENTRE
CERCHAS TE-130

ESCALA 1:5



CHAPA DE APOYO
CERCHAS TE-130

ESCALA 1:5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurooestudios · 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

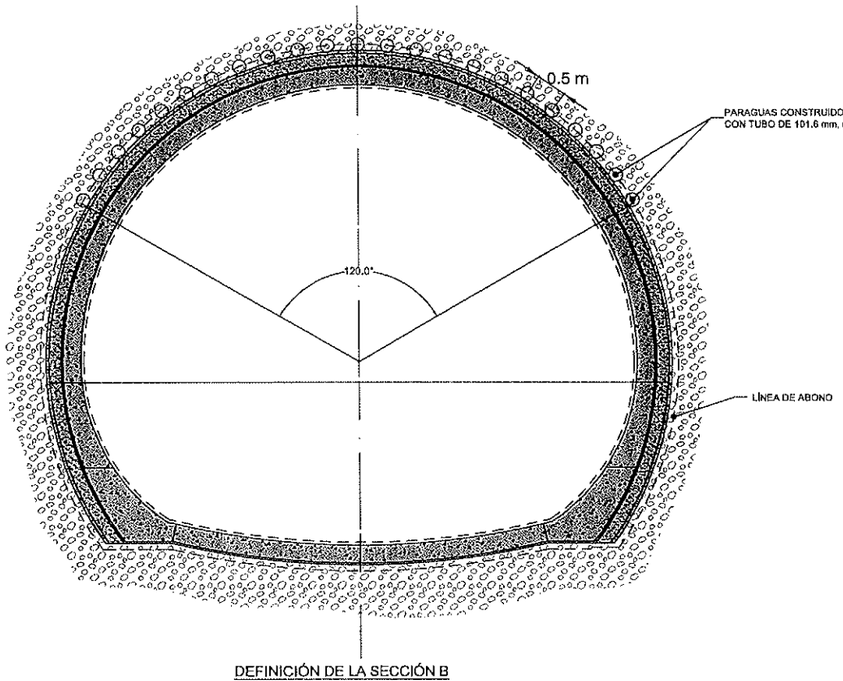
ESCALA (A1): VARIAS
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN, TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
DETALLE SECCIÓN TIPO
MODELO C

PLANO Nº: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P004
HOJA: 3 de 3
REVISIÓN: 1

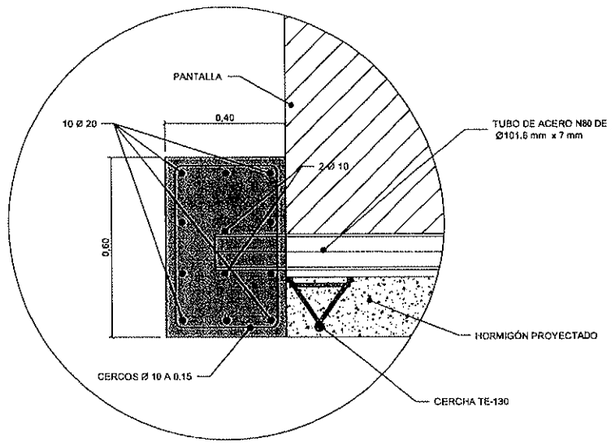
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\manuntubajos delineacion\202057 metro de lima\lineaentrega 10-2-2014\tunel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:32



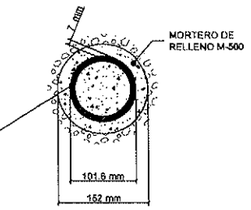
DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN B

ESCALA 1:50



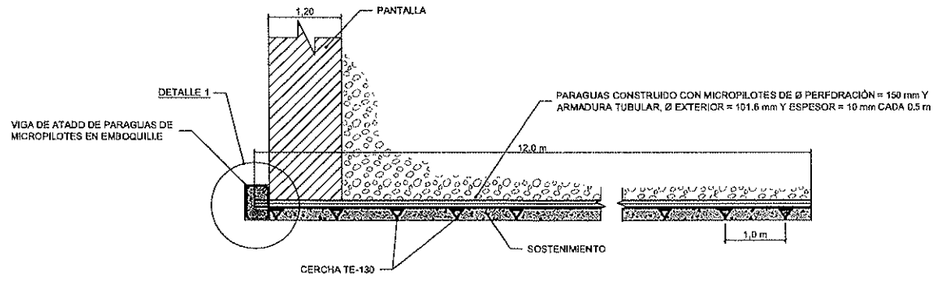
DETALLE 1. VIGA DE ATADO

ESCALA 1:10



SECCIÓN TIPO DE MICROPILOTE

SIN ESCALA



PARAGUAS DE MICROPILOTES

ESCALA 1:50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

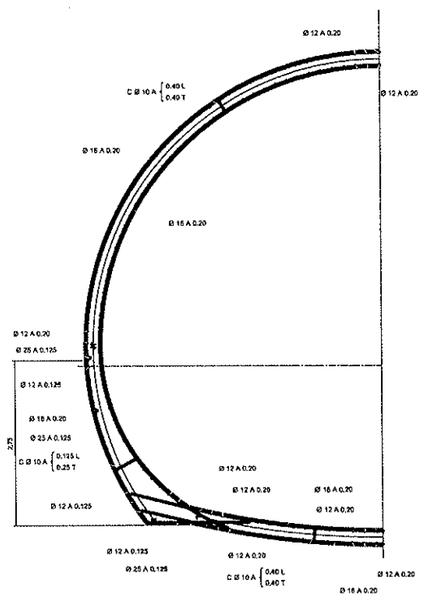
ESCALA (A1): VARIAS
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LÍNEA
DETALLE PARAGUAS MICROPILOTES

PLANO Nº: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P005
HOJA: 1 de 1
REVISIÓN: 1

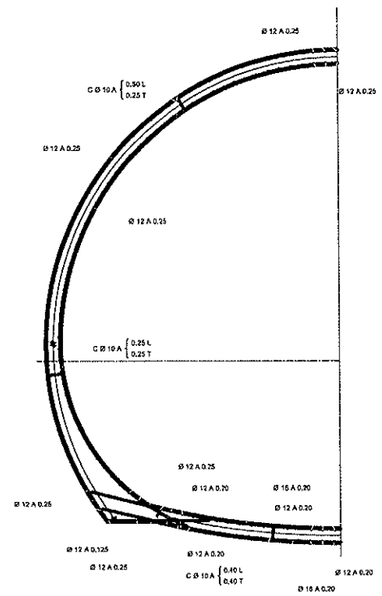
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\mesa\trabajos de\revision\20020557 metro de lima\tunel\entrega 10-2-2014\tunel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:32



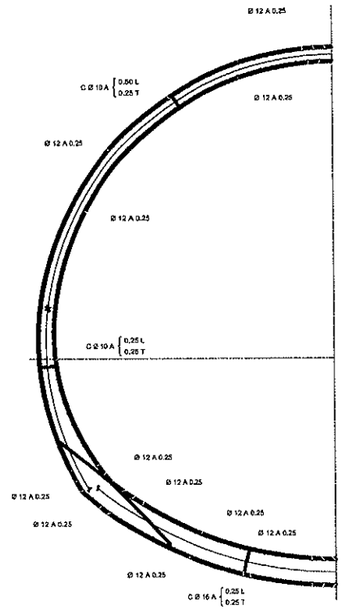
SEMI-SECCIÓN TIPO A

1:50



SEMI-SECCIÓN TIPO B

1:50



SEMI-SECCIÓN TIPO C

1:50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

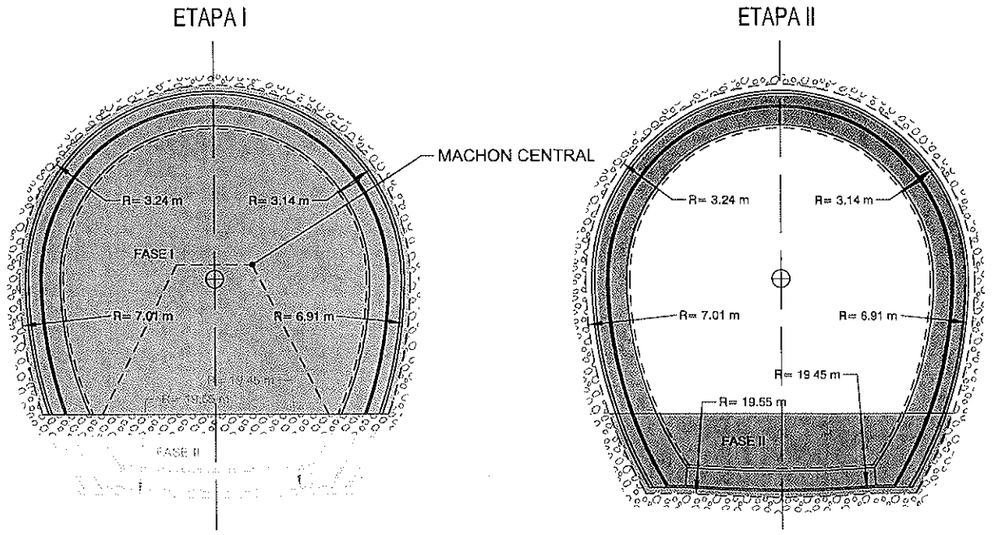
ESCALA (A1): VARIAS
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
ARMADO

PLANO N°: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P006 | HOJA: 1 de 1 | REVISIÓN: 1

1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\mauro\trabajos delineados\n\020567 metro de lima\túnel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:33



SECCIÓN TIPO CONEXIÓN TALLERES

* Etapa I:

  a) Excavación de la bóveda (FASE I) con machón central.
  b) Ejecución del revestimiento primario de la bóveda.
  c) Excavación del machón central.

* Etapa II:

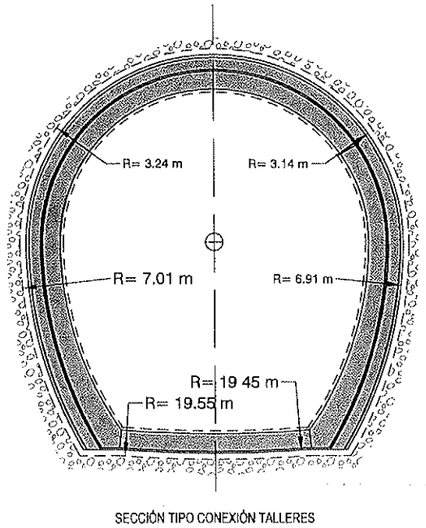
  a) Excavación de la destroza (FASE II).
  b) Ejecución del revestimiento primario de la destroza.

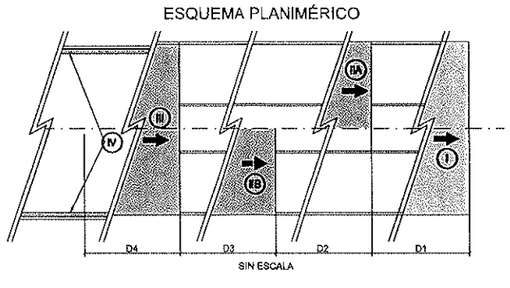
* Etapa III:

  a) Ejecución del revestimiento primario de la contraboveda.

NOTAS:

- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m, excepto en la FASE III que no tiene limitacíon en este sentido.
- La FASE I de excavación se ejecutará utilizando "machón central".





Distancias entre los frentes de excavación:

- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 ≥ 10 m.
- D4 ≥ 15 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa · euroestudios · 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

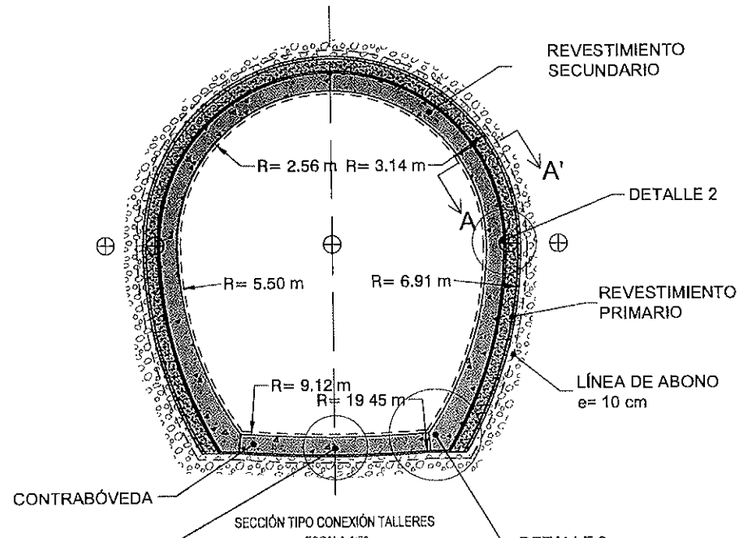
METODOS DE CONSTRUCCIÓN
RAMALES A TALLERES, PATIO TALLER SANTA ANITA
FASES DE EXCAVACIÓN

PLANO Nº: 1205-PLOC-TUN-CON-RT-E1A-SA-P001
HOJA: 1 de 1
REVISIÓN: 1

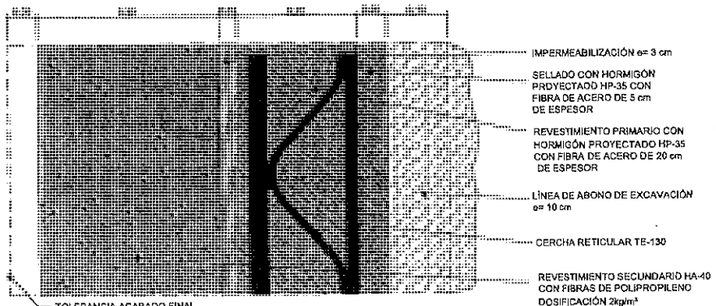
1205-PLOC-TUN-CON-RTE-1A-SA-P001-P002.dwg

x:\trabajos\trabajos delineación\202067 metro de lima\tunel\entrega 10-2-2014\talleres\1205-ploc-tun-con-rte-1a-sa-p001-p002.dwg - 10/02/2014 - 10:37

SECCIÓN TIPO CONEXIÓN TALLERES

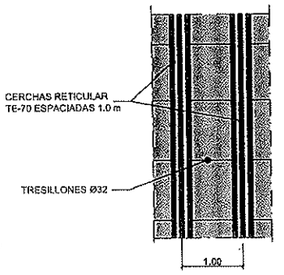


SECCIÓN TIPO CONEXIÓN TALLERES
ESCALA 1:50



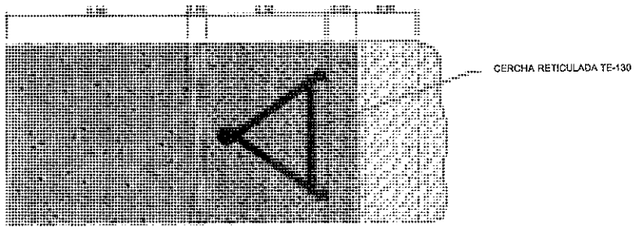
DETALLE 2
DETALLE DEL REVESTIMIENTO PRIMARIO
Y EL REVESTIMIENTO SECUNDARIO

ESCALA 1:5



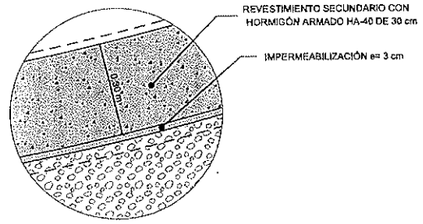
DETALLE DE CERCHAS TE-130
SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA 1:50



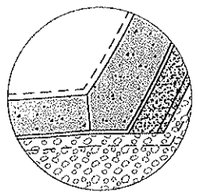
SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:5



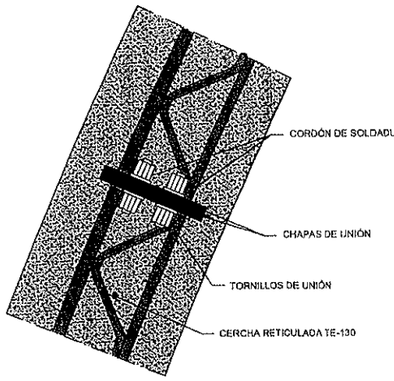
DETALLE 1
CONTRABÓVEDA DEFINITIVA

SIN ESCALA



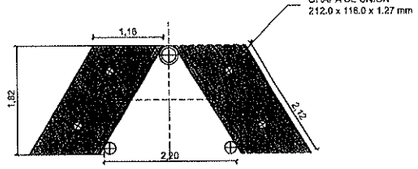
DETALLE 3
ZAPATA

ESCALA 1:100



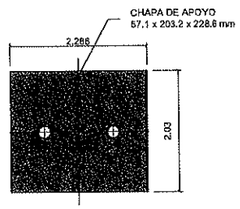
DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-130
AVANCE - DESTROZA

SIN ESCALA



CHAPA DE UNIÓN ENTRE
CERCHAS TE-130

ESCALA 1:5



CHAPA DE APOYO
CERCHAS TE-130

ESCALA 1:5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

x:\transcurso\trabajos dalineación\2252057 metro de lima\lonea\entrega 10-2-2014\talleres\1205-ploc-tun-con-rte-1a-sa-p001-p002.dwg - 10/02/2014 - 10:37

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

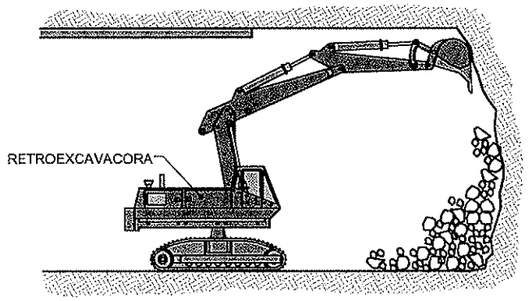
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): VARIAS
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN
RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER SANTA ANITA
SECCIÓN TIPO

PLANO Nº: 1205-PLOC-TUN-CON-RT-E1A-SA-P002
HOJA: 1 de 1
REVISIÓN: 1

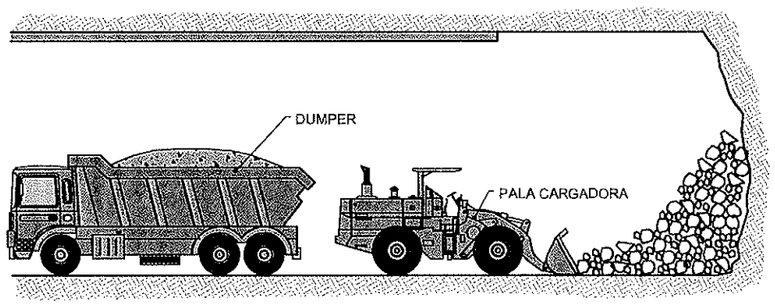
1205-PLOC-TUN-CON-RTE-1A-SA-P001-P002.dwg



FASE 1: EXCAVACIÓN DEL AVANCE CON MEDIOS MECÁNICOS.

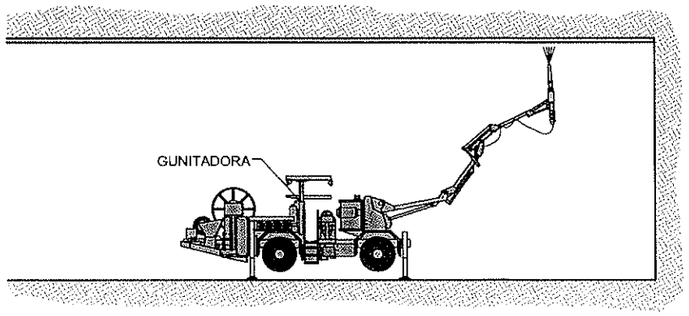
FASES DE EXCAVACIÓN DEL TÚNEL

NOTA: EL OESFASE ENTRE LAS FASES DE AVANCE Y DESTROZA SERÁ, AL MENOS, DE 30 m.



FASE 2: DESESCOMBRO

EXCAVACIÓN CON MEDIOS MECÁNICOS



FASE 4: SOSTENIMIENTO.
PREVIAMENTE AL SOSTENIMIENTO SE REALIZA EL REPERFILADO DE LA SECCIÓN MEDIANTE MARTILLOS MECÁNICOS Y SE PROYECTA UNA CAPA DE HORMIGÓN PROYECTADO DE 5 cm DE ESPESOR (SELLADO). A CONTINUACIÓN SE COLOCAN, LAS CERCHAS Y EL HORMIGÓN PROYECTADO HASTA COMPLETAR EL ESPESOR TEÓRICO.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

x:\mauro\trabajos delineación\2520567 metro de lima\tunel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 13/02/2014 - 10:34

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | eIT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): S/E
FECHA: FEBRERO 2014

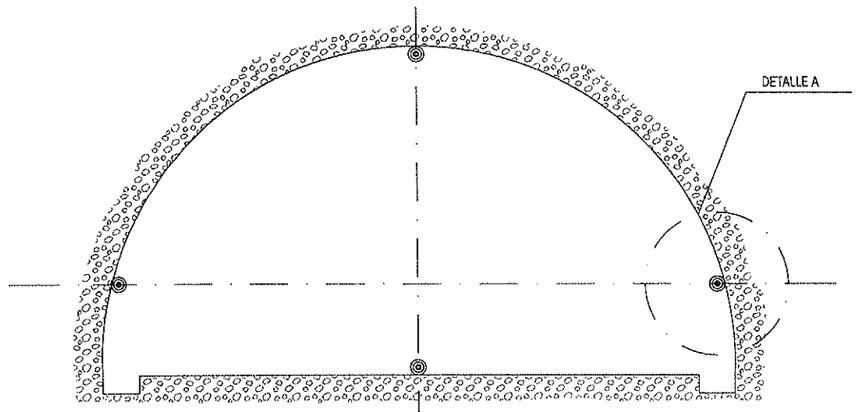
MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
SIMULACIÓN PROCESO CONSTRUCTIVO NATM

PLANO Nº: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P009 | HOJA: 1 de 1 | REVISIÓN: 1

1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

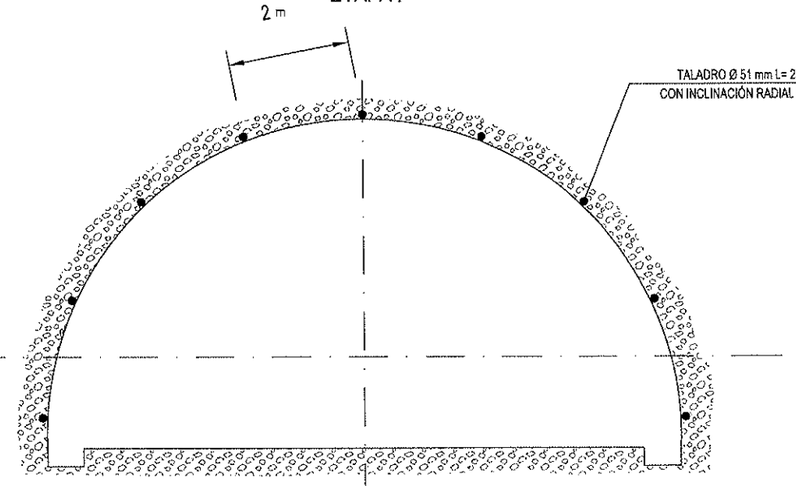
013056

ETAPA I

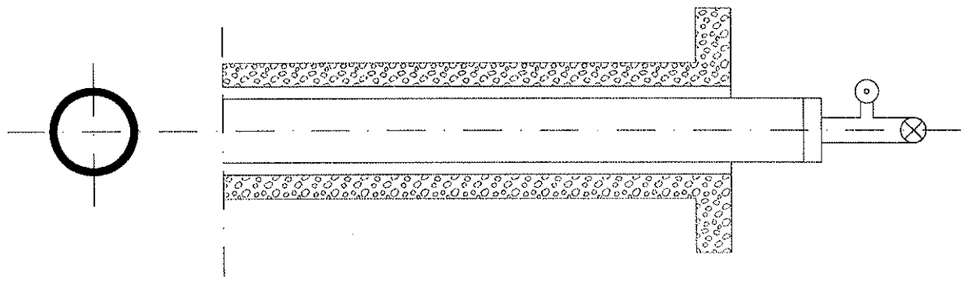


SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50

ETAPA I

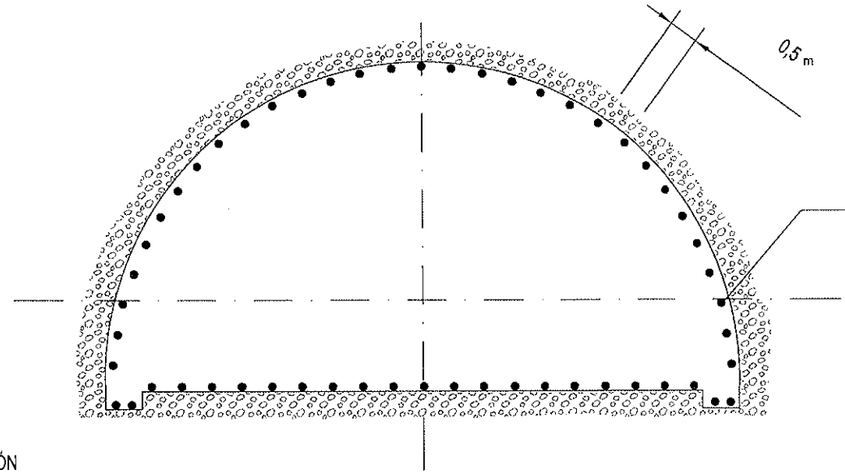


SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50



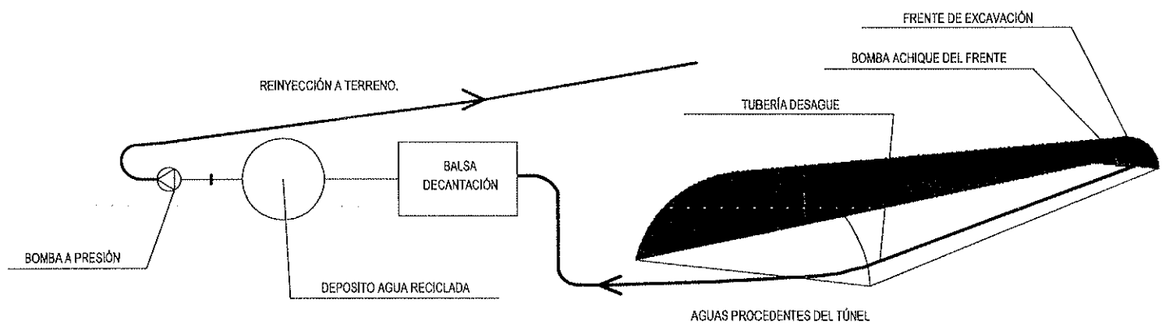
DETALLE A:
SONDEO DE RECONOCIMIENTO.

ETAPA I



SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50

INYECCIONES PERIMETRALES DE IMPERMEABILIZACIÓN



AGOTAMIENTO DE GRANDES CAUDALES

CARACTERISTICAS MINIMAS DE LA BOMBA	
TIPO DE BOMBA	ACHIQUE DE LODOS
POTENCIA	18 Kw
CAUDAL MÁX.	12 M3/S.

NOTA:
-SE INSTALARÁ UN SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA INFILTRADA EN CADA TAJO DE EXCAVACIÓN DE TÚNEL.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privado - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurocstudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

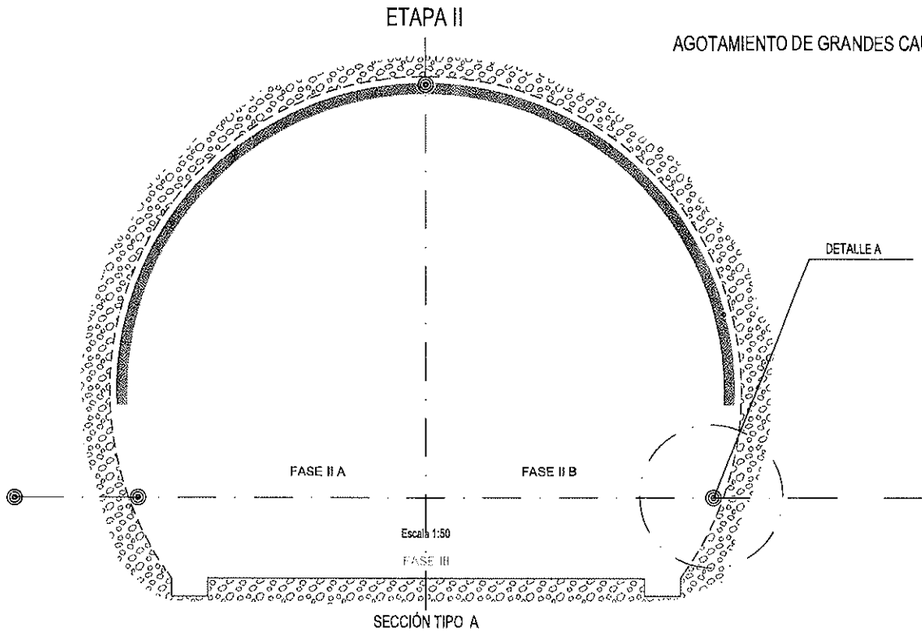
ESCALA (A1): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
DRENAJE

PLANO N°: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P010
HOJA: 1 de 2
REVISIÓN: 1

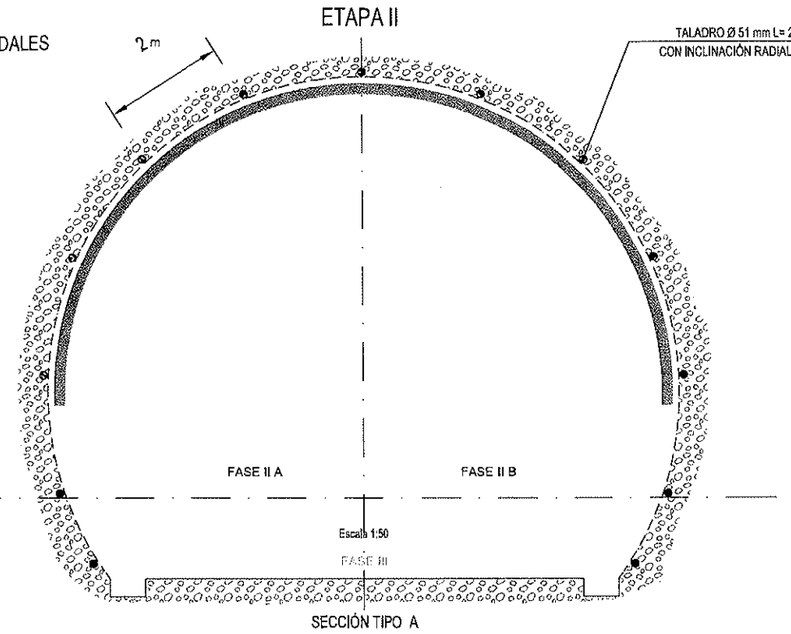
1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

x:\mauro\trabajos delineación\202357 metro de lima\túnel\entrega 10-2-2014\túnel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:34

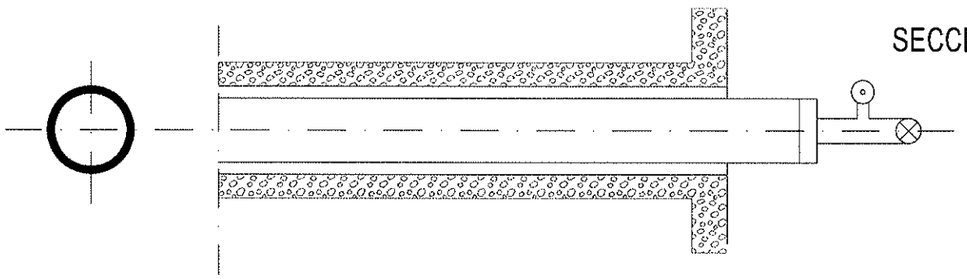


SECCIÓN TIPO A

AGOTAMIENTO DE GRANDES CAUDALES



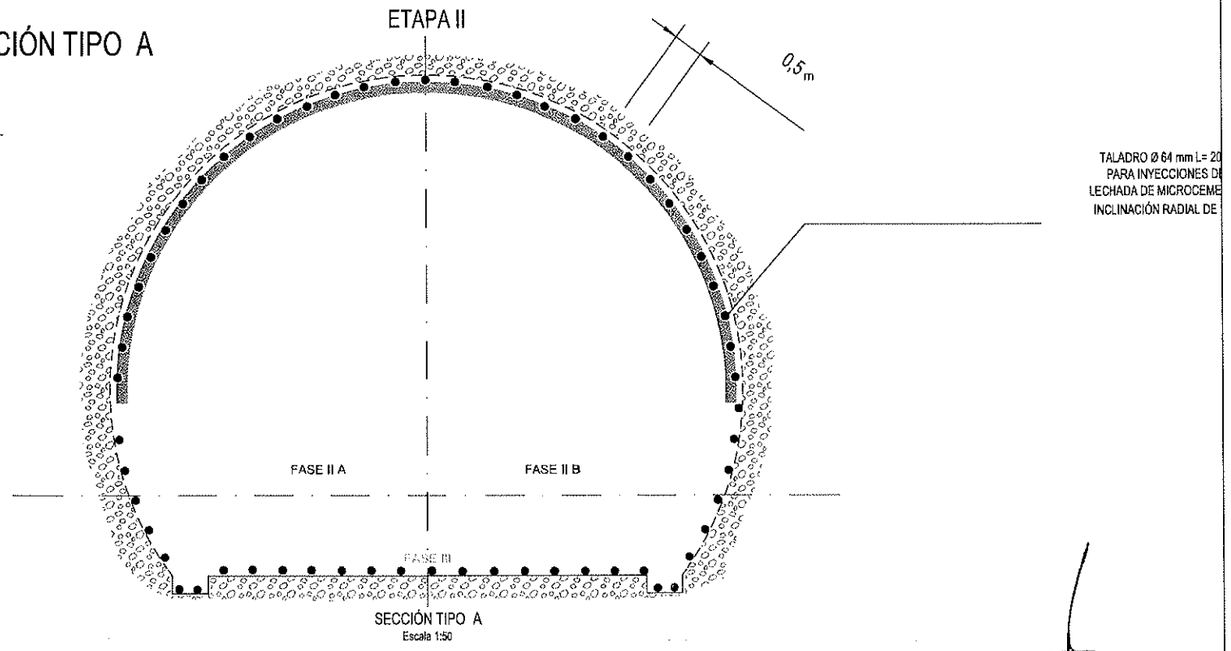
SECCIÓN TIPO A



DETALLE A:
SONDEO DE RECONOCIMIENTO.

INYECCIONES PERIMETRALES DE IMPERMEABILIZACIÓN

SECCIÓN TIPO A



SECCIÓN TIPO A
Escala 1:50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

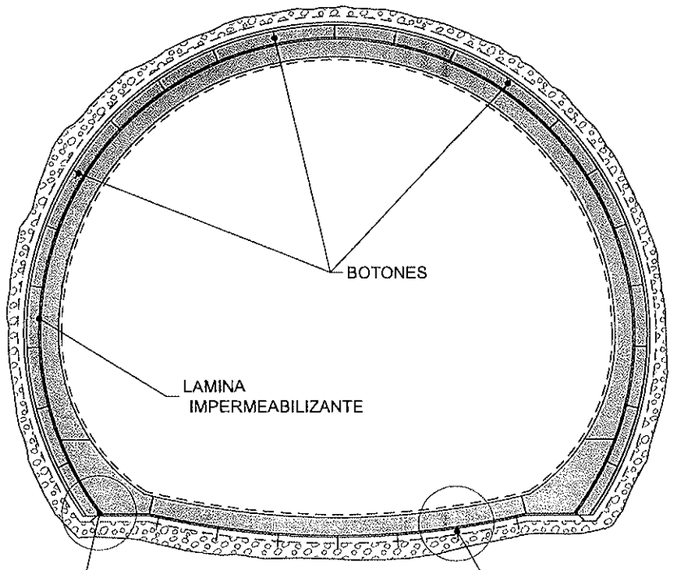
MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TÚNEL DE LINEA
DRENAJE

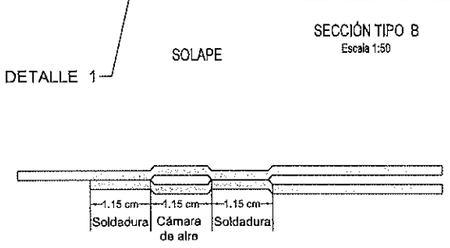
PLANO N°: 1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P010 | HOJA: 2 de 2 | REVISION: 1

1201-PLOC-TUN-ESR-E1A-LN-P002-P011.dwg

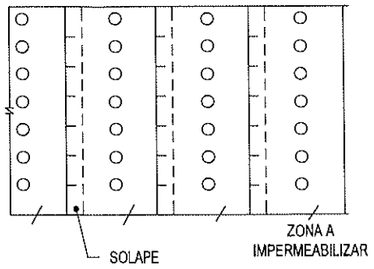
x:\mauro\trabajos delisesión\2020\57 metro de lima\1\entrega 10-2-2014\túnel de linea\1201-ploc-tun-esr-e1a-ln-p001-p011.dwg - 10/02/2014 - 10:35

IMPERMEABILIZACIÓN

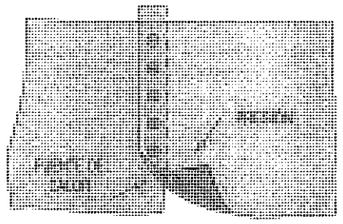




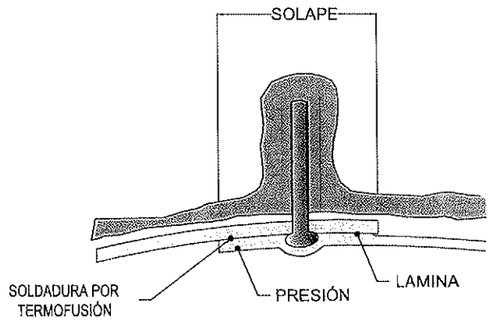
DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE DE LAMINAS INTERMEDIAS
SECCIÓN LONGITUDINAL
SIN ESCALA



DETALLE SOLAPE
SECCIÓN LONGITUDINAL
SIN ESCALA



DETALLE 2
BOTÓN
SIN ESCALA

LOS PROCESOS QUE SE DAN PARA INSTALAR LAS MEMBRANAS IMPERMEABLES

- Colocación da una capa drenante sobre el soporte excavado una vez regularizado, mediante geotextil de gramajes comprendidos entre 250 a 600 g/m2, sujetos mediante arandelas o botones especiales de PVC.

- Fijar la lámina a la bóveda mediante los botones elegidos, estos se aplicarán cade 25 a 35 cm. (densidad 6 botones/m2) y en función del soporte. Después de fijar en la bóveda todo el ancho de la lámina, se va descendiendo, adaptando la lámina a la superficie del túnel y fijándola por el borde exterior mediante los botones elegidos.

- A medida que se deja la bóveda para entrar en el hastial los tacos pueden separarse mas, hasta colocarse a 50 cm. en el hastial.

- Una vez fijada la lámina por el borde superior (clave) y el primer borde lateral, se procede a fijar el 2º borde lateral aplicando el mismo principio.

PASOS PARA INSTALAR LAS LÁMINAS SUCESIVAS

- La segunda lámina se solapará un mínimo de 12 cm. con la primera lámina, cubriendo la totalidad de las cabezas de los botones colocados en sentido vertical.

- Se empezará fijando al igual que la 1ª lámina el borde superior a la clave, desplazada unos 20 a 30 cm. y conservando el paralelismo con la lámina anterior.

- Fijando el borde superior se procederá a fijar el borde contrario a la lámina, siguiendo las mismas pautas indicadas anteriormente, asegurando que el solape a soldar posteriormente será de unos 12 cm. y cubriendo la cabeza de los tacos.

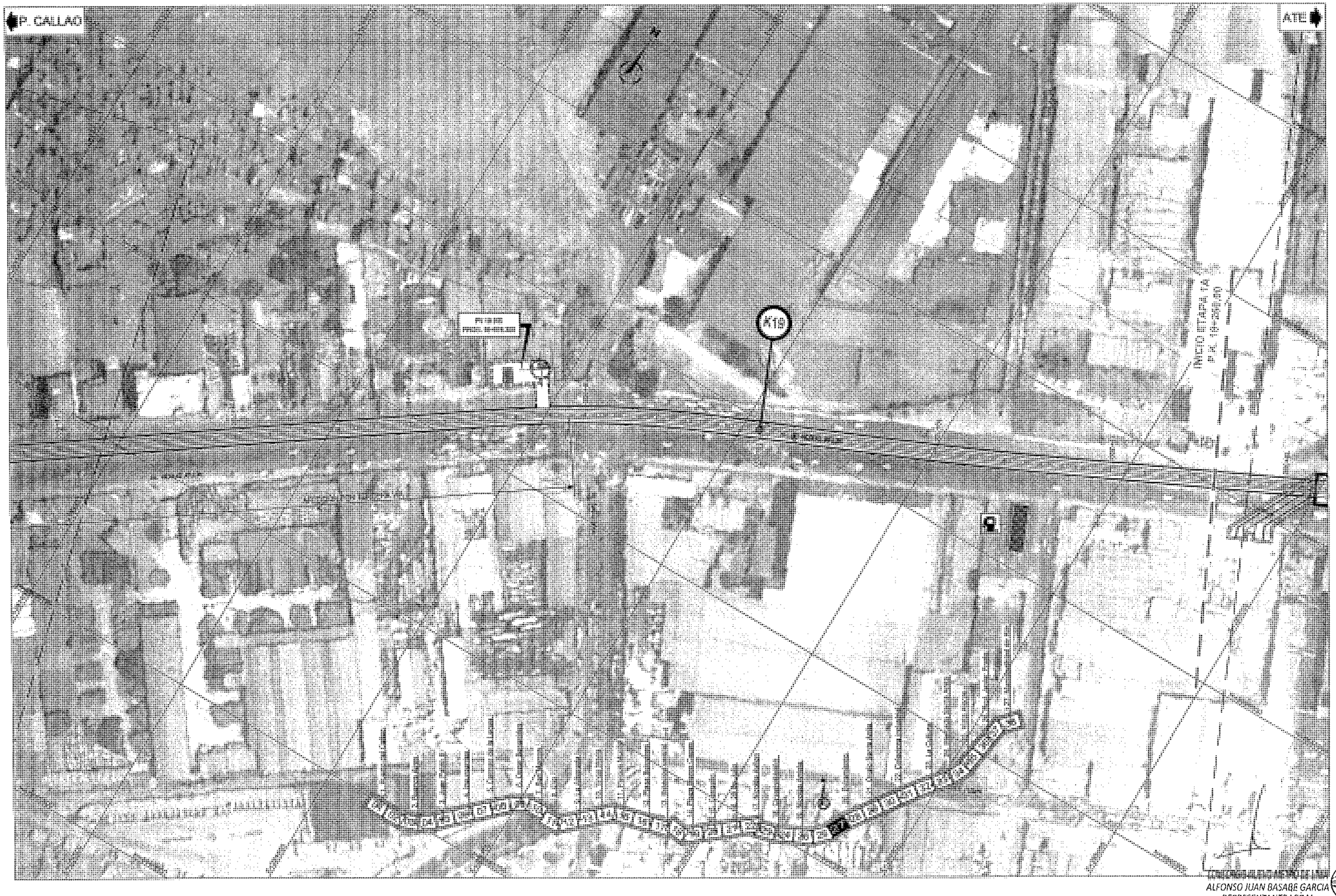
- Fijada esta lámina por los bordes superior y contrario a la lámina anterior, se procederá a efectuar la soldadura del solape con la primera lámina.

- Como las láminas son homogéneas, se utiliza la técnica de soldadura termoplástica. Se solapará siempre un mínimo de 12 cm. para asegurar que quede soldado en toda la anchura de la banda, se cubrirán las cabezas de los botones en su totalidad y se evitarán arrugas en la lámina.

- Control de cada una de las soldaduras, mediante ensayo con aire comprimido a 203 kPa de presión durante 5 minutos, permitiéndose una perdida del 20% debido a la flexibilidad de la membrena.

- Remates de encuentro con drenajes longitudinales y emboquilles con pletinas metálicas mediante sellados flexibles.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

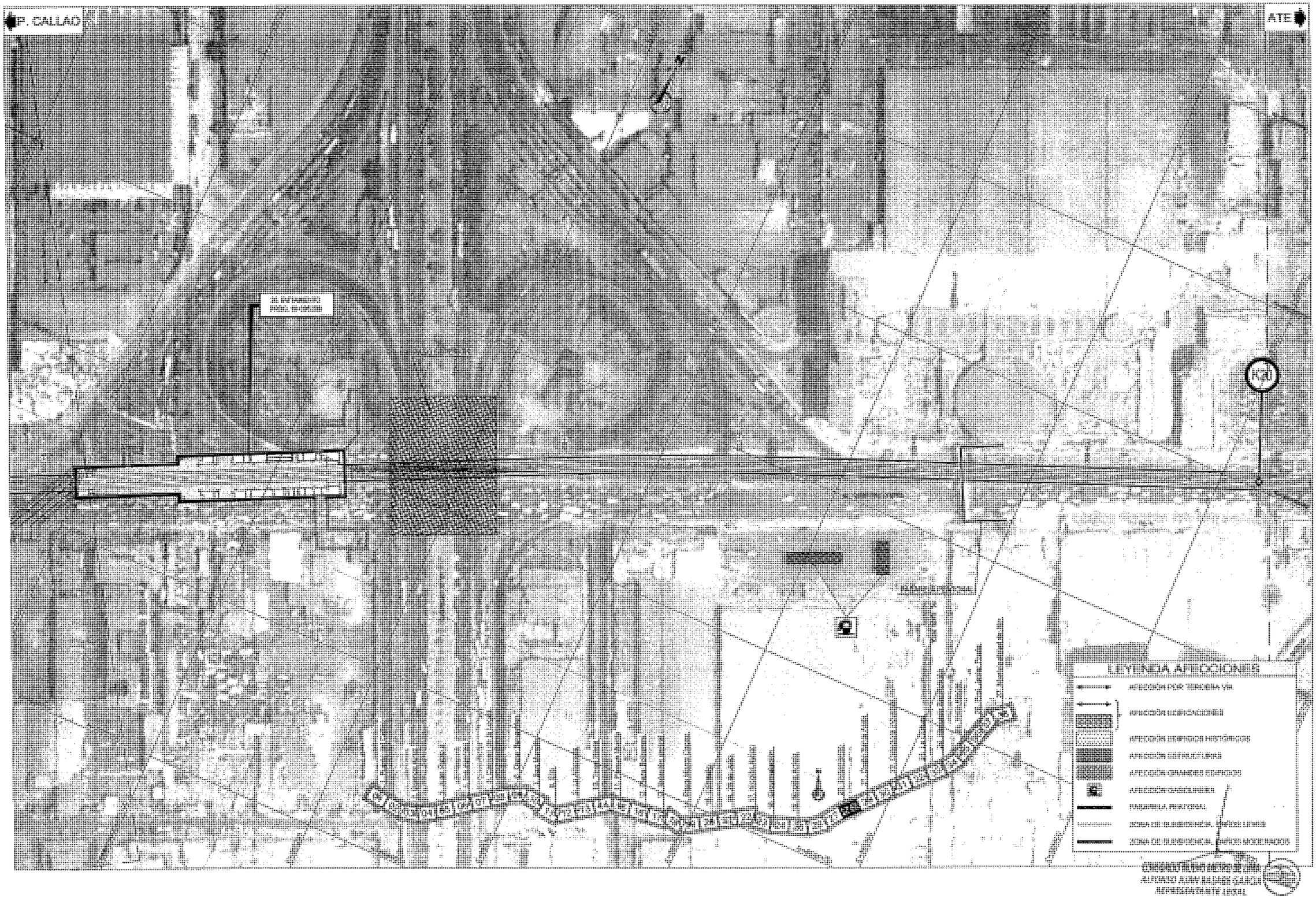
ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2
PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS

PLANO Nº: PLOC-MON-E1A-AS-P001
HOJA: 01 de 07
REVISIÓN: 1

1605_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

k:\1416 ingeniería del terreno\2529_metro lima ll\02_documentos ayesa\planos pl\00a-ftp-e1a\16 ploc-mon-gen\1605_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:05



ProInversión Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú	CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA	CONSULTORES ayesa · euroestudios · iT ingeniería	CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO." ETAPA 1A	ESCALA (A1) 1/1.000 FECHA FEBRERO 2014	PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2 PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS PLANO N°: PLOC-MON-E1A-AS-P002 · HOJA 02 de 07 · REVISIÓN 1

1605_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

c:\v16 ingeniería del terreno\2539_metro lima l2\2_documentos ayesa\planos pfi004+fip-e1a\16 ploc-mon-gen\1605_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:05

P. CALLAO

ATE

N

21. ÓVALO SANTA ANITA
PROG. 20+456.328

PV20
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

PV-20
PROG. 20+040.000

AV. CARRETERA CENTRAL

AV. DEL CASTILLO

AV. DE LA MONTAÑA

PS. CORMORANES

CA. LOS TRUENOS

CA. PALCOS

CA. LOS RUISEÑORES

CA. MARABÚ

CA. LOS GUANAYOS

AV. LOS FRESNOS

AV. LOS FRONDOSOS DE MIRADA

1. Puerto del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Elio
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Parque Mundial
12. Plaza Policiones
13. Estación central
14. Plaza Marco Capac
15. Cangallo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllon
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Evitamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

LEYENDA AFECCIONES

- AFECCIÓN POR TERCERA VÍA
- AFECCIÓN EDIFICACIONES
- AFECCIÓN EDIFICIOS HISTÓRICOS
- AFECCIÓN ESTRUCTURAS
- AFECCIÓN GRANDES EDIFICIOS
- AFECCIÓN GASOLINERA
- PASARELA PEATONAL
- ZONA DE SUBSIDENCIA, DAÑOS LEVES
- ZONA DE SUBSIDENCIA, DAÑOS MODERADOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2
PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS

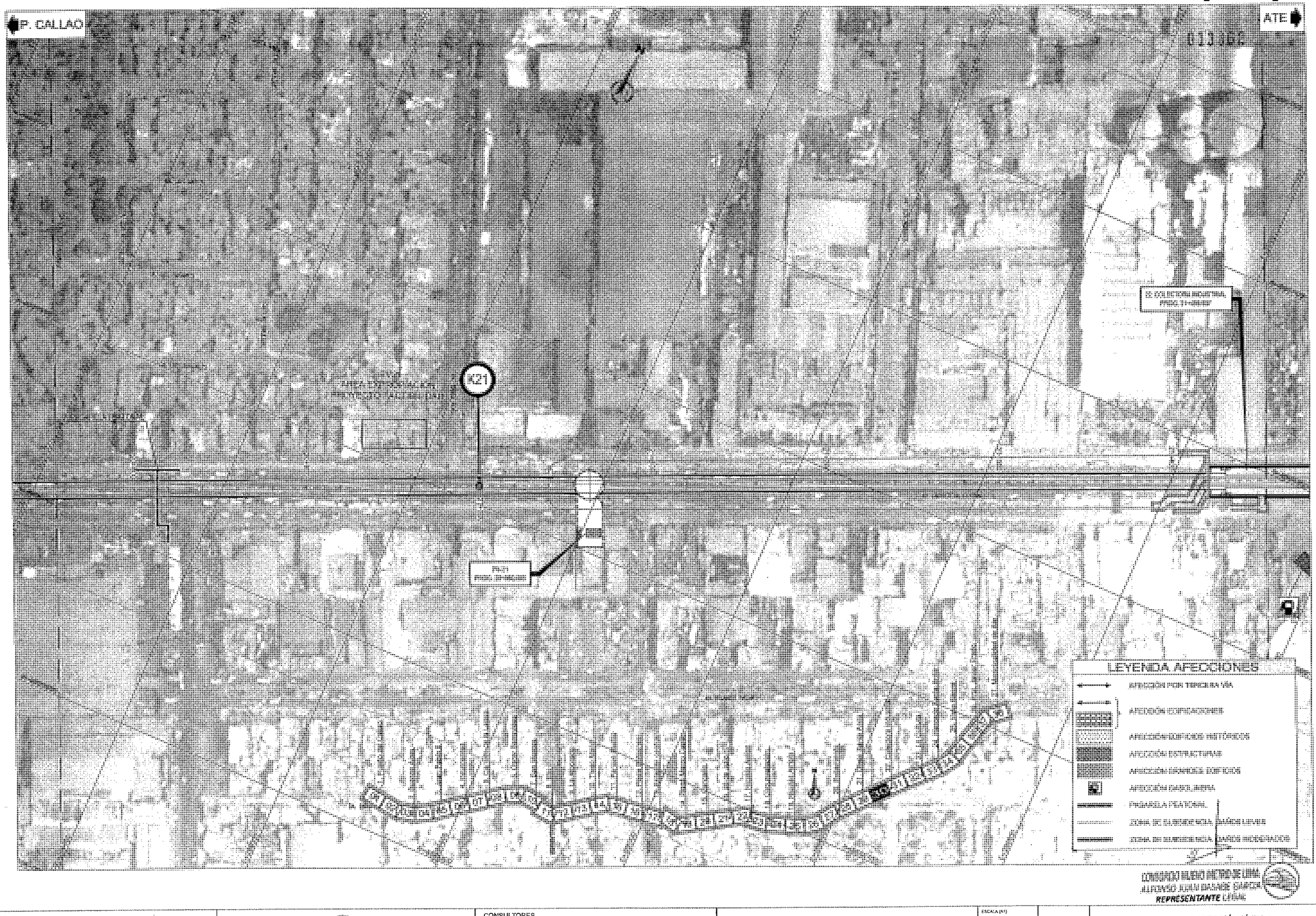
PLANO Nº: PLOC-MON-E1A-AS-P003
HOJA: 03 de 07
REVISIÓN: 1

1805_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

k:\e1a\16 ingeniería del terreno\0529_metro lima fase 2\02_documentos ayesa\planos p1\00-ftp-e1a\16 ploc-mon-ger\1805_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:05

P. CALLAO

ATE



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2
PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS

PLANO Nº: PLOC-MON-E1A-AS-P004
HOJA: 04 de 07
REVISIÓN: 1

1605_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

k:\4-16 ingeniería del terreno\2529_metro lima l2\2_documentos ayesa\planos pt3\04-tbp-e1a\16 ploc-mon-gen\1605_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:06

P. CALLAO

ATE

22. COLECTORA INDUSTRIAL
PROG. 21+488.957

K22

PV-22
PROG. 22+124.575

PV22
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

SANTA ANITA

AV. NICOLÁS AYLLÓN

CA. "J"

CA. "I"

CLAVELES

LEYENDA AFECCIONES

- AFECCIÓN POR TERCERA VÍA
- AFECCIÓN EDIFICACIONES
- AFECCIÓN EDIFICIOS HISTÓRICOS
- AFECCIÓN ESTRUCTURAS
- AFECCIÓN GRANDES EDIFICIOS
- AFECCIÓN GASOLINERA
- PASARELA PEATONAL
- ZONA DE SUBSIDENCIA. DAÑOS LEVES
- ZONA DE SUBSIDENCIA. DAÑOS MODERADOS

1. Puerto del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Filo
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Parque Mirilo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Manco Capac
15. Cangallo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllon
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Fuliamento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora Industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2
PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS

PLANO Nº: PLOC-MON-E1A-AS-P005
HOJA: 05 de 07
REVISIÓN: 1

1605_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

k:\1-16 Ingeniería del terreno\2523_metro lima\2\2_documentos ayes\planos y\MX04 f1p-e1a\1.16 ploc-mon-gen\1605_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:06

013064

P. CALLAO

ATE

AV. CARRETERA CENTRAL

23. LA CULTURA
PROG. 22+743.259

1. Puerto del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo I
4. insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Elio
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Pátrones Murillo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Marco Capac
15. Carcelillo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllón
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Eviamiento
21. Óvalo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

LEYENDA AFECCIONES

- AFECCIÓN POR TERCERA VÍA
- AFECCIÓN EDIFICACIONES
- AFECCIÓN EDIFICIOS HISTÓRICOS
- AFECCIÓN ESTRUCTURAS
- AFECCIÓN GRANDES EDIFICIOS
- AFECCIÓN GASOLINERA
- PASARELA PEATONAL
- ZONA DE SUBSIDENCIA, DAÑOS LEVES
- ZONA DE SUBSIDENCIA, DAÑOS MODERADOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2
PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS

PLANO N°: PLOC-MON-E1A-AS-P0 06
HOJA: 06 de 07
REVISIÓN: 1

1605_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

X:\A1\6 Ingeniería del terreno\2529_metro línea 2\02_documentos y\estudiantes p\f004-tp-e1a\16 ploc-mon-gen1605_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:06

P. CALLAO

ATE

N

PV-23
PROG. 23+000.000

PV23
AREA EXPROPIACIÓN
PROYECTO FACTIBILIDAD

RAMAL INGRESO
PATIO-TALLER SANTA ANITA

RAMAL DE SALIDA
PATIO-TALLER SANTA ANITA

24. MERCADO SANTA ANITA
PROG. 23+532.234

FIN ETAPA 1A
P.K. 23+609.59

K23

AV. ARGENTINA

1. Puerto del Callao
2. Buenos Aires
3. Juan Pablo II
4. Insurgentes
5. Carmen de la Legua
6. Oscar Benavides
7. San Marcos
8. Ello
9. La Alborada
10. Tingo María
11. Parque Murillo
12. Plaza Bolognesi
13. Estación central
14. Plaza Manco Cápac
15. Canadillo
16. 28 de Julio
17. Nicolás Ayllón
18. Circunvalación
19. Nicolás Arriola
20. Evitamiento
21. Quilo Santa Anita
22. Colectora industrial
23. La Cultura
24. Mercado Santa Anita
25. Vista Alegre
26. Prol. Javier Prado
27. Municipalidad de Ate

LEYENDA AFECCIONES

- AFECCIÓN POR TERCERA VÍA
- AFECCIÓN EDIFICACIONES
- AFECCIÓN EDIFICIOS HISTÓRICOS
- AFECCIÓN ESTRUCTURAS
- AFECCIÓN GRANDES EDIFICIOS
- AFECCIÓN GASOLINERA
- PASARELA PEATONAL
- ZONA DE SUBSIDENCIA. DAÑOS LEVES
- ZONA DE SUBSIDENCIA. DAÑOS MODERADOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
IT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1.000
FECHA: FEBRERO 2014

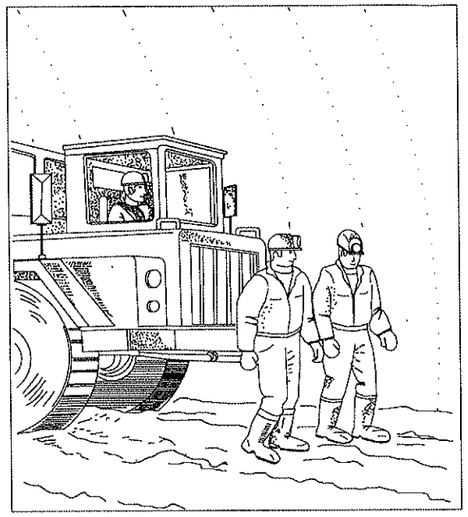
PLAN DE PROTECCIÓN LÍNEA 2
PLANTA DE CUBETA DE SUBSIDENCIAS

PLANO Nº: PLOC-MON-E1A-AS-P0 07
HOJA: 07 de 07
REVISIÓN: 1

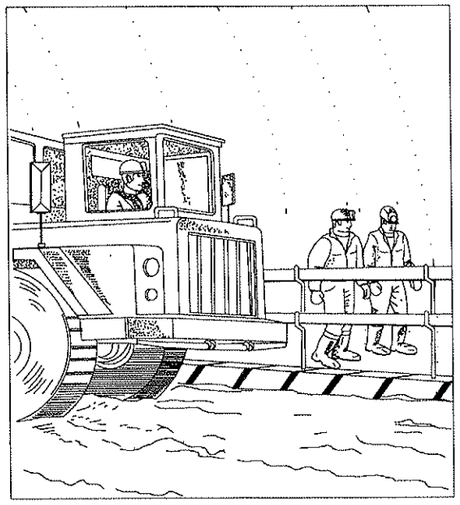
1605_PLOC-MON-E1A-AS-P001-P007.dwg

K:\416 ingeniería del terreno\2529_metro lima II\2_documentos ayesa\planos p\004-fp-e1a\16 ploc-mon-gen\1605_ploc-mon-e1a-as-p001-p007.dwg - 07/02/2014 - 20:07

PASOS PEATONALES Y TRANSPORTE SOBRE NEUMÁTICOS



PELIGRO
- Ser arrollado o empujado por vehículos en movimiento



PROTECCIÓN
- Separar el camino para vehículos y transeúntes
- Usar los refugios para transeúntes en donde los haya
- Llevar puesta ropa de alta visibilidad y reflectante
- Usar un sistema de señales para asegurar que los vehículos y los transeúntes no esten en la misma zona del túnel

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

x:\mauro\trabajos delineación\202057 metro de lima\tunel\entrega 10-2-2014\seguridad en el transporte\1200-ploc-tun-seg-e1a-p001.dwg - 11/02/2014 - 10:59

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

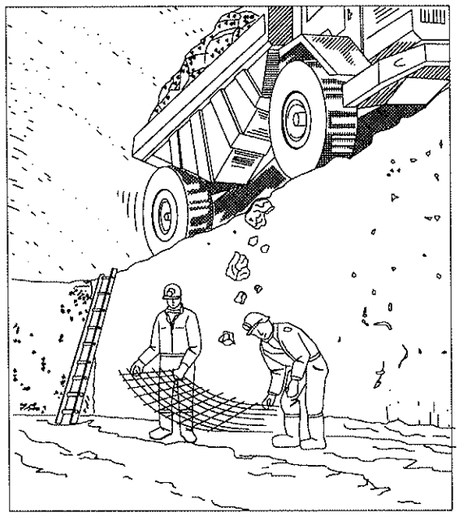
ESCALA (A1): S/E
FECHA: FEBRERO 2014

PROTECCIONES ESPECIALES PARA LOS TÚNELES
SEGURIDAD EN TRANSPORTE Y DESPLAZAMIENTO

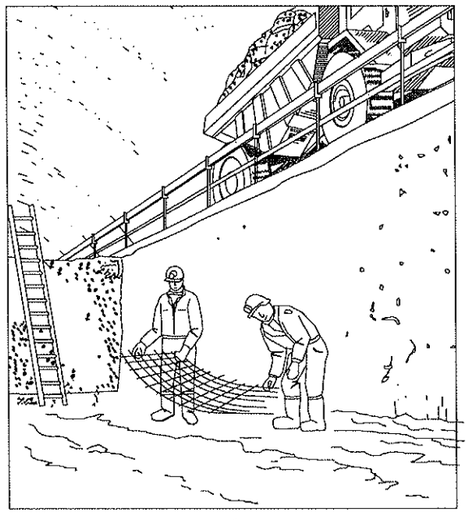
PLANO Nº 1200-PLOC-TUN-SEG-E1A-P001 | HOJA: 1 de 2 | REVISIÓN: 1

1200-PLOC-TUN-SEG-E1A-P001.dwg

CIRCULACIÓN EN LA ORILLA DE UNA EXCAVACIÓN HECHA CON ANTERIORIDAD

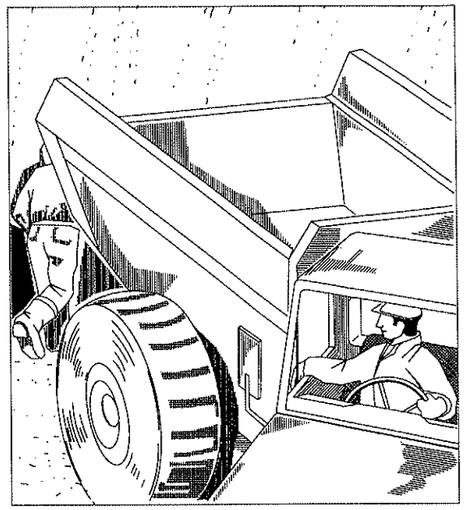


PELIGRO
- Caída de rocas
- Probable caída del vehículo

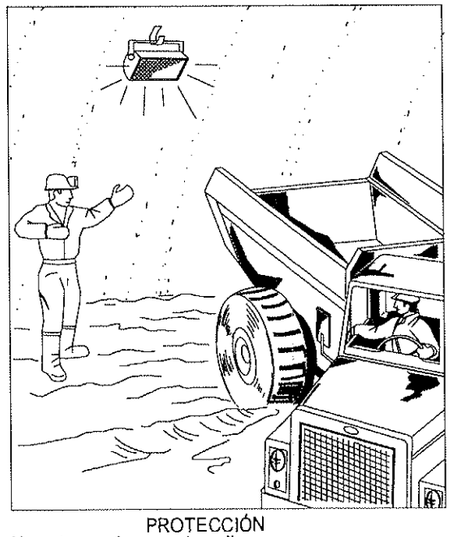


PROTECCIÓN
- Mantener una distancia de seguridad hasta la orilla
- Levantar una barrera sólida y suficientemente protectora

CAMBIOS DE SENTIDO EN TÚNELES



PELIGRO
- Ser aplastado
- Ser arrollado



PROTECCIÓN
- No entrar en la zona de peligro
- Disponer un vigilante en contacto visual con el conductor
- Iluminar el área de giro

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

x:\naturo\trabajos gelmasa\n2008\57 metro de lima\túnel\entrega 10-2-2014\seguridad en el transporte\1200-ploc-tun-seg-e1a--p001.dwg - 11/02/2014 - 10:59

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"
ETAPA 1A

ESCALA (A1): S/E
FECHA: FEBRERO 2014

PROTECCIONES ESPECIALES PARA LOS TÚNELES
SEGURIDAD EN TRANSPORTE DEL MATERIAL EXCAVADO

PLANO Nº: 1200-PLOC-TUN-SEG-E1A-P001
HOJA: 2 de 2
REVISIÓN: 1

1200-PLOC-TUN-SEG-E1A--P001.dwg

O.3.3	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.3. RAMAL A TALLERES DE SANTA ANITA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

013069

1. RAMAL A TALLERES 1
1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.2 EXCAVACIÓN Y TRATAMIENTO DE CONSOLIDACIÓN 1
1.3 ESTRUCTURAS: RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES SANTA ANITA. 5
1.3.1 Descripción 5

APÉNDICE 1: CÁLCULO RAMALES SANTA ANITA.
APÉNDICE 2: PLANOS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1. RAMAL A TALLERES

1.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de este anexo es la justificación de la solución adoptada para la siguiente entidad estructural:

- Ramales y Conexión a Talleres de Mercado Santa Anita

1.2 EXCAVACIÓN Y TRATAMIENTO DE CONSOLIDACIÓN

En el pliego del concurso se establece la necesidad de evaluar las deformaciones máximas permitidas en los elementos verticales de contención (muros pantallas). Esta necesidad proviene del hecho inherente del control de deformaciones y desplome de las edificaciones colindantes. Es por tanto muy necesario su correcta evaluación.

En este anejo se establecen los criterios básicos para el control de las deformaciones en las excavaciones y por tanto la evaluación si procede de los tratamientos de consolidación necesarios.

Para el cálculo de las pantallas se ha realizado con el software comercial Rido. Este software modela la interacción suelo estructura, en base a la teoría de winkler, en la cual se modela el terreno por medio de muelles elastoplásticos sobre los que apoya una viga, que hace las veces de pantalla.

Al ser un modelo plano (1/m) se obtienen los esfuerzos por metro lineal y se estima/obtiene los desplazamientos de la viga/muro. Por tanta para obtener el modelo de forma aproximada los asientos en el trasdós de la pantallas se recurre a metodologías como pueden ser: a) Método de Peck (1969), b) Método de Bowles (2002), c) Método de Clough & O'Rourke (1990) y d) Método de Hsieh y Ou (1998).

Con todos estos métodos, se obtiene una estimación (aproximada) del asiento en el trasdós de las pantallas y por tanto la posible distorsión de los edificios colindantes. Este valor es fundamental para poder, a partir de los gráficos de: a) Boscardin y Cording (1989) o b) Burland (1995), obtener el daño esperable sobre la edificación.

Una vez que se calibro lo diferentes modelos de cálculo de pantallas y en base a la cercanía y estado de las edificaciones anexas a la traza se adoptó como criterio general los siguientes límites admisibles de deformación horizontal en pantallas:

- Pantallas con Edificios a más de 20m, se admite un desplazamiento de 35mm.
- Pantallas con Edificios entre 10 a 20m, se admite un desplazamiento de 25mm.
- Pantallas con Edificios entre 2 a 10m, se admite un desplazamiento de 20mm.

Con estos límites se asegura la integridad estructural y visual de las edificaciones anexas a la traza, haciendo posible que no sean necesarias los tratamientos de consolidación a lo largo de las estaciones. En la siguiente tabla se recogen los valores límites.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Umbral de control	Asiento admisible (mm)			Distorsión angular			Deformación horizontal Unitaria (%)		
	Verde	Ambar	[redacted]	Verde	Ambar	[redacted]	Verde	Ambar	[redacted]
*Zonas sin edificaciones	<50	50–100	>100	1/100	1/100–1/50	>1/50	<1,5	1,5–2,0	>2,0
*Edificios cimentados profundos o con losa en buen estado *Conducciones no de gas	<20	20–30	>30	<1/1000	1/1000–1/500	>1/500	<0,15	0,15–0,20	>0,20
*Estructura subterránea o Túneles existentes	<15	15–25	>25	<1/2000	1/2000–1/1000	>1/1000	<0,15	0,15–0,20	>0,20
*Edificios cimentados superficialmente sin daños aparentes	<10	10–15	>15	<1/2000	1/2000–1/1000	>1/1000	<0,15	0,15–0,20	>0,20
*Edificios cimentados superficialmente con daños *Edificios monumentales *Edificios con más de 10 alturas *Tuberías de gas	<5	5–10	>10	<1/3000	1/3000–1/2000	>1/2000	<0,05	0,05–0,10	>0,10
*Túneles existentes	Asiento o levantamiento: 10 mm/10 m								

Tabla 1.2-1. Valores límite de las deformaciones

Adicionalmente hay que decir que en aquellas secciones donde es necesario por proximidad a las edificaciones, se ha previsto que las pantallas, lleguen hasta el terreno natural. Para lo cual se prevé un rebaje del espesor de las pantallas, por medio de: a) Porexpan o b) Cajeado Metálico.

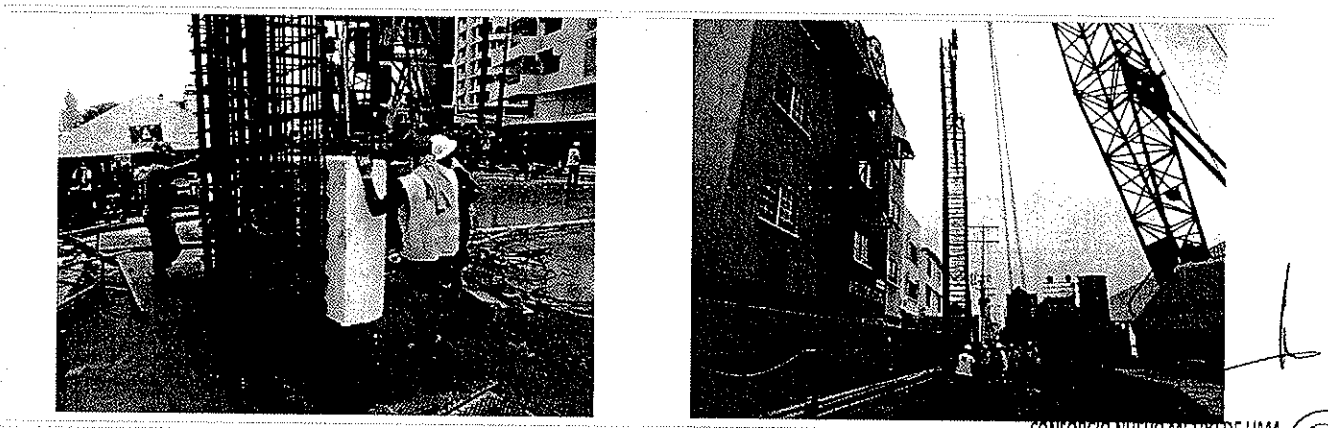


Figura 1-1. Detalle reducción espesor de pantallas es coronación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.3. Ramal a Talleres

Con la finalidad de conocer las deformaciones horizontales de las pantallas en toda su longitud, se utilizará el sistema habitual de medición mediante la disposición de tuberías de aluminio anodizado para medidas de desplazamientos con torpedo inclinométrico biaxial.

Las medidas se realizan cada 0,5 metros, siendo acumulativas desde el pié de la tubería hasta la superficie del terreno, lo cual exige que el pié del inclinómetro esté fuera de la influencia de la excavación, que se traduce a veces en la colocación de la tubería a grandes profundidades ya que se pueden producir movimientos apreciables hasta 1 diámetro bajo la solera del túnel.

Para colocar esta tubería en las pantallas hay que dejar previamente instalada junto a las armaduras del módulo de control la tubería de aluminio, tal y como se muestra en la Figura 1-2. Vista de instalación de un inclinómetro en la armadura de una pantalla..

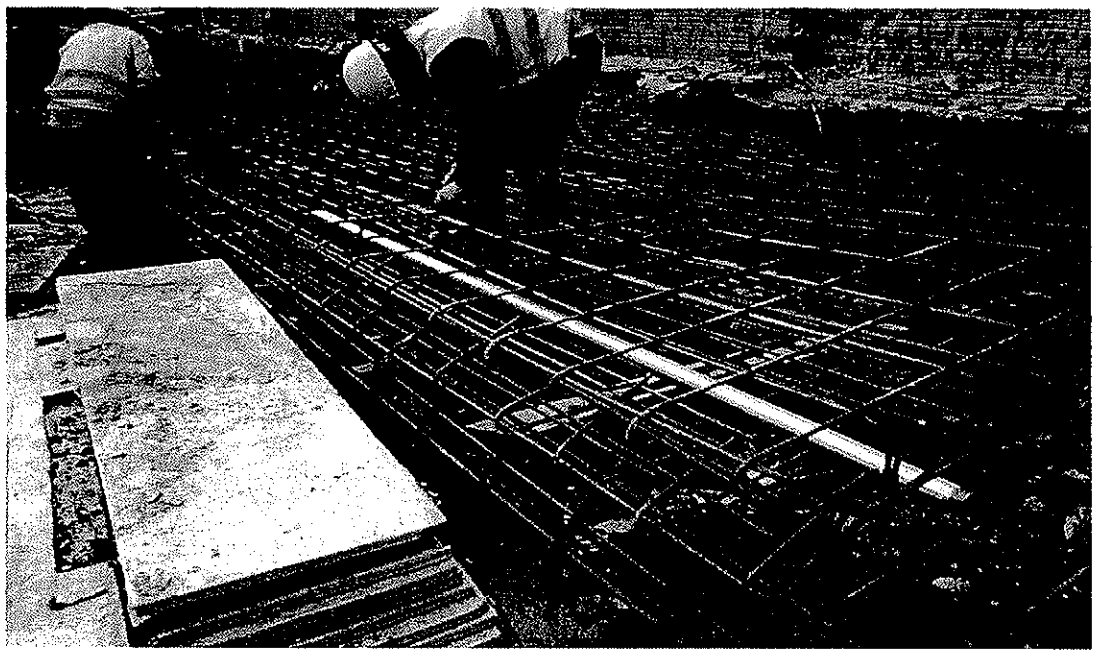


Figura 1-2. Vista de instalación de un inclinómetro en la armadura de una pantalla.

Por su parte, en la Figura 1-3. Ejemplo de ficha tipo de datos de inclinómetro instalado en pantallas se muestra un ejemplo de ficha de presentación de medidas de inclinómetro instalado en una pantalla.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

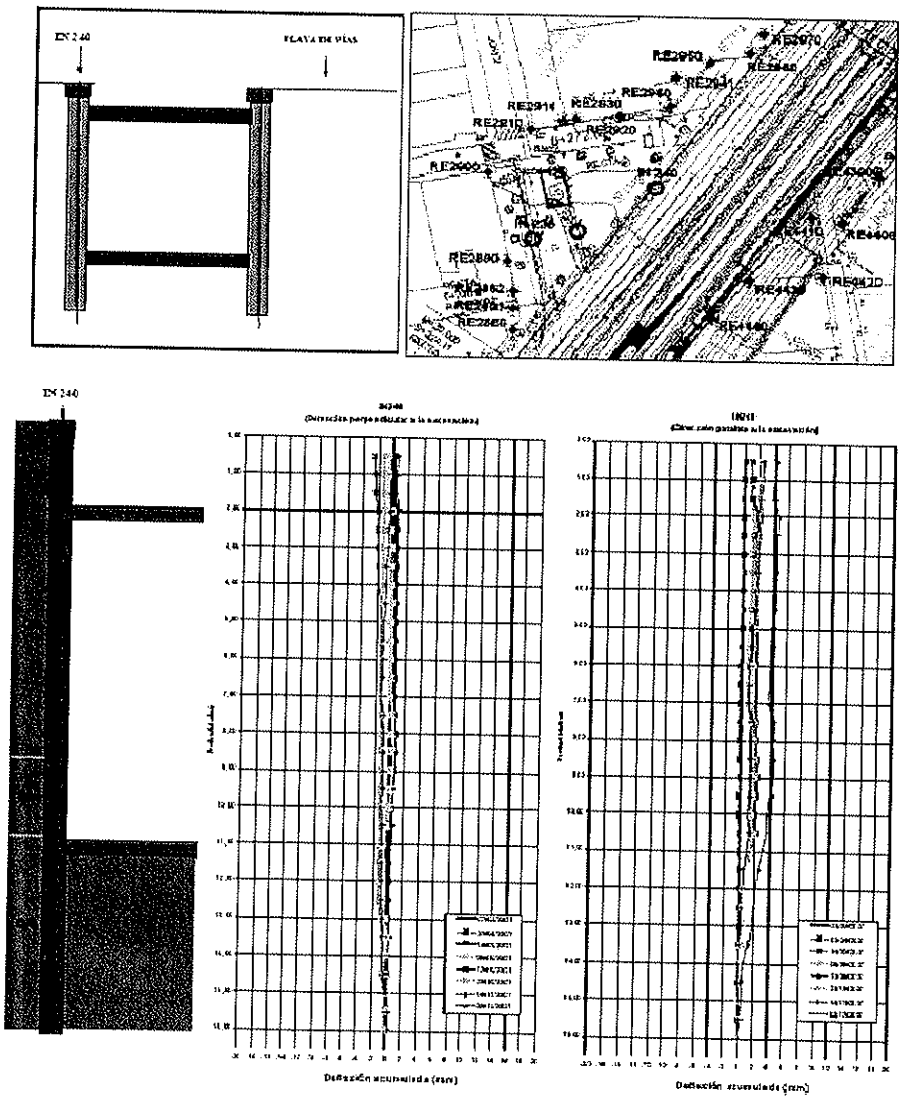


Figura 1-3. Ejemplo de ficha tipo de datos de inclinómetro instalado en pantallas

Esta sonda va provista de unas pequeñas ruedas que se introducen en las acanaladuras quedando ajustadas en este alojamiento por medio de unos muelles. La sonda se va dejando deslizar por el tubo guía, estando colgada por los cables que deberán estar suficientemente reforzados ya que con ellos se controla la profundidad a la que se encuentra el aparato y estamos tomando las medidas.

A medida que se va deslizando el torpedo por el tubo, se van registrando las variaciones de orientación e inclinación que se produzcan con respecto a las medidas de origen.

Las ruedecillas de que dispone la sonda, están conectadas a dos servoacelerómetros que recogen el ángulo de deflección 2.5 sen ϕ que es comparado con el de la lectura de origen y tratado por medios informáticos suministra el desplazamiento en mm y la profundidad a la que se está produciendo dicho desplazamiento. Da un desplazamiento a lo largo de la longitud del tubo de acceso, así que se detectan movimientos donde quiera que ocurran.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Es un instrumento fiable, relativamente fácil de montar y de leer y que con una sola sonda permite leer en varias localizaciones, ya que lo único que permanece fijo son los tubos acanalados que permanecen permanentemente instalados en el terreno.

Normalmente mide en dos direcciones ortogonales (inclinómetro biaxial) aunque puede medir una tercera si se instala una sonda magnética.

Se pueden añadir o quitar tramos del tubo de acceso para mantenerse en cota si el terreno está sufriendo operaciones de excavación o relleno.

1.3 ESTRUCTURAS: RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES SANTA ANITA.

1.3.1 Descripción.

Como se puede apreciar en la figura adjunta, anexo a la Estación de L2 de Mercado Santa Anita se ubica dos "pantalones" o recintos de pantallas que bifurcan el túnel de línea, realizado con excavación en trinchera y que vuelven a unirse para configurar un único túnel que será el acceso a talleres de Santa Anita.

En el caso del ramal derecho, y debido a la existencia de una parcela actualmente en construcción, se ha previsto un tramo de 45 m en método convencional (entre las progresivas 0+115 y 0+160). El dimensionamiento de este tramo de túnel para vía única se desarrolla en el documento O.3.1. Túneles.

Los ramales se inician en los telescopios o pantalones que son las secciones de anchura variable que permiten la conexión de las vías de acceso y salida a taller con la vía principal. Estos ramales tienen unos tramos de vía única y ya dentro de la parcela a talleres se unen para formar una única sección para doble vía.

Como ya se ha expuesto, y al formar parte de este anexo, toda esta zona, con la inclusión de la Estación de Mercado Santa Anita, se realiza con excavación en trinchera.

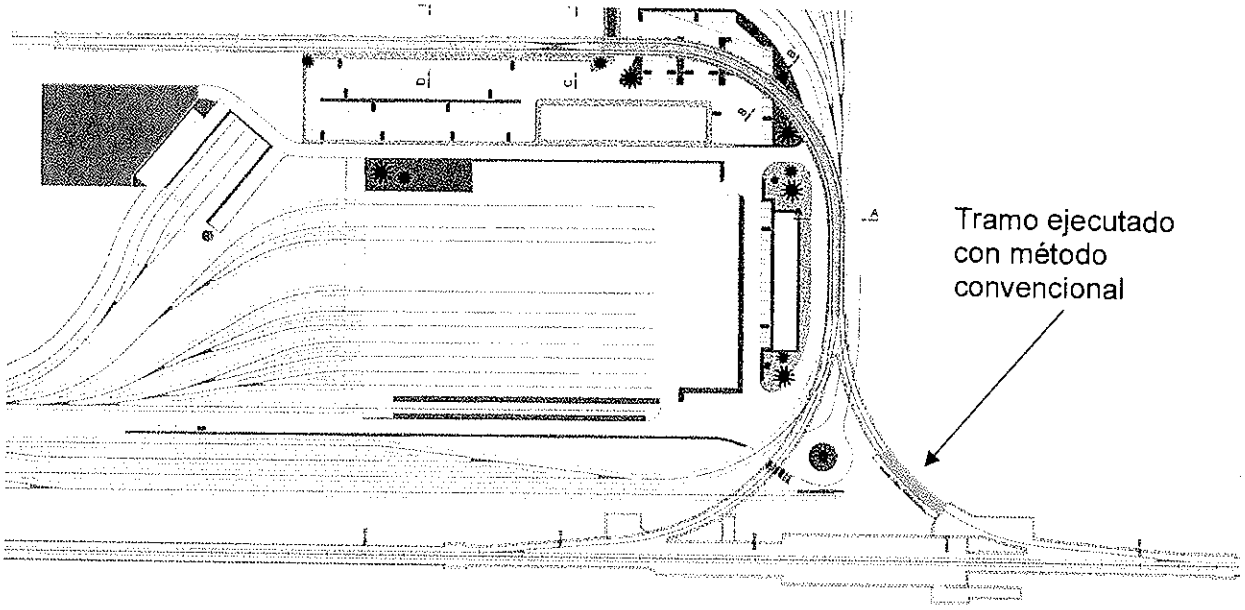


Figura 1-4. Planta de los ramales Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.3. Ramal a Talleres

La zona de conexión se resuelve con un recinto apantallado con gálibo interior variable y espesor de pantallas de 100cm. La cubierta se resuelve con un dintel tipo usado en estaciones de 150cm. Existe un solo nivel intermedio a modo de arriostramiento, el cual se materializa con una losa de hormigón armado de 80cm de canto. Por último, el cierre se realiza por medio de una losa plana de hormigón armado de 60cm de canto (Ver Sección 1-1)

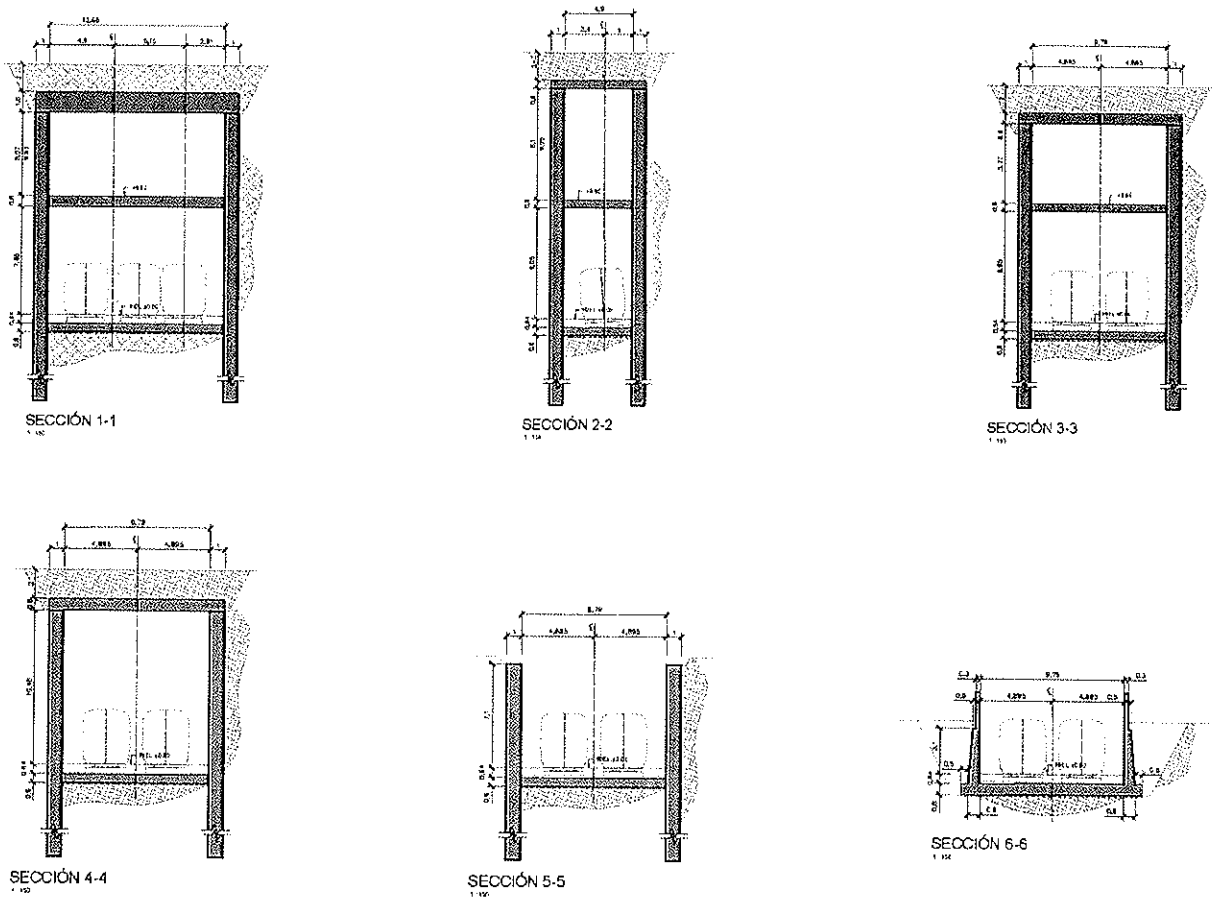


Figura 1-5. Secciones ramal Santa Anita

Los denominados ramales tienen cuatro secciones tipos, que se pueden ver en la imagen anterior.

- Sección 2-2 y 3-3, la única diferencia es que ambas secciones tienen la misma configuración en alzado, la única diferencia estriba en el gálibo interior. En la sección 2-2- es mono rail y la 3-3 tiene las dos vías que provienen de las dos bifurcaciones.
- Sección 4-4, corresponde con la sección crítica en la que ya no es necesario o posible la colocación de una losa intermedia de arriostramiento.
- Sección 5-5, corresponde con la sección crítica en la que ya no es posible, por gálibo vertical ferroviario, la colocación de una cobertura.
- Sección 6-6, se corresponde con la zona más somera de la rasante, de modo que esta zona permite la ejecución de un muro en (U).

El predimensionamiento de los elementos estructurales C&C de los ramales al patio taller Santa Anita se ha realizado en base a otros tramos C&C existentes en la m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13475]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013076

O.3.3	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.3. RAMAL A TALLERES DE SANTA ANITA

APENDICE 1.CÀLCULO DE RAMALES SANTA ANITA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013077

Índice

1. RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES SANTA ANITA 1
1.1 Descripción. 1
2. Propiedades de los materiales. 3
2.1 Concreto. 3
2.2 Acero de refuerzo. 3
2.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo. 3
3. Estados de cargas. 4
3.1 Cargas muertas y cargas vivas 4
3.2 Carga de tren 5
3.2.1 Cargas vivas verticales de tren 5
3.2.2 Cargas vivas horizontales de tren 5
3.2.3 Cargas dinámicas 5
3.3 Cargas térmicas 5
3.4 Viento 5
3.5 Carga sísmica 5
3.6 Construcción y montaje 6
3.7 Presión de tierra 6
3.8 Presión de agua 8
3.8.1 Empuje lateral y subpresión 8
3.8.2 Sobrecargas por edificación existente 8
4. Combinaciones de carga. 8
4.1 Denominación de cargas 8
4.2 Combinaciones ELU. 9
4.3 Combinaciones ELS. 9
5. Verificación estructural 10
5.1 Criterios de deflexión. 10
5.1.1 Losas de piso y techos. 10
5.1.2 Muros de contención 10
5.2 Durabilidad. 10
5.2.1 Clases de exposición. 10
5.2.2 Ancho de las fisuras 10
5.2.3 Resistencia a fuego. 11
6. Modelos de cálculo 11
7. pantallas ramales. 11
8. Losas 15
8.1 Dintel 15
8.2 Losas estampidoras 15
8.3 Losas de Fondo 17

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1. RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES SANTA ANITA

1.1 DESCRIPCIÓN.

Como se puede apreciar en la figura adjunta, anexo a la Estación de L2 de Mercado Santa Anita se ubica dos "pantalones" o recintos de pantallas que bifurcan el túnel de línea, realizado con excavación en trinchera y que vuelven a unirse para configurar un único túnel que será el acceso a talleres de Santa Anita.

En el caso del ramal derecho, y debido a la existencia de una parcela actualmente en construcción, se ha previsto un tramo de 45 m en método convencional (entre las progresivas 0+115 y 0+160). El dimensionamiento de este tramo de túnel para vía única se desarrolla en el documento A.6.10. Excavación en caverna

Los ramales se inician en los telescopios o pantalones que son las secciones de anchura variable que permiten la conexión de las vías de acceso y salida a taller con la vía principal. Estos ramales tienen unos tramos de vía única y ya dentro de la parcela a talleres se unen para formar una única sección para doble vía.

Como ya se ha expuesto, y al formar parte de este anexo, toda esta zona, con la inclusión de la Estación de Mercado Santa Anita, se realiza con excavación en trinchera.

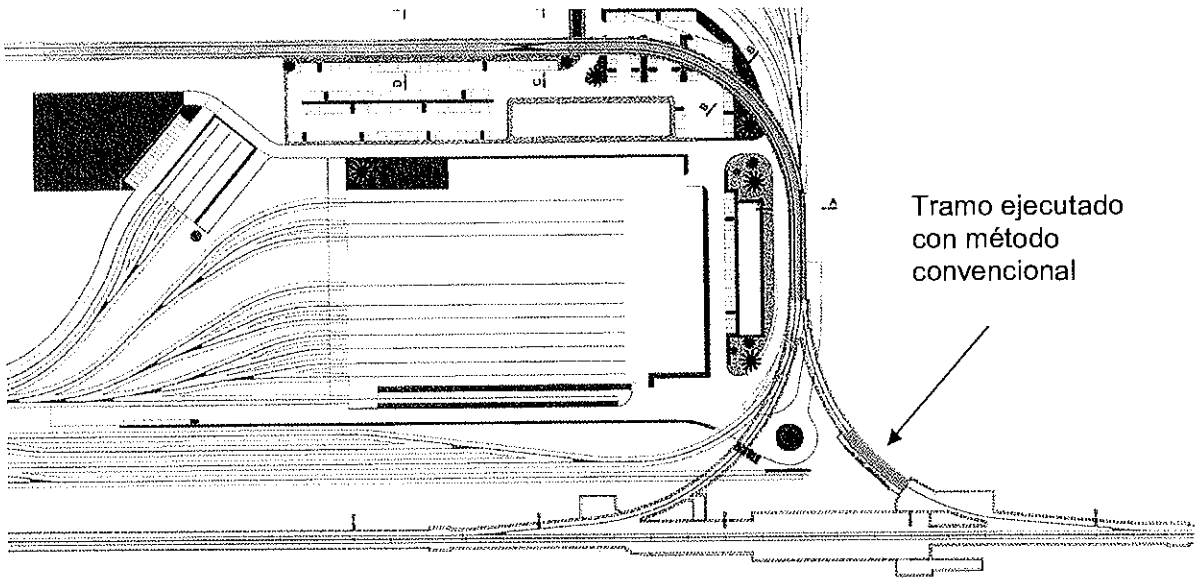


Figura 1-1. Planta de los ramales Santa Anita

La zona de conexión se resuelve con un recinto apantallado con gálibo interior variable y espesor de pantallas de 100cm. La cubierta se resuelve con un dintel tipo usado en estaciones de 150cm. Existe un solo nivel intermedio a modo de arriostramiento, el cual se materializa con una losa de hormigón armado de 80cm de canto. Por último, el cierre se realiza por medio de una losa plana de hormigón armado de 60cm de canto (Ver Sección 1-1)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Ramal a Talleres

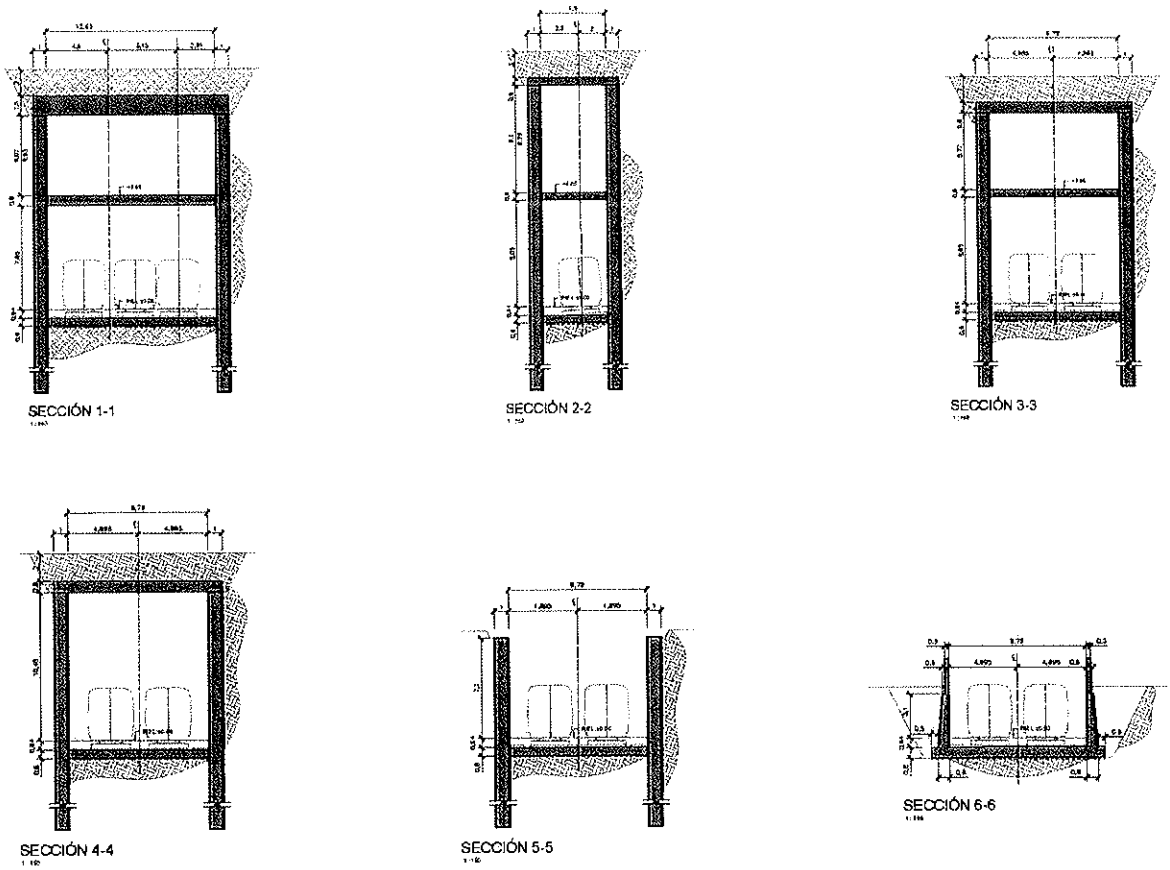


Figura 1-2. Secciones ramal Santa Anita

Los denominado ramales tienen cuatro secciones tipos, que se pueden ver en la imagen anterior.

- Sección 2-2 y 3-3, la única diferencia es que ambas secciones tienen la misma configuración en alzado, la única diferencia estriba en el gálibo interior. En la sección 2-2- es mono rail y la 3-3 tiene las dos vías que provienen de las dos bifurcaciones.
- Sección 4-4, corresponde con la sección crítica en la que ya no es necesario o posible la colocación de una losa intermedia de arriostramiento.
- Sección 5-5, corresponde con la sección crítica en la que ya no es posible, por gálibo vertical ferroviario, la colocación de una cobertura.
- Sección 6-6, se corresponde con la zona más somera de la rasante, de modo que esta zona permite la ejecución de un muro en (U).

El predimensionamiento de los elementos estructurales de los ramales al patio taller Santa Anita se ha realizado en base a otros tramos C&C existentes en la misma área.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Atendiendo a A6-18.2.8., se emplean los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado.

2.1 CONCRETO.

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado A B	 34,3 MPa (350 Kg/cm^2) 31,4 Mpa (320 Kg/cm^2)
Concreto reforzado C D E	 27,4 MPa (280 Kg/cm^2) 20,6 MPa (210 Kg/cm^2) 17,2 MPa (175 Kg/cm^2)
Concreto simple F	 13,7 MPa (140 Kg/cm^2)
Concreto ciclópeo G H	 17,2 MPa (175 Kg/cm^2) 13,7 MPa (140 Kg/cm^2) Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

Clase de Concreto y Resistencia minina a la Compresión, Normas MTC E704

2.2 ACERO DE REFUERZO.

Para el diseño de hormigón reforzado se proyectan varillas corrugadas (ASTM A-706), como se puede observar en la siguiente tabla:

Grado	ASTM	*fy* min (kg/cm2)	*fy* max (kg/cm2)	*fu* min (kg/cm2)	*fu*/*fy* (min)
40	A 615	2,800	--	4,200	--
60	A 615	4,200	--	6,300	--
75	A 615	5,300	--	7,000	--
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1.25

Calidades del acero de refuerzo que cubre la Normas ASTM

2.3 RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE REFUERZO.

Se atiende a lo establecido en A6-18.2.10.

El recubrimiento mínimo para el refuerzo no debe ser menor al mínimo entre el recubrimiento requerido por resistencia al fuego (de acuerdo con la Norma A.130 Requisitos de Seguridad) y los siguientes:

a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar: 75 mm(3)
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
   - Barras 5/8" o menores de 40 mm
   - Barras 3/4" o mayores de 50 mm
c) Concreto no expuesto al ambiente:
   - Losas o aligerados

     Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm(2)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013081

- Barras de 1 3/8" y menores 30 mm(1)(*)
- Muros o muros de corte
  - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm(2)
  - Barras de 1 3/8" y menores 30 mm(1)(*)
- Vigas y columnas (*) 40 mm
- Cáscaras y láminas plegadas 30 mm(1)(*)

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.
(1) Recubrimiento mínimo por fuego
(2) E.60 2009
(3) condicionado por pliego Anejo 6 – 6.20 – 3.5

3. ESTADOS DE CARGAS.

3.1 CARGAS MUERTAS Y CARGAS VIVAS

Las cargas muertas y cargas vivas a aplicar en el cálculo de las estaciones según las Especificaciones Técnicas del Concurso (A6 - 18.1.3, 18.1.17), son las siguientes:

Área	Cargas permanentes (CM) KN/m2	Carga viva uniforme (CV) KN/m2	Carga viva concentrada (CVC) KN en 300x300 mm
Pública	6	5	5
No públicas (oficinas, salas personal, baños, etc). No salas de máquinas.	6	3,5	5
Debajo de plataforma	2,5	10	10
Escaleras y rellanos	2,5	5	5
Salas de máquinas	2,5	10	10

En el caso de las losas de techo, las cargas vivas uniformes se definen atendiendo a A6-18.1.3.2 c), y A6-18.1.16:

Área	Cargas permanentes (CM) KN/m2	Carga viva uniforme (CV) KN/m2	Carga viva concentrada (CVC) KN en 300x300 mm
Bajo zonas verdes	H x 20 KN/m3 (1)	10 (2) (3)	100
Bajo vías con tráfico	H x 20 KN/m3 (1)	20 (2)	100

(1) Se considera un espesor mínimo de tierras de 2 m según norma OS.060 6.3.2. f5, y a A3-18.3.2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Se considera una densidad de tierras de 20 KN/m^3

(2) Aplicada en toda la superficie

(3) Para los techos bajo zonas verdes, en caso de duda sobre futuro tráfico, se emplea la sobrecarga de 20 KN/m2 para el cálculo.

3.2 CARGA DE TREN

3.2.1 Cargas vivas verticales de tren

Se ha considerado una carga vertical equivalente al tren de cargas de 750 kN/m2.

3.2.2 Cargas vivas horizontales de tren

No se consideran en losas apoyadas en el terreno, ya que no generarán ningún esfuerzo apreciable en la losa.

3.2.3 Cargas dinámicas

Se obtiene usando, del lado de la seguridad, el valor más desfavorable de entre los obtenidos entre estos dos criterios:

EC 1-2 6.4:

(b) Para vías con mantenimiento normal:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \qquad (6.5)$$

con $1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$

Fórmula de Eisenmann:

As per Railway literature the impact load is dependent of the train speed and track quality.

The dynamic factor can therefore be calculated by Eisenmann formula :

$$\gamma = t \cdot \varphi \cdot \left(1 + \frac{V - 60}{140}\right) = 2 \cdot 0.2 \cdot \left(1 + \frac{80 - 60}{140}\right) \approx 0.46$$

Where :

t: multiplication factor of standard deviation =2 :

φ: factor depending of track quality = 0.2 (good quality) :

V : train speed = 80 km/h.

3.3 CARGAS TÉRMICAS

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

3.4 VIENTO

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

3.5 CARGA SÍSMICA

Se aplica la formulación de Word siguiendo:

- Carga uniforme de valor: $\Delta Pd' = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H$

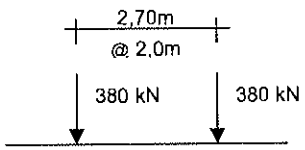
A continuación se justifican los parámetros a adoptar para la definición del valor de la carga:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Se adopta como valor de ag/g=Z=0.40 al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- En base al Anexo I04-GEN-GEO-I-001-2.docx, en el cual se recoge una microzonificación de Lima y alrededores, se concluye que en el peor de los caso el suelo se clasifica como S2, de manera que el factor de suelo, S=1.20
- En la formulación de Wood, se entiende el valor de H, como la altura del marco enterrado. Del lado de la seguridad, se considerara la diferencia de alturas entre el TN y la máxima excavación.

3.6 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

Dado el proceso constructivo planteado, en el que la tuneladora cruza las estaciones en vacío apoyada en la losa de fondo, se considera un tren de cargas correspondiente a dos cargas puntuales de 380 kN separadas 2.70m entre sí en el sentido transversal, y cada 2.00m en el sentido longitudinal:



3.7 PRESIÓN DE TIERRA

Los empujes de tierras se consideran en el cálculo a partir de los parámetros geotécnicos que se indican a continuación. Al tratarse de material granular, no existe distinción de estos parámetros entre el corto y el largo plazo.

Unidad geotécnica		Descripción litológica general	γ_t (KN/m^3)	γ_{sc} (KN/m^3)	c' (KPa)	ϕ (°)	Coeficiente de Poisson estático ν	Módulo de deformación estático E_s (MPa)	Coeficiente de balasto horizontal estático para el cálculo de pantallas k_h (KN/m^3) según Standard Handbook for Civil Engineers	Coeficiente de balasto horizontal estático para el cálculo de pantallas k_h (KN/m^3) según Standard Handbook for Civil Engineers
R	RELLENOS	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados.	15.2	16.7	0	28	0.3	17	-	3,500
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad.	13.25	17.38	8	26	0.25	23	-	10,000
SM	ARENA	Arenas limosas.	14.6	16.95	5	30	0.3	35	-	12,000

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Ramal a Talleres

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013084

GP-S s	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	19	20	15	34	0.3	42	-	12,500
GP-S f	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	21	22	32	39	0.3	183	10,000-15,000	55,000
D	ARCILLAS Y LIMOS	Dioritas y tonalitas	-	-	-	-	-	-		-

Parámetros Recomendados.

Id	PVw	Pvs	Ka	Ko	Ko'	C	Ø	Da	Dp	Re
-	kN/m3	kN/m3	-	-	-	Kpa	°	-	-	Kpa/m
R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
CL/CM	17.38	7.38	0.359	0.562	3.19	8	26	0.33	0.33	10000
SM	16.95	6.95	0.305	0.500	3.955	5	30	0.33	0.33	12000
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

Parámetros RIDO.

Se entiende como corto plazo (CP), las acciones derivadas del proceso constructivo. Estas acciones se obtiene de un modelo de Winkler en el que las leyes de empujes de obtienen en cada fase. A CP no se considera los efectos derivados de la acción sísmica, y si se considera la acción de las sobrecargas y cargas permanentes en el trasdós de las pantallas. Las leyes de esfuerzos que se derivan de estos empujes deben ser asumidas, íntegramente, por las pantallas (muros colados / diafragmas).

A largo plazo (LP) para el material granular presente en la traza, se considera un empuje de tierras en reposo, atendiendo a A6-18.1.14. Este empuje se considera actuando sobre la sección teórica conjunta, incluyendo las pantallas y el muro forro (A6-19.2.1). En esta fase se considera la posible actuación del sobre-empuje sísmico.

El reparto de esfuerzos en este caso se hace de la siguiente forma:

- Pantallas:

  Un porcentaje de empuje al reposo del terreno a largo plazo, y del sobre-empuje sísmico, establecido según la relación de inercias con las pantallas exteriores.

- Estructura interior (muros forro) se dimensiona para soportar:

  Un porcentaje de empuje al reposo del terreno a largo plazo, y del sobre-empuje sísmico, establecido según la relación de inercias con las pantallas exteriores.

  El 100 % de la sobrecarga de edificaciones exteriores.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013085

3.8 PRESIÓN DE AGUA

3.8.1 Empuje lateral y subpresión

Según A6-18.1.14, se considera el empuje de agua en los muros laterales y una subpresión en la losa de fondo calculado con un peso unitario de 10 KN/m3, para una posición de nivel freático definido según el siguiente criterio:

- Si el nivel freático, dado por la información disponible, se encuentra a nivel del suelo o hasta una profundidad de 3 m por debajo del nivel natural del suelo; se considerará para el diseño, un nivel freático que coincide con el nivel del terreno natural.
- Si de la información disponible se demuestra la ausencia de nivel freático o su presencia a una profundidad tal que no influya en las obras permanentes (profundidades mayores a 2L donde L es la profundidad de la obra interesada), podrá considerarse para el diseño la ausencia de dicho nivel freático.

De acuerdo con esto, las estaciones en las que aparezca nivel freático (estaciones húmedas) se calculan con presión de agua desde cota de terreno natural. Las estaciones sin nivel freático (estaciones secas) se calculan sin empuje de aguas.

La estructura interior (muros forro) se dimensiona para soportar el 100% del empuje de agua.

En las estaciones húmedas se realizan las pertinentes comprobaciones de flotabilidad.

Para ello sólo se considera como acción estabilizadora el peso propio de la estructura, el rozamiento con el terreno, el relleno sobre el techo (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m), y del concreto de la primera vía (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m). Como acción desestabilizadora se considera la subpresión.

La comprobación de flotabilidad se realiza para situaciones temporales y permanentes.

La comprobación realizada es (según Eurocódigo 7):

- 0,9xFuerzas estabilizadoras > 1,0x Fuerzas desestabilizadoras

A la tangente del ángulo de rozamiento efectivo se le aplica un coeficiente de seguridad de 1,25.

3.8.2 Sobrecargas por edificación existente

Se aplica una carga de 50 KN/m2 en el trasdós de las pantallas para tener en cuenta el efecto de la edificación existente. En el caso de que no exista actualmente edificación y se tenga constancia de que no puede existir en el fututo, se aplicará una sobrecarga de 20 KN/m2.

4. COMBINACIONES DE CARGA.

De acuerdo con A6-18.1.20, se adoptan las combinaciones definidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con las observaciones que se indican a continuación.

4.1 DENOMINACIÓN DE CARGAS

A continuación se presenta la simbología que adopta la norma peruana para la designación de cargas.

CM=D	Peso Propios y Cargas Muertas.
CV=L	Sobrecargas de Uso. Cargas Vivas, incluida la Nieve.
Cvi=W	Carga de Viento.
CS=E	Carga Sísmica.
CE	Empuje de Suelos, incluido el Agua.
CL	Empuje de Líquidos de altura bien definida.
CT=T	Temperatura, Fluencia, Retracción, Asientos....

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Se indican las nomenclaturas que usan las normas E.60 y E.20, que denominan de diferente forma a las mismas acciones (Nombre E.60 = Nombre E.20). Las cargas CE y CL no aparecen explícitamente como cargas muertas o sobrecargas en E.20, sino como "Otras Cargas".

4.2 COMBINACIONES ELU.

A continuación se recogen las combinaciones asociadas a los estados límites últimos, tanto para ELU SIN SISMO como ELU CON SISMO. Se basan en lo establecido para ELU en la norma E.60. No obstante, el RNE está orientado a edificación sorbe rasante, de manera que no contemple la simultaneidad de la acción sísmica con los empuje CE y CL.

Por ello, se completa en base a las normas (ENV-UNE y AASHTO) a las que hace referencia las Especificaciones Técnicas Prestacionales:

Art.	CM	CV	CVI	CE(1)(2)	CL	CT	CS
9.2.1	1.40	1.70					
9.2.2	1.25	1.25	1.25	1.25			
	1.25	1.25	-1.25	1.25			
	0.90		1.25				
	0.90		-1.25				
9.2.3	1.25	1.25		1.25			1.00
	1.25	1.25		1.25			-1.00
	0.90						1.00
	0.90						-1.00
9.2.5	1.40	1.70		1.70			
	0.90			1.70			
9.2.6	1.40	1.70			1.40		
9.2.9	1.05	1.25		1.25		1.05	
	1.40					1.40	

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

4.3 COMBINACIONES ELS.

A continuación se muestra las combinaciones para los diferentes Estados Límites de Servicio, en base a la norma E.020:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Art.	CM	CV	CVI	CE(1)(2)	CL	CT	CS
28	1.00						
29	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
30	1.00						0.70

31	0.75	0.75		0.75	0.75	0.75	0.525
32	0.75	0.75		0.75	0.75		
33	0.75						0.525
34	0.67	0.67		0.67	0.67	0.67	0.469

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.
(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

5. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

Las diferentes estructuras y elementos estructurales se diseñan para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño por lo menos iguales a las resistencias requeridas, calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones anteriormente descritas.

Adicionalmente, se verifica que todas las estructuras y elementos estructurales garantizan un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio. A tales efectos, se definen a continuación los criterios seguidos de deflexión y durabilidad.

Por último, se aportan los criterios seguidos para garantizar también la resistencia al fuego requerida durante 120 minutos.

5.1 CRITERIOS DE DEFLEXIÓN.

5.1.1 Losas de piso y techos.

Según establece A6-122.6, para las losas horizontales, la deflexión final debido a todas las cargase, medida desde el nivel bruto de colada de los soportes de pisos, techos y todos los otros miembros horizontales, se limita a la siguiente proporción: (luz libre) / 250.

5.1.2 Muros de contención.

Para los muros se establece la siguiente limitación de deformaciones, en función de la tipología de edificación existente en cada zona:

- Pantallas con edificios a mas de 20m, un desplazamiento permitido de 35mm
- Pantallas con edificios entre 10 y 20 metros, un desplazamiento permitido de 25mm.
- Pantallas con edificios entre 2 y 10 metros, un desplazamiento permitido de 20mm.

5.2 DURABILIDAD.

Se establecen los criterios de exposición y ancho de fisura según A6-18.2

5.2.1 Clases de exposición.

Clase + XC2 XA2 (ambiente húmedo de agresividad moderada): todas las estructuras en contacto con tierra.

Clase XC3 + XA1 (ambiente de humedad moderada y débil agresión): para las estructuras interiores.

5.2.2 Ancho de las fisuras.

Atendiendo a A6-18.2.12.2, el ancho máximo de fisura se calcula para que no sobrepase el valor máximo correspondiente definido en esta tabla para las dos clases de exposiciones consideradas:

Elemento	Ancho max. de las fisuras [mm]
Superficie de hormigón en directo	0,33

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

contacto con el terreno/relleno	
Elementos internos de hormigón	0,40

013088

5.2.3 *Resistencia a fuego.*

En base a la norma A-130 – Requisitos de Seguridad (versión aprobada por el Comité Permanente de del RNE), el tiempo de resistencia al fuego será 120 minutos:

Tabla 44.1
TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PÓRTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS

Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 6m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
Líquidos inflamables y combustibles [3]	NO	NP	NP	120	180	NP	NP
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES							
Edificaciones de transporte	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
Estaciones de radio y televisión	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES	NO	NP	NP	30	60	90	120
	SI	120	90	30	60	90	120
CUALQUIER EDIFICIO CUYO USO COMPLETO O PARCIAL NO HAYA SIDO DESCRITO EN ESTA TABLA	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180

Para conseguir que la estructura se pueda clasificar como "Resistente al fuego" según la A-130 de junio de 2006, se aplicarán los recubrimientos mínimos indicados en el artículo 47 de dicha norma (han sido considerados en el apartado de definición de recubrimientos del presente documento).

6. *MODELOS DE CÁLCULO*

En los apéndices correspondientes, se describen y muestran los distintos modelos de cálculo utilizados en función de los elementos a analizar.

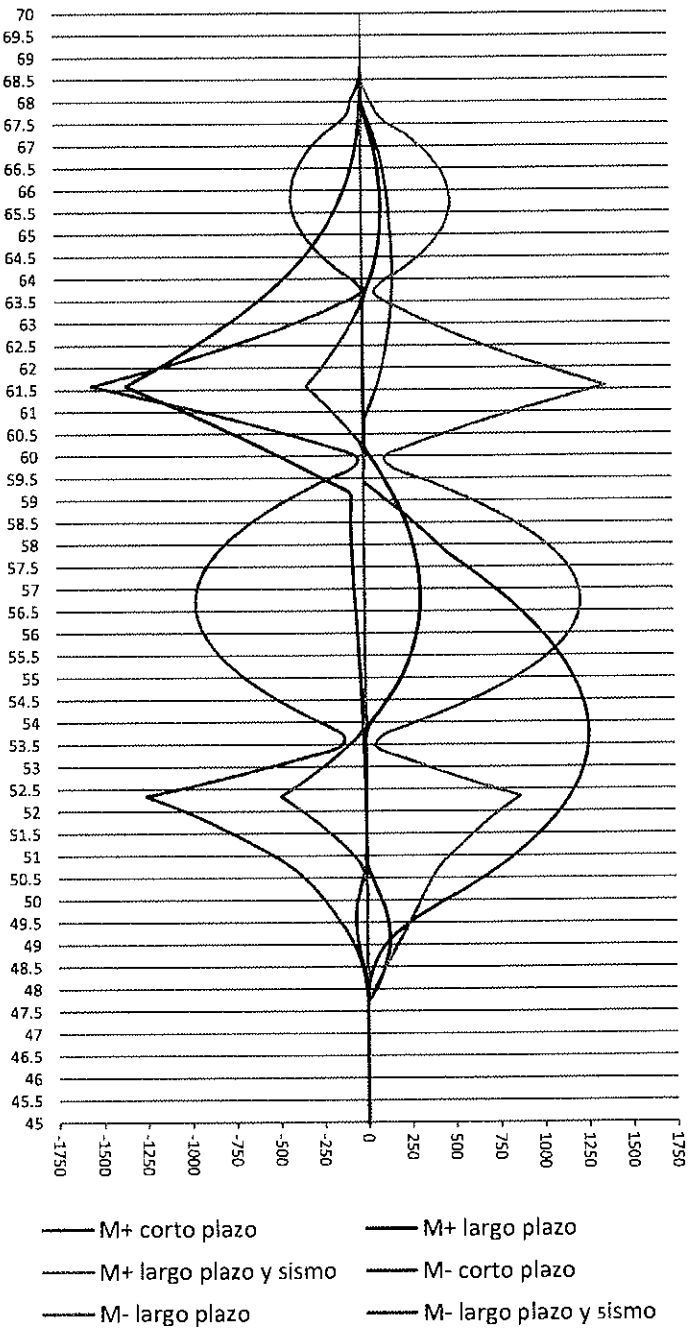
7. *PANTALLAS RAMALES.*

Se incluyen a continuación las envolventes de esfuerzos obtenidos tanto en ELU como en ELS para la solución analizada.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Ramal a Talleres

013089

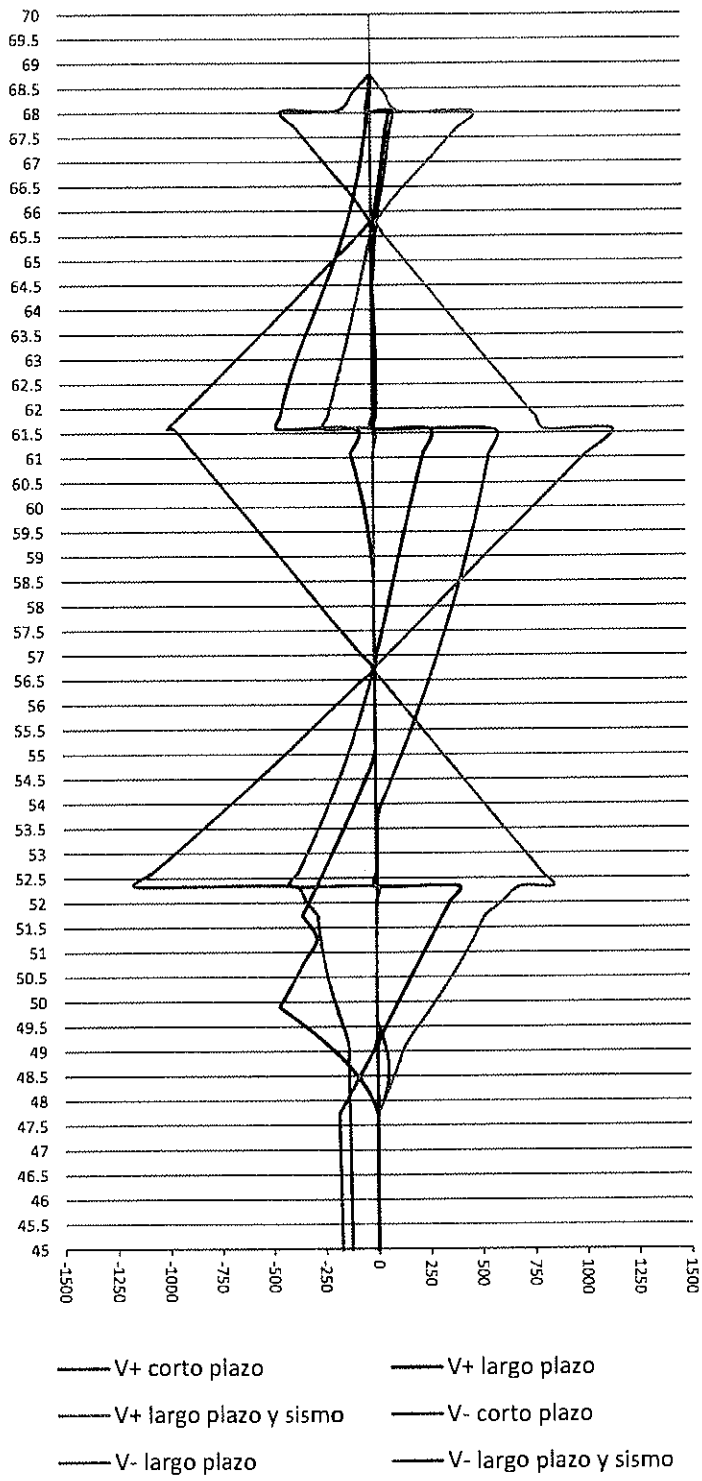


ELU. Momentos flectores (KNm/ml).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Ramal a Talleres

013090

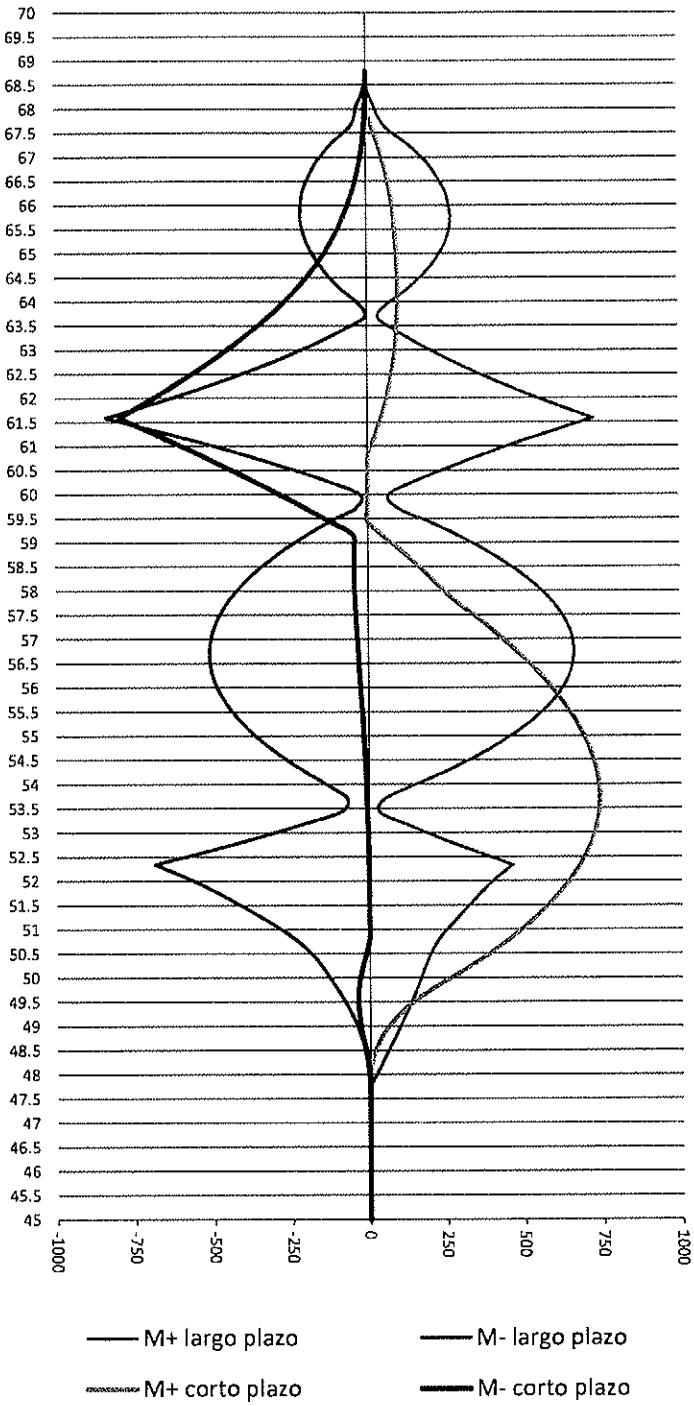


ELU. Cortante (KN/ml)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Ramal a Talleres

013091



ELS. Momentos flectores (KNm/ml)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Armadura y cuantías

013092

A continuación se resume el armado dispuesto en la pantalla :

PANTALLA	
Armado Base Trasdós	Ø25 a 10
Armado de Refuerzo Trasdós	Ø25 a 10 + Ø20 a 10 (2ª capa)
	Ø25 a 10 + Ø16 a 10 (2ª capa)
Armado Base Intradós	Ø25 a 10
Armado de Refuerzo Intradós	Ø25 a 10 + Ø16 a 20 (2ª capa)
Armadura Horizontal	Ø16 a 15
Armadura de Cortante	3cø12 a 15
Armaduras de Rigidización y Cuelgue.	Ø20

Con los anteriores armados las cuantías obtenidas, considerando un 5% de sobre medición por solapes y despuntes, serían las siguientes :

CUANTÍAS DE ACERO	
Pantalla	180 kg/m3

8. LOSAS

8.1 DINTEL

- **Generalidades**

El dintel se extrae por extrapolación con modelos similares a los que se adjunta en el Apéndice 1 del Anexo A.7.4.

8.2 LOSAS ESTAMPIDORAS

- **Generalidades de cálculo**

Los sistemas de arriostramiento planteados en las terceras vías consisten en losas macizas de hormigón armado in situ. La luz de cálculo de las losas corresponde a la luz interior del recinto entre pantallas (12.65 m) y constan de 80 cm de canto.

Desde el punto de vista estructural estas losas funcionan biarticulándose en la conexión con las pantallas. Debido a que la losa tiene una geometría en planta regular, el modelo de cálculo empleado consiste en una rebanada de un metro de longitud (barra biarticulada).

A efectos de cargas, la losa sólo se ve sometida a la acción de su propio peso y a la compresión de las pantallas, dado que la finalidad única de este tipo de elemento es la de arriostramiento.

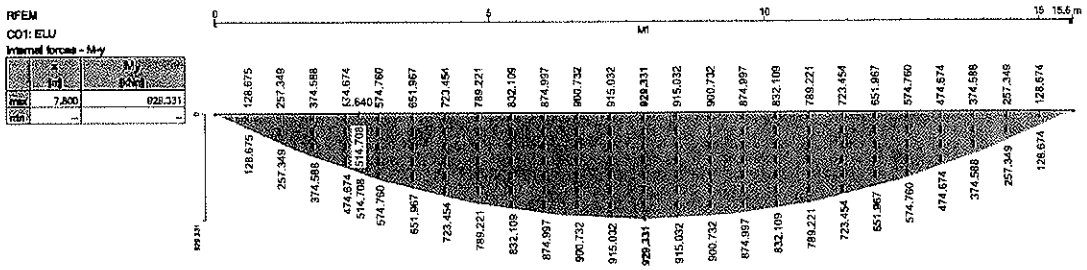
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.2. Ramal a Talleres

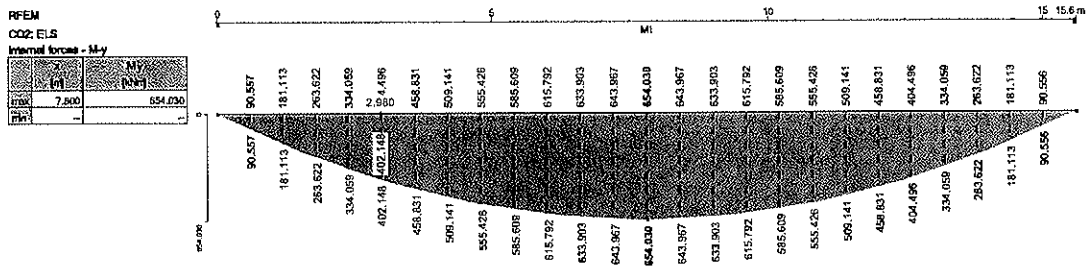
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

A continuación se presentan los esfuerzos de cálculo obtenidos para el elemento, así como el armado dispuesto que justifica la cuantía de acero empleada en la valoración.

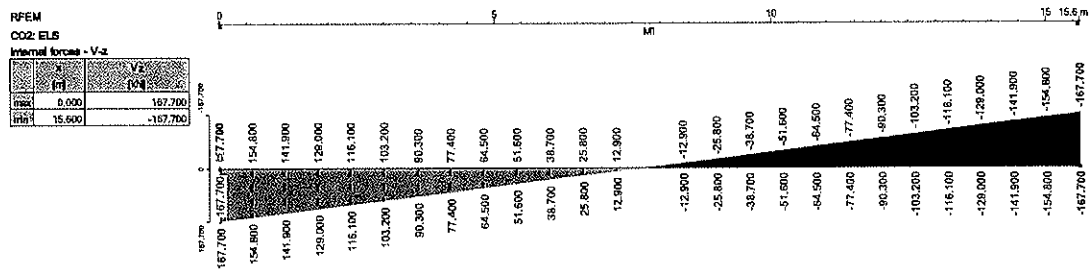
- **Envolventes de esfuerzos**



Momentos flectores ELU



Momentos flectores ELS



Cortantes ELU

- Cuantías

La cuantía obtenida en el predimensionamiento de la losa es de 150kg/m3.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

8.3 LOSAS DE FONDO

En el Anexo A.7.3 se recoge de forma extensa, la justificación técnica de las diferentes losas de fondo de las terceras vías.

Es necesario indicar que la losa mayoritaria en terceras vías es una losa maciza de hormigón armado de 60cm de canto, con una cuantía aproximada de 95kg/m3. Esta losa está calculada como simplemente apoyada en el terreno y recibe sólo las cargas asociadas a las vías-explotación y a las sobrecargas asociadas a la fase de obra.

En la tercera vía anexa a la Estación Oscar Benavides, a pk menos, se sitúa una losa con forma quebrada de 120cm de canto. Esta losa tiene esa forma quebrada, para albergar la tuneladora que se dirige hacia pk menos. Esta losa al recibir la carga de fase de obra (marco de reacción y tuneladora) posee una cuantía de 175kg/m3.

- Metodología.

Para el cálculo de la losa de fondo se han tenido las siguientes consideraciones preliminares:

- Losa Quebrada de Fondo de canto 120cm. La elección de este canto se debe más a razones de rigidez por el paso de la Tuneladora que por temas derivados de cuantías asociadas alas solicitaciones.
- Se ha considerado un módulo de balasto vertical bajo la losa de Kv=15.000kN/m3. Que es coherente con los valores que aporta el estudio geotécnico.
- Se considera que la losa apoya íntegramente sobre el estrato competente GP-s firme.
- La losa esta desconectada de las pantallas.

- Hipótesis de Carga.

Debido a las dos diferentes situaciones: a) Corto Plazo o Construcción y b) Largo Plazo o Servicio, se han tenido que realizar dos modelos.
En cada uno de los modelos se han introducido las siguientes cargas:

- **Modelo a Corto Plazo**

  - Carga Muerta de Peso Propio de la Losa → CM.pp
  - Carga Variable de Construcción sobre la Losa de 250kg/m2 →CV.fondo.constr.
  - Carga Variable debida al paso de la Tuneladora. Son dos cargas puntuales de 340kN, separadas entre sí a 2.75m y centradas en el eje de trazado. Se hace el supuesto de que debe existir al menos 10 cargas como está a lo largo de la cabeza de la Tuneladora, para llegar a un peso de la misma del entorno de las 680ton. Se denominara CV.Tuneladora.

- **Modelo a Largo Plazo:**
  - Carga muerta de vías de 300kg/m2 → CM.vías.
  - Carga variable asociada a la explotación de las vias de 5kPa → CV.vías

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Carga variable del tren. Este valor aún está en el aire y se han considerado 10kPa en zona de vías → CV.tren.
- Empuje de Tierras al reposo → CE.lp
- Sobre empuje Sísmico → CS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.3	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.3. RAMAL A TALLERES DE SANTA ANITA

APENDICE 2.PLANOS

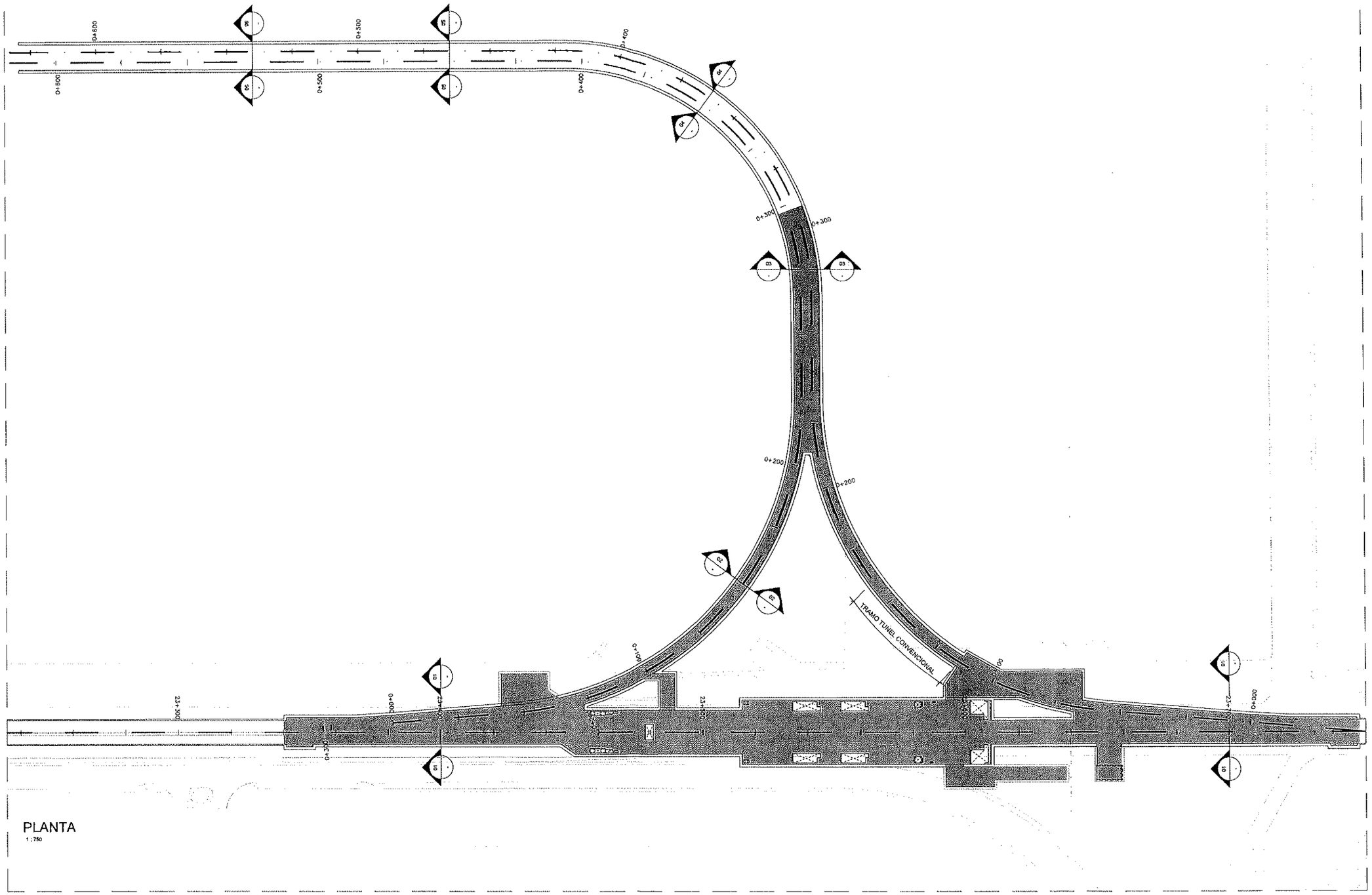
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-TUN-ESR-RT-SA	ESTRUCTURAS. RAMALES TALLERES SANTA ANITA.	VARIAS	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013098



PLANTA
1:750

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\dadvinci\clientes\pk02-244804 documentación temporal\pc03-xxxx-fácil_m.firma\02 planos\esd (s)\08_ploc-tun-esr\0804_ploc-tun-esr-rt-sa-p001-p002.dwg - 26/02/2014 - 13:27

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

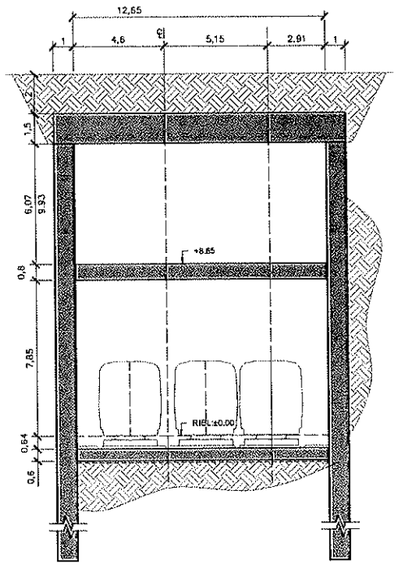
ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
RAMALES MERCADO SANTA ANITA
PLANTA

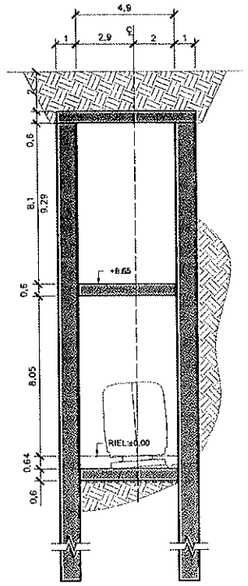
PLANO N°: PLOC-TUN-ESR-RT-SA-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

0804_PLOC-TUN-ESR-RT-SA-P001-P002.dwg

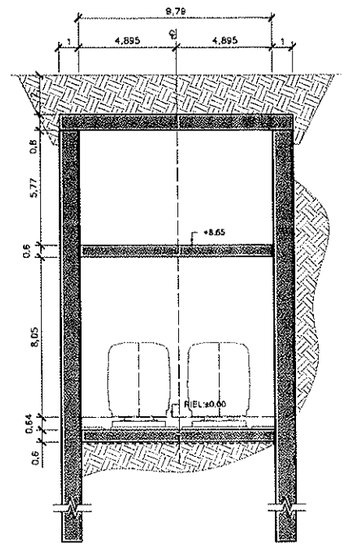
013099



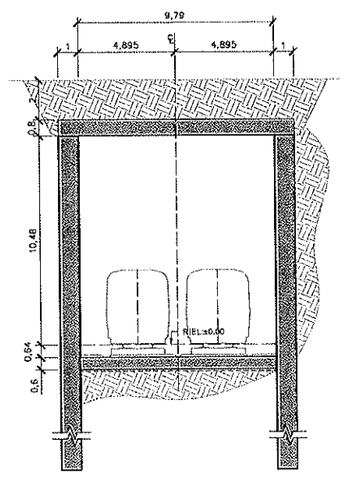
SECCIÓN 1-1
1 : 150



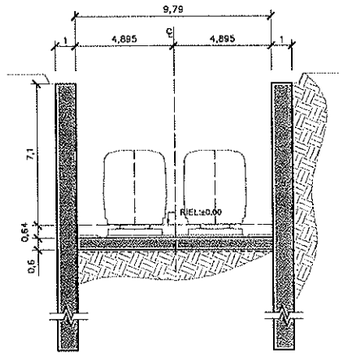
SECCIÓN 2-2
1 : 150



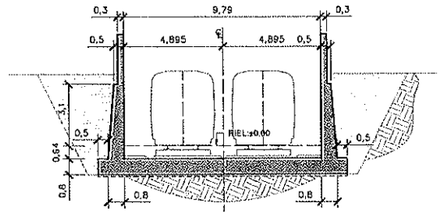
SECCIÓN 3-3
1 : 150



SECCIÓN 4-4
1 : 150



SECCIÓN 5-5
1 : 150



SECCIÓN 6-6
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CUANTÍA POR ELEMENTOS ACCESOS RAMALES				
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
RAMALES LATERALES	Pantallas L=27.00m		1.00	180.00
	Pantallas L=14.00m		0.80	125.00
	Dintel		1.50	185.00
	Losa Vestíbulo (Ancha)		0.80	150.00
	Losa Vestíbulo (Estrecha)		0.80	90.00
	Losa Fondo		0.60	90.00
CONEXIÓN CON TALLERES Y COCHERAS	Pantallas		1.00	180.00
	Dintel	Ramal izquierdo y derecho carril único	0.60	130.00
		Zona de carril doble	0.80	150.00
	Losa nivel de vestíbulo	Carril único ramal izquierdo	0.60	110.00
		Carril único ramal derecho	0.60	145.00
		Zona de carril doble	0.60	145.00
	Losa de fondo		0.60	90.00
	Muro en U	Losa emboquille	0.80	100.00
		Alzados de emboquille	0.80	75.00

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · INGERIENIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
RAMALES MERCADO SANTA ANITA
SECCIONES

PLANO N°: PLOC-TUN-ESR-RT-SA-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0804_PLOC-TUN-ESR-RT-SA-P001-P002.dwg

\\adivinalo\ordenes\p03-2441804 documentación temporal\p03-xxxx-ilct..m.ifma\02 planos\01-fd\08_ploc-tun-est\0804_ploc-tun-esr-rt-sa-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 19:55

[13499]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013100

O.3.4.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.4.POZOS DE ATAQUE (VENTILACIÓN).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

1. Introducción 1
2. Bases de cálculo. 1
2.1 Propiedades de los materiales. 1
2.1.1 Concreto. 1
2.1.2 Acero de refuerzo. 1
2.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo. 2
2.2 Estados de cargas. 2
2.2.1 Cargas muertas y cargas vivas 2
2.2.2 Carga de tren 3
2.2.2.1 Cargas vivas verticales de tren 3
2.2.2.2 Cargas vivas horizontales de tren 3
2.2.2.3 Cargas dinámicas 3
2.2.3 Cargas térmicas 4
2.2.4 Viento 4
2.2.5 Carga sísmica 4
2.2.6 Construcción y montaje 4
2.2.7 Presión de tierra 5
2.2.8 Presión de agua 6
2.2.8.1 Empuje lateral y subpresión 6
2.2.9 Sobrecargas por edificación existente 6
2.3 Combinaciones de carga. 7
2.3.1 Denominación de cargas 7
2.3.2 Combinaciones ELU. 7
2.3.3 Combinaciones ELS 8
2.4 Verificación estructural 8
2.4.1 Criterios de deflexión 9
2.4.1.1 Losas de piso y techos. 9
2.4.1.2 Muros de contención 9
2.4.2 Durabilidad. 9
2.4.2.1 Clases de exposición. 9
2.4.2.2 Ancho de las fisuras 9
2.4.3 Resistencia a fuego 9
2.5 Modelos de cálculo 10
2.6 Bibliografía y referencias 10
3. cálculo estructural. 11
3.1 Materiales. 11
3.2 Parámetros geotécnicos. 11
3.3 Normativa. 11
3.4 Geometría pozo cenital. 11
4. Cargas 15
4.1 Cargas muertas. 15
4.2 Empuje de tierras. 15

4.3 Sismo. 15
5. Combinaciones de cálculo. 16
6. Resultados 17
6.1 Modelo 1. Pozo durante la construcción del tunel. Sin forjados ni muros. 17
6.2 Modelo 2. Pozo ejecutado. 18
7. Dimensionamiento. 19
8. Losa de Cubierta. 23
8.1 ELU Flexión 24

APÉNDICE 1. PLANOS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1. INTRODUCCIÓN

Se describen en este apartado los cálculos realizados para el diseño y dimensionamiento de las estructuras permanentes de los pozos de ventilación y salida de emergencia pertenecientes a la Etapa 1A. Es decir, con los pozos que se han venido denominando 20, 21, 22 y 23 los cuales son todos pozos cenitales en ausencia de freático.

2. BASES DE CÁLCULO.

Se exponen a continuación las bases de cálculo consideradas en el diseño de las estructuras de los pozos. Estas bases han sido redactadas siguiendo las Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6).

2.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Atendiendo a A6-18.2.8., se emplean los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado.

2.1.1 Concreto.

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado A B	 34,3 MPa (350 Kg/cm^2) 31,4 Mpa (320 Kg/cm^2)
Concreto reforzado C D E	 27,4 MPa (280 Kg/cm^2) 20,6 MPa (210 Kg/cm^2) 17,2 MPa (175 Kg/cm^2)
Concreto simple F	 13,7 MPa (140 Kg/cm^2)
Concreto ciclópeo G H	 17,2 MPa (175 Kg/cm^2) 13,7 MPa (140 Kg/cm^2) Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

Tabla 2-1. Clase de Concreto y Resistencia minina a la Compresión, Normas MTC E704

2.1.2 Acero de refuerzo.

Para el diseño de hormigón reforzado se proyectan varillas corrugadas (ASTM A-706), como se puede observar en la siguiente tabla:

Grado	ASTM	*fy* min (kg/cm2)	*fy* max (kg/cm2)	*fu* min (kg/cm2)	*fu/fy* (min)
40	A 615	2,800	--	4,200	--
60	A 615	4,200	--	6,300	--
75	A 615	5,300	--	7,000	--
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1.25

Tabla 2-2. Calidades del acero de refuerzo que cubre la Normas ASTM

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013104

2.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo.

Se atiende a lo establecido en A6-18.2.10.

El recubrimiento mínimo para el refuerzo no debe ser menor al mínimo entre el recubrimiento requerido por resistencia al fuego (de acuerdo con la Norma A.130 Requisitos de Seguridad) y los siguientes:

a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar:75 mm(3)
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
   - Barras de Ø 5/8" o menores — 40 mm
   - Barras de Ø 3/4" o mayores — 50 mm
c) Concreto no expuesto al ambiente:
   - Losas o aligerados
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" — 40 mm(2)
     - Barras de 1 3/8" y menores — 30 mm(1)(*)
   - Muros o muros de corte
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" — 40 mm(2)
     - Barras de 1 3/8" y menores — 30 mm(1)(*)
   - Vigas y columnas (*) — 40 mm
   - Cáscaras y láminas plegadas — 30 mm(1)(*)

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.

(1) Recubrimiento mínimo por fuego

(2) E.60 2009

(3) condicionado por pliego Anejo 6 – 6.20 – 3.5

2.2 ESTADOS DE CARGAS.

2.2.1 Cargas muertas y cargas vivas

Las cargas muertas y cargas vivas a aplicar en el cálculo de las estaciones según las Especificaciones Técnicas del Concurso (A6 - 18.1.3, 18.1.17), son las siguientes:

Área	Cargas permanentes (CM) KN/m2	Carga viva uniforme (CV) KN/m2	Carga viva concentrada (CVC) KN en 300x300 mm
Pública	6	5	5
No públicas (oficinas, salas personal, baños, etc). No salas de máquinas.	6	3,5	5
Debajo de plataforma	2,5	10	10
Escaleras y rellanos	2,5	5	5
Salas de máquinas	2,5	10	10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

En el caso de las losas de techo, las cargas vivas uniformes se definen atendiendo a A6-18.1.3.2 c), y A6-18.1.16:

Área	Cargas permanentes (CM) KN/m2	Carga viva uniforme (CV) KN/m2	Carga viva concentrada (CVC) KN en 300x300 mm
Bajo zonas verdes	H x 20 KN/m3 (1)	10 (2) (3)	100
Bajo vías con tráfico	H x 20 KN/m3 (1)	20 (2)	100

(1) Se considera un espesor mínimo de tierras de 2 m según norma OS.060 6.3.2. f5, y a A3-18.3.2
Se considera una densidad de tierras de 20 KN/m^3

(2) Aplicada en toda la superficie

(3) (3) Para los techos bajo zonas verdes, en caso de duda sobre futuro tráfico, se emplea la sobrecarga de 20 KN/m2 para el cálculo.

2.2.2 *Carga de tren*

2.2.2.1 Cargas vivas verticales de tren

Se ha considerado una carga vertical equivalente al tren de cargas de 750 kN/m2.

2.2.2.2 Cargas vivas horizontales de tren

No se consideran en losas apoyadas en el terreno, ya que no generarán ningún esfuerzo apreciable en la losa.

2.2.2.3 Cargas dinámicas

Se obtiene usando, del lado de la seguridad, el valor más desfavorable de entre los obtenidos entre estos dos criterios:

EC 1-2 6.4:

(b) Para vías con mantenimiento normal:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \qquad (6.5)$$

con $1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$

Fórmula de Eisenmann:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013106

As per Railway literature the impact load is dependent of the train speed and track quality.

The dynamic factor can therefore be calculated by Eisenmann formula :

$$\gamma = t \cdot \varphi \cdot \left(1 + \frac{V - 60}{140}\right) = 2 \cdot 0.2 \cdot \left(1 + \frac{80 - 60}{140}\right) \approx 0.46$$

Where :

t: multiplication factor of standard deviation =2 :

φ: factor depending of track quality = 0.2 (good quality) :

V : train speed = 80 km/h.

2.2.3 Cargas térmicas

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

2.2.4 Viento

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

2.2.5 Carga sísmica

Se aplica la formulación de Word siguiendo:

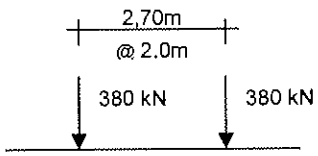
- Carga uniforme de valor: $\Delta Pd' = \alpha \cdot S \cdot Y \cdot H$

A continuación se justifican los parámetros a adoptar para la definición del valor de la carga:

- Se adopta como valor de ag/g=Z=0.40 al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- En base al Anexo I04-GEN-GEO-I-001-2.docx, en el cual se recoge una microzonificación de Lima y alrededores, se concluye que en el peor de los caso el suelo se clasifica como S2, de manera que el factor de suelo, S=1.20
- En la formulación de Wood, se entiende el valor de H, como la altura del marco enterrado. Del lado de la seguridad, se considerara la diferencia de alturas entre el TN y la máxima excavación.

2.2.6 Construcción y montaje

Dado el proceso constructivo planteado, en el que la tuneladora cruza las estaciones en vacío apoyada en la losa de fondo, se considera un tren de cargas correspondiente a dos cargas puntuales de 380 kN separadas 2.70m entre sí en el sentido transversal, y cada 2.00m en el sentido longitudinal:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Pag

013107

2.2.7 *Presión de tierra*

Los empujes de tierras se consideran en el cálculo a partir de los parámetros geotécnicos que se indican a continuación. Al tratarse de material granular, no existe distinción de estos parámetros entre el corto y el largo plazo.

Unidad geotécnica (síntesis)		Descripción litológica general	γ_d (KN/m^3)	γ_{ap} (KN/m^3)	c' (KPa)	ϕ (º)	Coeficiente de Poison estático ν	Módulo de Young estático E (MPa)	Coeficiente de balasto vertical estático para el cálculo de losas k_v (KN/m3)	Coeficiente de balasto horizontal estático para el cálculo de pantallas kh (KN/m^3) -Según Menard; propuesta de valor constante-
R	RELLENOS	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados.	15.2	16.7	0	28	0.3	17	-	3,500
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad.	13.25	17.38	8	26	0.25	23	-	10,000
SM	ARENA	Arenas limosas.	14.6	16.95	5	30	0.3	35	-	12,000
GP-Ss	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	19	20	15	34	0.3	42	-	12,500
GP-Sf	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	21	22	32	39	0.3	183	10,000-15,000	55,000
D	ARCILLAS Y LIMOS	Dioritas y tonalitas	-	-	-	-	-	-		-

Tabla 2-3. Parámetros Recomendados.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Id	PVw	Pvs	Ka	Ko	Kp	C	□	Da	Dp	Re
-	kN/m3	kN/m3	-	-	-	Kpa	º	-	-	Kpa/m
R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
CL/CM	17.38	7.38	0.359	0.562	3.19	8	26	0.33	0.33	10000
SM	16.95	6.95	0.305	0.500	3.955	5	30	0.33	0.33	12000
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

Tabla 2-4. Parámetros adoptados para el cálculo mediante software RIDO.

Se entiende como corto plazo (CP), las acciones derivadas del proceso constructivo. Estas acciones se obtiene de un modelo de Winkler en el que las leyes de empujes de obtienen en cada fase. A CP no se considera los efectos derivados de la acción sísmica, y si se considera la acción de las sobrecargas y cargas permanentes en el trasdós de las pantallas. Las leyes de esfuerzos que se derivan de estos empujes deben ser asumidas, íntegramente, por las pantallas (muros colados / diafragmas).

A largo plazo (LP) para el material granular presente en la traza, se considera un empuje de tierras en reposo, atendiendo a A6-18.1.14 En esta fase se considera la posible actuación del sobre-empuje sísmico.

2.2.8 Presión de agua

2.2.8.1 Empuje lateral y subpresión

Según A6-18.1.14, se considera el empuje de agua en los muros laterales y una subpresión en la losa de fondo calculado con un peso unitario de 10 KN/m3, para una posición de nivel freático definido según el siguiente criterio:

- Si el nivel freático, dado por la información disponible, se encuentra a nivel del suelo o hasta una profundidad de 3 m por debajo del nivel natural del suelo; se considerará para el diseño, un nivel freático que coincide con el nivel del terreno natural.
- Si de la información disponible se demuestra la ausencia de nivel freático o su presencia a una profundidad tal que no influya en las obras permanentes (profundidades mayores a 2L donde L es la profundidad de la obra interesada), podrá considerarse para el diseño la ausencia de dicho nivel freático.

De acuerdo con esto, las estaciones en las que aparezca nivel freático (estaciones húmedas) se calculan con presión de agua desde cota de terreno natural. Las estaciones sin nivel freático (estaciones secas) se calculan sin empuje de aguas.

2.2.9 Sobrecargas por edificación existente

Se aplica una carga de 50 KN/m2 en el trasdós de las pantallas para tener en cuenta el efecto de la edificación existente. En el caso de que no exista actualmente edificación y se tenga constancia de que no puede existir en el fututo, se aplicará una sobrecarga de 20 KN/m2.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.3 COMBINACIONES DE CARGA.

De acuerdo con A6-18.1.20, se adoptan las combinaciones definidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con las observaciones que se indican a continuación.

2.3.1 Denominación de cargas

A continuación se presenta la simbología que adopta la norma peruana para la designación de cargas.

CM=D Peso Propios y Cargas Muertas.

CV=L Sobrecargas de Uso. Cargas Vivas, incluida la Nieve.

Cvi=W Carga de Viento.

CS=E Carga Sísmica.

CE Empuje de Suelos, incluido el Agua.

CL Empuje de Líquidos de altura bien definida.

CT=T Temperatura, Fluencia, Retracción, Asientos....

Se indican las nomenclaturas que usan las normas E.60 y E.20, que denominan de diferente forma a las mismas acciones (Nombre E.60 = Nombre E.20). Las cargas CE y CL no aparecen explícitamente como cargas muertas o sobrecargas en E.20, sino como "Otras Cargas".

2.3.2 Combinaciones ELU.

A continuación se recogen las combinaciones asociadas a los estados límites últimos, tanto para ELU SIN SISMO como ELU CON SISMO. Se basan en lo establecido para ELU en la norma E.60. No obstante, el RNE está orientado a edificación sorbe rasante, de manera que no contemple la simultaneidad de la acción sísmica con los empuje CE y CL.

Por ello, se completa en base a las normas (ENV-UNE y AASHTO) a las que hace referencia las Especificaciones Técnicas Prestacionales:

Art.	CM	CV	Cvi	CE(1)(2)	CL	CT	CS
9.2.1	1.40	1.70					
9.2.2	1.25	1.25	1.25	1.25			
	1.25	1.25	-1.25	1.25			
	0.90		1.25				
	0.90		-1.25				
9.2.3	1.25	1.25		1.25			1.00
	1.25	1.25		1.25			-1.00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013110

Art.	CM	CV	Cvi	CE(1)(2)	CL	CT	CS
	0.90						1.00
	0.90						-1.00
9.2.5	1.40	1.70		1.70			
	0.90			1.70			
9.2.6	1.40	1.70			1.40		
9.2.9	1.05	1.25		1.25		1.05	
	1.40					1.40	

Tabla 2-5. Coeficientes de combinación en ELU

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

2.3.3 Combinaciones ELS.

A continuación se muestra las combinaciones para los diferentes Estados Límites de Servicio, en base a la norma E.020:

Art.	CM	CV	Cvi	CE(1)(2)	CL	CT	CS
28	1.00						
29	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
30	1.00						0.70
31	0.75	0.75		0.75	0.75	0.75	0.525
32	0.75	0.75		0.75	0.75		
33	0.75						0.525
34	0.67	0.67		0.67	0.67	0.67	0.469

Tabla 2-6. Coeficientes de combinación en ELS

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

2.4 VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

Las diferentes estructuras y elementos estructurales se diseñan para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño por lo menos iguales a las resistencias requeridas, calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones anteriormente descritas.

Adicionalmente, se verifica que todas las estructuras y elementos estructurales garantizan un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio. A tales efectos, se definen a continuación los criterios seguidos de deflexión y durabilidad.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013111

Por último, se aportan los criterios seguidos para garantizar también la resistencia al fuego requerida durante 120 minutos.

2.4.1 Criterios de deflexión.

2.4.1.1 Losas de piso y techos.

Según establece A6-122.6, para las losas horizontales, la deflexión final debido a todas las cargase, medida desde el nivel bruto de colada de los soportes de pisos, techos y todos los otros miembros horizontales, se limita a la siguiente proporción: (luz libre) / 250.

2.4.1.2 Muros de contención.

Para los muros se establece la siguiente limitación de deformaciones, en función de la tipología de edificación existente en cada zona:

- Pantallas con edificios a mas de 20m, un desplazamiento permitido de 35mm
- Pantallas con edificios entre 10 y 20 metros, un desplazamiento permitido de 25mm.
- Pantallas con edificios entre 2 y 10 metros, un desplazamiento permitido de 20mm.

2.4.2 Durabilidad.

Se establecen los criterios de exposición y ancho de fisura según A6-18.2

2.4.2.1 Clases de exposición.

Clase + XC2 XA2 (ambiente húmedo de agresividad moderada): todas las estructuras en contacto con tierra.

Clase XC3 + XA1 (ambiente de humedad moderada y débil agresión): para las estructuras interiores.

2.4.2.2 Ancho de las fisuras.

Atendiendo a A6-18.2.12.2, el ancho máximo de fisura se calcula para que no sobrepase el valor máximo correspondiente definido en esta tabla para las dos clases de exposiciones consideradas:

Elemento	Ancho max. de las fisuras [mm]
Superficie de hormigón en directo contacto con el terreno/relleno	0,33
Elementos internos de hormigón	0,40

Tabla 2-7. Máxima anchura de fisura

2.4.3 Resistencia a fuego.

En base a la norma A-130 – Requisitos de Seguridad (versión aprobada por el Comité Permanente de del RNE), el tiempo de resistencia al fuego será 120 minutos:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013112

Tabla 4.4.1

TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MINIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PORTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS

Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 5m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
Líquidos inflamables y combustibles [3]	NO	NP	NP	120	180	NP	NP
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES							
Edificaciones de transporte	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
Estaciones de radio y televisión	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES	NO	NP	NP	30	60	90	120
	SI	120	90	30	60	90	120
CUALQUIER EDIFICIO CUYO USO COMPLETO O PARCIAL NO HAYA SIDO DESCRITO EN ESTA TABLA	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180

Para conseguir que la estructura se pueda clasificar como "Resistente al fuego" según la A-130 de junio de 2006, se aplicarán los recubrimientos mínimos indicados en el artículo 47 de dicha norma (han sido considerados en el apartado de definición de recubrimientos del presente documento).

2.5 MODELOS DE CÁLCULO

En los apéndices correspondientes, se describen y muestran los distintos modelos de cálculo utilizados en función de los elementos a analizar.

2.6 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Adicionalmente a las ya mencionadas Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6) utilizadas para establecer las bases del cálculo, para el diseño de elementos de hormigón y acero se tienen en cuenta las siguientes normas:

a) Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
b) Norma Euro (EN)
c) Norma ACI (USA)
d) Norma ASTM (USA)
e) Estándares internacionales, Códigos y otros.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013113

3. CÁLCULO ESTRUCTURAL.

El presente documento tiene como objeto el mostrar el procedimiento de cálculo seguido para el dimensionamiento de los pozos de ventilación cenitales. Se definirán los parámetros geotécnicos considerados, normativa, cargas y combinaciones para continuar mostrando los resultados extraídos del modelo de elementos finitos y el dimensionamiento de la sección de los anillos.

3.1 MATERIALES.

- Hormigón : 300 Kg/cm2
- Acero : grado 60

3.2 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.

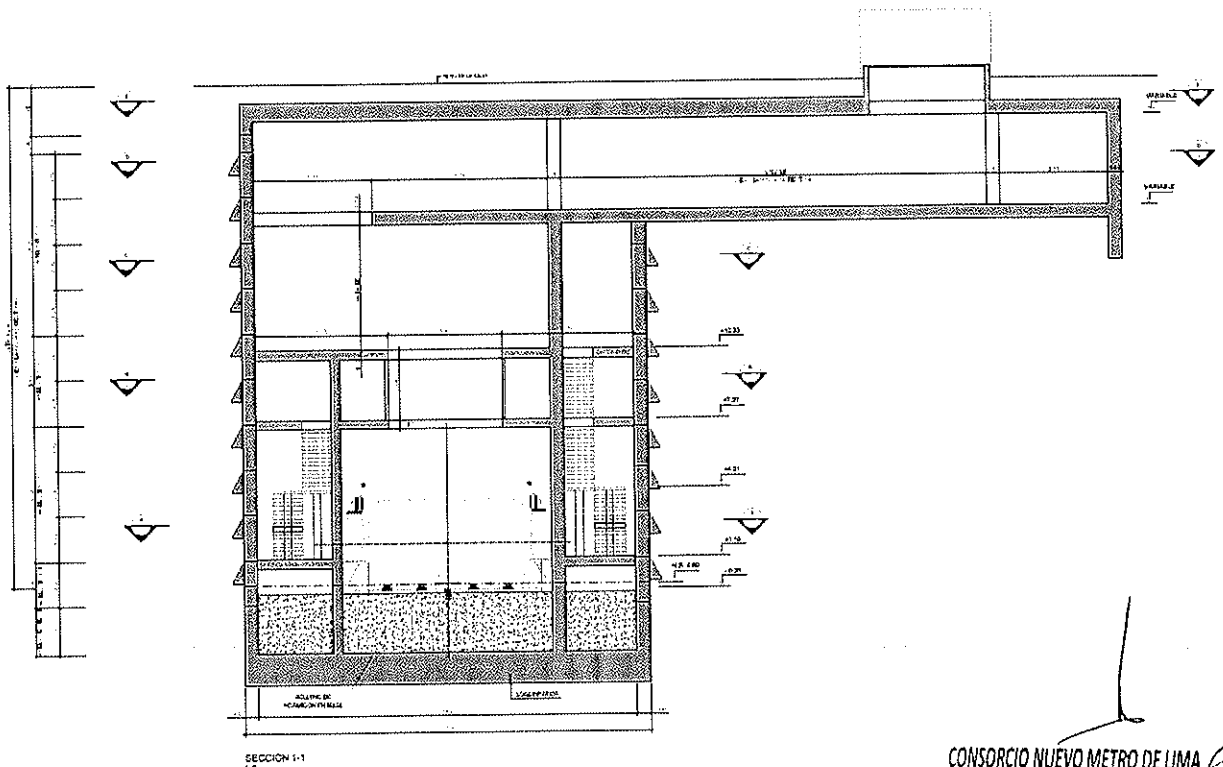
- Densidad tierras: 20 KN/m3
- Coeficiente de balasto vertical : 15000 KN/m3
- Coeficiente de balasto horizontal : 40000 KN/m3

3.3 NORMATIVA.

- NTE E060
- NT E030

3.4 GEOMETRÍA POZO CENITAL.

El pozo lateral consiste en una excavación vertical por fases en una posición en planta centrada en el eje del túnel. El diámetro interior del pozo es de 16.50 metros.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

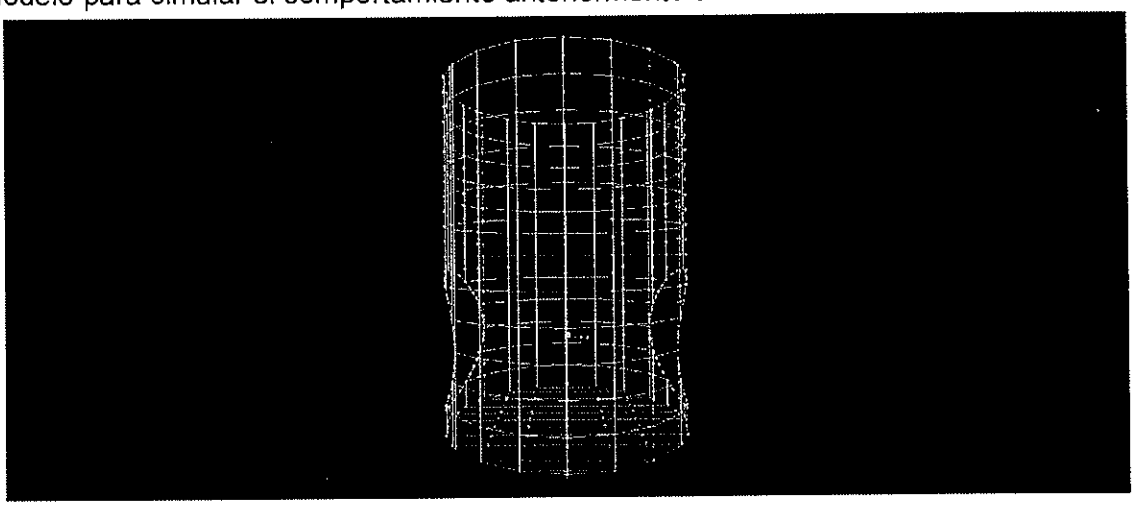
Se excava por anillos sucesivos de 2,0 m de altura, que se hormigonan y una vez endurecido el anillo, se excava por debajo para ejecutar el siguiente. La estabilidad se garantiza mediante

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

zarpas (zapatas). Una vez alcanzado el fondo de excavación se construye la losa inferior. Una vez terminadas las labores de excavación del túnel, se procede a ejecutar los forjados intermedios y la losa superior de tapa.

Se realizan dos modelos de cálculo, uno considerando la fase de construcción del túnel, donde se simulan los anillos con las aperturas para el túnel de línea y otro con los forjados y losas intermedios al que se aplica también la hipótesis de sismo.

Los modelos realizados simulan los anillos mediante elementos tipo barra. Las conexiones a rasante entre anillos, necesarias para resistir los esfuerzos laterales de sismo y fluencia, se simulan mediante elementos que no pueden resistir tracciones ni transmitir momentos y si axiles de compresión y esfuerzos cortantes y rasantes. Se ha considerado la no linealidad en el modelo para simular el comportamiento anteriormente descrito en las conexiones.



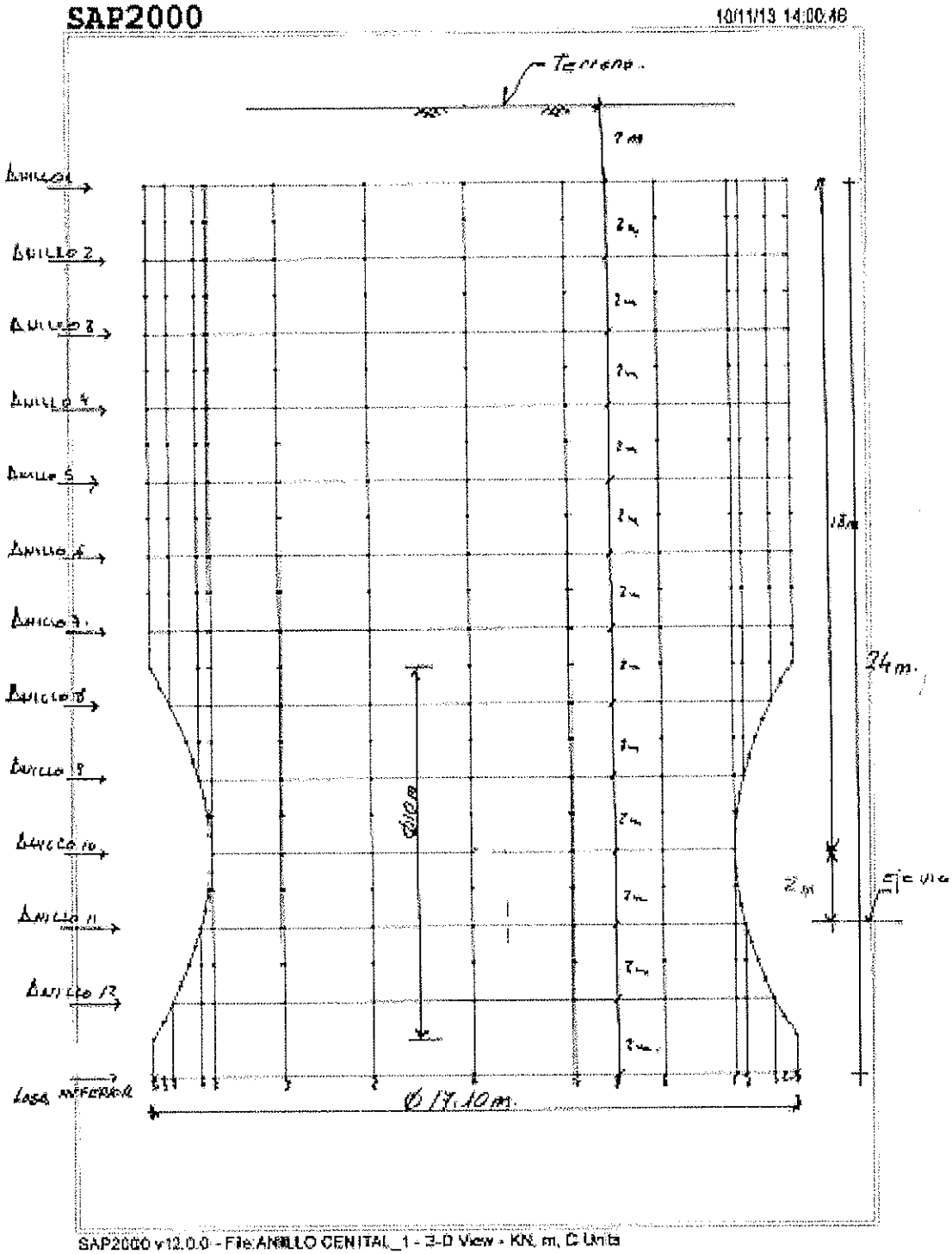
El espesor de los anillos es de 0,60 metros y constan de 15 zarpas de 1,20 metros de ancho y sobresalen 1,10 m respecto al anillo, por la parte interior de modo que la superficie de apoyo este situada en el centro del anillo para no inducir flexiones. La losa inferior tiene un espesor de 1,40 metros. La losa de cubierta y las losas intermedias tienen un espesor de 0,80 metros.

El diámetro del túnel en caverna considerado es aproximadamente de 10,0 metros. El modelo con sección completa contiene los muros interiores así como las losas intermedias y superior. Debido a estas estructuras adicionales, como se verá, la situación más desfavorable para el cálculo de los anillos es la provisional durante la ejecución del túnel.

Se efectúa un único cálculo para todos los pozos con situado a cota roja 22 metros:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

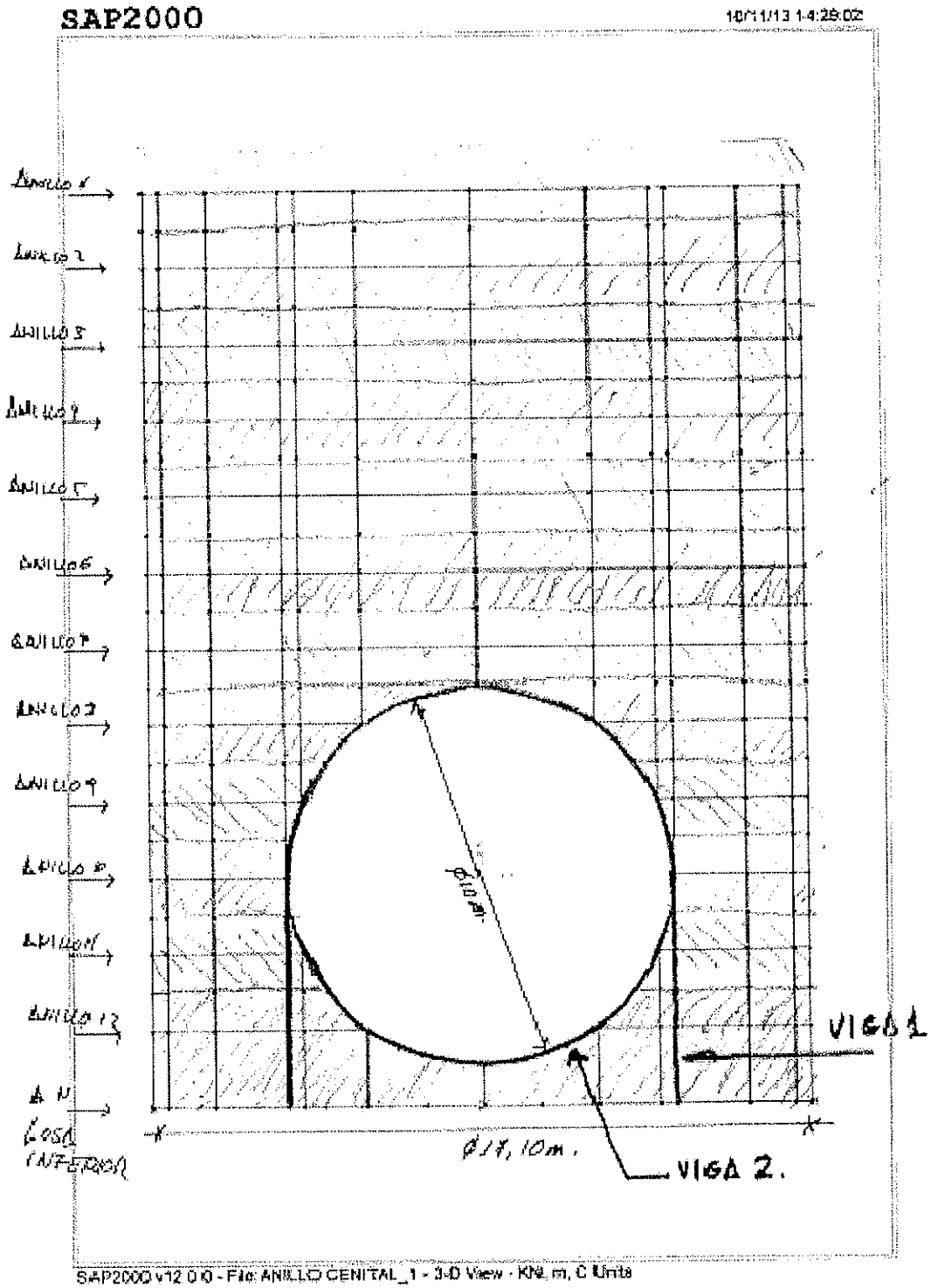
O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013116



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013117

4. CARGAS.

4.1 CARGAS MUERTAS.

Se consideran las cargas debidas al peso propio del hormigón.

4.2 EMPUJE DE TIERRAS.

Se considera el empuje de tierras al reposo debido a la gran rigidez de la estructura. (ko).

$$P = k_o \cdot \gamma \cdot z = (1 - sen(30°)) \cdot 20KN/m^3 \cdot H(m) = 10.0 \cdot H(kN/m^2)$$

	Altura de tierras (m)	Empuje kN/m2
Anillo 1	2	20
Anillo 2	4	40
Anillo 3	6	60
Anillo 4	8	80
Anillo 5	10	100
Anillo 6	12	120
Anillo 7	14	140
Anillo 8	16	160
Anillo 9	18	180
Anillo 10	20	200
Anillo 11	22	220

4.3 SISMO.

Para la determinación de la carga sísmica sobre los anillos que conforman el pozo se aplica la metodología de Wood, la cual es válida según se indica en la norma sísmica peruana (E.030). En esta se establece la idoneidad del uso de métodos pseudoestáticos. A todo esto, se le suma que las Especificaciones Técnicas Prestacionales recogen que la acción sísmica se debe aplicar cumpliendo el Eurocódigo 8, parte 5, o lo que es lo mismo, la formulación de Wood.

Se realizan las siguientes consideraciones referentes a los parámetros necesarios para la determinación de la carga sísmica sobre la estructura:

- Se adopta como valor de al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- En base al Anexo I04-GEN-GEO-I-001-2.docx, en el cual se recoge una microzonificación de Lima y alrededores, se concluye que en el peor de los casos el suelo se clasifica como S1. Por tanto, el factor de suelo resulta S=1.00.
- En la formulación de Wood, se entiende el valor de H, como la altura del marco enterrado. Del lado de la seguridad, se podría considerar la diferencia de alturas entre el terreno natural y la máxima excavación.

ΔPd=α•S•Y•H2

- ΔPd: incremento de presión asociada a la acción el sismo.
- α: aceleración básica de la zona.
- S: coeficiente de suelo.
- □: densidad del suelo (kN/m3).
- H: altura de la estructura enterrada (m).

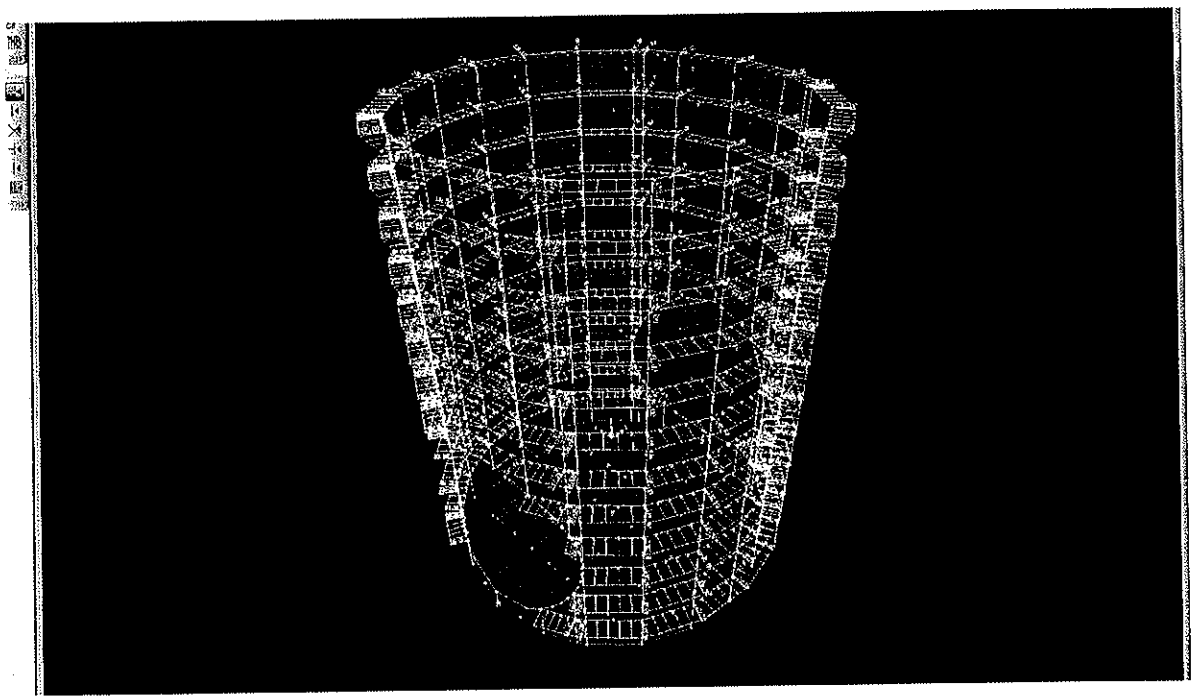
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013118

$$\Delta P = 0.40 \cdot 1.0 \cdot 20 \cdot 20 = 160 KN/m^2$$

A continuación se muestra el modelo completo con la carga debida al sismo.



5. COMBINACIONES DE CÁLCULO.

Peso propio y cargas muertas (CM)
Carga de tierras (CE-cp)
Carga de tierras (CE-lp)
Sismo +x (CS_+x)
Sismo -x (CS_-x)
Sismo +y (CS_+y)
Sismo -y (CS_-y)

	ELU 1	ELU 2	ELU 3	ELU 4	ELU 5	ELU 6
CM	1.4	1.4	1.25	1.25	1.25	1.25
CE-cp	1.25	-	-	-	-	-
CE-cl	-	1.7	1.25	1.25	1.25	1.25
CS_+x	-	-	1.00	-	-	-
CS_-x	-	-	-	1.00	-	-
CS_+y	-	-	-	-	1.00	-
CS_-y	-	-	-	-	-	1.00
	ELS 1	ELS 2	ELS 3	ELS 4	ELS 5	ELS 6
CM	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75
CE-cp	1.00	-	-	-	-	-
CE-cl	-	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013119

CS_+x	-	-	0.525	-	-	-
CS_-x	-	-	-	0.575	-	-
CS_+y	-	-	-	-	0.575	-
CS_-y	-	-	-	-	-	0.575

6. RESULTADOS.

6.1 MODELO 1. POZO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL TUNEL. SIN FORJADOS NI MUROS.

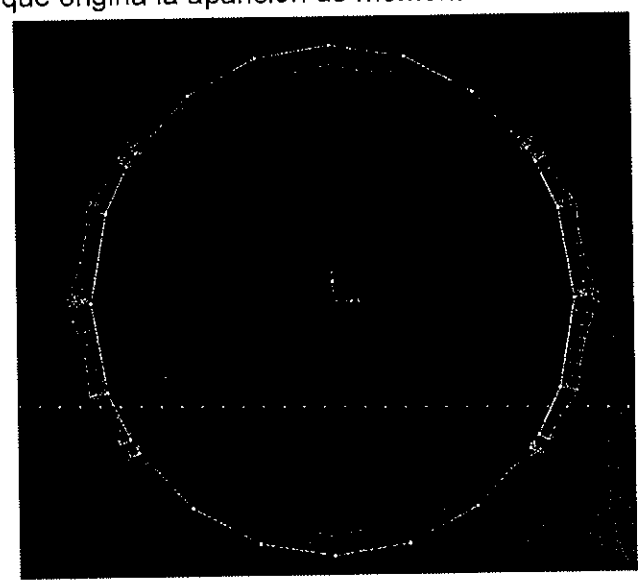
En este modelo no se considera la hipótesis de sismo. Los anillos son de sección constante de 2,0 m x 0.60 m. Los esfuerzos en los anillos resultan en este caso :

SITUACIÓN DURANTE LA OBRA (SIN LOSAS INTERMEDIAS Y CON TUNEL)

	N, max kN	N, min kN	M22, max kN / m	M22, min kN / m	M33, max kN / m	M33, min kN / m	V22, max kN	V33, max kN	T kN / m
ANILLO01	-160.76	-434.81	491.59	-540.20	117.76	-227.40	130.51	140.18	72.36
ANILLO02	-347.16	-747.24	579.69	-543.67	176.04	-290.11	225.57	209.35	90.35
ANILLO03	-634.58	-1072.68	657.88	-565.74	281.03	-390.17	303.72	267.81	107.91
ANILLO04	-898.87	-1366.10	742.76	-586.51	375.69	-493.18	377.01	322.83	131.10
ANILLO05	-1170.30	-1751.16	853.49	-598.63	462.70	-613.32	445.95	377.52	155.85
ANILLO06	-1399.93	-1768.10	1063.74	-590.26	590.03	-775.36	523.41	458.07	219.73
ANILLO07	-1316.26	-3361.18	1237.09	-574.62	924.91	-974.18	649.52	638.59	203.87
ANILLO08	-1770.33	-2801.40	459.58	-525.62	1528.59	-1872.75	1306.55	578.76	635.17
ANILLO09	-463.58	-3111.76	127.97	-547.02	1442.58	-1361.23	1068.30	586.71	553.81
ANILLO10	-579.47	-3672.20	323.02	-555.11	1299.89	-973.92	899.91	694.17	352.33
ANILLO11	-2450.36	-3169.66	276.87	-381.49	3826.72	-2283.48	2245.67	606.30	287.67
ANILLO12	243.84	-1895.60	338.40	-308.59	2588.85	-1207.63	1361.42	593.94	551.59

Nota: M22 es el momento que flexiona el anillo en su plano. M33 es el momento flector en el plano vertical.

A continuación se incluyen los gráficos de esfuerzos M22 correspondientes al anillo 4. Se observa que el efecto de la falta de parte de los anillos en la zona de intersección, produce una pérdida de rigidez que origina la aparición de momentos de flexión laterales..



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

La flexión vertical de los anillos es baja excepto en el arranque donde, debido al efecto empotramiento, se obtienen momentos flectores del orden de 960 kN/m, por metro.

El esfuerzo cortante de los anillos, en la zona donde no está perforado por el tunel es bajo. En la zona donde está perforado el túnel, el esfuerzo cortante en los anillos es importante, por lo que el armado en esta zona aumenta considerablemente.

6.2 MODELO 2. POZO EJECUTADO.

Los resultados de los anillos son:

SITUACION DEFINITIVA SIN SISMO

	N, max	N, min	M22, max	M22, min	M33, max	M33, min	V22, max	V33, max	T
ANILLO01	-217.47	-397.10	78.94	-91.63	25.26	-130.83	89.58	76.36	33.97
ANILLO02	-528.73	-584.49	81.11	-92.44	10.58	-173.66	117.83	113.10	38.10
ANILLO03	-825.26	-875.05	88.33	-94.87	43.77	-175.76	142.40	159.76	36.79
ANILLO04	-1157.06	-1194.90	99.10	-95.84	51.81	-224.94	177.92	207.31	33.00
ANILLO05	-1213.91	-1420.03	120.00	-93.93	216.76	-180.18	243.71	269.39	57.31
ANILLO06	-339.40	-459.88	169.08	-84.45	510.40	-151.72	394.62	316.10	57.22
ANILLO07	515.91	-1049.41	199.79	-90.14	755.51	-515.00	465.36	369.87	118.28
ANILLO08	-1162.33	-1543.82	215.35	-200.96	1142.41	-2454.74	1592.06	387.38	203.95
ANILLO09	-1807.38	-3018.06	345.32	-279.71	1718.96	-1696.96	1584.29	508.19	166.33
ANILLO10	-1244.09	-3407.21	433.90	-330.19	255.62	-286.54	240.27	633.67	47.06
ANILLO11	-1865.18	-3150.41	399.35	-354.96	2134.43	-1558.51	1599.81	621.76	217.12
ANILLO12	-327.77	-1028.53	318.56	-310.63	2226.67	-846.28	1101.97	638.85	277.99

Nota: M22 es el momento que flexiona el anillo en su plano. M33 es el momento flector en el plano vertical.

SITUACION DEFINITIVA CON SISMO

	N, max	N, min	M22, max	M22, min	M33, max	M33, min	V22, max	V33, max	T
ANILLO01	-2688.92	-3277.23	428.01	-411.40	114.13	-275.48	128.73	589.85	114.36
ANILLO02	-3105.13	-3278.76	386.21	-379.85	156.01	-307.30	215.90	600.29	126.16
ANILLO03	-3298.71	-3445.65	358.01	-344.68	231.33	-314.54	256.29	626.12	121.20
ANILLO04	-3752.67	-3823.83	333.00	-306.19	154.85	-477.64	293.49	655.88	109.10
ANILLO05	-2865.11	-3554.10	313.40	-260.14	729.06	31.51	372.36	716.49	171.35
ANILLO06	-416.12	-905.73	396.25	-200.29	1193.33	-548.58	765.05	741.88	83.75
ANILLO07	1157.77	-2320.85	425.85	-189.33	1045.90	-789.66	626.61	786.77	204.06
ANILLO08	-2349.37	-4225.85	435.47	-394.66	2561.08	-4519.25	2622.24	785.99	375.20
ANILLO09	-2825.31	-5638.71	693.02	-529.12	3941.90	-3687.76	2827.71	969.98	394.52
ANILLO10	-1617.38	-5994.99	845.57	-620.44	666.51	-705.47	546.21	1155.12	118.14
ANILLO11	-3008.14	-5412.40	731.89	-608.73	3697.78	-2632.18	2258.34	1052.16	457.28
ANILLO12	-1168.87	-2574.39	518.29	-516.11	3634.83	-1622.22	1853.65	959.91	449.83

Nota: M22 es el momento que flexiona el anillo en su plano. M33 es el momento flector en el plano vertical.

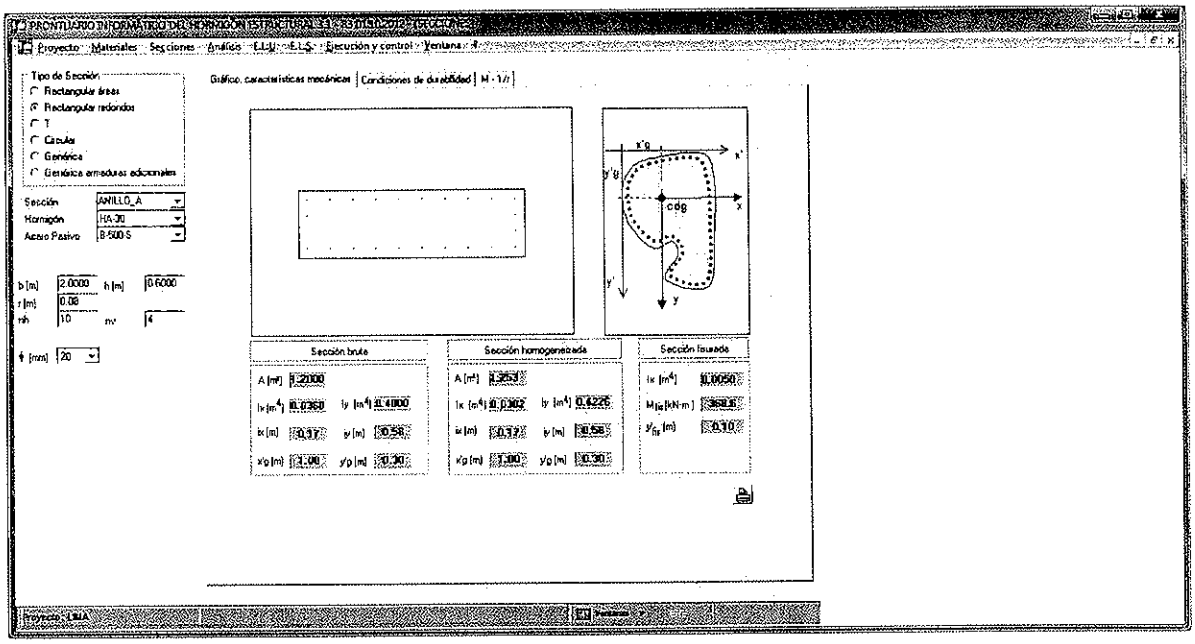
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013121

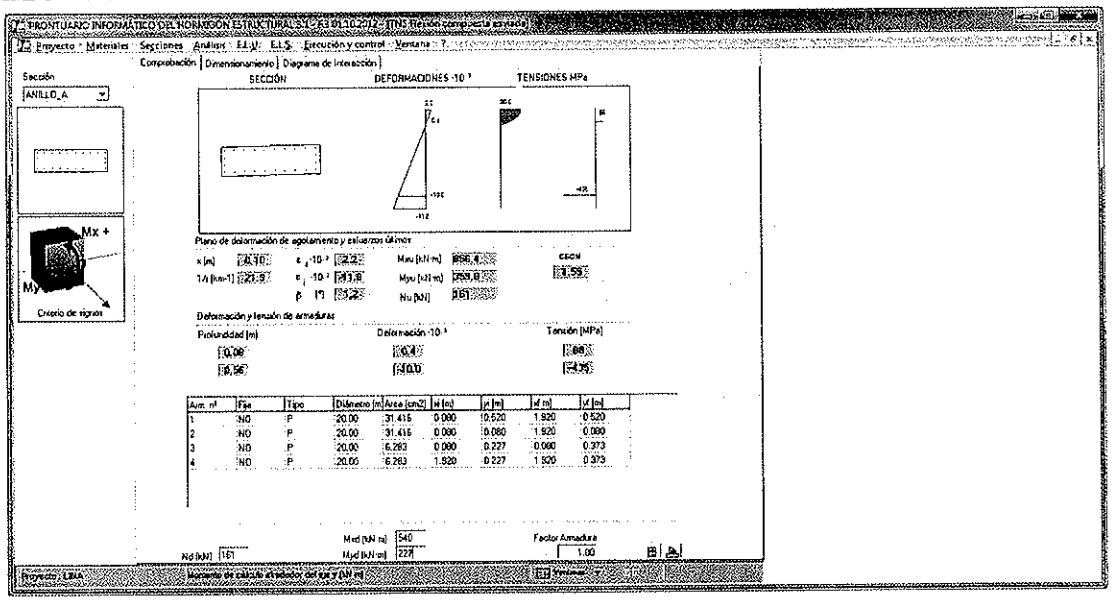
7. DIMENSIONAMIENTO.

ANILLOS 1 A 5 y 8 a 11

Sección:



ELU Flexión :

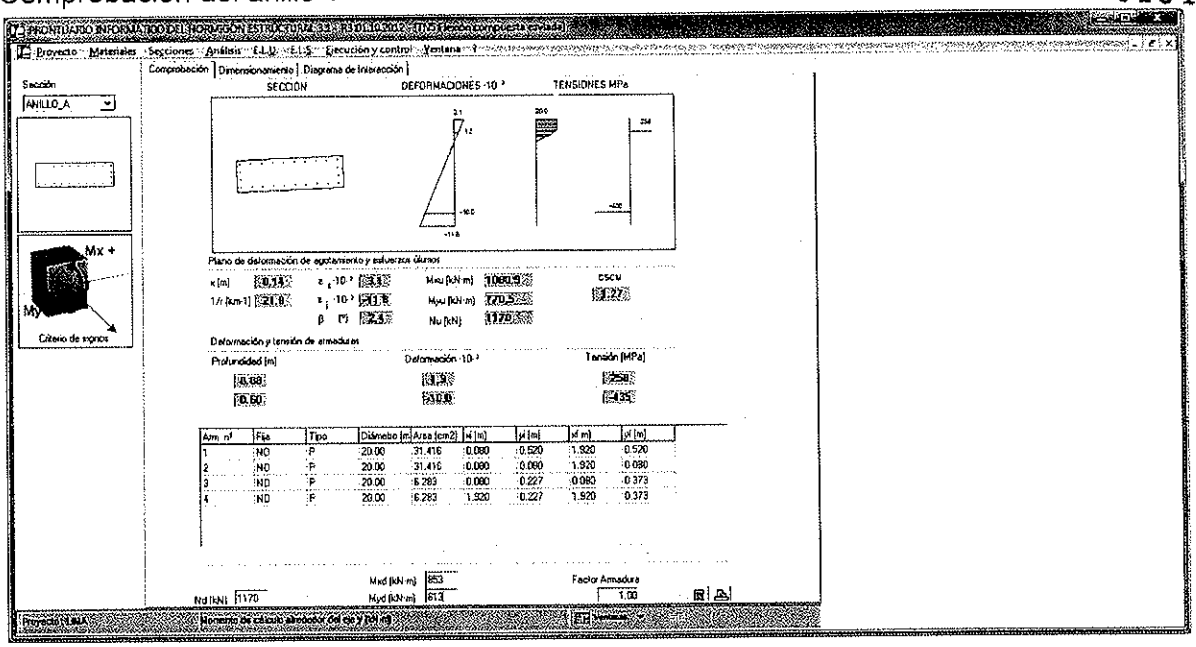


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

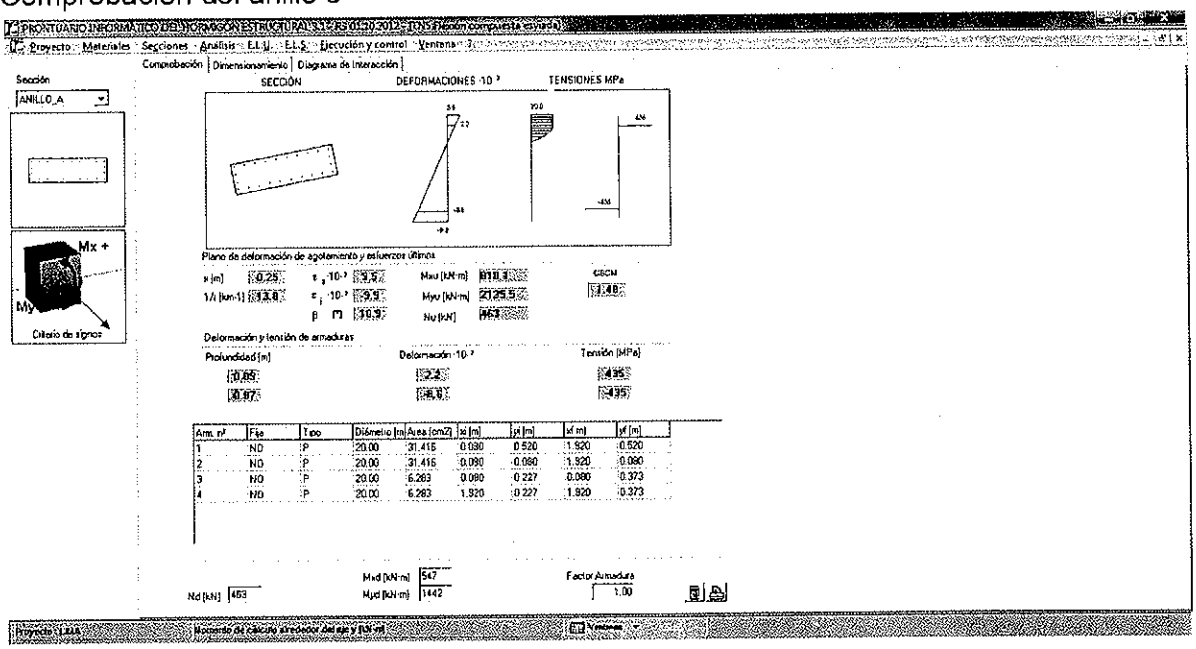
O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013122

Comprobación del anillo 1



Comprobación del anillo 5



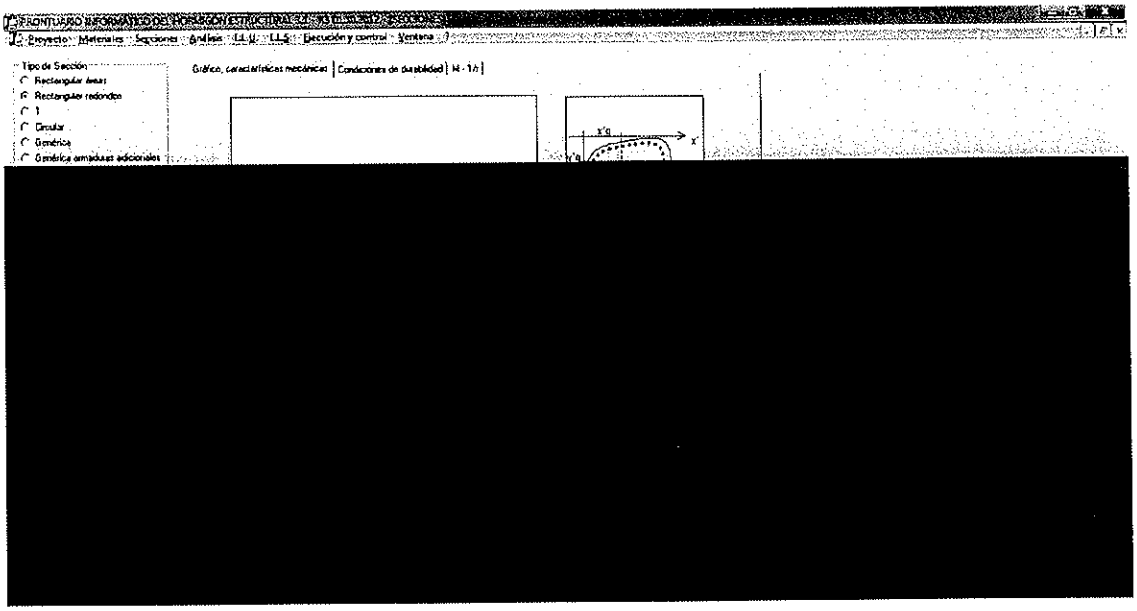
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

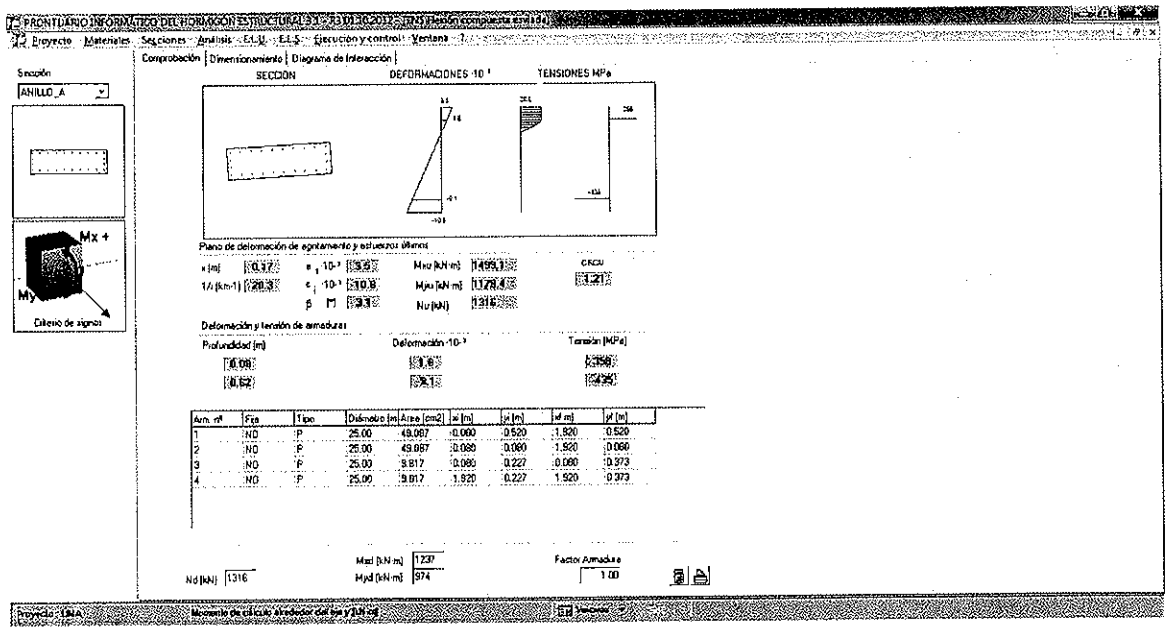
013123

ANILLOS 6, 7 y 12:

Sección:



ELU FLexión

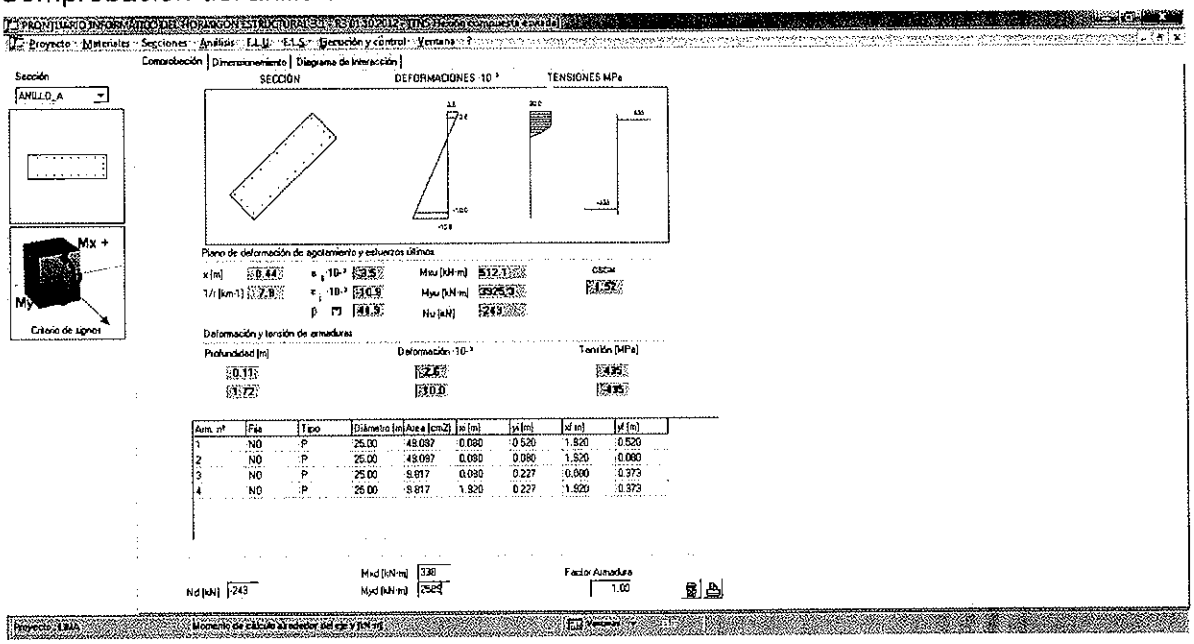


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

Comprobación del anillo 7

013124



Arm. nº	Fila	Tipo	Diámetro [m]	Area [cm2]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	N0	P	25.00	49.087	0.080	0.520	1.920	0.520
2	N0	P	25.00	49.087	0.080	0.080	1.920	0.080
3	N0	P	25.00	9.817	0.080	0.227	0.080	0.373
4	N0	P	25.00	9.817	1.920	0.227	1.920	0.373

ELU Cortante :

Anillos 1 a 5. V22, max = 445 kN/m □ 1 c Ø 10 / 0.20 m

Anillos 6 a 10 ; V22, max = 1306 kN /m □ 2 c Ø 12 / 0.20 m

Anillos 11 y 12 ; V22, max = 2247 kN/m □ 2 c Ø 12 / 0.10 m

Rasante entre Anillos. Pasadores :

Anillos 10, 11 y 12 □ Ø 32 / 0.20 m

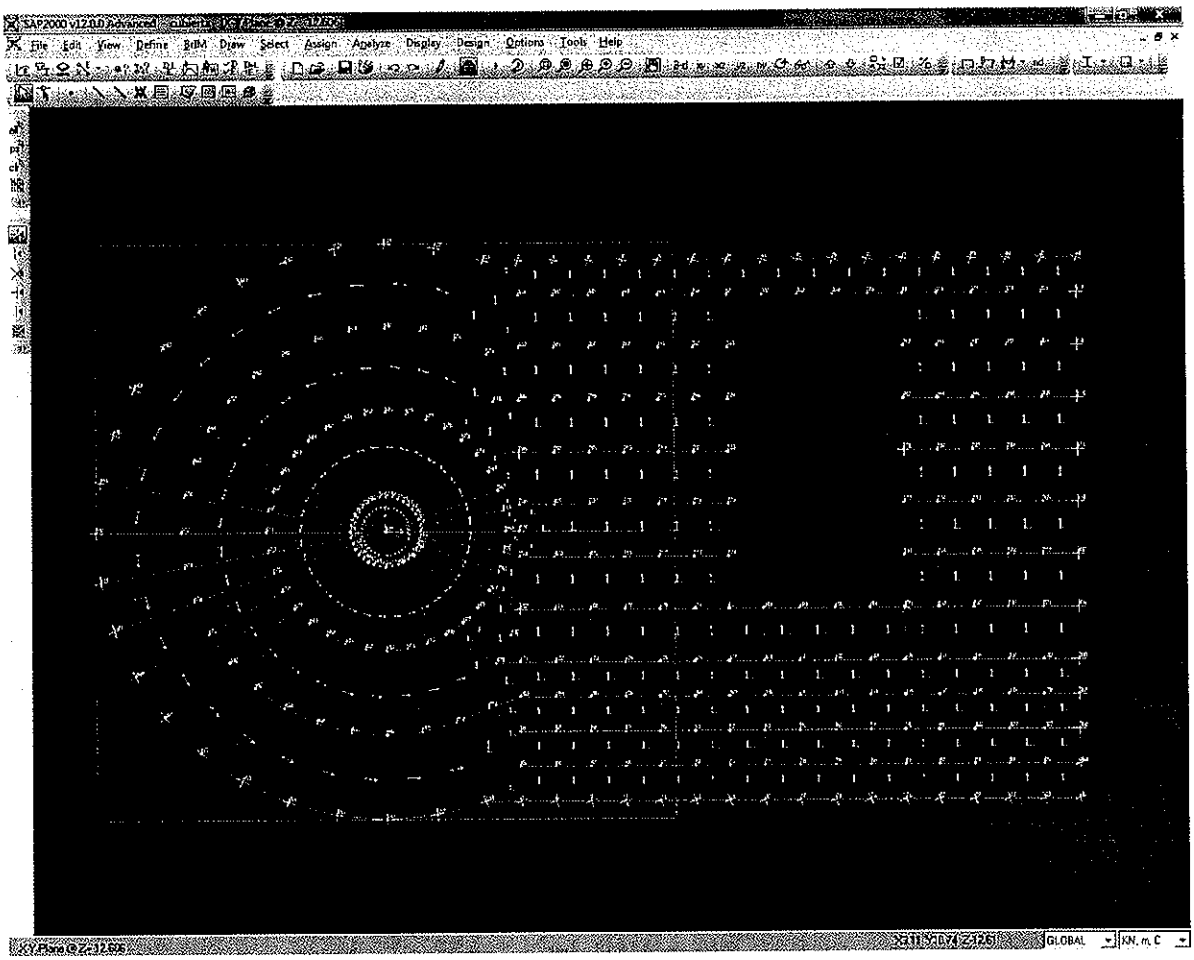
Resto de anillos □ Ø 20 / 0.50 m

Armado vertical en arrnque : Md = 960 kN m/m □ Ø 25 / 0.10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

8. LOSA DE CUBIERTA.

Se realiza un modelo con elementos finitos de la cubierta, con su geometría y condiciones de apoyo. Se considera biapoyada en todo el contorno exterior y la existencia de 4 pilares.

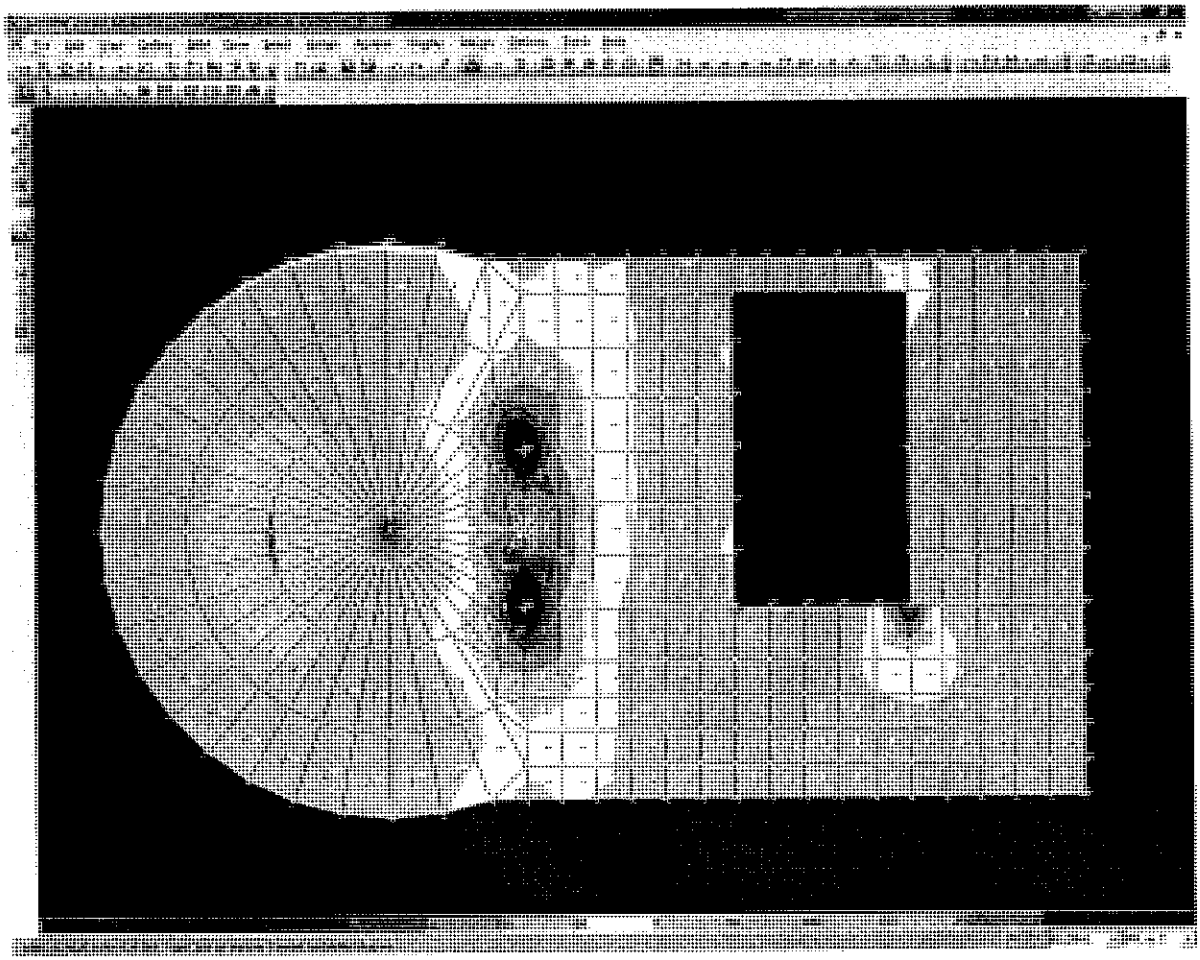


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013126

8.1 ELU FLEXIÓN.

A continuación se adjuntan las gráficas de los modelos de cálculo:



M11, max = +205 kNm/m.

M11, min = - 340 kNm/m.

Se dispone una armadura superior e inferior de Ø 20 / 0, 10 en los dos sentidos y en las dos caras.

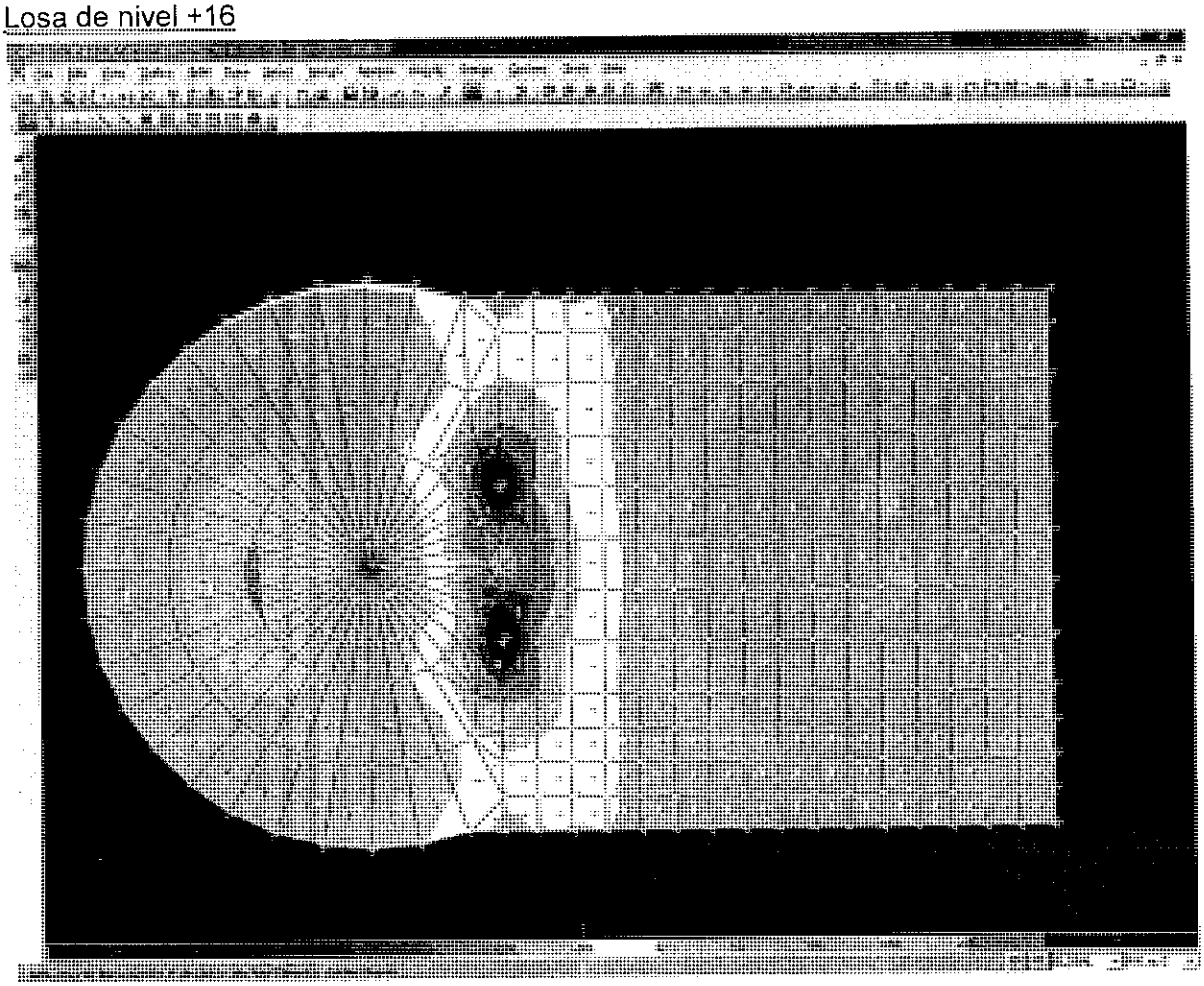
PILARES

Nd = 1800 kN. Sección 60x60. Altura 4,5 metros □ 16 Ø 25 y 2 c Ø 10 / 20.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

Losa de nivel +16



Se trata de una losa de canto 60 cm, apoyada sobre el terreno en la zona lateral y sobre pilares y el anillo en la zona circular. Los momentos máximos son del orden de 200 kN m/m.

Se dispone una armadura superior e inferior de Ø 20 / 0, 10 en los dos sentidos y en las dos caras.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

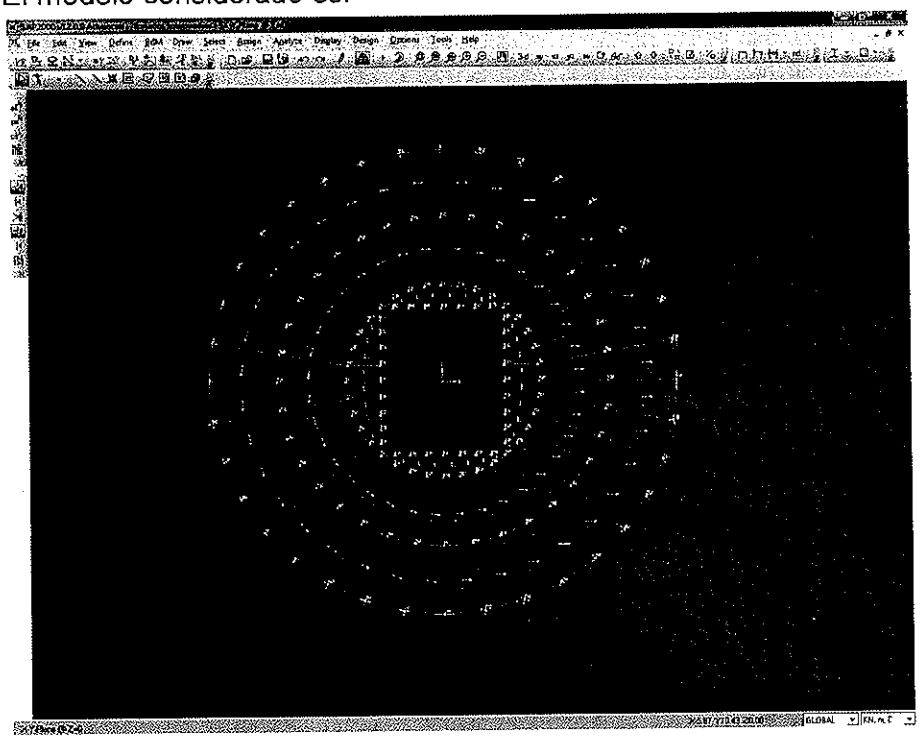
O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013128

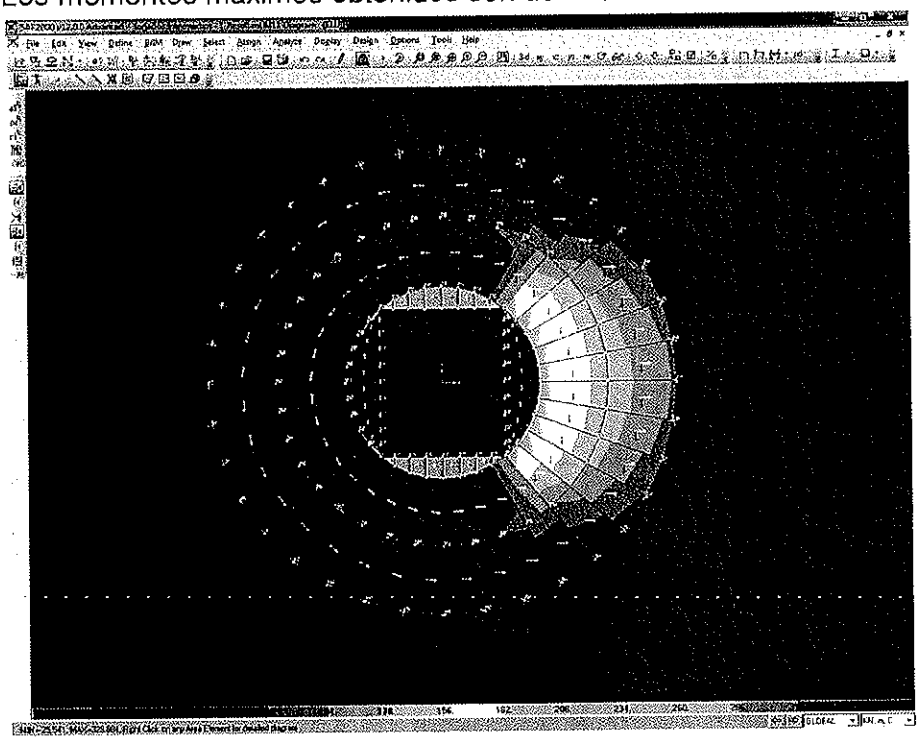
Losas Intermedias.

Las losas intermedias se consideran biapoyadas en el contorno (anillo) y con el hueco de ventilación de 5 x 4 metros en el centro. Las cargas consideradas en el cálculo son 10 kN/m2 de cargas muertas y 5 kN/m2 de sobrecargas.

El modelo considerado es:



Los momentos máximos obtenidos son de 220 kN/m2:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.3.4. Pozo de Ataque (Ventilación)

013129

Luego el armado a disponer es:

- Cara inferior: Ø 16 / 0,10
- Cara superior: Ø 12 / 0,10

Muros interiores:

Se considera un armado de muros de Ø 16 / 0,15

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013130

O.3.4.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.3.4.POZOS DE ATAQUE (VENTILACIÓN).

APENDICE 1.PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

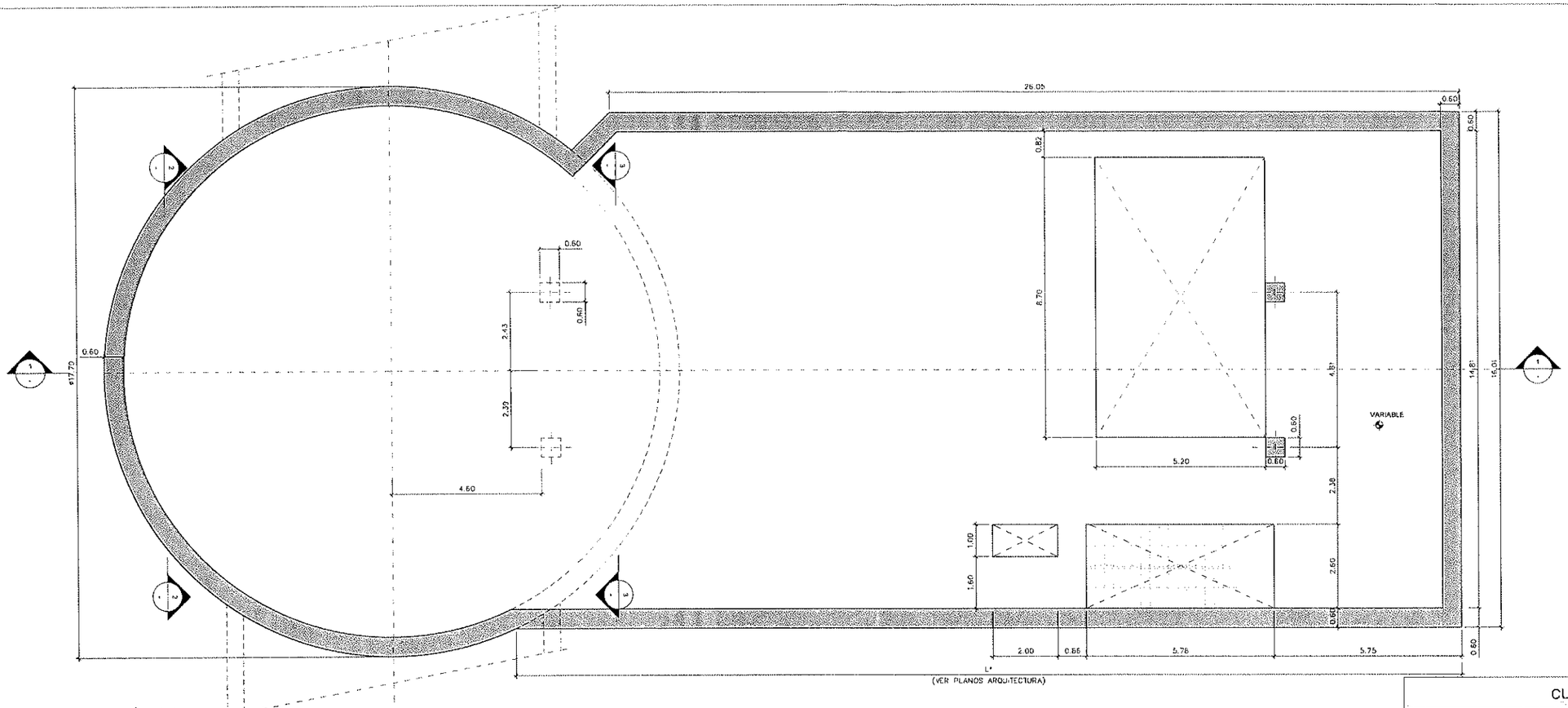
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA 013131

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-TUN-ESR-POZ	ESTRUCTURAS. POZOS CENITALES DE ATAQUE (20, 21, 22 Y 23)	VARIAS	6
PLOC-TUN-CON-POZ	PROCESO COSTRUCTIVO. POZOS CENITALES DE ATAQUE (20, 21, 22 Y 23)	VARIAS	2

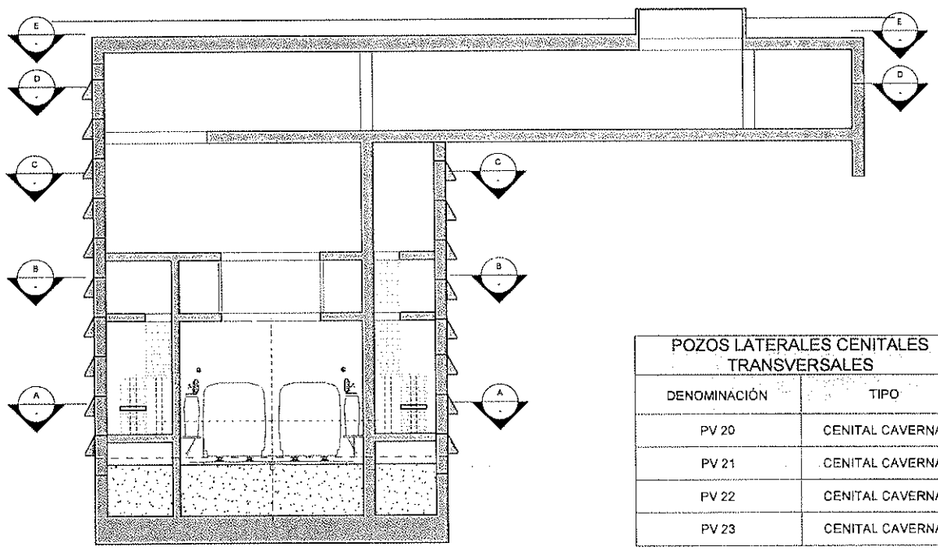
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13531]

013132



SECCIÓN E-E
1:75



SECCIÓN 1-1
1:150

POZOS LATERALES CENITALES TRANSVERSALES	
DENOMINACIÓN	TIPO
PV 20	CENITAL CAVERNA
PV 21	CENITAL CAVERNA
PV 22	CENITAL CAVERNA
PV 23	CENITAL CAVERNA

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA:
Las cotas referenciales (no cotas estructurales) son representativas de un pozo tipo. En los planos PLOC-TUN-FUN-POZ se desarrolla geométricamente cada uno de los pozos.

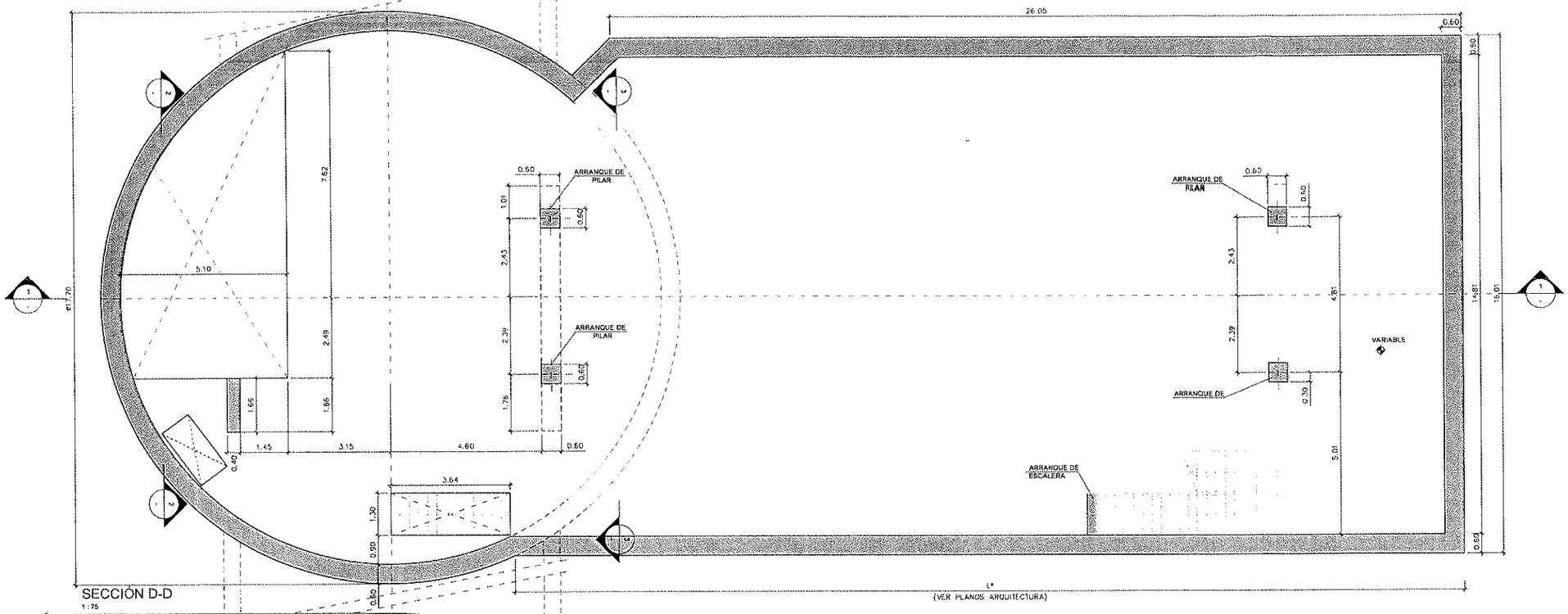
CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
POZO DE EMERGENCIAS (POZOS CENITALES	Anillo tipo 3	0.60	105.00
	Anillo tipo 2	0.60	150.00
	Anillo tipo 1	0.60	85.00
	Zarpas perimetrales	1.20	150.00
	Muros interiores anillo	0.60	80.00
		0.40	120.00
	Pilares principales	0.60*0.60	55.00
	Pilares apoyos escaleras	0.30*0.30	15.00
	Losa de fondo	1.40	125.00
	Anillo de fondo	2.10	130.00
	Losa conexión con dintel anexo	0.60	130.00
	Losa conexión con losa de fondo anexo	0.60	170.00
	Losas intermedias en anillo	0.40	140.00
	Pórtico apertura hueco	0.60	270.00
	Arranque escalera	0.30	155.00
	Losa escaleras	0.30	155.00
	Descansillos	0.30	155.00
ZONA DE SERVICIOS: VENTILACIÓN (POZOS CENITALES)	Pantallas L=7.70m	0.60	100.00
	Dintel zona	0.80	130.00
	Losa de fondo	0.30	170.00

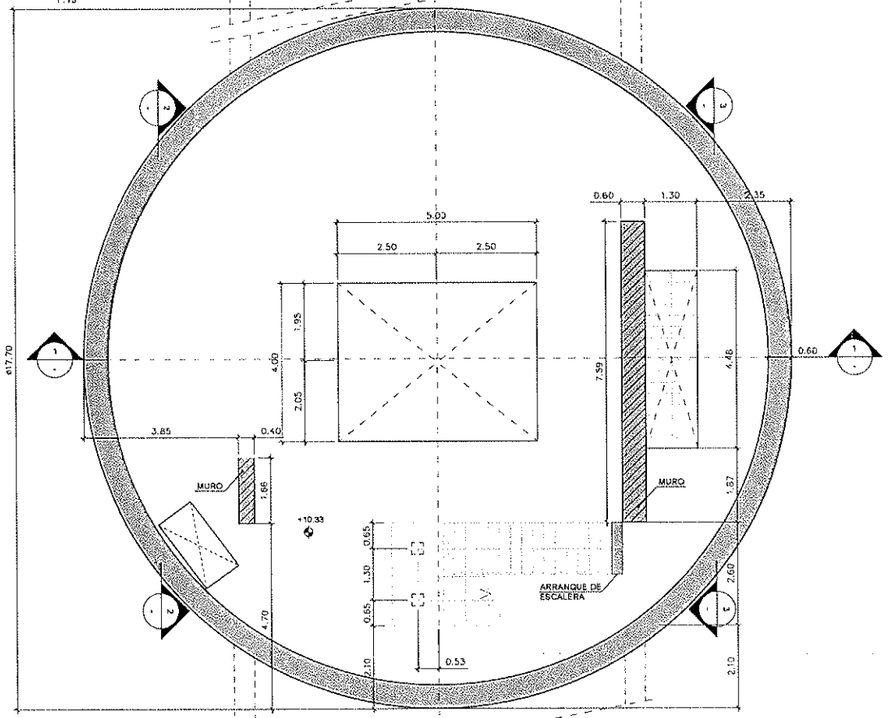
\\Cdatavinci\ordenes\p00-2448\04 documentación temporal\p03-xxxx-t-ict..n..\mm02 planos\11-12\08_ploc-tun-esr-t0803_ploc-tun-esr-poz-01-p001-p006.dwg - 07/02/2014 - 19:53

[13532]

013133



SECCIÓN D-D
1:75



SECCIÓN C-C
1:75

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA:
Las cotas referenciales (no cotas estructurales) son representativas de un pozo tipo. En los planos PLOC-TUN-FUN-POZ se desarrolla geométricamente cada uno de los pozos.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

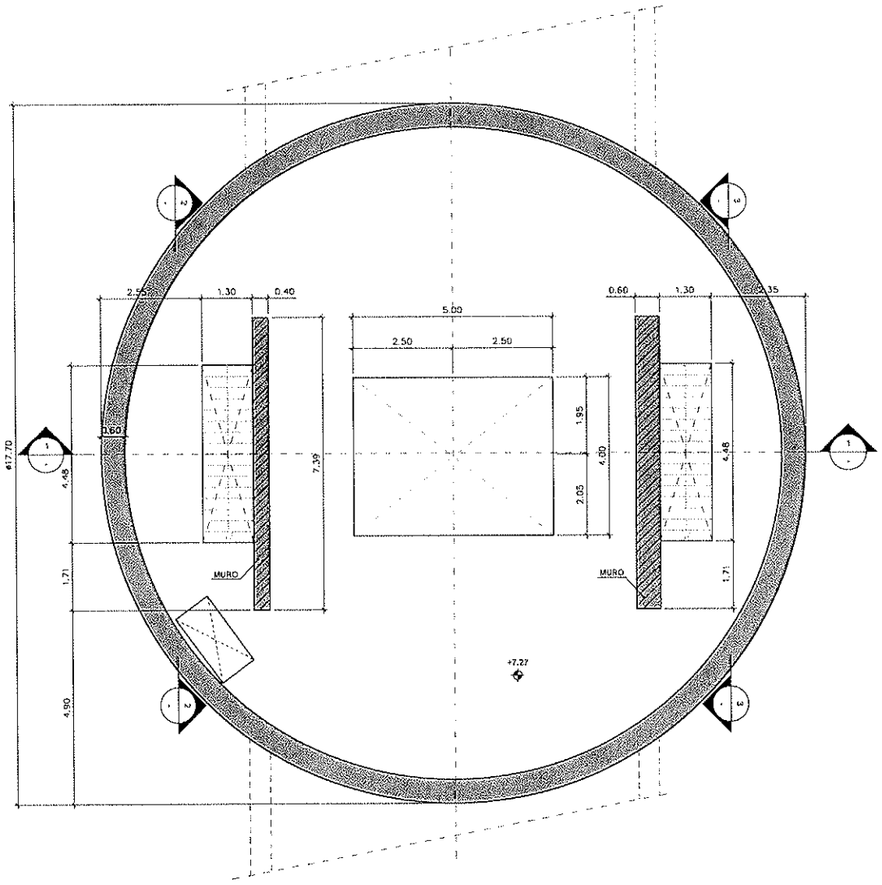
ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL TRANSVERSAL
SECCIONES (II)

PLANO N°: PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P-002
HOJA: 02 de 06
REVISIÓN: 0

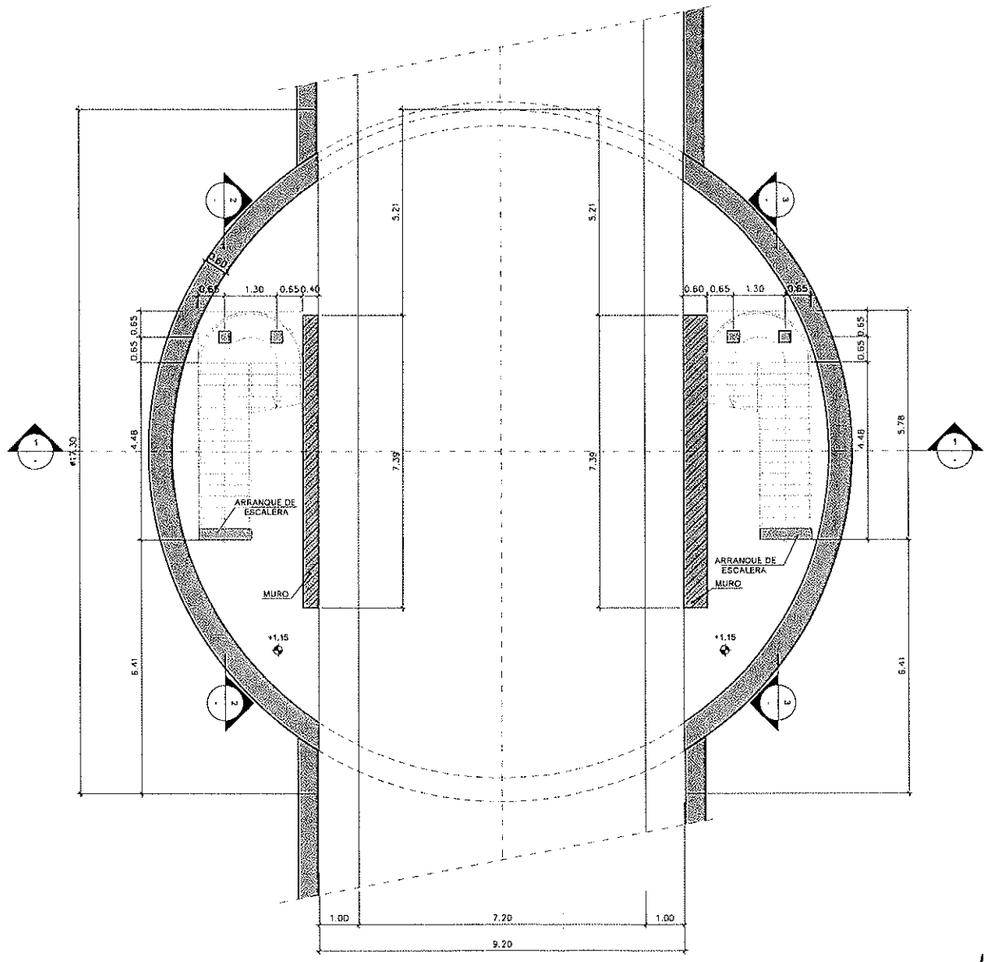
0803_PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P001-P006.dwg

\\cdatavin\clientes\tx03-244804 documentación temporal\tx03-xxxx-hcl.m.lima\02 planos\1-12\08_ploc-tun-esr\0803_ploc-tun-esr-poz-01-p001-p005.dwg - 07/02/2014 - 19:53

013134



SECCIÓN B-B
1 : 75



SECCIÓN A-A
1 : 75

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA:
Las cotas referenciales (no cotas estructurales) son representativas de un pozo tipo. En los planos PLOC-TUN-FUN-POZ se desarrolla geométricamente cada uno de los pozos.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

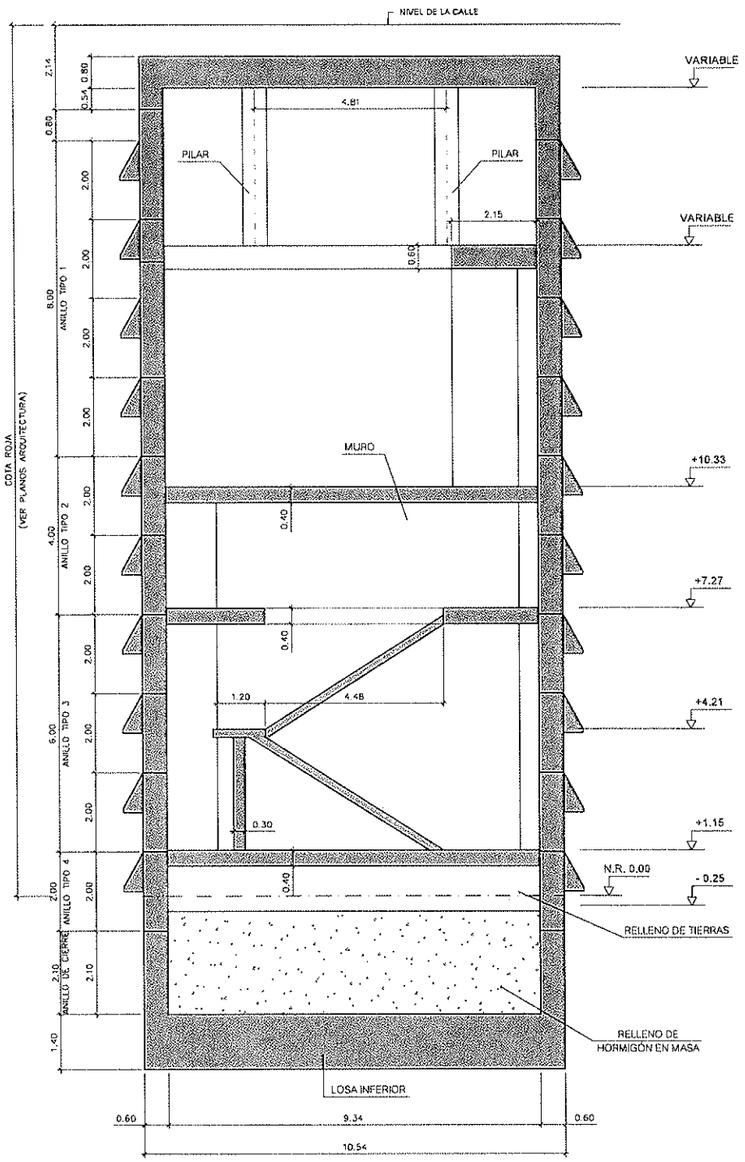
ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL TRANSVERSAL
SECCIONES (III)

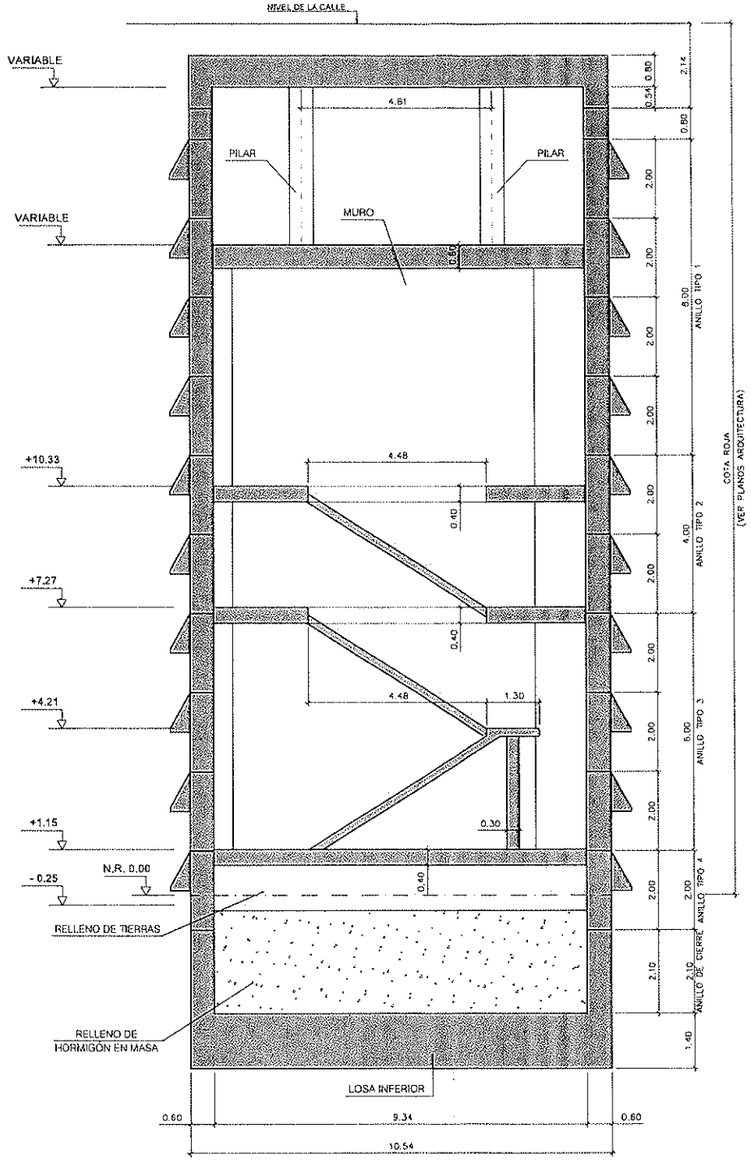
PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P-003
HOJA: 03 de 06
REVISIÓN: 0

0803_PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P001-P006.dwg

\\cdavinci\ordenes\p03-244894 documentación temporal\p03-xxxx-ficd.m.lima\02 planos\01-t2\08_ploc-tun-esr\0803_ploc-tun-esr-poz-01-p001-p006.dwg - 07/02/2014 - 19:55



SECCIÓN 2-2
1:75



SECCIÓN 3-3
1:75

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA:
Las cotas referenciales (no cotas estructurales) son representativas de un pozo tipo. En los planos PLOC-TUN-FUN-POZ se desarrolla geométricamente cada uno de los pozos.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

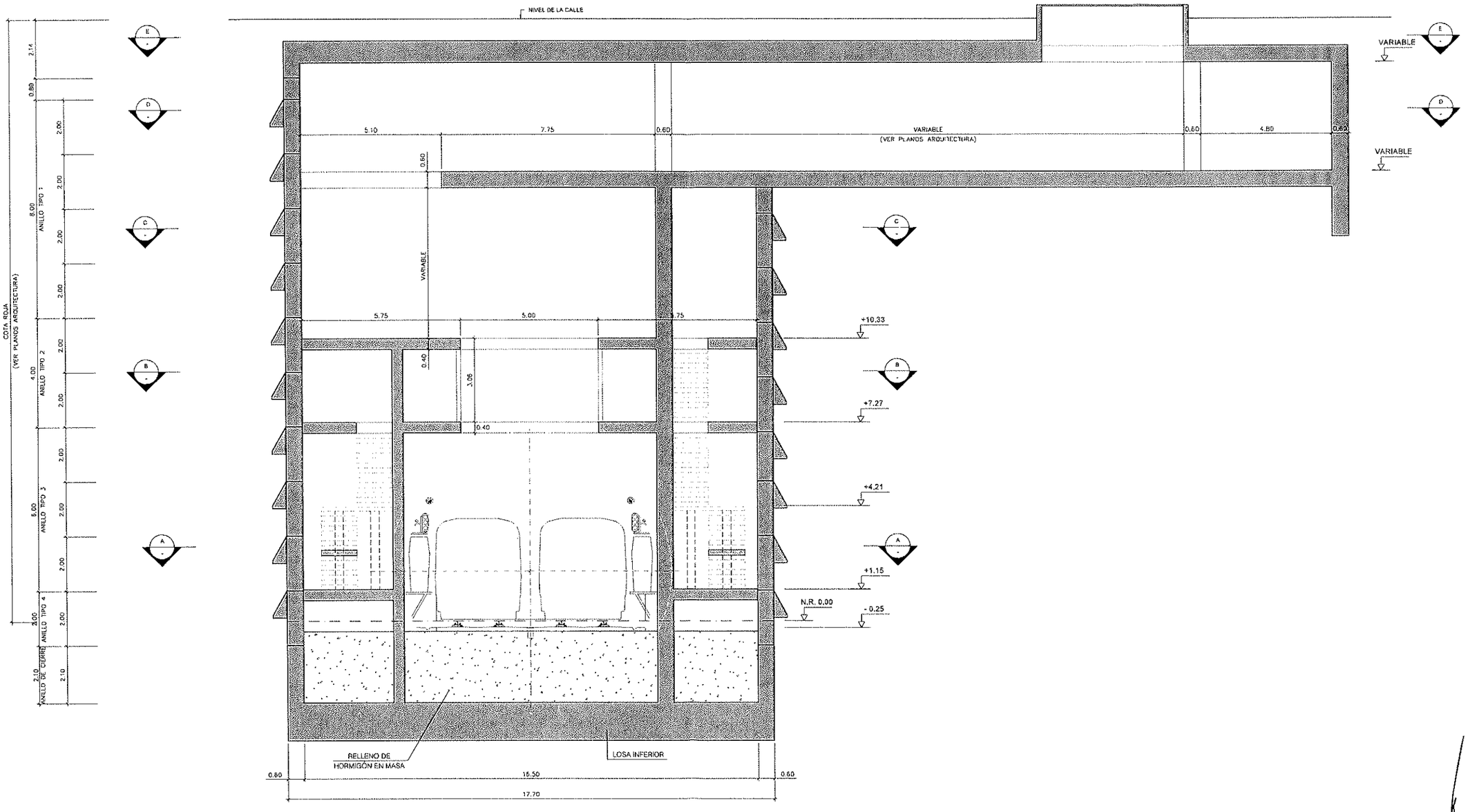
ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL TRANSVERSAL
SECCIONES (IV)

PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P-004
HOJA: 04 de 06
REVISIÓN: 0

0803_PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P001-P006.dwg

\\tdaviovlordenes\p\03-244B\04 documentación temporal\p03-xxxx-elicit.m.lima\02 planos\11-t2\08_ploc-tun-esr\poz-01-p001-p006.dwg - 07/02/2014 - 19:53

013136



SECCIÓN 1-1
1:75

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA:
Las cotas referenciales (no cotas estructurales) son representativas de un pozo tipo. En los planos PLOC-TUN-FUN-POZ se desarrolla geométricamente cada uno de los pozos.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · IIT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

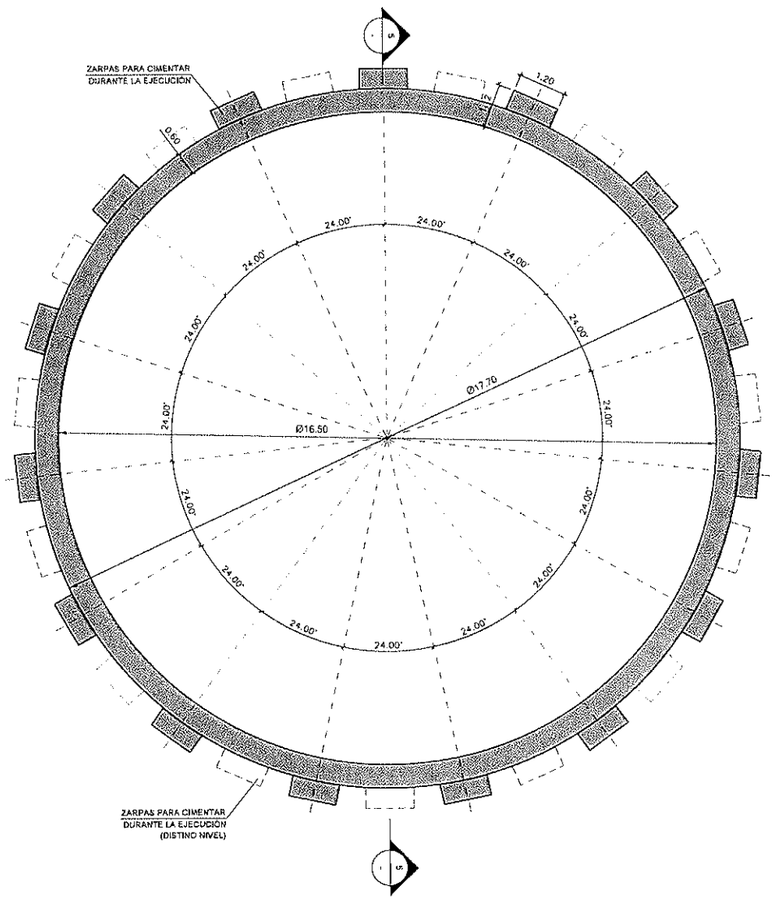
ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL TRANSVERSAL
SECCIONES (V)

PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P-005
HOJA: 05 de 05
REVISIÓN: 0

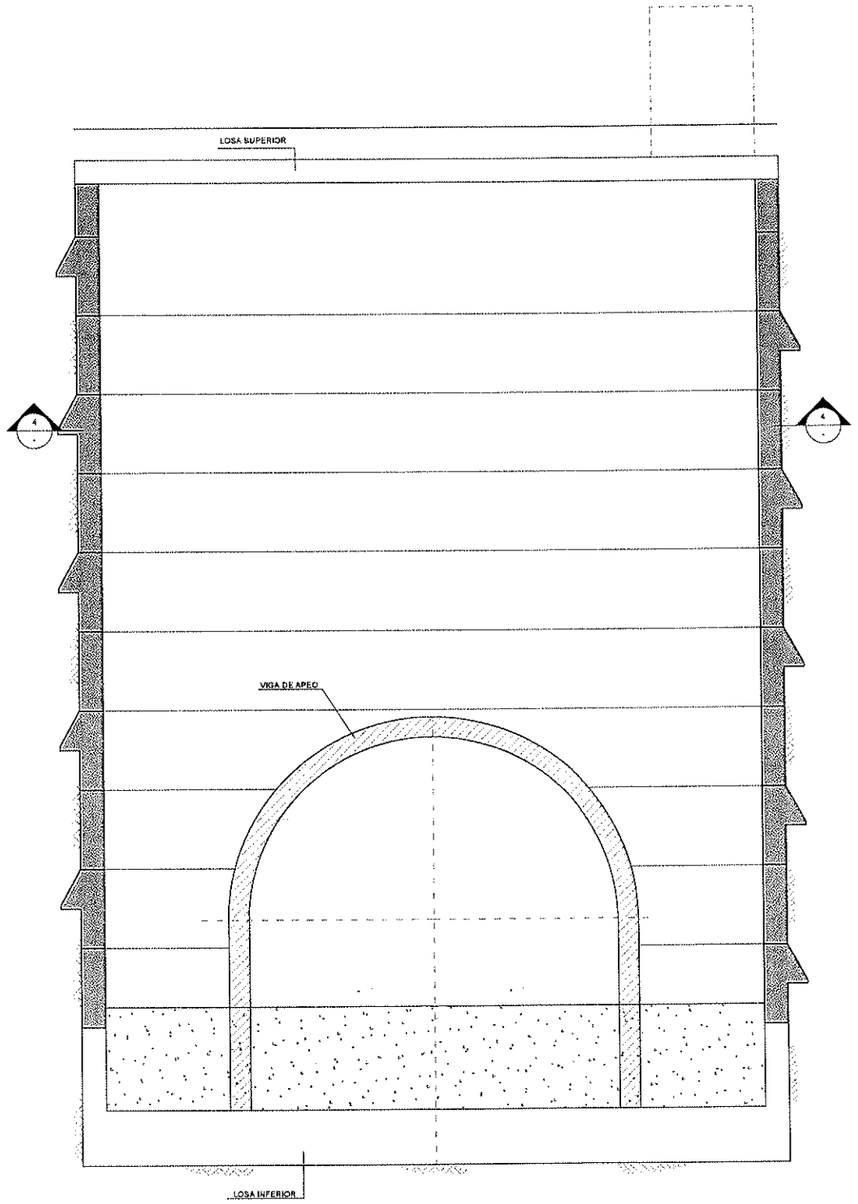
0803_PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P001-P006.dwg

\\cliavinchordenet\p03-244804 documentación temporal\p03-xxxx-ellet.m.lima\02 planos\01-t208_ploc-tun-esr\[0803_ploc-tun-esr-poz-01-p001-p006.dwg - 07/02/2014 - 19:53

013137



SECCIÓN 4-4. ZARPAS
1 : 75



SECCIÓN 5-5. ZARPAS
1 : 75

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

NOTA:
Las cotas referenciales (no cotas estructurales) son representativas de un pozo tipo. En los planos PLOC-TUN-FUN-POZ se desarrolla geométricamente cada uno de los pozos.

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

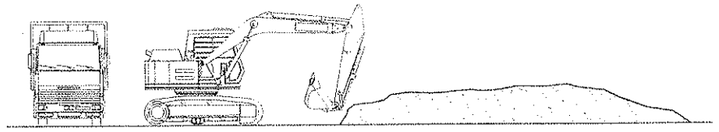
ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL TRANSVERSAL
SECCIONES (VII)

PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P-006
HOJA: 06 de 06
REVISIÓN: 0

0803_PLOC-TUN-ESR-POZ-01-P001-P006.dwg

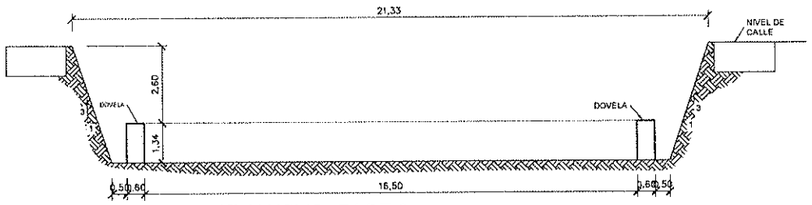
\\cdsanrocdiseos\gc01-2646\04 documentación temporal\p03-xxxx-+ícil.m.ámel\02 planos\11-f2\08_ploc-tun-esr\0803_ploc-tun-esr-poz-01-p001-p006.dwg - 07/02/2014 - 19:53



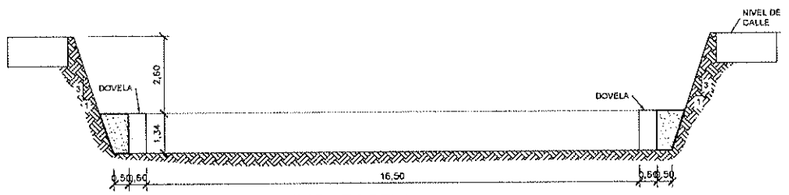
PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 1
1 : 100



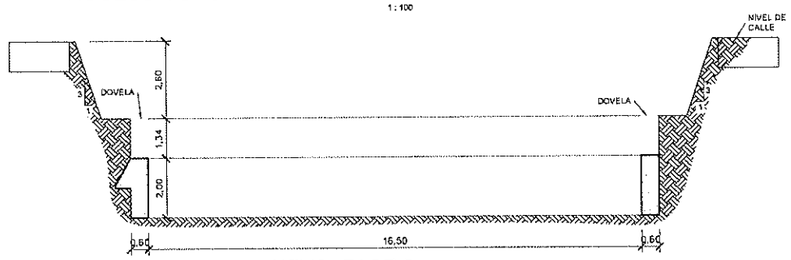
PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 2
1 : 100



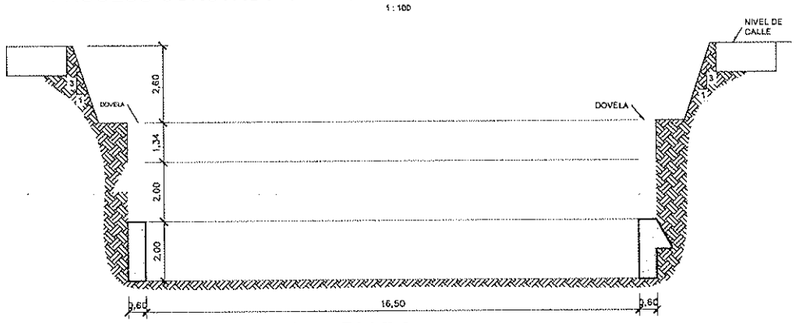
PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 3
1 : 100



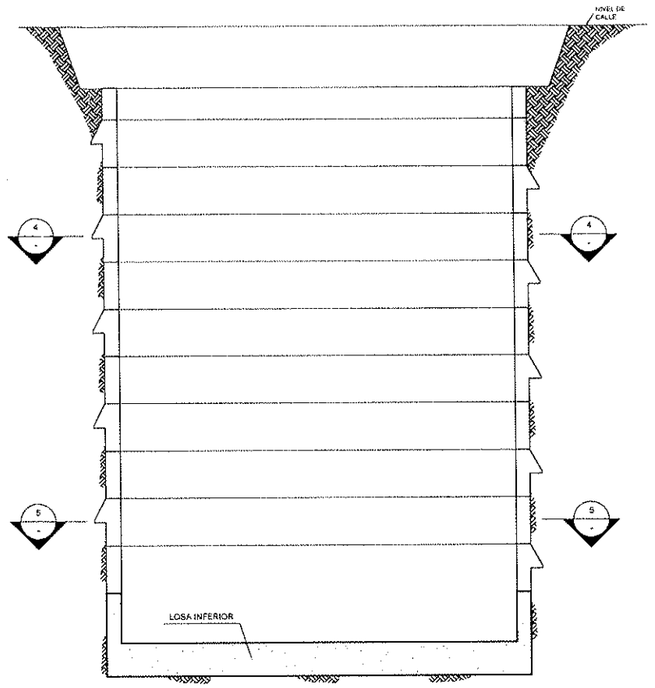
PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 4
1 : 100



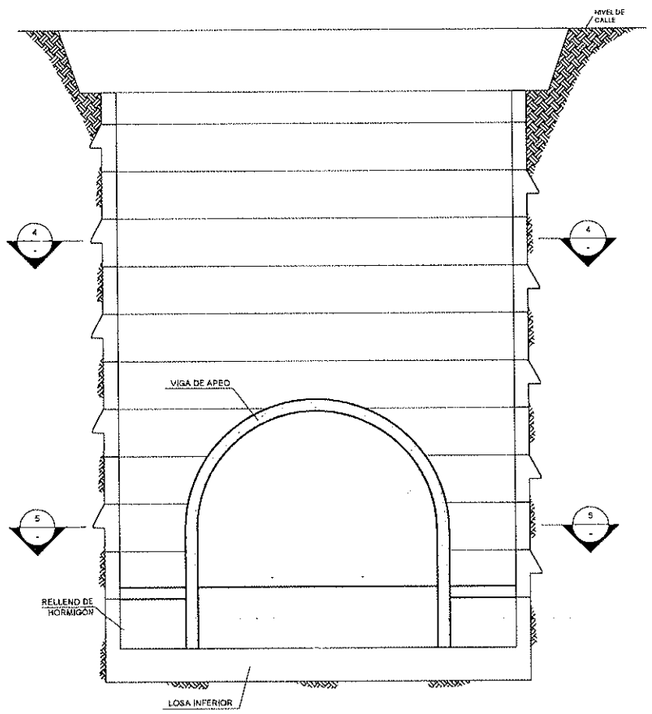
PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 5
1 : 100



PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 6
1 : 100



PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 7
1 : 125



PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 8
1 : 125

DESCRIPCIÓN DE FASES CONSTRUCTIVAS

013138

FASE 1: Se procederá al replanteo en obra de la zona de ocupación de obra, para posteriormente realizar la preparación de la plataforma de trabajo (desbroce, etc...). Se deberá prever la ejecución de la cimentación 5x2x1m para la colocación de los pórticos de extracción e inserccion de material durante la ejecución del pozo.

FASE 2: Se realizará una excavación para la ejecución del primer anillo por medio de un talud 1h:3v.

FASE 3: Se procederá al ferrallado, encofrado y posterior hormigonado del primer anillo. Habrá que dejar previsto, los mangullos de conexión de los anclajes ø25, para la posterior unión longitudinal del anillo posterior.

FASE 4: Relleno del trasdos del primer anillo.

FASE 5 y 6: Se procederá de forma secuencial, hasta llegar al último anillo de la siguiente forma:
-excavación decalada (zarpas de anillo) de los diferentes anillos
-ferrallado. -encofrado.
-hormigonado. En los anillos que será interceptados por la viga de apeo, se deberá dejar las esperas oportunas para su posterior ejecución.

FASE 7: Una vez alcanzado el penúltimo anillo de compresión, se procederá a bajar/excavar hasta el fondo de excavación. Una vez alcanzado este punto, se procederá a la realización de la losa de fondo y el anillo/hastial que conecta la losa de fondo con el resto de anillos superiores.

FASE 8: Se completaría el ferrallado de la/s viga/s de reparto, encofrado y posterior hormigonado de las mismas. En la fase en la que se está ferrallado la/s viga/s de apeo, se deberá dejar previsto unos pasa tubos para la posterior colocación del paraguas de microplotes (caso de pozo central con conexión a caverna).

FASE 9: Tras la conexión con la tbm o con la caverna, se procederá a la realización del recinto de instalaciones, situado en cotas superiores. En esta fase se ejecutará una pantallas anexas al anillo superior y que cierren un recinto rectangular. Este recinto, será excavado al amparo de estas pantallas. Una vez alcanzado el nivel de losa de instalaciones, se procederá a la demolición parcial de los anillos superiores que estén situados por encima de la cota de solera del nucleo de instalaciones.

FASE 10: Se procederá, mediante cimbras y encofrados a hacer un down-top de los elementos inferiores del pozo: nucleo de escaleras, pilares, escaleras, soleras, rellenos forjados.....
Al final de esta fase se procederá a cerrar el recinto configurado por el pozo circular y el recinto rectangular del núcleo de instalaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\data-ncl\ordenes\p03-244894-documentacion temporal\a03-xxxx-fezl.m.lima\02 planos\11-12\12_ploc-tun-con\1204_ploc-tun-con-poz-01-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:04

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

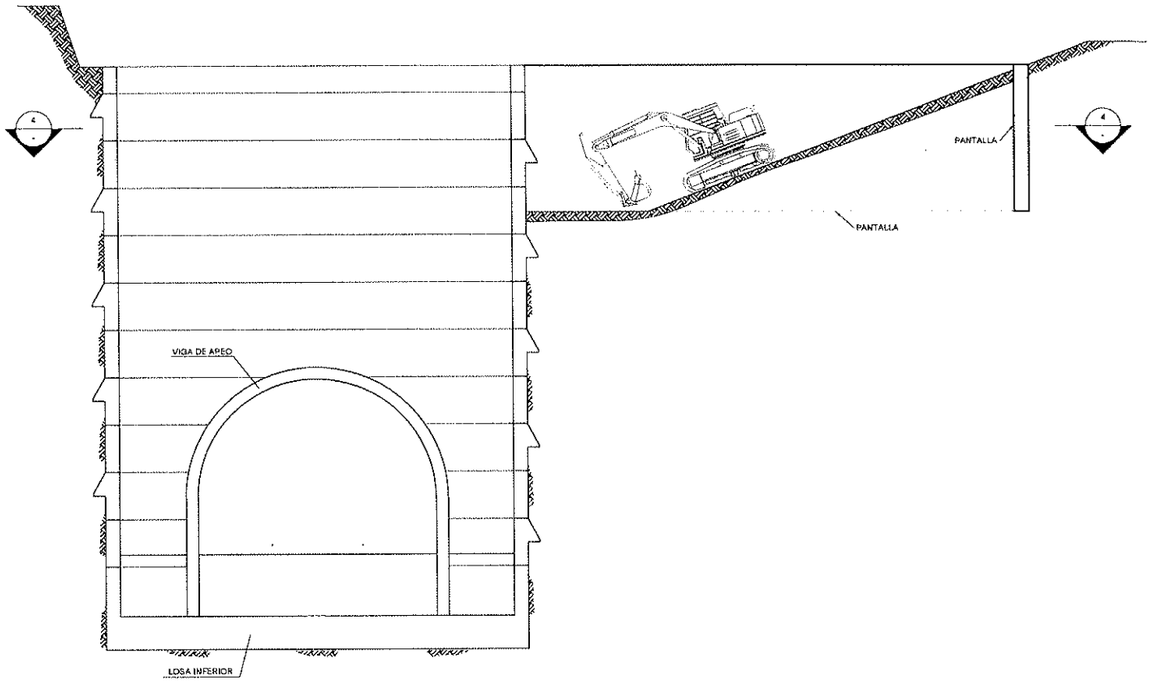
ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL
PROCESO CONSTRUCTIVO (I)

PLANO Nº: PLOC-TUN-CON-POZ-01-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1204_PLOC-TUN-CON-POZ-01-P001-P002.dwg

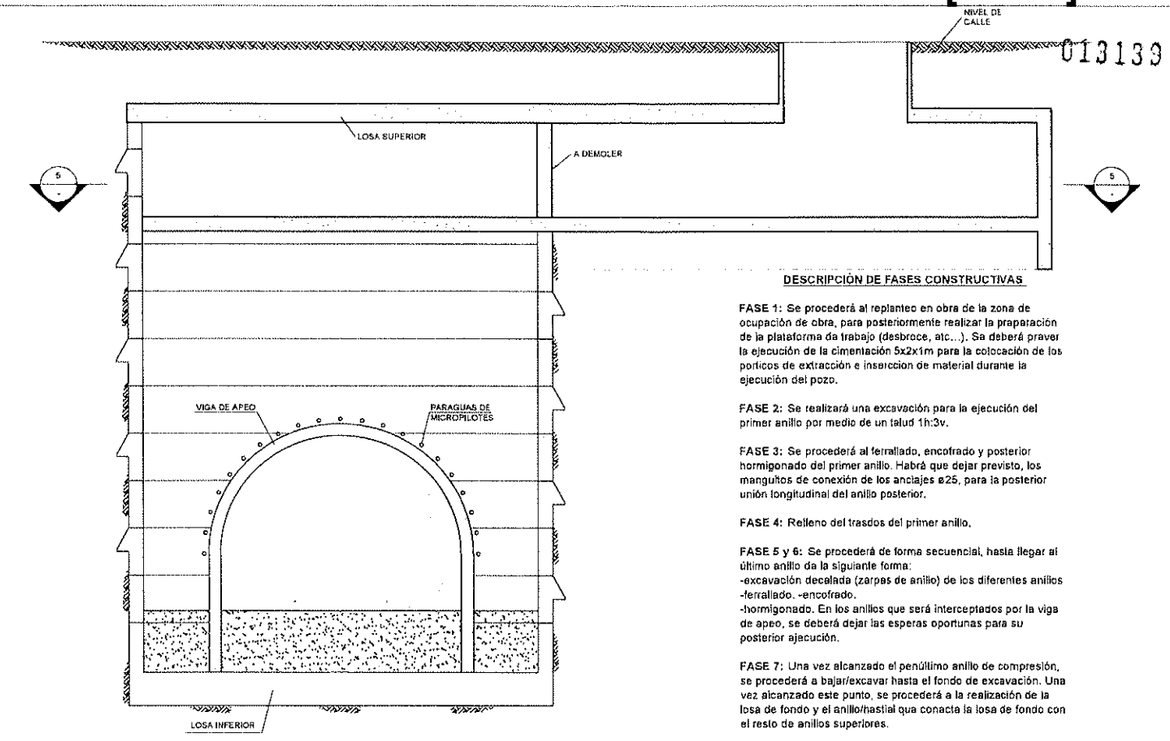
[13538]

013139



PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 9

1 : 75



PROCESO CONSTRUCTIVO. FASE 10

1 : 125

DESCRIPCIÓN DE FASES CONSTRUCTIVAS

FASE 1: Se procederá al replanteo en obra de la zona de ocupación de obra, para posteriormente realizar la preparación de la plataforma de trabajo (desbroce, etc...). Se deberá prever la ejecución de la cimentación 5x2x1m para la colocación de los pórticos de extracción e inserccion de material durante la ejecución del pozo.

FASE 2: Se realizará una excavación para la ejecución del primer anillo por medio de un talud 1h:3v.

FASE 3: Se procederá al ferrallado, encofrado y posterior hormigonado del primer anillo. Habrá que dejar previsto, los mangutos de conexión de los anclajes ø25, para la posterior unión longitudinal del anillo posterior.

FASE 4: Relleno del trasdos del primer anillo.

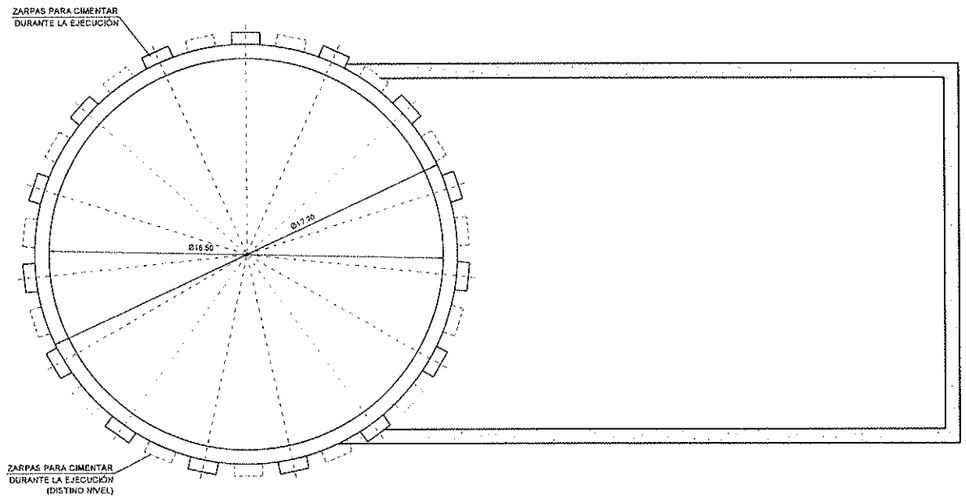
FASE 5 y 6: Se procederá de forma secuencial, hasta llegar al último anillo de la siguiente forma:
-excavación decalada (zarpas de anillo) de los diferentes anillos -ferrallado. -encofrado.
-hormigonado. En los anillos que será interceptados por la viga de apeo, se deberá dejar las esperas oportunas para su posterior ajecución.

FASE 7: Una vez alcanzado el penúltimo anillo de compresión, se procederá a bajar/excavar hasta el fondo de excavación. Una vez alcanzado este punto, se procederá a la realización de la losa de fondo y el anillo/hastial qua conecta la losa de fondo con el resto de anillos superiores.

FASE 8: Se completaría el ferrallado de la/s viga/s de reparto, encofrado y posterior hormigonado de las mismas. En la fase an la que se está ferrallado la/s viga/s de apeo, se deberá dejar previsto unos pasa tubos para la posterior colocación del paraguas de micropilotes (caso de pozo cenital con conexión a caverna).

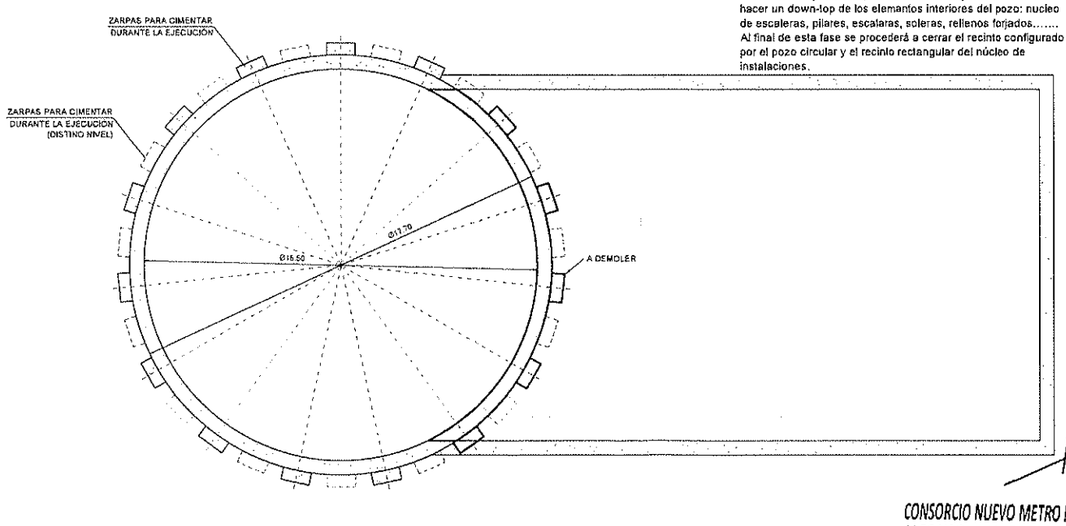
FASE 9: Tras la conexión con la tbm o con la caverna, se procederá a la realización del recinto de instalaciones, situado en cotas superiores. En esta fase se ejecutará una pantallas anexas al anillo superior y que cierren un recinto rectangular. Este recinto, será excavado al amparo de estas pantallas. Una vez alcanzado el nivel de losa de instalaciones, se procederá a la demolición parcial de los anillos superiores que estén situados por encima de la cota de solera del nucleo de instalaciones.

FASE 10: Se procederá, mediante cimbras y encofrados a hacer un down-top de los elemantos interiores del pozo: nucleo de escaleras, pilares, escalaras, soleras, rellenos forjados..... Al final de esta fase se procederá a cerrar el recinto configurado por el pozo circular y el recinto rectangular del núcleo de instalaciones.



SECCIÓN 4-4. FASE 9

1 : 75



SECCIÓN 5-5. FASE 10

1 : 125

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
IDEINGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

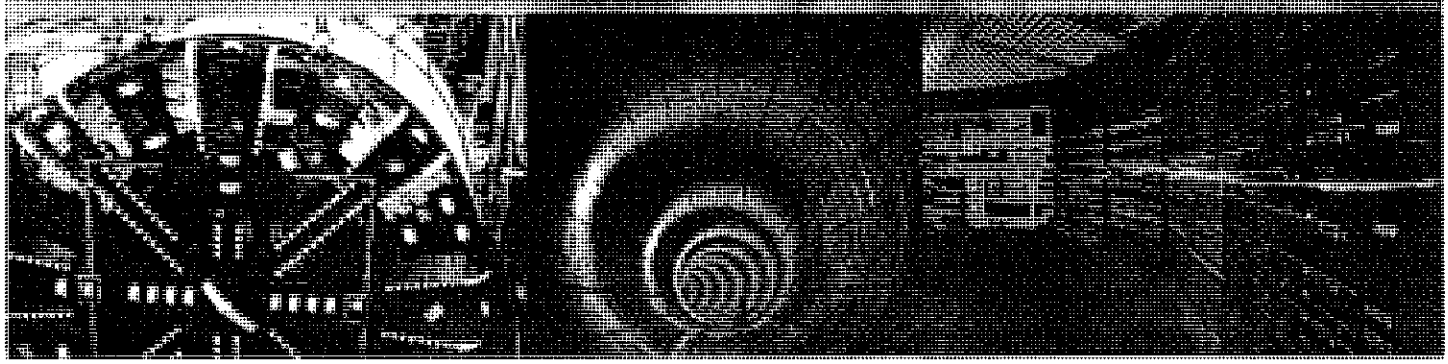
ESTRUCTURAS
POZO VENTILACIÓN CENITAL
PROCESO CONSTRUCTIVO (II)

PLANO Nº: PLOC-TUN-CON-POZ-01-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

1204_PLOC-TUN-CON-POZ-01-P001-P002.dwg

V:\datos\colordensa\03-2448\04 documentacion tramo\a3\03-xxxx-licit.m.lima\02 planos\11-12\12_ploc-tun-con\1204_ploc-tun-con-poz-01-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:04

0.4. ESTACIONES



[13540]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013141

O.4.1.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DE LAS ESTACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

0 Detalle de Contenido Mínimo *4*
1 Memoria descriptiva general de las estaciones de la Etapa 1A *4*
1.1 Estación 20 Evitamiento *4*
1.1.1 Ubicación *4*
1.1.2 Características específicas *5*
1.1.3 Superficies de locales *5*
1.1.4 Dimensionamiento Funcional *7*
1.1.5 Cálculos de Evacuación *9*
1.2 Estación 21 Óvalo Santa Anita *9*
1.2.1 Ubicación *9*
1.2.2 Características específicas *9*
1.2.3 Superficies de locales *10*
1.2.4 Dimensionamiento Funcional *11*
1.2.5 Cálculos de Evacuación *13*
1.3 Estación 22 Colectora Industrial *13*
1.3.1 Ubicación *13*
1.3.2 Características específicas *14*
1.3.3 Superficies de locales *14*
1.3.4 Dimensionamiento funcional *16*
1.3.5 Cálculos de Evacuación *18*
1.4 Estación 23 La Cultura *18*
1.4.1 Ubicación *18*
1.4.2 Características específicas *18*
1.4.3 Superficies de locales *19*
1.4.4 Dimensionamiento funcional *20*
1.4.5 Cálculos de Evacuación *22*
1.5 Estación 24 Mercado Santa Anita *22*
1.5.1 Ubicación *22*
1.5.2 Características específicas *23*
1.5.3 Superficies de locales *23*
1.5.4 Dimensionamiento Funcional *25*
1.5.5 Cálculos de Evacuación *27*

APÉNDICE 1. PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.1. Memoria descriptiva general

013143

0 DETALLE DE CONTENIDO MÍNIMO

El contenido mínimo se encuentra en las siguientes secciones del apartado:

- Memorias de Cálculo – Referirse a O.4.4 para memoria de cálculo de estructura.
- Modelo de flujo y demanda de usuarios que utilizarán el servicio en cada una de las estaciones – O.4.3.
- Diseño de la accesibilidad al sistema, incluyendo los usuarios con movilidad reducida – O.4.3
- Diseño preliminar estructural de las estaciones – Referirse a apartado O.4.4 para el diseño de estructura.
- Diseño preliminar arquitectónico de las estaciones – Apartado O.4.1 Apéndice 1 y O.4.2

1 MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DE LAS ESTACIONES DE LA ETAPA 1A

1.1 ESTACIÓN 20 EVITAMIENTO

1.1.1 Ubicación

La ubicación de la estación está en la Av. Carretera Central en su cruce con la Vía de Evitamiento. La contextualización de la estación en el entorno urbano se manifiesta en la ubicación de los accesos en superficie, incluyendo escaleras, elevadores, rejillas de ventilación, etc.

Hay cinco accesos:

- Los accesos públicos son 1 y 2 a cada lado de la Avenida Carretera Central e incluye escaleras mecánicas, escaleras pedestres, y un elevador hasta el nivel de vestíbulo. El acceso 1 está en el lado norte de la Av. Carretera Central, en una de las rotondas del trébol que se forma con la Vía de Evitamiento. El Acceso 2 está en la esquina suroeste de la Carretera Central con la Vía de Evitamiento.
- Cuenta con dos salidas de evacuación, Accesos 3 y 4. Se encuentran en el lado sur de la Carretera Central entre la calle Tomás Alva Edison y la Vía de Evitamiento. Cercano a estas salidas, se sitúan dos rejillas de ventilación.
- El Acceso 5 es el acceso al área técnica, al lado del ducto de paso de materiales. Se encuentra en la berma de uno de los tramos de acceso de la Vía de Evitamiento a la Carretera Central.
- En esta etapa, como la estación sirve de terminal, se ha habilitado un área temporal de ventilación para el túnel y una rejilla de ventilación adicional sale al nivel de calle. Se encuentra la rejilla en la berma que se forma entre la Carretera Central y uno de los tramos de acceso de la Vía de Evitamiento a la Carretera Central.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013144

1.1.2 Características específicas

Nº	ESTACIÓN	TIPOLOGÍA				DIMENSIONES CAJA EXTERIOR				ANCHO ANDEN	
		EF	Propuesta	Constr	Instal.	Anchura (área ancha)	Anchura (estrecho)	Largo	Profund	Dim. Mínimo (columna PSD)	Dim. Zona ancha
20	Evitamiento	1b	1.6 SER	C&C	2CA AE SER	27,80	18,80	156,23	23,50	3,20	4,00

El interior del cajón es de aproximadamente 93.76 x 24.80 metros en la parte ancha y 59.47 x 15.80 metros en la parte estrecha. La distancia vertical de andén a vestíbulo es de 9.95 m en vez de 7.45 m que es más típico.

Circulación vertical

- La parte ancha tiene 2 bloques de circulación vertical a cada andén, y el ancho de cada bloque es de 4.30 m, compuesto de una escalera mecánica y una escalera fija de 2.40 m
- La escalera de evacuación directa a la calle tiene un ancho de 1.35 m.
- La escalera de evacuación al vestíbulo tiene un ancho de 2.40 m.

Nivel Vestíbulo

- Área técnica: Esta estación tiene SER, el cual se ubica en la zona central, próxima a las salas técnicas al fondo del vestíbulo.

Características específicas del Nivel Andén

Dimensiones: En Etapa 1A se construyen dos andenes laterales pero en esta etapa solo está en funcionamiento un andén. Cada andén tiene 135.0 m. de longitud; en la parte estrecha, donde no se encuentran bloques de circulación vertical, el andén tiene 4.00 m de ancho, hasta las puertas de andén, y tiene 8.50 m. de ancho en total. La mínima distancia libre entre las puertas de andén y cualquier obstáculo es de 3.20 m.

Esta estación es terminal en Etapa 1A y según el esquema operacional, está en funcionamiento solo un andén.

1.1.3 Superficies de locales

La superficie útil total del nivel vestíbulo es de 3.251,93 m² y del nivel andén, 1.783,42 m².

NIVEL VESTÍBULO	
CONTROL DE SEGURIDAD	13.57 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	13.57 m²
BOLETERÍA + CUARTO DE VALORES	45.45 m²
CONCESIONARIA	14.00 m²
SALA AUXILIAR DE INSTALACIONES	6.78 m²
JEFE DE ESTACIÓN	21.50 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013145

TÓPICO PARA PRIMEROS AUXILIOS	8.60 m²
REFECTORIO	23.98 m²
ASEO PERSONAL	20.67 m²
VIGILANCIA	14.71 m²
SALA DE SUPERVISIÓN	22.40 m²
CONCESIONARIA	14.00 m²
ASEO MASCULINO	16.72 m²
ASEO FEMENINO	16.72 m²
ASEO ADAPTADO	6.20 m²
DEPÓSITO DE LIMPIEZA	15.31 m²
DEPÓSITO DE BASURAS	15.82 m²
CONCESIONARIA	75.18 m²
SALA DE BATERÍAS UPS	52.92 m²
SALA BAJA PRINCIPAL	60.06 m²
SALA VENTILACIÓN SUBESTACIÓN	27.00 m²
SALA CENTRO DE CONTROL DISTRIBUIDO	7.50 m²
SALA DE COMUNICACIONES PRINCIPAL	48.30 m²
SALA DE SECCIONADORES	25.20 m²
SALA VENTILACIÓN SUBESTACIÓN	24.30 m²
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	308.39 m²
VENTILACIÓN	125.69 m²
VENTILACIÓN	124.63 m²
ÁREA NO PAGO	377.82 m²
CONTROL DE ACCESO	4.45 m²
ÁREA PAGO	829.12 m²
VESTÍBULO. ACCESO 1	158.44 m²
VESTÍBULO. ACCESO 2	152.33 m²
ACCESO 5. DUCTO DE MATERIALES	46.68 m²
NIVEL ANDÉN	
VESTUARIOS MASCULINOS	20.25 m²
VESTUARIOS FEMENINOS	20.25 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	14.96 m²
PSDb VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO	13.33 m²
VLD 1	8.60 m²
TELECONTROL	25.80 m²
SEÑALIZACIÓN ENCLAVAMIENTOS	56.33 m²
SALA BAJA TENSIÓN AUXILIAR	11.61 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

SALA CONS. AUXILIAR	10.05 m²
SALA DE CONTADORES ELÉCTRICOS	21.33 m²
VLD 2	11.82 m²
DEPÓSITO MANTENIMIENTO VÍA	29.86 m²
DEPÓSITO	13.78 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CUARTO DE BOMBAS	41.03 m²
SALA DE DRENAJE	15.29 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.04 m²
ANDÉN	628.53 m²
ANDÉN	628.53 m²

1.1.4 Dimensionamiento Funcional

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	110.3
Área andén (m2)	568.86
Zona peatonal promedio (> 0,67 m^2/pax)	5.15
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	95
Superficie área no paga (m^2)	804.83
Capacidad área no paga (> 1 m^2/pax)	8.4
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.60
Usuarios área paga (minuto pico)	96
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	66
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	30
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013147

Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.2
Usuarios área no paga (minuto pico)	96
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	66
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	30
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	219
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	59
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	2
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013148

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2030
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	2724
Número de usuarios que necesitan boleto	1036
Número de usuarios que usan la ventanilla	322
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	715
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	3
NÚMERO VENTANILLAS	4

1.1.5 Cálculos de Evacuación

Los cálculos se encuentran en el Apéndice 1 del documento O.4.3.

1.2 ESTACIÓN 21 ÓVALO SANTA ANITA

1.2.1 Ubicación

La ubicación de la estación está en la Av. Carretera Central en su cruce con la Av. La Molina, en las inmediaciones de Óvalo Santa Anita. La contextualización de la estación en el entorno urbano se manifiesta en la ubicación de los accesos en superficie, incluyendo escaleras, elevadores, rejillas de ventilación, etc.

Hay cinco accesos:

- Los accesos públicos son 1 y 2 a cada lado de la Avenida Carretera Central e incluye escaleras mecánicas, escaleras pedestres, y un elevador hasta el nivel de vestíbulo. El acceso 1 está en el lado norte de la Av. Carretera Central, en el tramo de la berma al noreste del cruce antes mencionado, con la elevadora al noroeste del mismo cruce. El Acceso 2 está en la berma ubicada en la esquina sureste de la Carretera Central con la Av. La Molina.
- Cuenta con dos salidas de evacuación, Accesos 3 y 4, que se ubican en la cuadra orientada al lado norte de la Carretera Central entre la calle Rodríguez de Mendoza y la Av. La Molina. Cercano a estas salidas, se sitúan dos rejillas de ventilación.
- El Acceso 5 es el acceso al área técnica, al lado del ducto de paso de materiales, y está en la misma zona que las salidas de evacuación.

1.2.2 Características específicas

Nº	ESTACIÓN	TIPOLOGÍA				DIMENSIONES CAJA EXTERIOR				ANCHO ANDEN	
		EF	Propuesta	Constr.	Instal.	Anchura (área ancho)	Anchura (estrecho)	Largo	Profund.	Dim. Mínimo (columna PSD)	Dim. Zona ancha
21	Ovalo Sta. Anita	1c	1.7	C&C	3CA SER	27,80	18,80	156,23	20,90	3,20	4,00

El interior del cajón es de aproximadamente 109,47 x 24,80 metros en la parte ancha y 43,76 x 15,80 metros en la parte estrecha.

Circulación vertical

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- La parte ancha tiene 3 bloques de circulación vertical a cada andén, y el ancho de cada bloque es de 4.30 m, compuesto de una escalera mecánica y una escalera fija de 2.40 m.
- La escalera de evacuación directa a la calle tiene un ancho de 1.35 m.
- La escalera de evacuación al vestíbulo tiene un ancho de 2.40 m.

013149

Nivel Vestíbulo

- Área técnica: Esta estación tiene SER, el cual se ubica en la zona central, próximo a las salas técnicas al fondo del vestíbulo.

1.2.3 Superficies de locales

La superficie útil total del nivel vestíbulo es de 3.363,61 m² y del nivel andén, 1.815,07 m².

NIVEL VESTÍBULO	
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	13.59 m²
BOLETERÍA + CUARTO DE VALORES	40.61 m²
CONCESIONARIA	27.71 m²
SALA AUXILIAR DE INSTALACIONES	5.46 m²
JEFE DE ESTACIÓN	23.22 m²
REFECTORIO	23.22 m²
TÓPICO PARA PRIMEROS AUXILIOS	9.46 m²
ASEO PERSONAL	14.69 m²
VIGILANCIA	16.03 m²
SALA DE SUPERVISIÓN	15.23 m²
CONCESIONARIA	27.71 m²
ASEO MASCULINO	16.72 m²
ASEO FEMENINO	16.72 m²
ASEO ADAPTADO	6.20 m²
DEPÓSITO DE LIMPIEZA	12.90 m²
DEPÓSITO DE BASURAS	14.07 m²
SALA DE COMUNICACIONES PRINCIPAL	44.77 m²
SALA DE SECCIONADORES	21.33 m²
SALA VENTILACIÓN SUBESTACIÓN	24.03 m²
SALA BAJA PRINCIPAL	55.93 m²
SALA UPS	44.84 m²
SALA VENTILACIÓN SUBESTACIÓN	21.33 m²
SALA DE CONTROL DISTRIBUIDO	7.50 m²
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	290.12 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013150

VENTILACIÓN	107.43 m²
VENTILACIÓN	108.37 m²
ÁREA NO PAGO	420.89 m²
CONTROL DE ACCESO	4.45 m²
ÁREA PAGO	1197.04 m²
VESTÍBULO. ACCESO 1	159.29 m²
VESTÍBULO. ACCESO 2	179.28 m²
ACCESO 5. DUCTO MATERIALES	49.68 m²
NIVEL ANDÉN	
VESTUARIOS MASCULINOS	20.25 m²
VESTUARIOS FEMENINOS	20.25 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	14.06 m²
PSDb VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO	13.33 m²
VLD 1	8.60 m²
TELECONTROL	25.80 m²
SEÑALIZACIÓN ENCLAVAMIENTOS	56.33 m²
SALA BAJA TENSIÓN AUXILIAR	11.61 m²
SALA CONS. AUXILIAR	11.73 m²
SALA DE CONTADORES ELÉCTRICOS	21.33 m²
VLD 2	11.82 m²
DEPÓSITO MANTENIMIENTO VÍA	30.96 m²
DEPÓSITO	11.68 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CISTERNA DE AGUA POTABLE	41.03 m²
SALA DE DRENAJE	15.29 m²
SALA CONS. AUXILIAR	11.73 m²
ANDÉN	665.03 m²
ANDÉN	665.03 m²

1.2.4 Dimensionamiento Funcional

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	290
Área andén (m2)	609.17
Zona peatonal promedio (> 0,67 m^2/pax)	21
NIVEL DE SERVICIO	A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013151

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	356
Superficie área no paga (m^2)	797.11
Capacidad área no paga (> 1 m^2/pax)	2.2
NIVEL DE SERVICIO	C

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	6
Ancho escalera fija en proyecto (m)	14.4
Usuarios área paga (minuto pico)	355
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	171
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	184
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	3
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	2
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	345
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.6
Usuarios área no paga (minuto pico)	355
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	171
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	184
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013152

Usuarios a través de las escaleras fijas	125
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	22.32
NIVEL DE SERVICIO	B

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	600
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	368
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	4
Torniquetes en salida	8
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	13

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	7189
Número de usuarios que necesitan boleto	2732
Número de usuarios que usan la ventanilla	847
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	1886
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	8
NÚMERO VENTANILLAS	9

1.2.5 Cálculos de Evacuación

Los cálculos se encuentran en el Apéndice 1 del documento O.4.3.

1.3 ESTACIÓN 22 COLECTORA INDUSTRIAL

1.3.1 Ubicación

La ubicación de la estación está en la Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Colectora Industrial. La contextualización de la estación en el entorno urbano se manifiesta en la ubicación de los accesos en superficie, incluyendo escaleras, elevadores, rejillas de ventilación, etc.

Hay cinco accesos:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Los accesos públicos son 1 y 2 a cada lado de la Avenida Carretera Central e incluye escaleras mecánicas, escaleras pedestres, y un elevador hasta el nivel de vestíbulo. El acceso 1 está en la berma central de la Av. Colectora Industrial en el lado norte de la Av. Carretera Central. El Acceso 2 está en la esquina este de la Carretera Central con la calle 9 de Septiembre. 013153
- Cuenta con dos salidas de evacuación, 3 y 4. La salida 3 se encuentra en la cuadra del lado norte de la Carretera Central entre la calle Los Rosales y la Av. Colectora Industrial. La salida 4 está situada en la berma orientada al lado sur de la Carretera Central, entre las calles Ramiro Prialé y 9 de septiembre. Cercano a la salida 4, se sitúan dos rejillas de ventilación.
- El Acceso 5 es al área técnica, al lado del ducto de paso de materiales. Se encuentra en la berma orientada al lado sur de la Carretera Central, entre las calles Ramiro Prialé y 9 de septiembre, unos metros más al este de la salida 4.

1.3.2 Características específicas

Nº	ESTACIÓN	TIPOLOGÍA				DIMENSIONES CAJA EXTERIOR				ANCHO ANDEN	
		EF	Propuesta	Constr.	Instal.	Anchura (área ancho)	Anchura (estrecho)	Largo	Profund.	Dim. Mínimo (columna PSD)	Dim. Zona ancha
22	Colectora Industrial	1b	1.5	C&C	2CA	27,80	18,80	156,23	18,20	3,20	4,00

El interior del cajón es de aproximadamente 93,76 x 24,80 metros en la parte ancha y 59,47 x 15,80 metros en la parte estrecha.

Circulación vertical

- La parte ancha tiene 2 bloques de circulación vertical a cada andén, y el ancho de cada bloque es de 4.30 m, compuesto de una escalera mecánica y una escalera fija de 2.40 m.
- La escalera de evacuación directa a la calle tiene un ancho de 1.35 m.
- La escalera de evacuación al vestíbulo tiene un ancho de 2.40 m.

Nivel Vestíbulo

- Área técnica: Esta estación no tiene SER pero requiere espacios técnicos adicionales para SCADA y SIG y están situados al fondo del vestíbulo.

1.3.3 Superficies de locales

La superficie útil total del nivel vestíbulo es de 2.756,53 m² y del nivel andén, 1.781,57 m².

NIVEL VESTÍBULO	
CONTROL DE SEGURIDAD	14.57 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	14.57 m²
VIGILANCIA	14.64 m²
SALA DE SUPERVISIÓN	22.42 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013151

CONCESIONARIA	24.48 m²
ASEO MASCULINO	16.72 m²
ASEO FEMENINO	16.72 m²
ASEO ADAPTADO	6.20 m²
DEPÓSITO DE LIMPIEZA	15.31 m²
DEPÓSITO DE BASURAS	15.82 m²
BOLETERÍA + CUARTO DE VALORES	40.61 m²
CONCESIONARIA	24.48 m²
SALA AUXILIAR INSTALACIONES	7.48 m²
JEFE DE ESTACIÓN	21.50 m²
TÓPICO DE PRIMEROS AUXILIOS	8.60 m²
REFECTORIO	23.98 m²
ASEO PERSONAL	20.67 m²
SALA UPS	53.76 m²
SALA COMUNICACIÓN PRINCIPAL	48.00 m²
SALA SECCIONADORES	24.49 m²
SALA BAJA TENSIÓN	63.00 m²
SALA BAJA PRINCIPAL	96.50 m²
SIG	48.80 m²
SCADA	40.26 m²
TCZ	99.80 m²
PCO-N L2 + SALA MANTENIMIENTO	199.98 m²
VENTILACIÓN	130.15 m²
VENTILACIÓN	129.05 m²
ÁREA NO PAGO	380.49 m²
CONTROL ACCESO	4.45 m²
ÁREA PAGO	844.93 m²
VESTÍBULO. ACCESO 1	58.05 m²
VESTÍBULO. ACCESO 2	154.96 m²
ACCESO 5. DUCTO MATERIALES	40.87 m²
NIVEL ANDÉN	
SALA DE CONTADORES ELÉCTRICOS	21.33 m²
VLD 2	11.82 m²
DEPÓSITO MANTENIMIENTO VÍA	29.86 m²
DEPÓSITO	12.73 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013155

CUARTO DE BOMBAS	41.03 m²
SALA DE DRENAJE	15.29 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.04 m²
VESTUARIOS MASCULINOS	20.25 m²
VESTUARIOS FEMENINOS	20.25 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	13.91 m²
PSDb VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO	13.33 m²
VLD 1	8.60 m²
TELECONTROL	25.80 m²
SEÑALIZACIÓN ENCLAVAMIENTOS	56.33 m²
SALA BAJA TENSIÓN AUXILIAR	11.61 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.04 m²
ANDÉN	629.34 m²
ANDÉN	629.34 m²

1.3.4 Dimensionamiento funcional

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	95
Área andén (m2)	531.38
Zona peatonal promedio (> 0,67 m^2/pax)	5.59
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	103
Superficie área no paga (m^2)	518.06
Capacidad área no paga (> 1 m^2/pax)	5.2
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.6
Usuarios área paga (minuto pico)	104
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	72
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	32
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013156

Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	4.8
Usuarios área no paga (minuto pico)	104
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	72
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	32
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	239
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	63
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	2
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	2857
Número de usuarios que necesitan boleto	1086
Número de usuarios que usan la ventanilla	337
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	750
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	3
NÚMERO VENTANILLAS	4

013157

1.3.5 Cálculos de Evacuación

Los cálculos se encuentran en el Apéndice 1 del documento O.4.3.

1.4 ESTACIÓN 23 LA CULTURA

1.4.1 Ubicación

La ubicación de la estación está en la Av. Carretera Central en su cruce con la Av. La Cultura. La contextualización de la estación en el entorno urbano se manifiesta en la ubicación de los accesos en superficie, incluyendo escaleras, elevadores, rejillas de ventilación, etc.

Hay cinco accesos:

- Los accesos públicos son 1 y 2 a cada lado de la Avenida Carretera Central e incluye escaleras mecánicas, escaleras pedestres, y un elevador hasta el nivel de vestíbulo. El acceso 1 se ubica en la cuadra orientada al norte de la Carretera Central entre la calle Huarochiri y la Av. La Cultura. El Acceso 2 está en la cuadra orientada al sur de la Carretera Central en el mismo tramo que el anterior.
- Cuenta con dos salidas de evacuación, 3 y 4 situadas a cada lado de la Carretera Central, en el extremo opuesto de los accesos 1 y 2. Cercano a cada salida de evacuación se sitúa una rejilla de ventilación.
- El Acceso 5 es al área técnica, al lado del ducto de paso de materiales. Se encuentra al lado sur de la Carretera Central, unos metros más al suroeste de la salida 4.

1.4.2 Características específicas

N°	ESTACIÓN	TIPOLOGÍA				DIMENSIONES CAJA EXTERIOR				ANCHO ANDEN	
		EF	Propuesta	Constr	Instal.	Anchura (área ancho)	Anchura (estrecho)	Largo	Profund.	Dim. Mínimo (columna PSD)	Dim. Zona ancha
23	La Cultura	1b	1.5	C&C	2CA	27,80	18,80	156,23	18,10	3,20	4,00

El interior del cajón es de aproximadamente 93,76 x 24,80 metros en la parte ancha y 59,47 x 15,80 metros en la parte estrecha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Circulación vertical

- La parte ancha tiene 2 bloques de circulación vertical a cada andén, y el ancho de cada bloque es de 4.30 m, compuesto de una escalera mecánica y una escalera fija de 2.40 m
- La escalera de evacuación directa a la calle tiene un ancho de 1.35 m.
- La escalera de evacuación al vestíbulo tiene un ancho de 2.4 m.

Nivel Vestíbulo

- Área técnica: Esta estación tiene SER, el cual se ubica en la zona central, próximo a las salas técnicas al fondo del vestíbulo.

1.4.3 Superficies de locales

La superficie útil total del nivel vestíbulo es de 3.179,83 m² y del nivel andén, 1.726,36 m².

NIVEL VESTÍBULO	
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	14.57 m²
CONTROL DE SEGURIDAD	14.57 m²
VIGILANCIA	13.78 m²
SALA DE SUPERVISIÓN	21.31 m²
CONCESIONARIA	24.47 m²
ASEO MASCULINO	16.72 m²
ASEO FEMENINO	16.72 m²
ASEO ADAPTADO	6.20 m²
DEPÓSITO DE LIMPIEZA	15.31 m²
DEPÓSITO DE BASURAS	15.82 m²
BOLETERÍA + CUARTO DE VALORES	40.61 m²
CONCESIONARIA	24.47 m²
SALA AUXILIAR INSTALACIONES	7.11 m²
JEFE DE ESTACIÓN	21.50 m²
TÓPICO DE PRIMEROS AUXILIOS	8.60 m²
REFECTORIO	23.98 m²
ASEO PERSONAL	20.67 m²
SALA SECCIONADORES	24.44 m²
SALA BAJA TENSIÓN	63.45 m²
SALA COMUNICACIÓN PRINCIPAL	48.96 m²
SALA UPS	64.80 m²
SALA BAJA PRINCIPAL	110.67 m²
VENTILACIÓN	124.63 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013159

VENTILACIÓN	125.69 m²
ÁREA NO PAGO	383.13 m²
CONTROL ACCESO	4.45 m²
ÁREA PAGO	909.64 m²
VESTÍBULO. ACCESO 1	130.93 m²
VESTÍBULO. ACCESO 2	59.53 m²
ACCESO 5. DUCTO MATERIALES	54.39 m²
NIVEL ANDÉN	
VLD 2	11.82 m²
DEPÓSITO MANTENIMIENTO VÍA	29.86 m²
DEPÓSITO	12.78 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	24.15 m²
CUARTO DE BOMBAS	41.03 m²
SALA DE DRENAJE	15.29 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.04 m²
SALA DE CONTADORES ELÉCTRICOS	21.33 m²
VESTUARIOS MASCULINOS	20.25 m²
VESTUARIOS FEMENINOS	20.25 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	13.96 m²
PSDb VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO	13.33 m²
VLD 1	8.60 m²
TELECONTROL	25.80 m²
SEÑALIZACIÓN ENCLAVAMIENTOS	56.33 m²
SALA BAJA TENSIÓN AUXILIAR	11.61 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.04 m²
ANDÉN	636.43 m²
ANDÉN	636.43 m²

1.4.4 Dimensionamiento funcional

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	101.1
Área andén (m2)	538.48
Zona peatonal promedio (> 0,67 m^2/pax)	5.32
NIVEL DE SERVICIO	A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	136
Superficie área no paga (m^2)	523.40
Capacidad área no paga (> 1 m^2/pax)	3.8
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	9.6
Usuarios área paga (minuto pico)	137
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	71
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	66
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	5.6
Usuarios área no paga (minuto pico)	137
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	71
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	66
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013161

Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	235
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	132
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	2
Torniquetes en salida	3
Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	6

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	2814
Número de usuarios que necesitan boleto	1070
Número de usuarios que usan la ventanilla	332
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	739
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	3
NÚMERO VENTANILLAS	4

1.4.5 Cálculos de Evacuación

Los cálculos se encuentran en el Apéndice 1 del documento O.4.3.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.5 ESTACIÓN 24 MERCADO SANTA ANITA

1.5.1 Ubicación

La ubicación de la estación está en la Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Separadora Industrial en las proximidades del Mercado Santa Anita. La contextualización de la estación en el entorno urbano se manifiesta en la ubicación de los accesos en superficie, incluyendo escaleras, elevadores, rejillas de ventilación, etc.

Hay cinco accesos:

- Los accesos públicos son 1 y 2 a cada lado de la Avenida Carretera Central e incluye escaleras mecánicas, escaleras pedestres, y un elevador hasta el nivel de vestíbulo.

El acceso 1 se ubica en la cuadra orientada al norte de la Carretera Central, próximo a su cruce con la calle 22 de Junio. El Acceso 2 se sitúa en la berma que se forma en la intersección del cruce de las avenidas Carretera Central y Separadora.

- Cuenta con dos salidas de evacuación, 3 y 4 situadas al lado norte de la Carretera Central, en la cuadra al noroeste de la Av. Separadora Industrial. Entre las salidas de evacuación se sitúan dos rejillas de ventilación.
- El Acceso 5 es al área técnica, al lado del ducto de paso de materiales. Se encuentra al lado norte de la Carretera Central, unos metros más al noreste de la salida 4.

En esta etapa, como la estación sirve de terminal, se ha habilitado un área temporal de ventilación para el túnel y una rejilla de ventilación adicional.

1.5.2 Características específicas

N°	ESTACIÓN	TIPOLOGÍA				DIMENSIONES CAJA				ANCHO ANDÉN	
		EF	Propuesta	Constr	Instal.	Anchura (área ancho)	Anchura (estrecho)	Largo	Profund.	Dim. Mínimo (columna PSD)	Dim. Zona ancha
24	Mercado Sta. Anita	1a	1.2 SER	C&C	2CA SER	26,60	18,80	156,23	19,00	3,20	4,00

Tiene una geometría del interior del cajón de aproximadamente 93.06 x 23,60 metros en la parte ancha y 59,53 x 15,80 metros en la parte estrecha.

Circulación vertical

- La parte ancha tiene 2 bloques de circulación vertical a cada andén, y el ancho de cada bloque es de 3,70 m, compuesto de una escalera mecánica y una escalera fija de 1.80 m.
- La escalera de evacuación directa a la calle tiene un ancho de 1.35 m.
- La escalera de evacuación al vestíbulo tiene un ancho de 2.40 m.

Nivel Vestíbulo

- Área técnica: Esta estación tiene SER, el cual se ubica en la zona central al fondo del vestíbulo.

Esta estación es terminal en Etapa 1A y según el esquema operacional, está en funcionamiento solo un andén.

1.5.3 Superficies de locales

La superficie útil total del nivel vestíbulo es de 3.068,62 m² y del nivel andén, 1.704,93 m².

NIVEL VESTÍBULO	
CONTROL DE SEGURIDAD	13.25 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	13.25 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013163

VIGILANCIA	11.97 m²
SALA DE SUPERVISIÓN	18.67 m²
CONCESIONARIA	24.47 m²
ASEO MASCULINO	16.72 m²
ASEO FEMENINO	16.72 m²
ASEO ADAPTADO	6.20 m²
DEPÓSITO DE LIMPIEZA	13.17 m²
DEPÓSITO DE BASURAS	13.15 m²
BOLETERÍA + CUARTO DE VALORES	48.38 m²
CONCESIONARIA	24.47 m²
SALA AUXILIAR INSTALACIONES	6.64 m²
JEFE DE ESTACIÓN	22.50 m²
TÓPICO DE PRIMEROS AUXILIOS	9.00 m²
REFECTORIO	20.63 m²
ASEO PERSONAL	17.32 m²
CONCESIONARIA	28.36 m²
SALA UPS	52.92 m²
SALA COMUNICACIONES PRINCIPAL	60.06 m²
SALA VENTILACIÓN SUBESTACIÓN	27.00 m²
SALA DE CONTROL DISTRIBUIDO	7.50 m²
SALA DE BAJA PRINCIPAL	48.30 m²
SALA DE SECCIONADORES	25.20 m²
SALA VENTILACIÓN SUBESTACIÓN	24.30 m²
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	308.39 m²
VENTILACIÓN	124.63 m²
VENTILACIÓN	125.69 m²
ÁREA NO PAGO	364.17 m²
CONTROL ACCESO	4.45 m²
ÁREA PAGO	874.05 m²
VESTÍBULO. ACCESO 1	153.69 m²
VESTÍBULO. ACCESO 2	85.30 m²
ACCESO 5. DUCTO MATERIALES	49.46 m²
NIVEL ANDÉN	
SALA DE CONTADORES ELÉCTRICOS	18.35 m²
VLD 2	10.17 m²
DEPÓSITO MANTENIMIENTO VÍA	26.64 m²
DEPÓSITO	9.86 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013164

CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	20.01 m²
CISTERNA DE AGUA DE EMERGENCIA	20.01 m²
CUARTO DE BOMBAS	35.31 m²
SALA DE DRENAJE	13.16 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.01 m²
VESTUARIOS MASCULINOS	17.42 m²
VESTUARIOS FEMENINOS	17.42 m²
SALA DE TELECOMUNICACIONES SECUNDARIA	11.83 m²
PSDb VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO	11.47 m²
VLD 1	7.40 m²
TELECONTROL	22.20 m²
SEÑALIZACIÓN ENCLAVAMIENTOS	48.47 m²
SALA BAJA TENSIÓN AUXILIAR	9.99 m²
SALA CONS. AUXILIAR	10.01 m²
ANDÉN	620.25 m²
ANDÉN	620.25 m²

1.5.4 Dimensionamiento Funcional

Nivel de Servicio – Capacidad de Andén	
Usuarios andén 1 (HPM)	74.7
Área andén (m2)	523.37
Zona peatonal promedio (> 0,67 m^2/pax)	7
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Capacidad área no paga	
Año dimensionante	2047
Usuarios área no paga (minuto pico)	78
Superficie área no paga (m^2)	551.38
Capacidad área no paga (> 1 m^2/pax)	7
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras andén-vestíbulo	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	4
Ancho escalera fija en proyecto (m)	7,20
Usuarios área paga (minuto pico)	79

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013165

Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	22
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	57
Escaleras mecánicas que suben - andén/vestíbulo (n°)	2
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/andén (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	230
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Nivel de Servicio – Escaleras vestíbulo-calle	
Año dimensionante	2047
Número escaleras mecánicas en proyecto	3
Ancho escalera fija en proyecto (m)	4.8
Usuarios área no paga (minuto pico)	79
Usuarios que ingresan a la estación - Que suben al tren - (min pico)	22
Usuarios que salen de la estación - Que bajan del tren - (min pico)	57
Escaleras mecánicas que suben - calle/vestíbulo (n°)	1
Escaleras mecánicas que bajan - vestíbulo/calle (n°) *en el cálculo una escalera mecánica se considera fuera de servicio	1
Usuarios que ingresan a la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios que salen de la estación a través de las esc.mec.	115
Usuarios a través de las escaleras fijas	0
Ancho mínimo escaleras fijas – calculado (m)	-
Ancho mínimo escaleras fijas 1,80 m (módulos de 60 cm)	-
Capacidad de la escalera fija (pax/m/min)	0
NIVEL DE SERVICIO	A

Torniquetes	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada entre 5 minutos)	72
Usuarios que salen (flujo de salida entre un tren y otro)	113
Capacidad torniquetes (pax/m/min)	30
Torniquetes en entrada	1
Torniquetes en salida	3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Torniquete adicional	1
NÚMERO TOTAL DE TORNIQUETES	5

013166

Máquinas expendedoras y ventanilla	
Año dimensionante	2047
Usuarios que entran (flujo de entrada hora pico)	895
Número de usuarios que necesitan boleto	341
Número de usuarios que usan la ventanilla	106
Número de usuarios que usan las máquinas expendedoras	236
NÚMERO MÁQUINAS EXPENDEDORAS	1
NÚMERO VENTANILLAS	2

1.5.5 Cálculos de Evacuación

Los cálculos se encuentran en el Apéndice 1 del documento O.4.3.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013167

O.4.1.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DE LAS ESTACIONES

APÉNDICE 1.PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

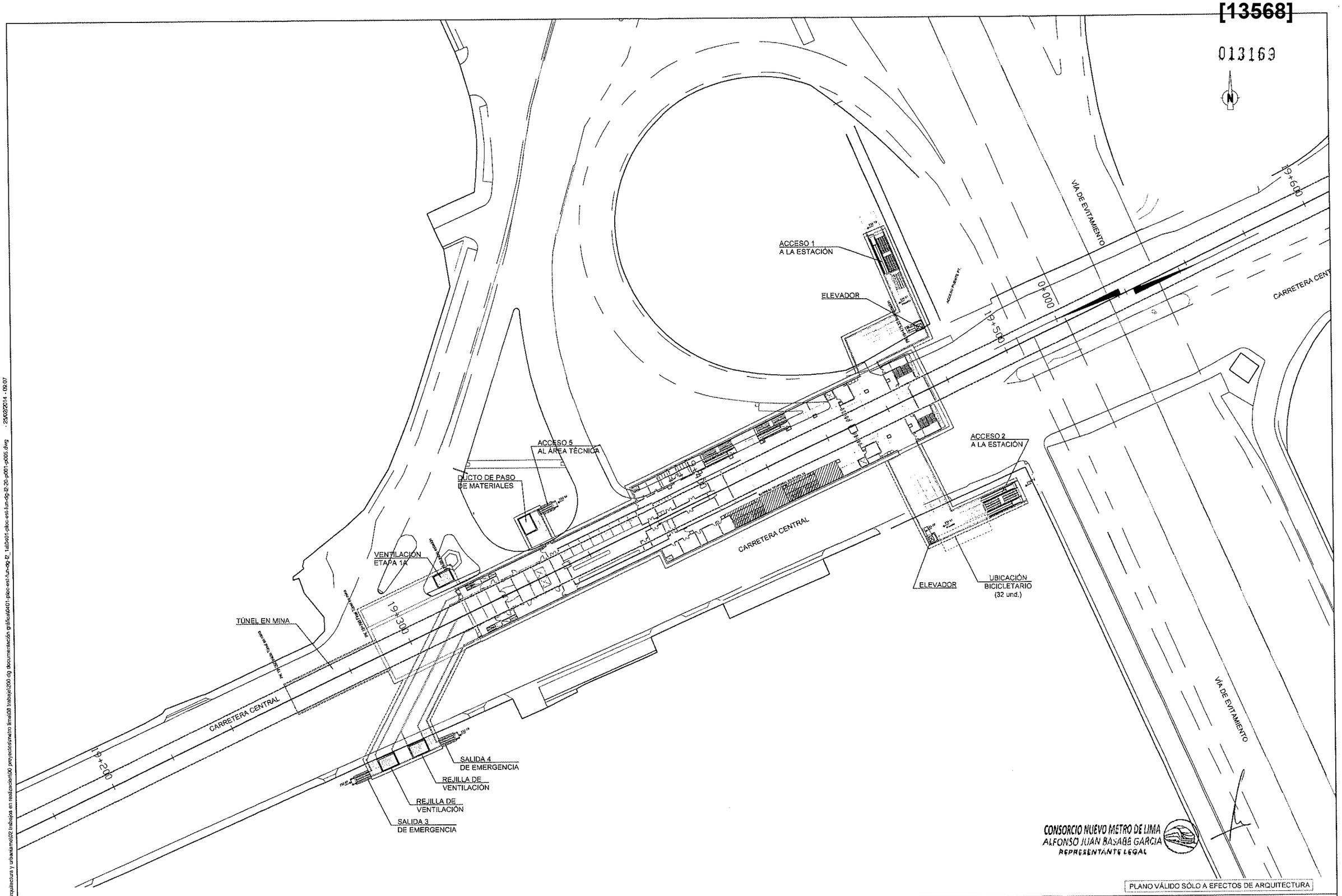
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-EST-FUN-DG-L2-20	Definición geométrica. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento	1/250 - 1/200	5
PLOC-EST-FUN-DG-L2-21	Definición geométrica. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita	1/250 - 1/200	5
PLOC-EST-FUN-DG-L2-22	Definición geométrica. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial	1/250 - 1/200	5
PLOC-EST-FUN-DG-L2-23	Definición geométrica. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura	1/250 - 1/200	5
PLOC-EST-FUN-DG-L2-24	Definición geométrica. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita	1/250 - 1/200	5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13568]

013169



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

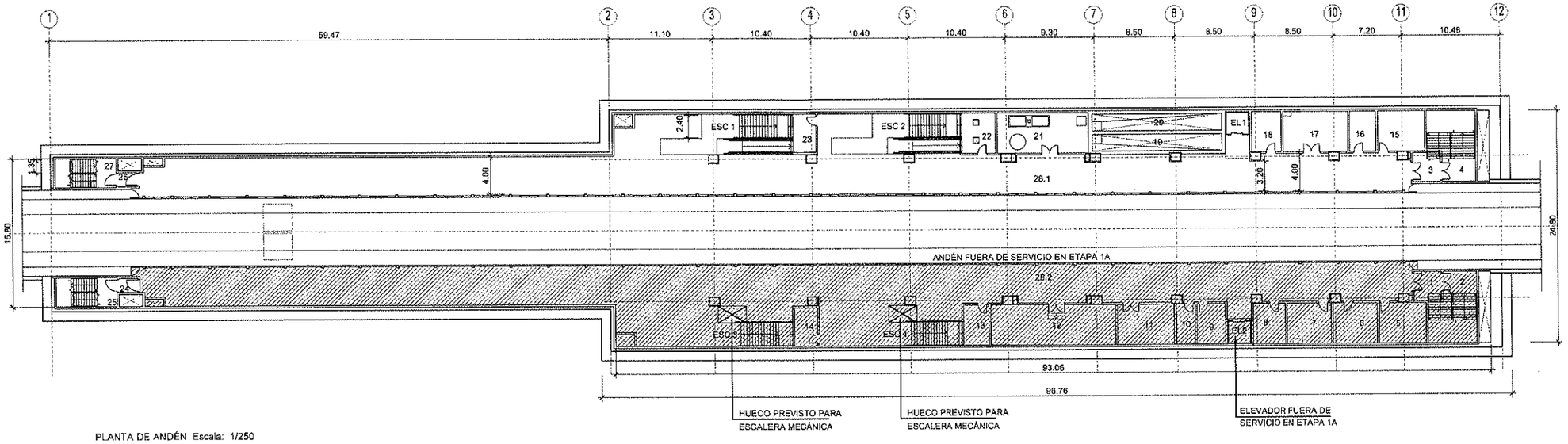
ESCALA (A1): 1/500
ESCALA (A3): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANTA DE IMPLANTACIÓN

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20 | HOJA 01 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20-P001-P005.dwg

\\ctaavinc\Actividades\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-20-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 09:07



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	8.94 m²
02	Escalera emergencia	34.19 m²
03	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	8.94 m²
04	Escalera emergencia	34.19 m²
05	Disponible	21.33 m²
06	Vestuarios	20.25 m²
07	Vestuarios	20.25 m²
08	Sala de telecomunicaciones secundaria	14.96 m²
09	PSDb Vigilancia y control de acceso	13.33 m²
10	VLD 1	8.60 m²
11	Telecontrol	25.80 m²
12	Señalización Enclavamientos	56.33 m²
13	Sala BT Aux	11.61 m²
14	Sala Cons. Aux.	10.05 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
15	Sala de Contadores Eléctricos	21.33 m²
16	VLD 2	11.82 m²
17	Depósito para herramientas, equipos de mantenimiento de la vía y catenaria	29.86 m²
18	Depósito	13.76 m²
19	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m²
20	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m²
21	Cuarto de bombas	41.03 m²
22	Sala de drenaje	15.29 m²
23	Sala Cons. Aux.	10.04 m²
24	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²
25	Escalera emergencia.	20.06 m²
26	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
27	Escalera emergencia.	20.06 m²
28.1	Anden	628.53 m²
28.2	Anden	628.53 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANTA DE ANDÉN

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20 | HOJA 02 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20-P001-P005.dwg

\\clsvivienda\datos\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-20-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 09:08

[13570]

013171

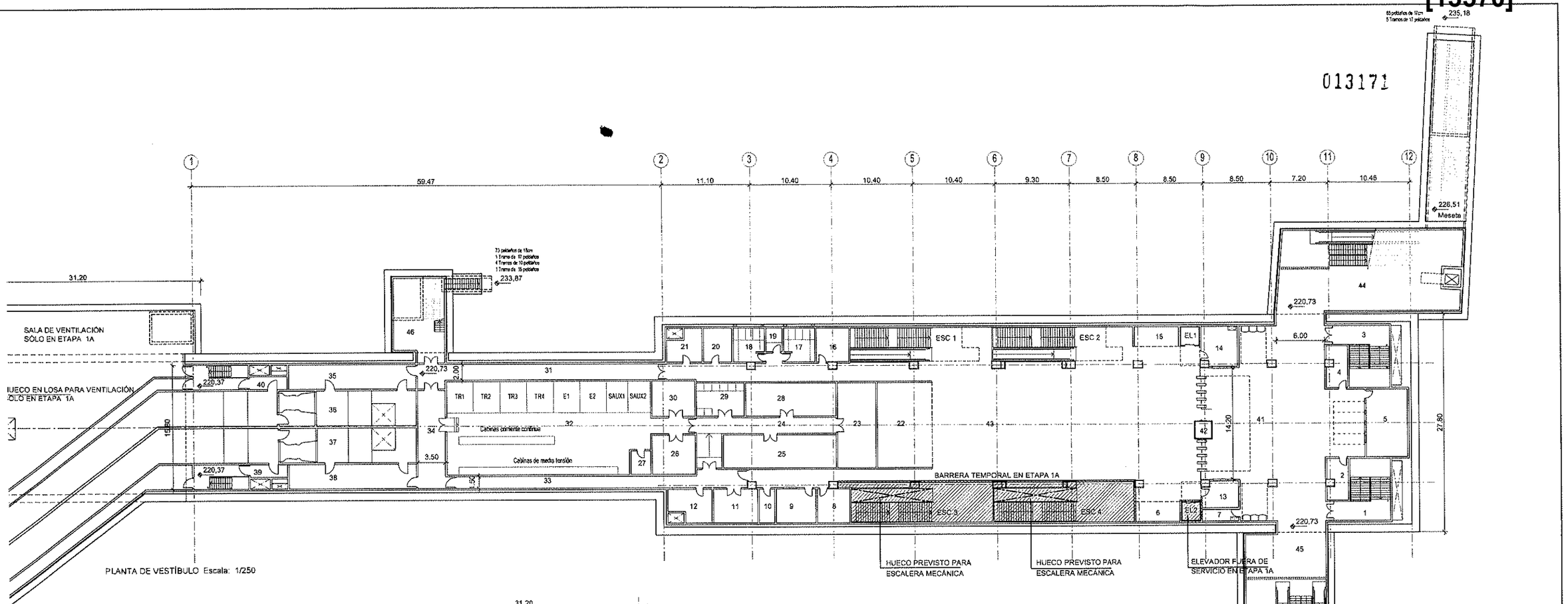


TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera de emergencia	45.96 m²
02	Control de Seguridad	13.57 m²
03	Escalera emergencia	45.96 m²
04	Sala de Telecomunicaciones secundaria	13.57 m²
05	Boletería + cuarto de valores	45.45 m²
06	Concesionaria	14.00 m²
07	Sala Aux Inst	6.78 m²
08	Disponible	17.78 m²
09	Jefe de estación	21.50 m²
10	Tópico para primeros auxilios	8.60 m²
11	Refectorio	23.98 m²
12	Aseo personal	20.67 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
13	Vigilancia	14.71 m²
14	Sala de supervisión	22.40 m²
15	Concesionaria	14.00 m²
16	Disponible	17.78 m²
17	S.H. Masculino	16.72 m²
18	S.H. Femenino	16.72 m²
19	S.H. Adaptado	6.20 m²
20	Depósito de limpieza	15.31 m²
21	Depósito de basura	15.82 m²
22	Concesionaria	75.18 m²
23	Sala de baterías UPS	52.92 m²
24	Pasillo	49.48 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
25	Sala Baja Ppal	60.06 m²
26	Sala Ventilación Subestación	27.00 m²
27	Sala Centro de control distribuido	7.50 m²
28	Sala comunicaciones ppal	48.30 m²
29	Sala de seccionadores	25.20 m²
30	Sala Ventilación subestación	24.30 m²
31	Pasillo	66.57 m²
32	Subestación Eléctrica	308.39 m²
33	Pasillo	60.00 m²
34	Pasillo	45.54 m²
35	Pasillo	50.47 m²
36	Ventilación	125.69 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
37	Ventilación	124.63 m²
38	Pasillo	50.44 m²
39	Escalera de emergencia	29.58 m²
40	Escalera de emergencia	29.58 m²
41	Área no paga	377.82 m²
42	Control acceso	4.45 m²
43	Área paga	829.12 m²
44	Vestíbulo. Acceso 1.	158.44 m²
45	Vestíbulo. Acceso 2.	152.33 m²
46	Acceso 5. Ducto materiales	46.68 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2, OEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANTA DE VESTÍBULO

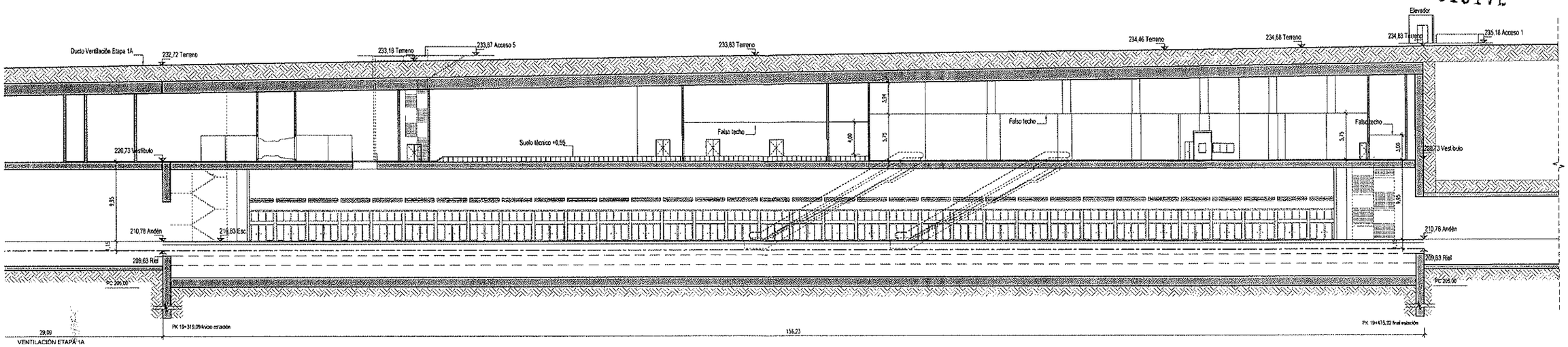
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20
HOJA 03 de 05
REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20-P001-P005.dwg

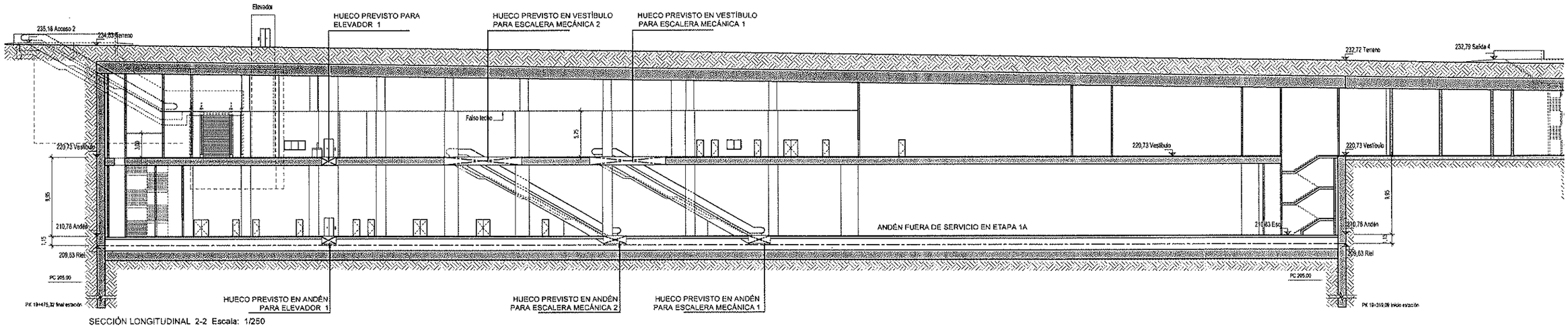
\\cldavincis\autodesk\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectosumetro line\08 trabajo\2000 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-20-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 09:06

[13571]

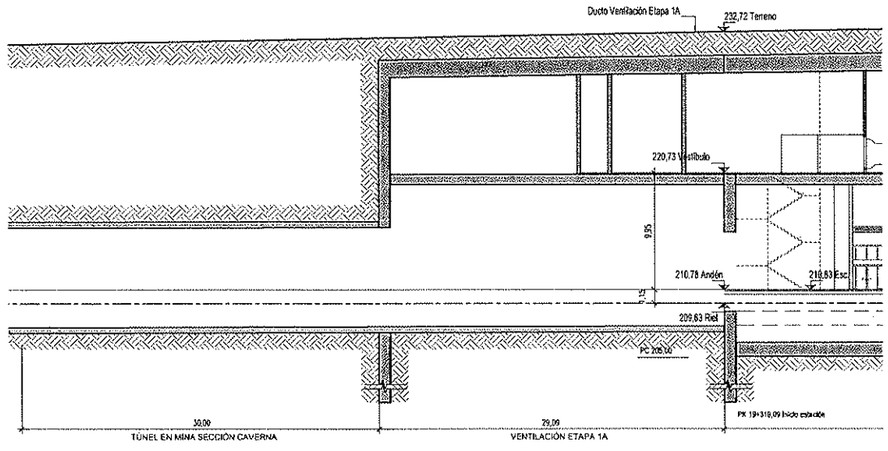
013172



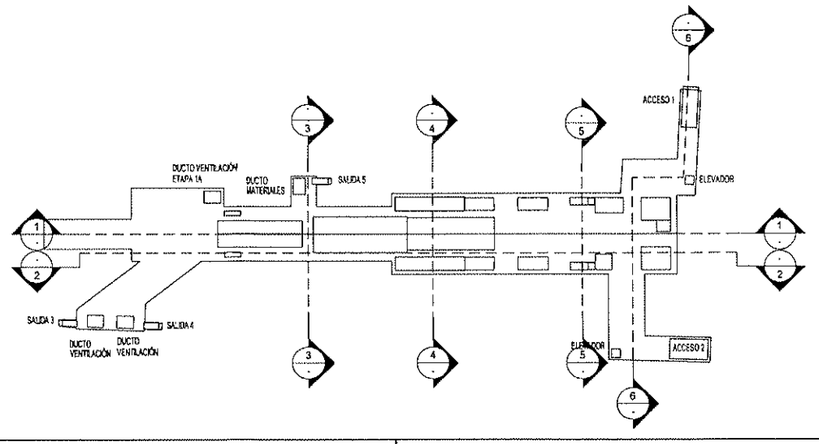
SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 Escala: 1/250

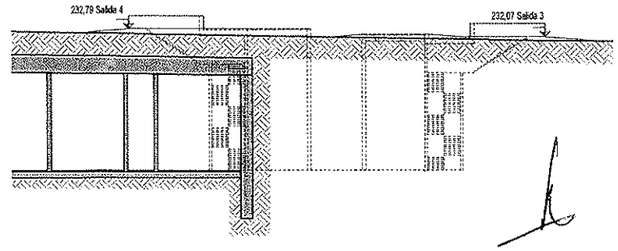


SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 Escala: 1/250



SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250





SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | IIT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1)	1/250
ESCALA (A3)	1/500
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN EVITAMIENTO
SECCIONES LONGITUDINALES

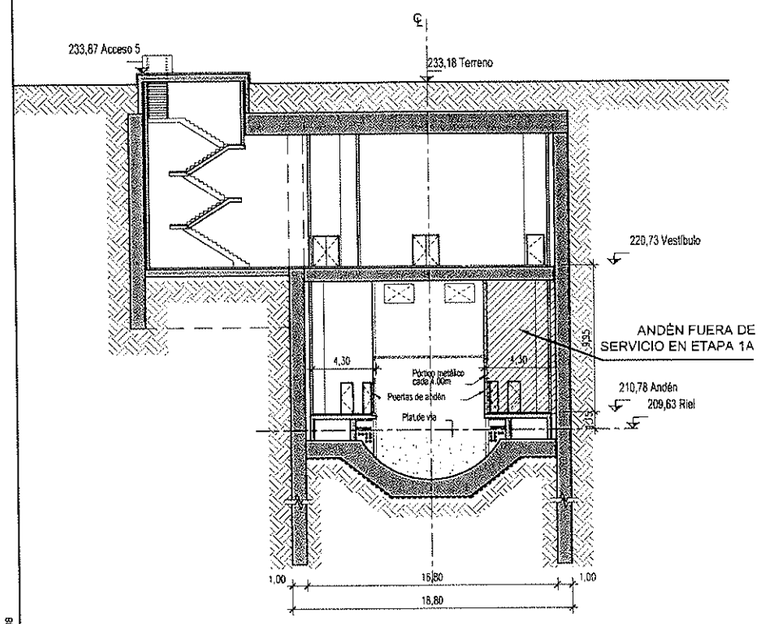
PLANO Nº	HOJA	REVISIÓN
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20	04 de 05	0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20-P001-P005.dwg

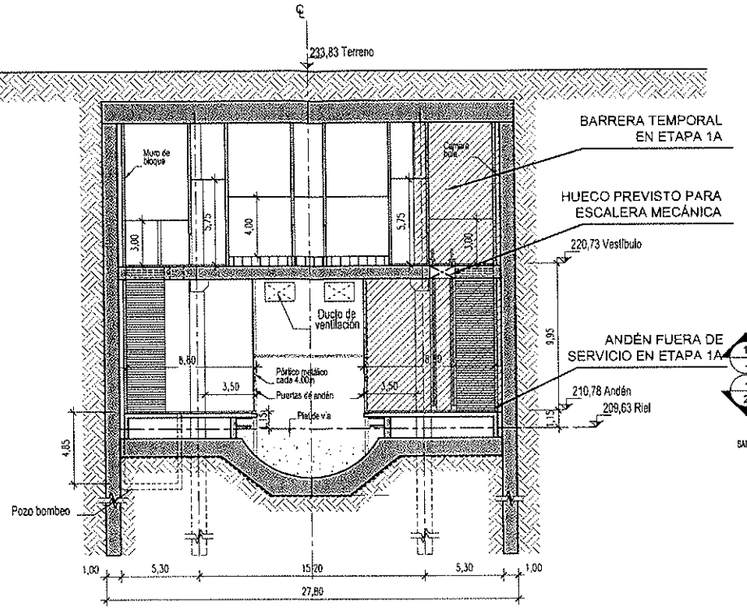
\\Cdavinci\visado\visado25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\2000 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1\el0401-ploc-est-fun-dg-l2-20-p001-p005.dwg 25/02/2014 - 09:08

[13572]

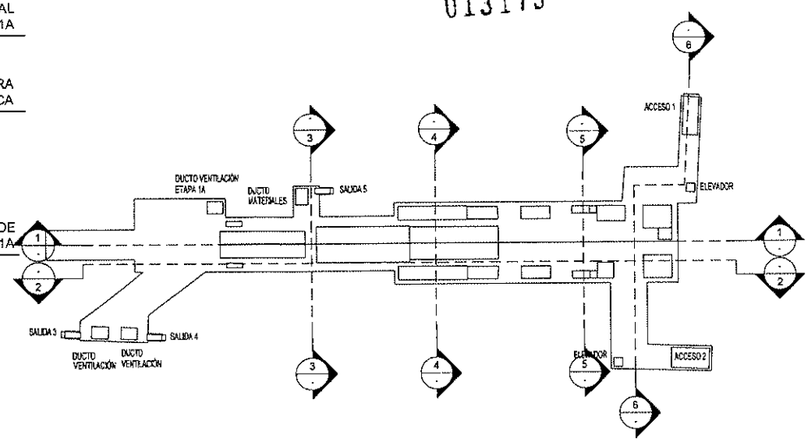
013173

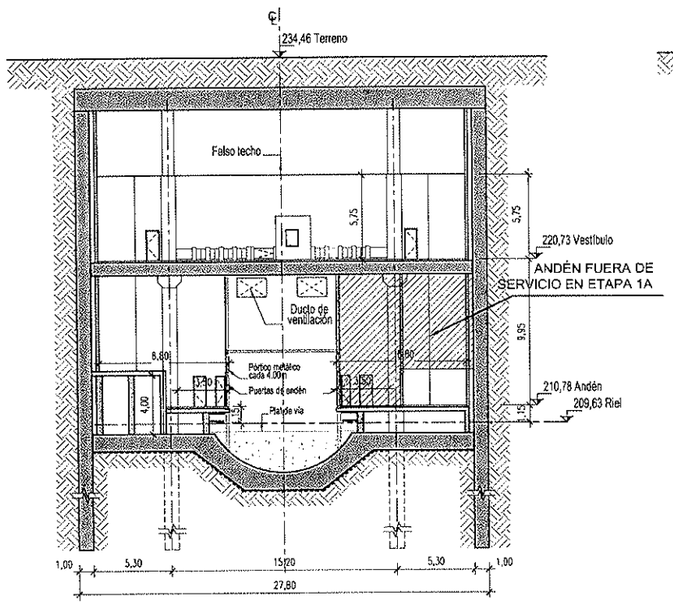


SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3
Escala: 1/200

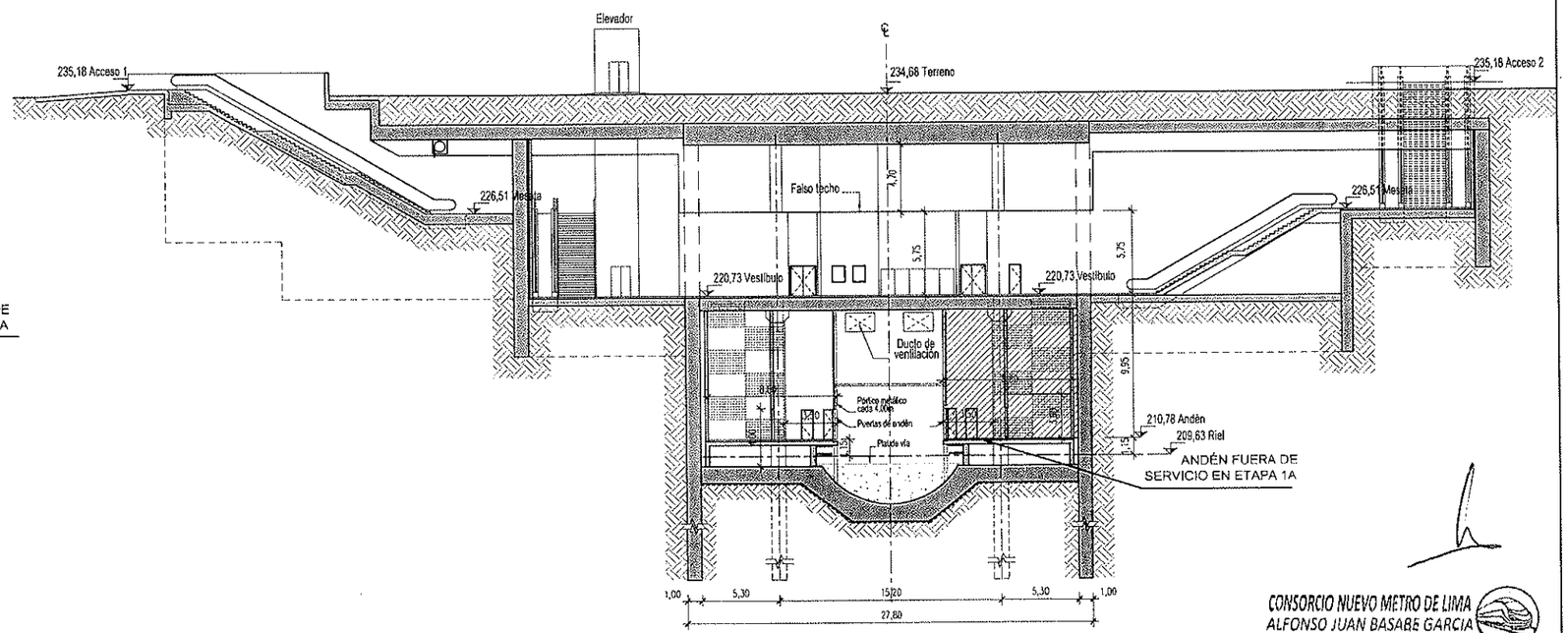


SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4
Escala: 1/200





SECCIÓN TRANSVERSAL 5-5
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 6-6
Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/200
ESCALA (A3) 1/400
FECHA FEBRERO 2014

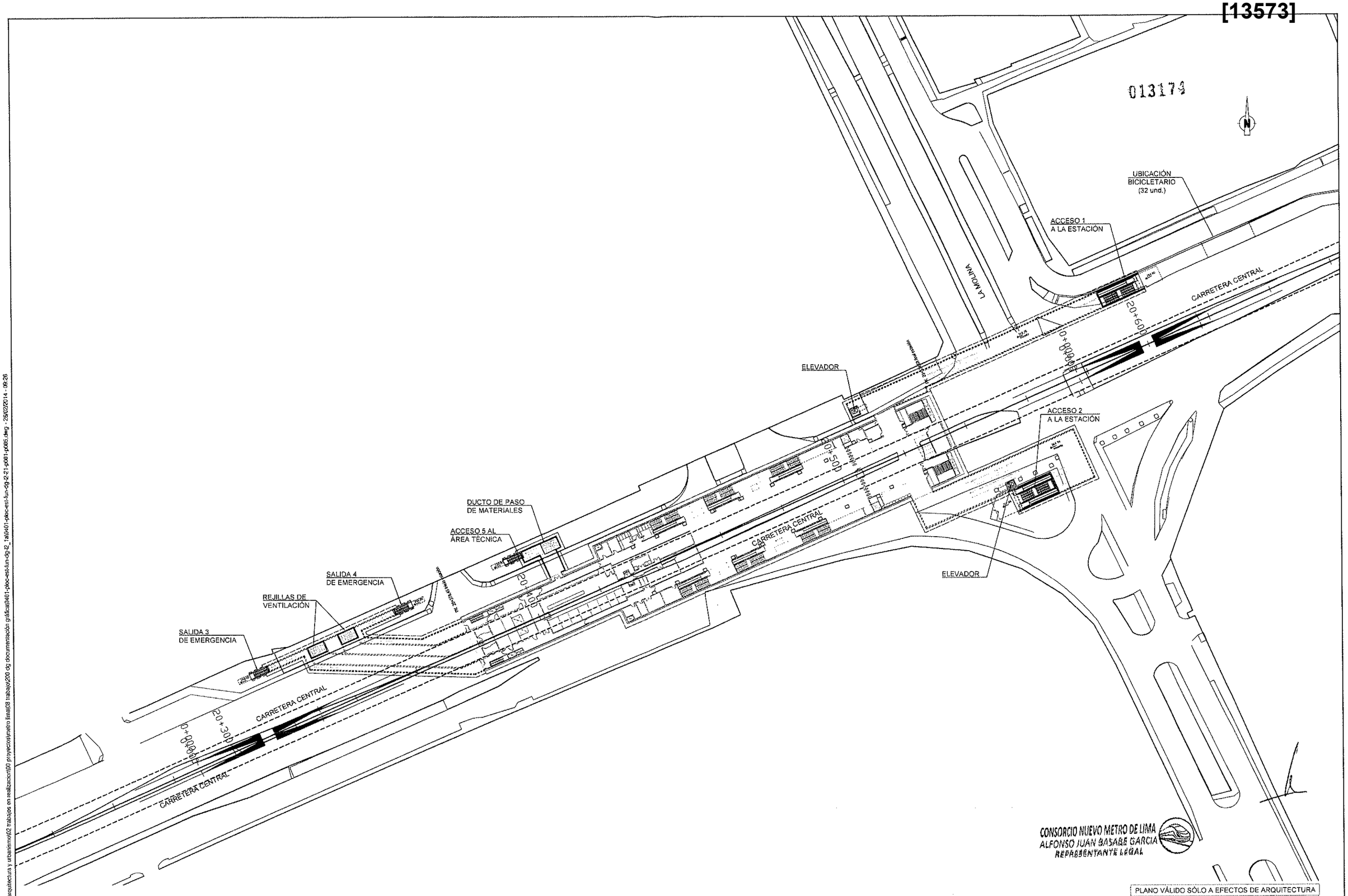
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN EVITAMIENTO
SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20 | HOJA 05 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20-P001-P005.dwg

\\cdevsrvsckas\Asu\05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401 -ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-20-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 09:08

013174



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/500
ESCALA (A3) 1/1000
FECHA FEBRERO 2014

0 5 10
0 10 20

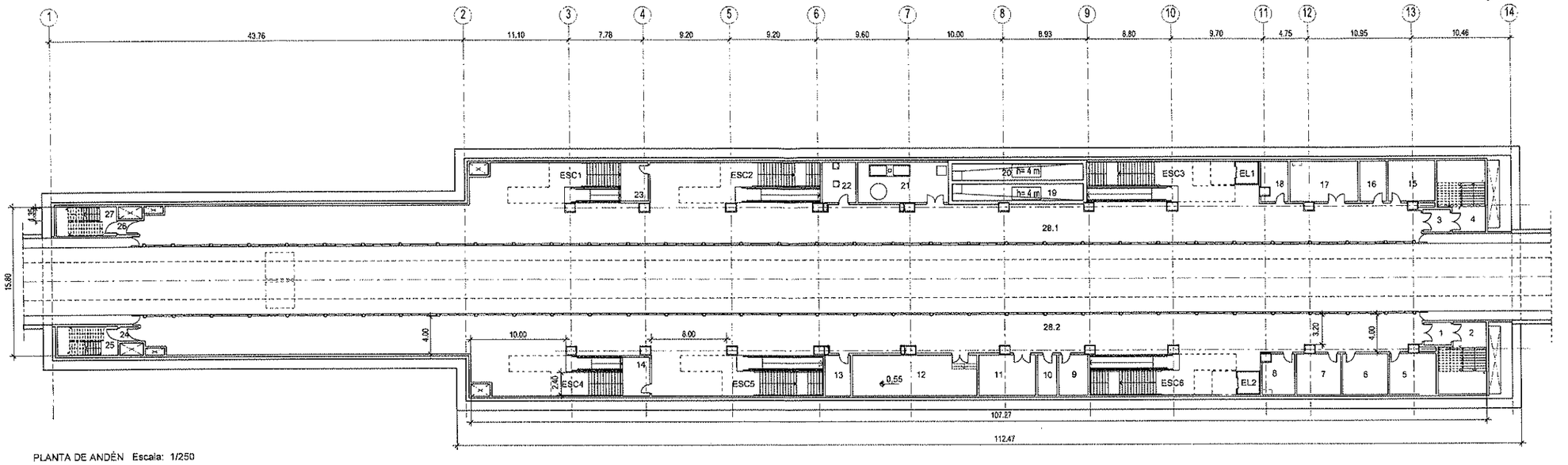
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
PLANTA DE IMPLANTACIÓN

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21 | HOJA 01 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21-P001-P005.dwg

\\cdavanc3.sas.ad\c$\arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentacion gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-21-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 09:26

013175



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
N°	Nombre	Área
01	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	6.95 m²
02	Escalera emergencia	35.30 m²
03	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	6.95 m²
04	Escalera emergencia	35.30 m²
05	Disponible	21.33 m²
06	Vestuarios	20.25 m²
07	Vestuarios	20.25 m²
08	Sala de telecomunicaciones secundaria	14.06 m²
09	PSDb Vigilancia y control de acceso	13.33 m²
10	VLD 1	8.60 m²
11	Telecontrol	25.80 m²
12	Señalización Enclavamientos	56.33 m²
13	Sala BT Aux	11.61 m²
14	Sala Cons. Aux.	11.73 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
N°	Nombre	Área
15	Sala de Contadores Eléctricos	21.33 m²
16	VLD 2	11.82 m²
17	Depósito para herramientas, equipos de mantenimiento de la vía y catenaria	30.98 m²
18	Depósito	11.68 m²
19	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m³
20	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m³
21	Cisterna de agua potable	41.03 m³
22	Sala de drenaje	15.29 m²
23	Sala Cons. Aux.	11.73 m²
24	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²
25	Escalera emergencia.	20.08 m²
26	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
N°	Nombre	Área
27	Escalera emergencia.	20.06 m²
28.1	Anden	665.03 m²
28.2	Anden	665.03 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · SIT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

0 2.5 5
0 5 10

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
PLANTA DE ANDÉN

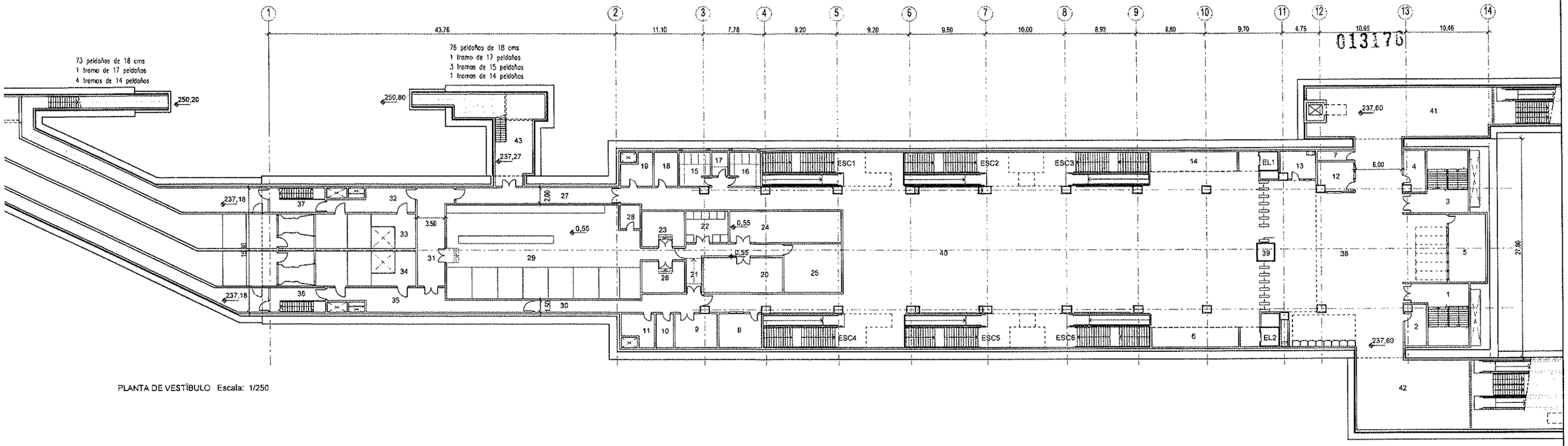
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21 | HOJA 02 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21-P001-P005.dwg

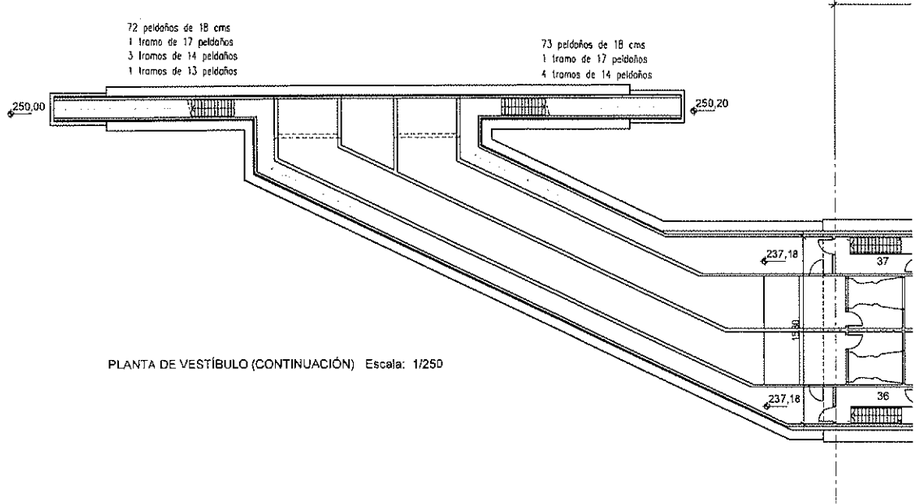
\\cdavinci\ala\ala\05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_tal\0401-ploc-est-fun-dg-l2-21-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:26

[13575]

013175



PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia	45.88 m²
02	Sala de Telecomunicaciones secundaria	13.59 m²
03	Escalera emergencia	45.96 m²
04	Disponible	13.59 m²
05	Boletería + cuarto de valores	40.61 m²
06	Concesionaria	27.71 m²
07	Sala Aux. Inst.	5.46 m²
08	Jefe de estación	23.22 m²
09	Refectorio	23.22 m²
10	Tópico para primeros auxilios	9.46 m²
11	Aseo personal	14.69 m²
12	Vigilancia	16.03 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
13	Sala de supervisión	15.23 m²
14	Concesionaria	27.71 m²
15	S.H. Masculino	16.72 m²
16	S.H. Femenino	16.72 m²
17	S.H. Adaptado	6.20 m²
18	Depósito de limpieza	12.90 m²
19	Depósito de basura	14.07 m²
20	Sala comunicaciones ppal	44.77 m²
21	Pasillo	27.69 m²
22	Sala seccionadores	21.33 m²
23	Sala ventilación subestación	24.03 m²
24	Sala de baja ppal	55.93 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
25	Sala UPS	44.84 m²
26	Sala ventilación subestación	21.33 m²
27	Pasillo	41.16 m²
28	Sala de control distribuido	7.50 m²
29	Subestación eléctrica	290.12 m²
30	Pasillo	37.80 m²
31	Pasillo	46.11 m²
32	Pasillo	27.80 m²
33	Ventilación	107.43 m²
34	Ventilación	108.37 m²
35	Pasillo	55.75 m²
36	Escalera de emergencia	21.74 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
37	Escalera de emergencia	21.74 m²
38	Área no pega	420.89 m²
39	Control acceso	4.45 m²
40	Área pega	1197.04 m²
41	Vestíbulo. Acceso 1	159.29 m²
42	Vestíbulo. Acceso 2	179.26 m²
43	Acceso 5. Ducto materiales	49.68 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

0 2.5 5
0 5 10

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
PLANTA DE VESTÍBULO

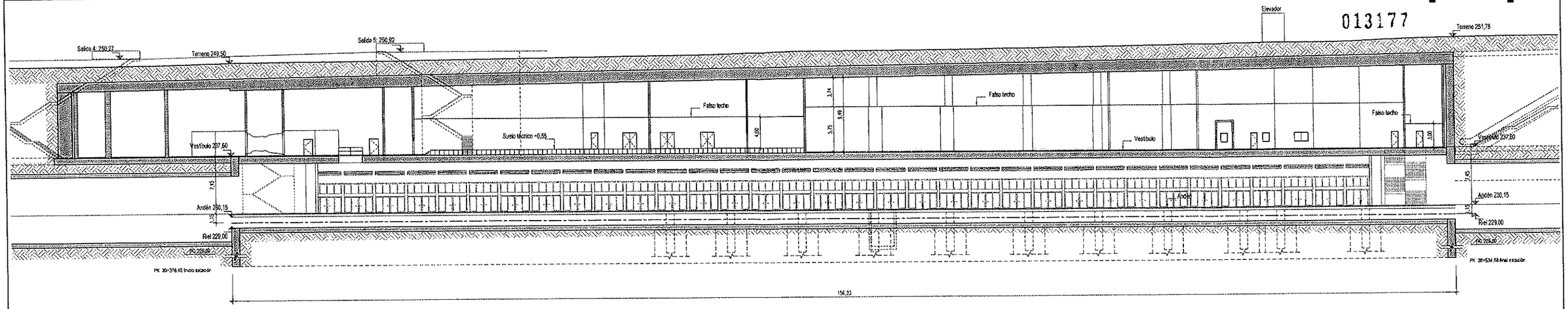
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21 | HOJA 03 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21-P001-P005.dwg

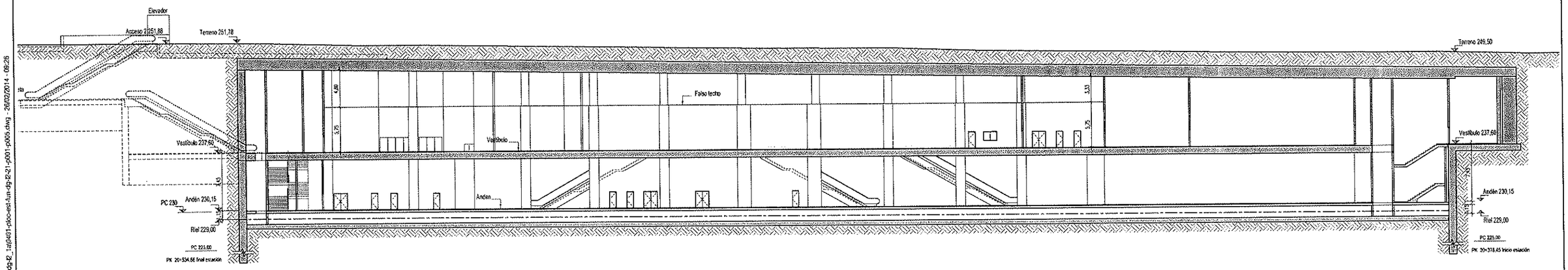
\\Cdatos\compartido\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-21-p001-p005.dwg - 28/02/2014 - 09:26

[13576]

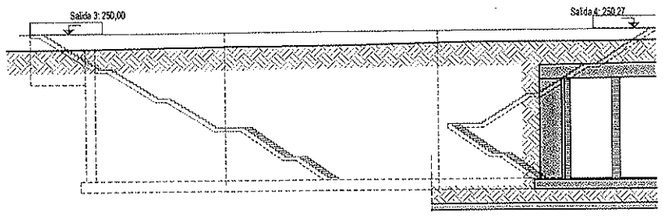
013177



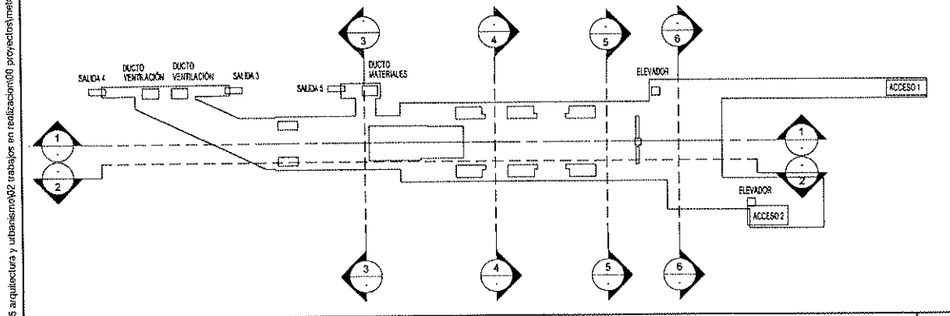
SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 Escala: 1/250

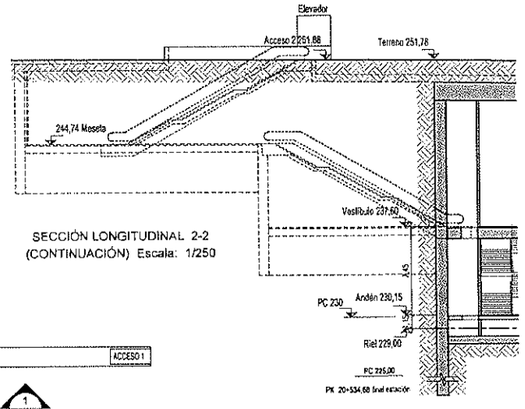


SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 Escala: 1/250

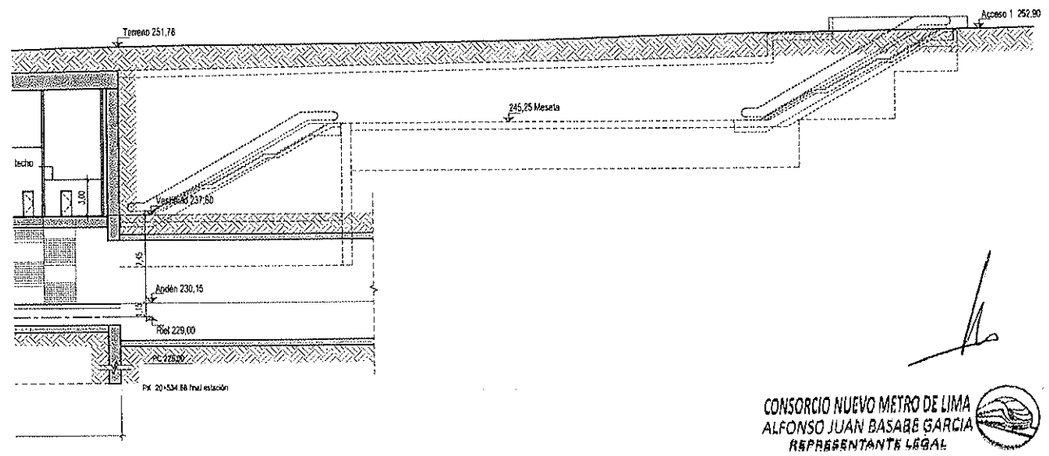


SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250





SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250



SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | IDEINGENIM

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

0 2.5 5 10

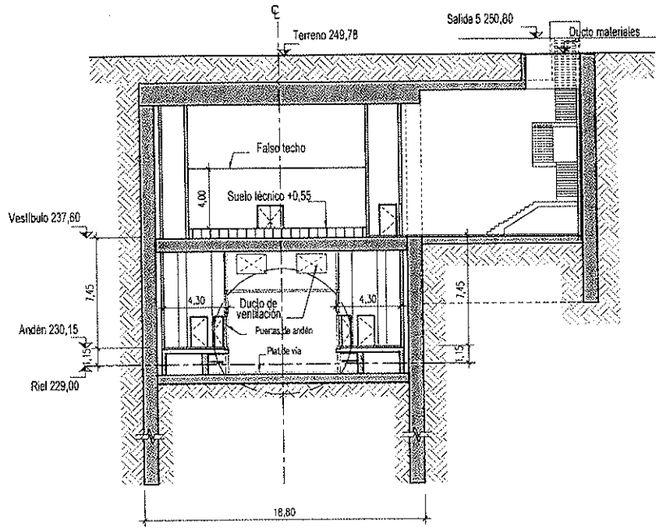
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
SECCIONES LONGITUDINALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21 | HOJA 04 de 05 | REVISIÓN 0

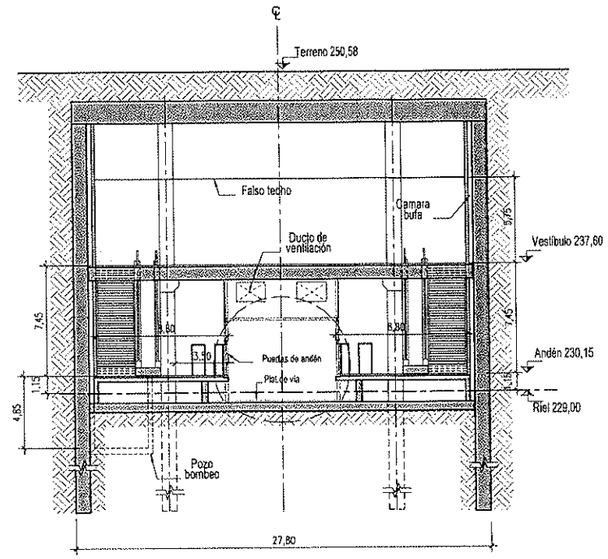
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21-P001-P005.dwg

\\cldcorind1\astal\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1\a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-21-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:26

013178



SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4
Escala: 1/200

SECCIÓN TRANSVERSAL 5-5
Escala: 1/200

SECCIÓN TRANSVERSAL 6-6
Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/200
ESCALA (A3) 1/400
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21 | HOJA 05 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-21-P001-P005.dwg

\\cdinvnc\aa\aa\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\06 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-21-p001-p005.dwg - 28/02/2014 - 09:26

[13578]

013179

UBICACIÓN BICICLETARIO 32 ud

ACCESO 1 A LA ESTACIÓN

ELEVADOR

SALIDA DE EMERGENCIA 3

REJILLA DE VENTILACIÓN

REJILLA DE VENTILACIÓN

SALIDA DE EMERGENCIA 4

ACCESO AL ÁREA TÉCNICA 5

DUCTO DE PASO DE MATERIALES

ACCESO 2 LA ESTACIÓN

ELEVADOR

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

\\cdavincilab\dan\05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_ra\0401-ploc-est-fun-dg-l2-22-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 19:08

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/500
ESCALA (A3) 1/1000
FECHA FEBRERO 2014

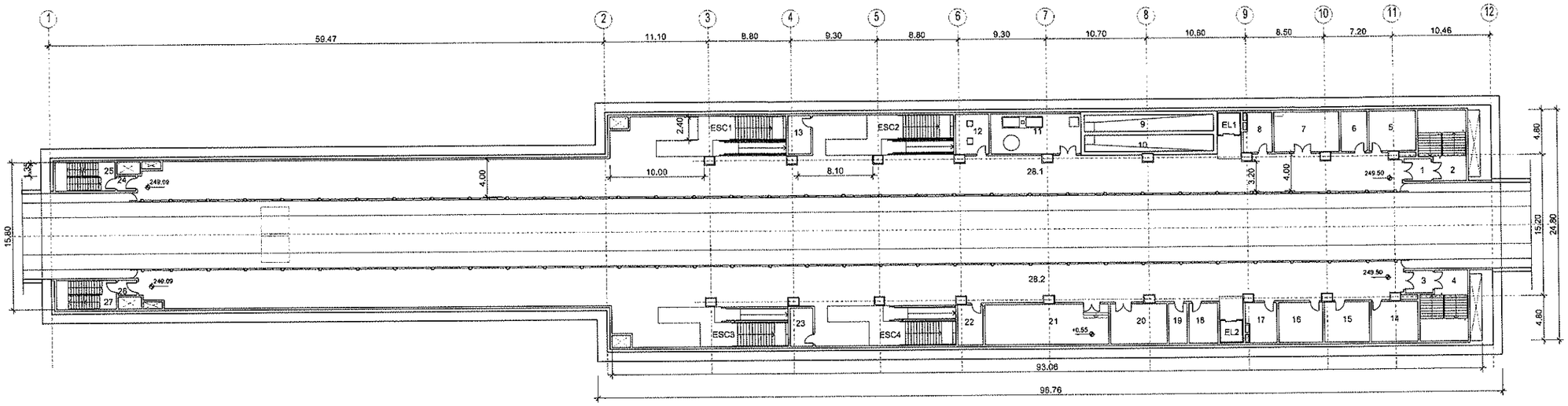
0 5 10
0 10 20

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA DE IMPLANTACIÓN

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22
HOJA 01 de 05
REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22-P001-P005.dwg

013180



PLANTA DE ANDÈN Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	6.95 m²
02	Escalera emergencia	35.30 m²
03	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	6.95 m²
04	Escalera emergencia	35.30 m²
05	Sala de Contadores Eléctricos	21.33 m²
06	VLD 2	11.82 m²
07	Depósito para herramientas, equipos de mantenimiento de la vía y catenaria	29.86 m²
08	Depósito	12.73 m²
09	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m²
10	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m²
11	Cuarto de bombas	41.03 m²
12	Sala de drenaje	15.29 m²
13	Sala Cons. Aux.	10.04 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
14	Área disponible	21.33 m²
15	Vestuarios	20.25 m²
16	Vestuarios	20.25 m²
17	Sala de telecomunicaciones secundaria estación	13.91 m²
18	PSDb Vigilancia y control de accesos	13.33 m²
19	VLD1	8.60 m²
20	Telecontrol	25.80 m²
21	Sala de enclavamiento	56.33 m²
22	Sala BT Aux	11.61 m²
23	Sala Cons. Aux.	10.04 m²
24	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.20 m²
25	Escalera emergencia.	20.06 m²
26	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.20 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
27	Escalera emergencia	20.06 m²
28.1	Anden	629.34 m²
28.2	Anden	629.34 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT Ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/250
ESCALA (A3): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

0 2.5 5
0 5 10

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA DE ANDÉN

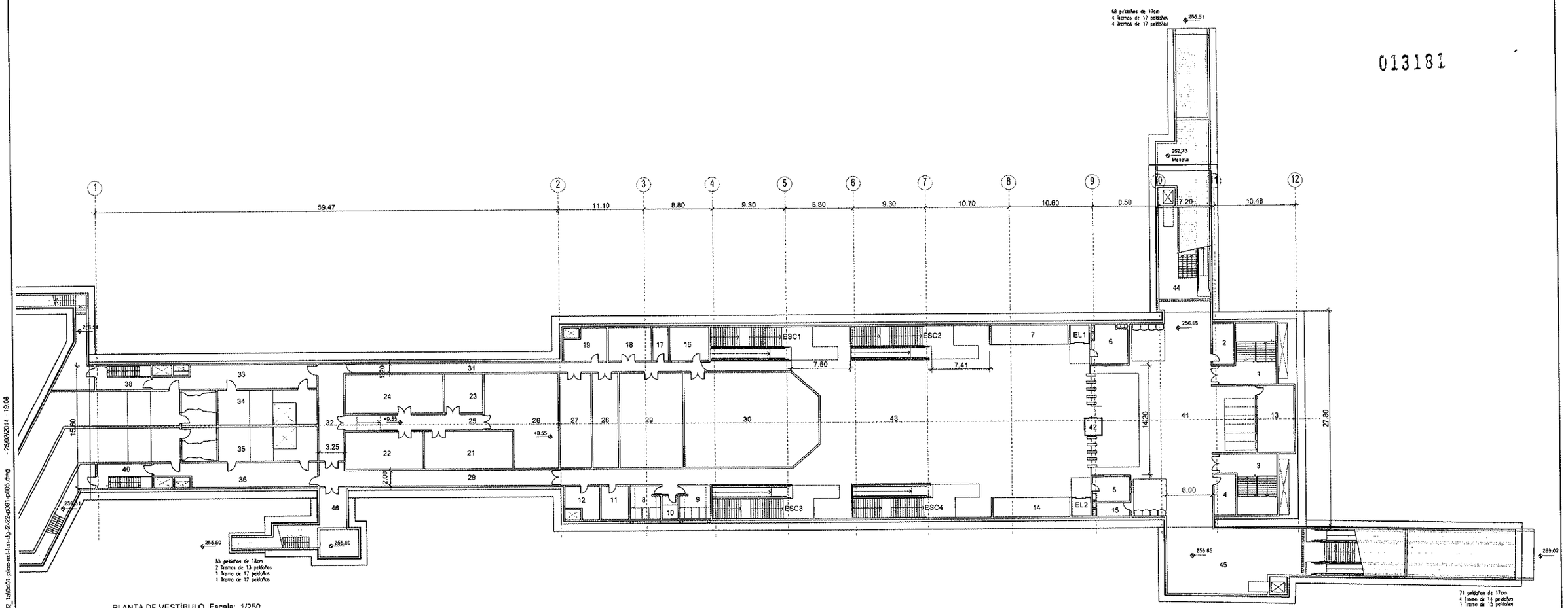
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22 | HOJA 02 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22-P001-P005.dwg

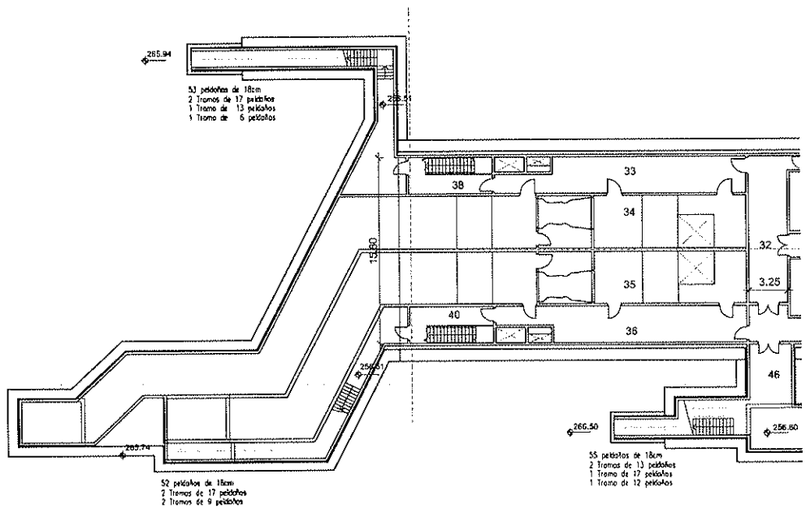
\\datavert\datos\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en ejecución\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-22-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 19:08

[13580]

013181



PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia	46.25 m²
02	Control de seguridad	14.57 m²
03	Escalera emergencia	46.25 m²
04	Sala de Telecomunicaciones secundaria	14.57 m²
05	Vigilancia	14.64 m²
06	Sala de supervisión	22.42 m²
07	Concesionaria	24.48 m²
08	S.H. Masculino	16.72 m²
09	S.H. Femenino	16.72 m²
10	S.H. Adaptado	6.20 m²
11	Depósito de limpieza	15.31 m²
12	Depósito de basura	15.82 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
13	Boletería + cuarto de valores	40.61 m²
14	Concesionaria	24.48 m²
15	Sala aux. inst.	7.48 m²
16	Jefe de estación	21.50 m²
17	Tópico para primeros auxilios	8.60 m²
18	Refectorio	23.98 m²
19	Aseo personal	20.67 m²
21	Sala UPS	53.76 m²
22	Sala de comunicación ppal	48.00 m²
23	Sala seccionadores	24.49 m²
24	Sala Baja Tensión	63.00 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
25	Pasillo	35.40 m²
26	Sala de baja ppal.	96.50 m²
27	SIG	46.80 m²
28	SCADA	40.26 m²
29	TCZ	99.80 m²
30	PCO-N L2 + Sala Mantenimiento	199.98 m²
31	Pasillo	54.53 m²
32	Pasillo	42.31 m²
33	Pasillo	58.37 m²
34	Ventilación	130.15 m²
35	Ventilación	129.05 m²
36	Pasillo	58.37 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
38	Escalera de emergencia	22.17 m²
40	Escalera de emergencia	22.17 m²
41	Área no paga	380.49 m²
42	Control acceso	4.45 m²
43	Área paga	844.93 m²
44	Vestíbulo. Acceso 1.	58.05 m²
45	Vestíbulo. Acceso 2.	154.96 m²
46	Acceso 5. Ducto materiales	40.87 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

0 2.5 5 10

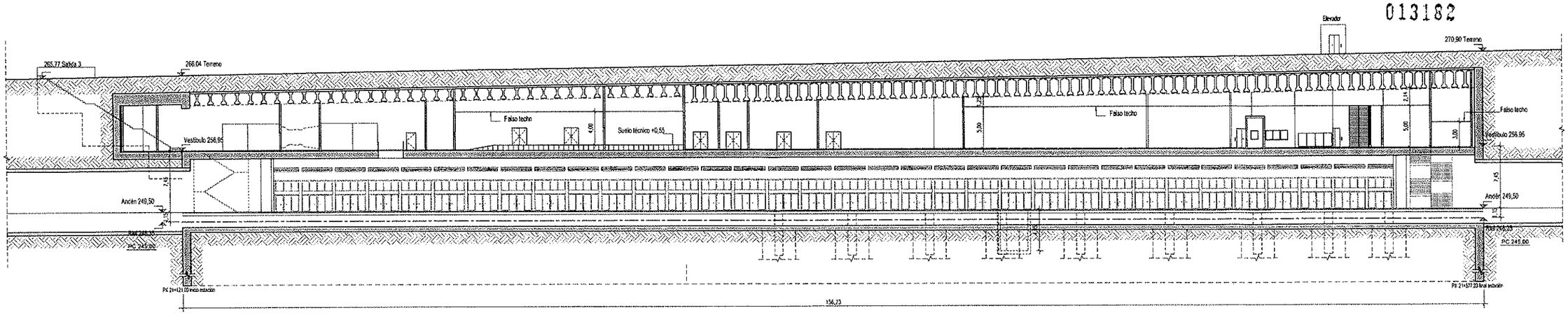
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA DE VESTÍBULO

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22
HOJA 03 de 05
REVISIÓN 0

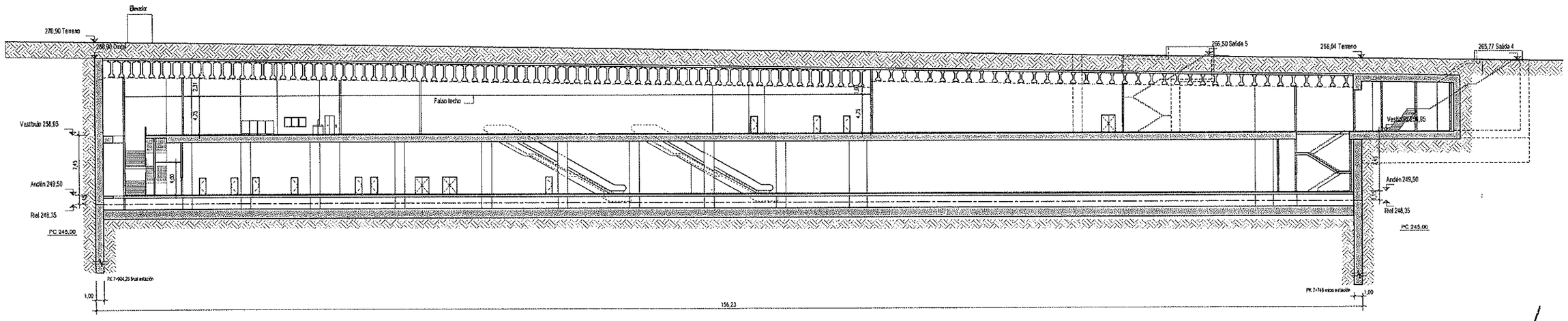
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22-P001-P005.dwg

\\datavm-tarea\tarea\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_22_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2_22-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 19:06

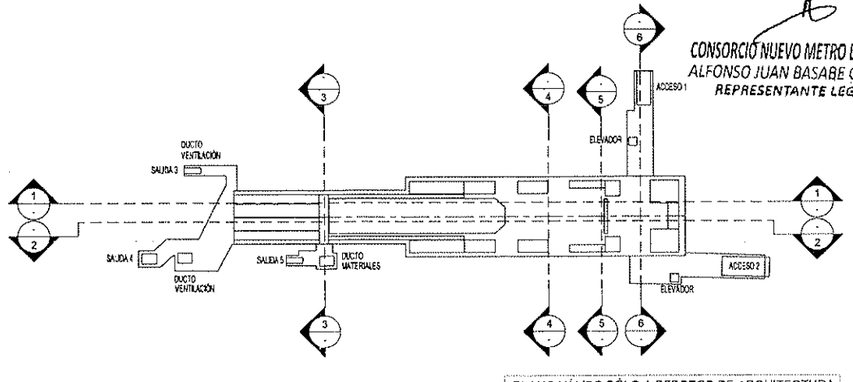
013182



SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 Escala: 1/250



SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 Escala: 1/250



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

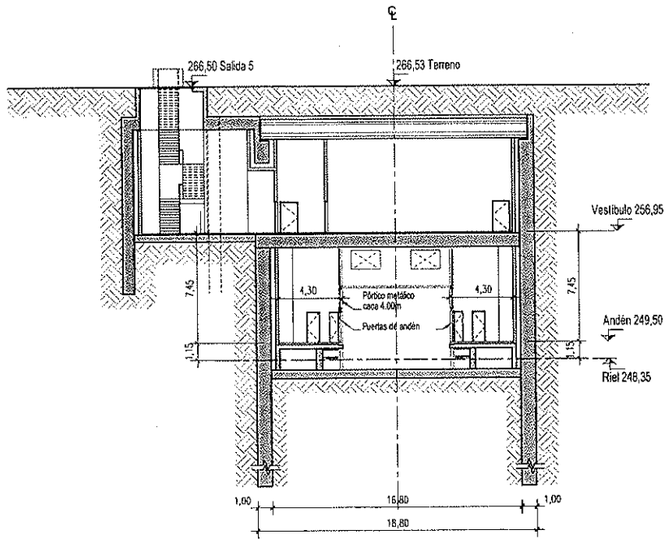
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
SECCIONES LONGITUDINALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22 | HOJA 04 de 05 | REVISIÓN 0

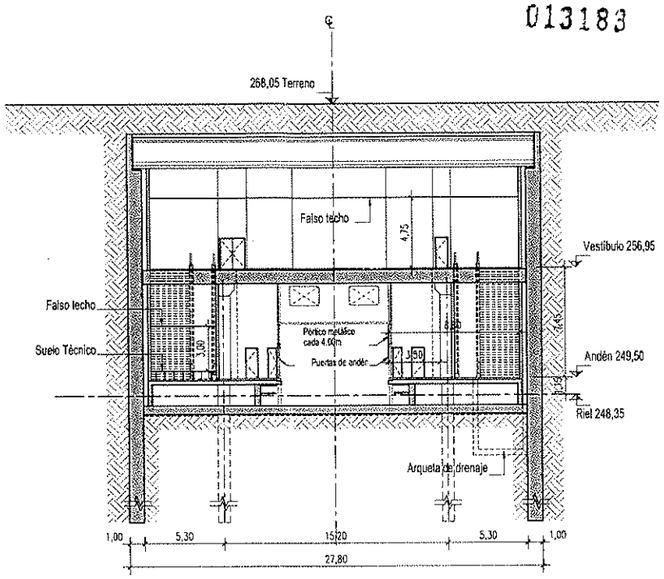
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22-P001-P005.dwg

\\cldata\cha\aat\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\28 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-22-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 19:08

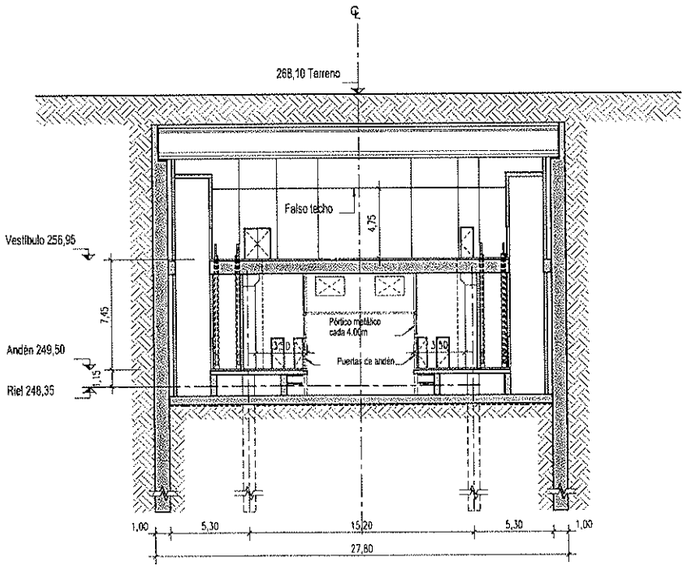
013183



SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3
Escala: 1/200

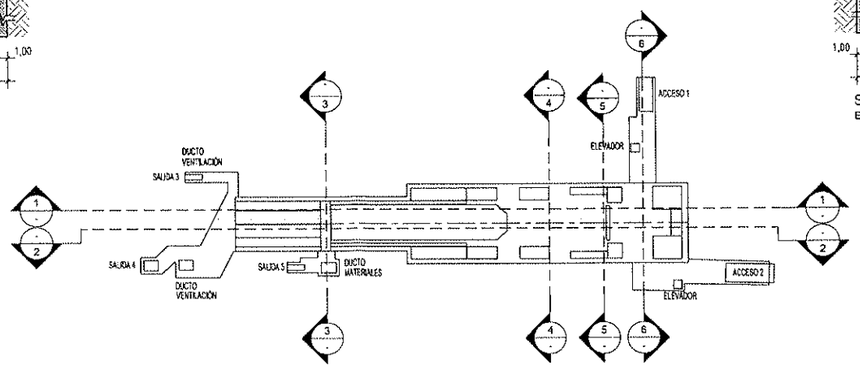


SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 5-5
Escala: 1/200

SECCIÓN TRANSVERSAL 6-6
Escala: 1/200



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/200
ESCALA (A3) 1/400
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
SECCCIONES TRANSVERSALES

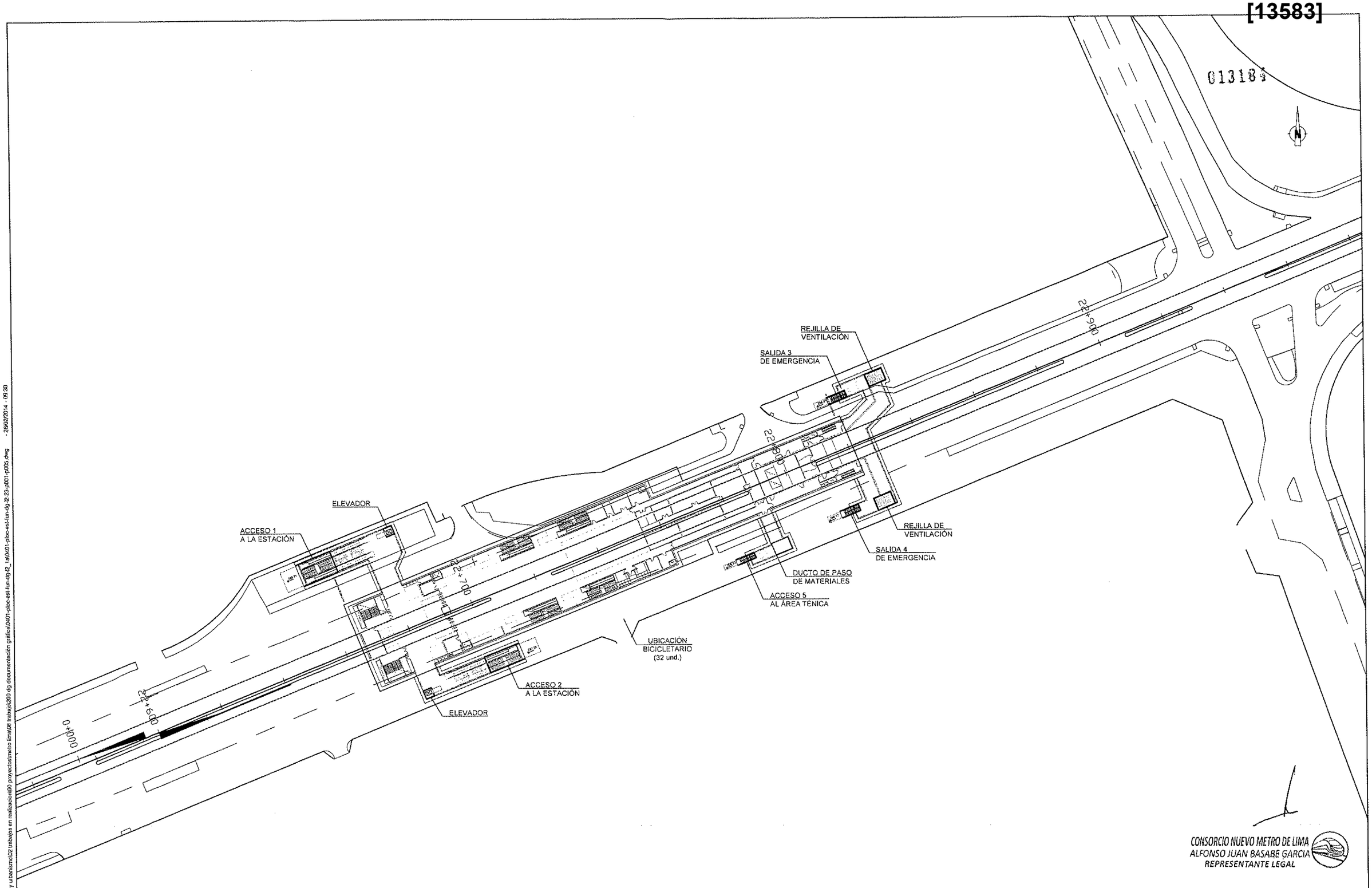
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22 | HOJA 05 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-22-P001-P005.dwg

Vdatawincad/wincad25 arquitectura y urbanismo/02 trabajos en revitazion/00 proyectos/metro lima/08 trabajo/200 dg documentación gráfica/0401-ploc-est-fun-dg-l2_1 ral/0401-ploc-est-fun-dg-l2-22-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 19:06

[13583]

013183



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
ESCALA (A3): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

0 5 10
0 15 30

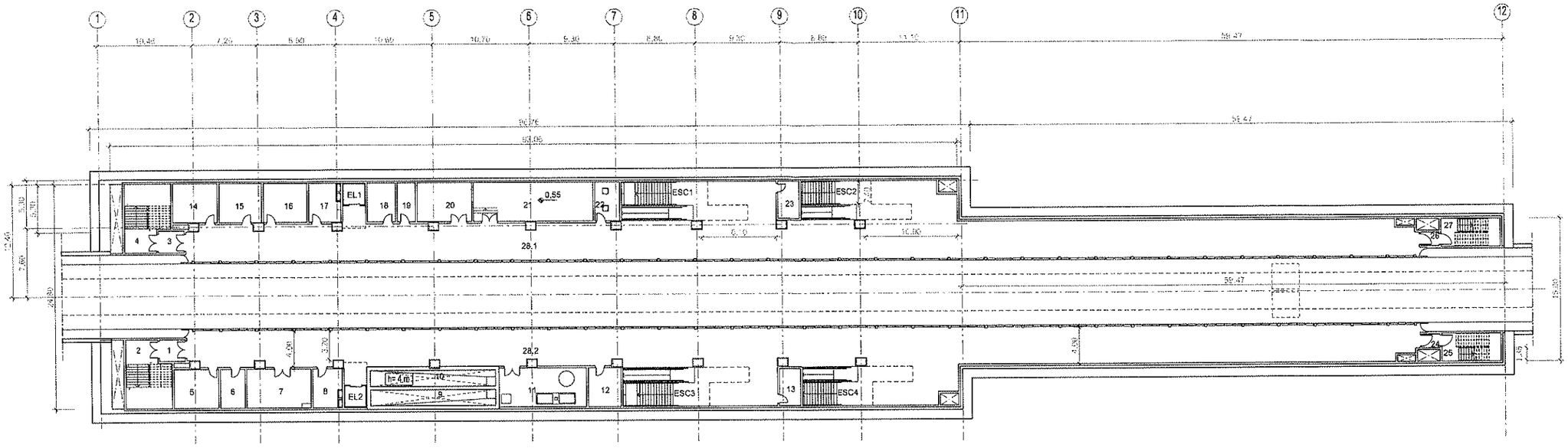
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANTA DE IMPLANTACIÓN

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23 | HOJA 01 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23-P001-P005.dwg

\\cbs\vincle\obra\A05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\800 proyectos\metro línea\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-23-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:30

013185



PLANTA DE ANDÉN Escala 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	6.95 m²
02	Escalera emergencia	35.30 m²
03	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	6.95 m²
04	Escalera emergencia	35.30 m²
05	Área disponible	21.33 m²
06	VLD 2	11.82 m²
07	Depósito para herramientas, equipos de mantenimiento de la vía y catenaria	29.66 m²
08	Depósito	12.76 m²
09	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m²
10	Cisterna de agua de emergencia	24.15 m²
11	Cuarto de bombas	41.03 m²
12	Sala de drenaje	15.29 m²
13	Sala Cons. Aux.	10.04 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
14	Sala de Contadores Eléctricos	21.33 m²
15	Vestuarios	20.25 m²
16	Vestuarios	20.25 m²
17	Sala de telecomunicaciones secundaria estación	13.95 m²
18	PSDb Vigilancia y control de accesos	13.33 m²
19	VLD1	8.60 m²
20	Telecontrol	25.80 m²
21	Sala de enclavamiento	56.33 m²
22	Sala BT Aux	11.61 m²
23	Sala Cons. Aux.	10.04 m²
24	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²
25	Escalera emergencia.	20.06 m²
26	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDEN		
Nº	Nombre	Área
27	Escalera emergencia.	20.06 m²
28.1	Anden	636.43 m²
28.2	Anden	636.43 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

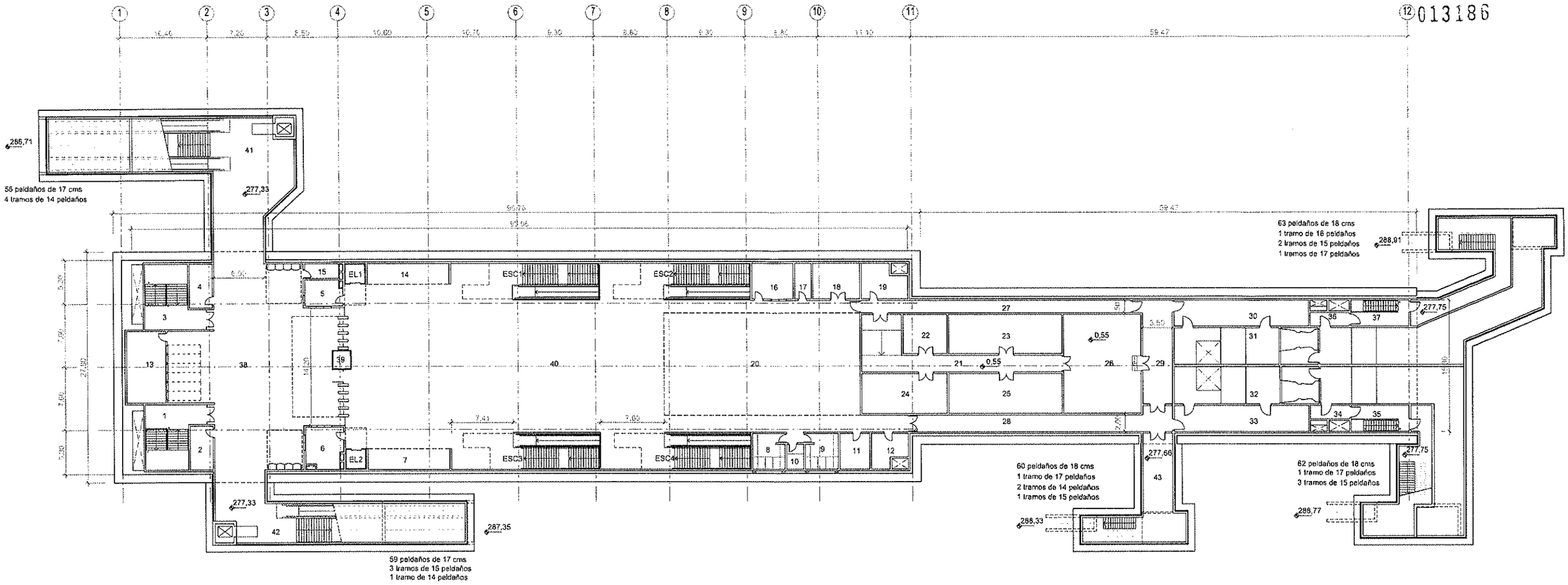
0 2,5 5
0 5 10

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23
HOJA 02 de 05
REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23-P001-P005.dwg

\\tdiservicio\civil\425 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectosmetro lima\08 trabajos\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-23-p001-p005.dwg 26/02/2014 - 09:30

013186



PLANTA DE VESTÍBULO Escala 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia	46.25 m²
02	Sala de Telecomunicaciones secundaria	14.57 m²
03	Escalera emergencia	46.25 m²
04	Control de seguridad	14.57 m²
05	Vigilancia	13.78 m²
06	Sala de supervisión	21.31 m²
07	Concesionaria	24.47 m²
08	S.H. Masculino	16.72 m²
09	S.H. Femenino	16.72 m²
10	S.H. Adaptado	6.20 m²
11	Depósito de limpieza	15.31 m²
12	Depósito de basura	15.82 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
13	Boletería + cuarto de valores	40.61 m²
14	Concesionaria	24.47 m²
15	Sala aux. inst.	7.11 m²
16	Jefe de estación	21.50 m²
17	Tópico para primeros auxilios	8.60 m²
18	Refectorio	23.96 m²
19	Aseo personal	20.67 m²
20	Área disponible para concesionaria	289.37 m²
21	Pasillo	71.32 m²
22	Sala seccionadores	24.44 m²
23	Sala Baja Tensión	63.45 m²
24	Sala comunicadores ppal	48.96 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
25	Sala UPS	64.80 m²
26	Sala de baja ppal.	110.67 m²
27	Pasillo	48.30 m²
28	Pasillo	86.97 m²
29	Pasillo	45.49 m²
30	Pasillo	50.44 m²
31	Ventilación	124.63 m²
32	Ventilación	125.69 m²
33	Pasillo	50.47 m²
34	Escalera de emergencia. Vestíbulo previo.	7.61 m²
35	Escalera de emergencia	21.73 m²
36	Escalera de emergencia. Vestíbulo previo.	7.60 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
37	Escalera de emergencia	21.73 m²
38	Área no paga	383.13 m²
39	Control acceso	4.45 m²
40	Área paga	909.64 m²
41	Vestíbulo. Acceso 1.	130.93 m²
42	Vestíbulo. Acceso 2.	59.53 m²
43	Acceso 5. Ducto materiales	54.39 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurestudios · iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANTA DE VESTÍBULO

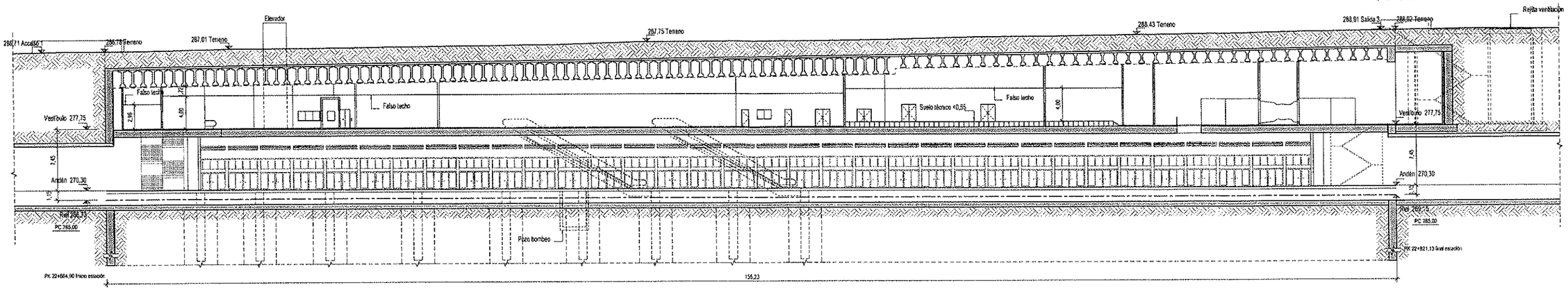
PLANO N° 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23 | HOJA 03 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23-P001-P005.dwg

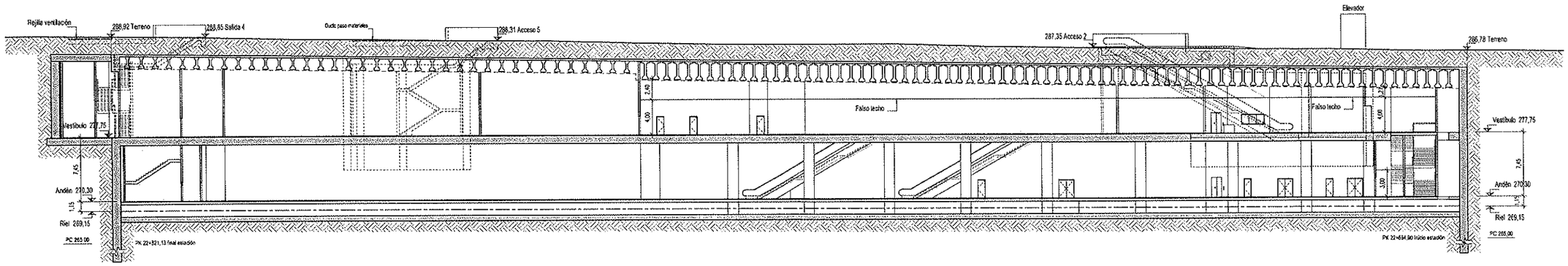
\\cldsvr2\data\data25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-23-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:30

[13586]

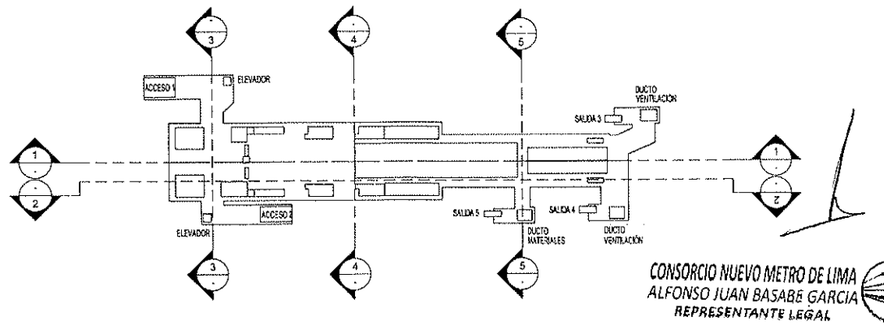
013187



SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 Escala 1/250



SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 Escala 1/250



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

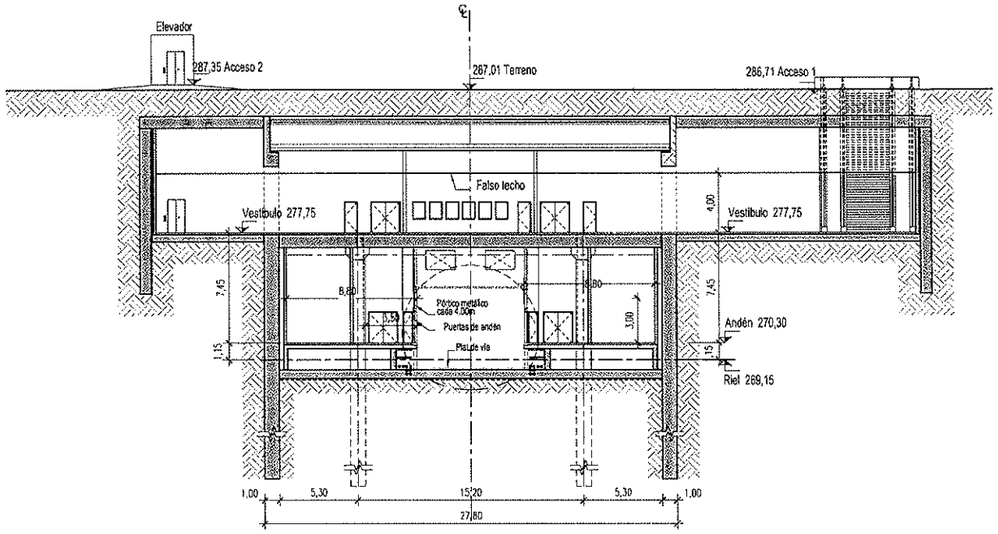
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN LA CULTURA
SECCIONES LONGITUDINALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23 | HOJA 04 de 05 | REVISIÓN 0

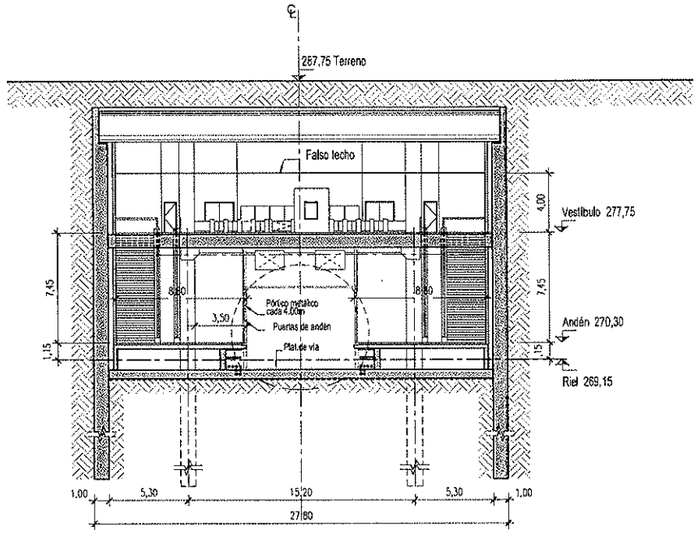
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23-P001-P005.dwg

\\datservice\data$\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\05 trabajo\2000 dg documentación gráfica\0401 -ploc-est-fun -dg-12_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-23-p - 26/02/2014 - 08:30

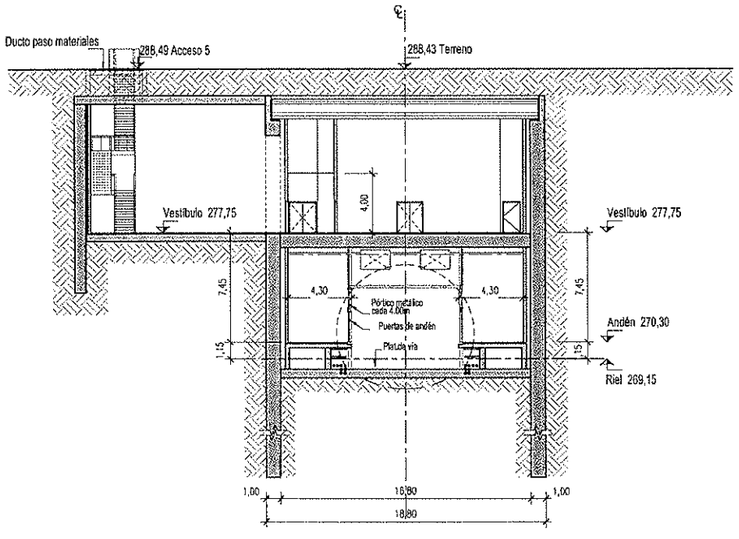
013188



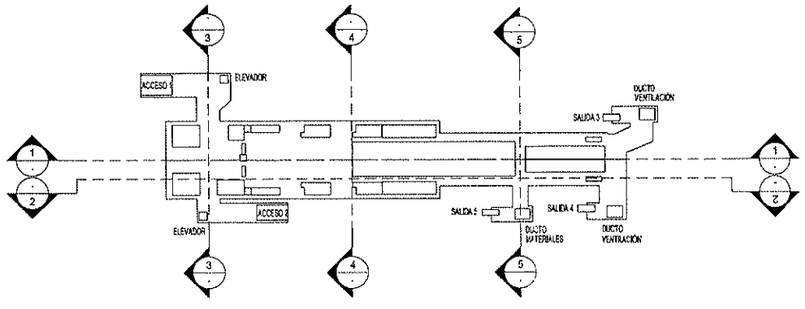
SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 5-5
Escala: 1/200



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · iT Ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

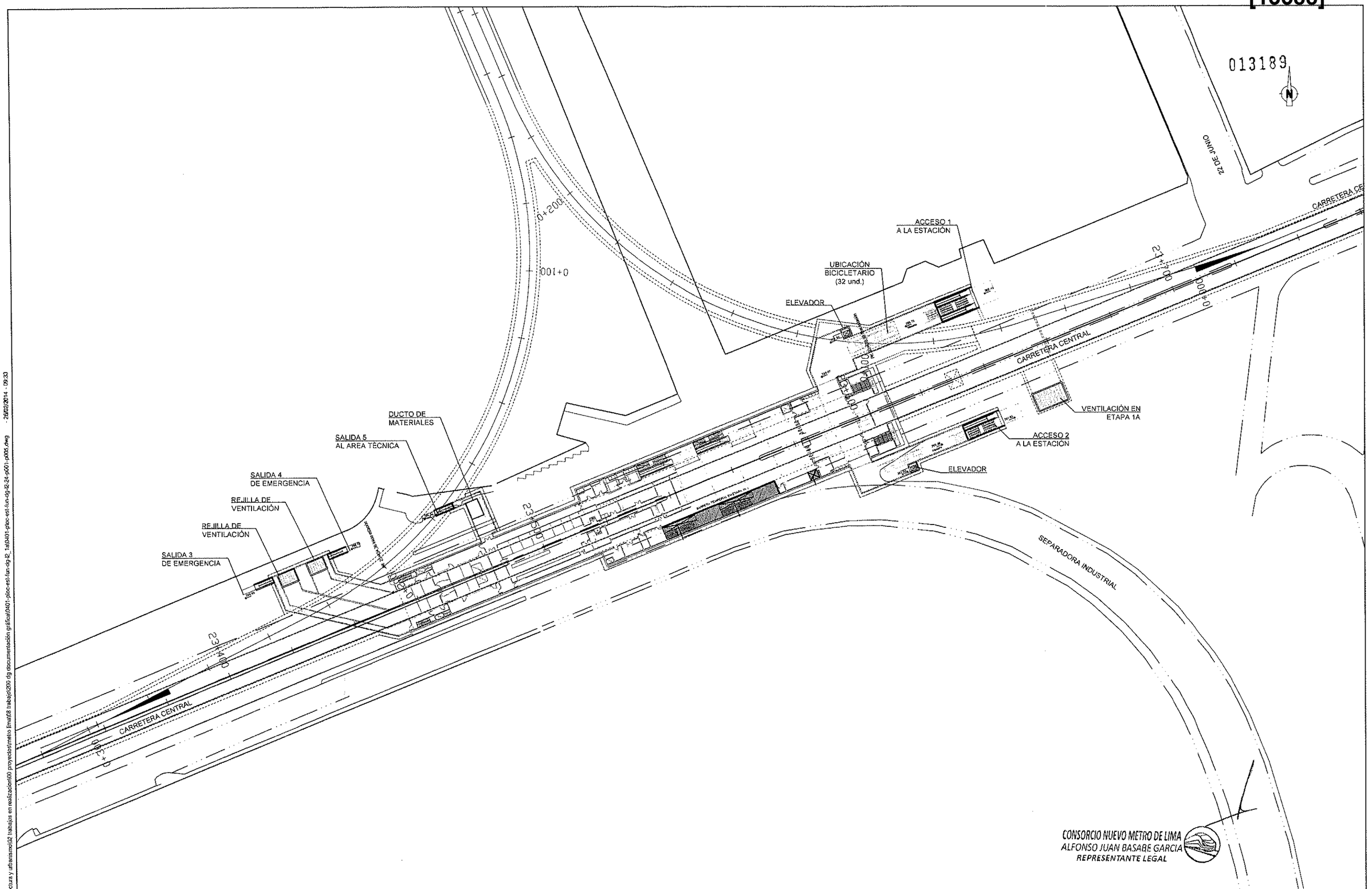
ESCALA (A1) 1/200
ESCALA (A3) 1/400
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN LA CULTURA
SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23 | HOJA 05 de 05 | REVISIÓN D

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-23-P001-P005.dwg

\\tdavnc\data\data\26 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\tmsio ima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-23-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:30



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/500
ESCALA (A3) 1/1000
FECHA FEBRERO 2014

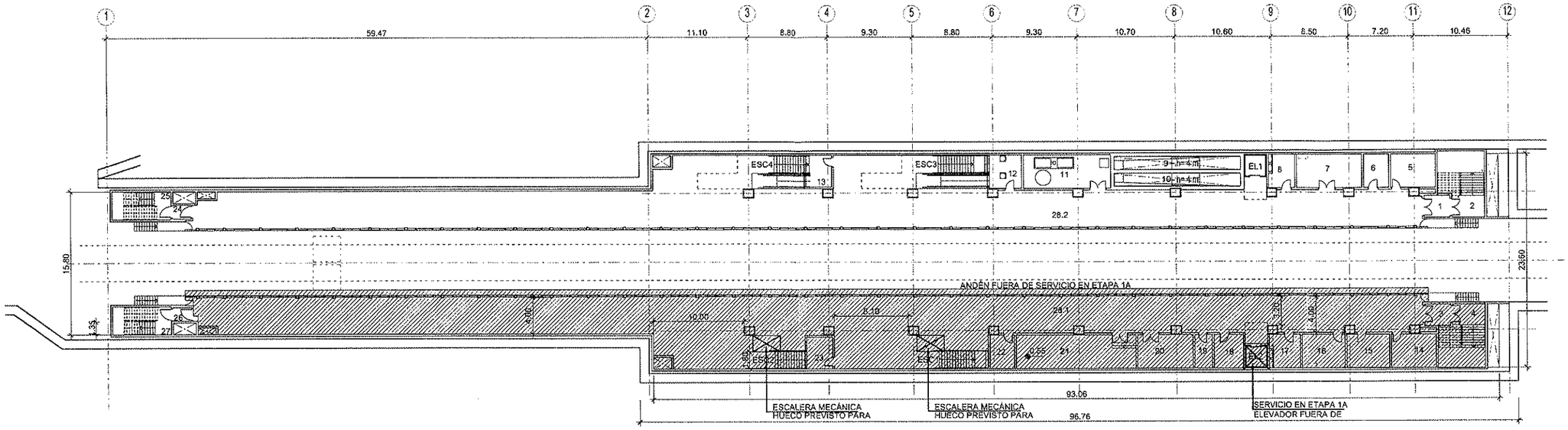
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA DE IMPLANTACIÓN

PLANO N° 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24 | HOJA 01 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24-P001-P005.dwg

\\cldservidor\cabasabe\26 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-24-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 19:33

013190



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDÉN		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	7.01 m²
02	Escalera emergencia	33.82 m²
03	Escalera emergencia. Vestíbulo previo.	7.01 m²
04	Escalera emergencia	33.82 m²
05	Sala de Contadores Eléctricos	18.35 m²
06	VLD 2	10.17 m²
07	Depósito para herramientas, equipos de mantenimiento de la vía y catenaria	28.64 m²
08	Depósito	9.86 m²
09	Cisterna de agua de emergencia	20.01 m²
10	Cisterna de agua de emergencia	20.01 m²
11	Cuarto de bombas	35.31 m²
12	Sala de drenaje	13.16 m²
13	Sala Cons. Aux.	10.01 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDÉN		
Nº	Nombre	Área
14	Área Disponible	18.35 m²
15	Vestuarios	17.42 m²
16	Vestuarios	17.42 m²
17	Sala de telecomunicaciones secundaria estación	11.83 m²
18	PSDb Vigilancia y control de accesos	11.47 m²
19	VLD1	7.40 m²
20	Telecontrol	22.20 m²
21	Sala de enclavamiento	48.47 m²
22	Sala BT Aux	9.99 m²
23	Sala Cons. Aux.	10.01 m²
24	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²
25	Escalera emergencia.	20.06 m²
26	Escalera emergencia. Vestíbulo previo	3.00 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL ANDÉN		
Nº	Nombre	Área
27	Escalera emergencia.	20.06 m²
28.1	Anden	620.25 m²
28.2	Anden	620.25 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

0 2.5 5
0 5 10

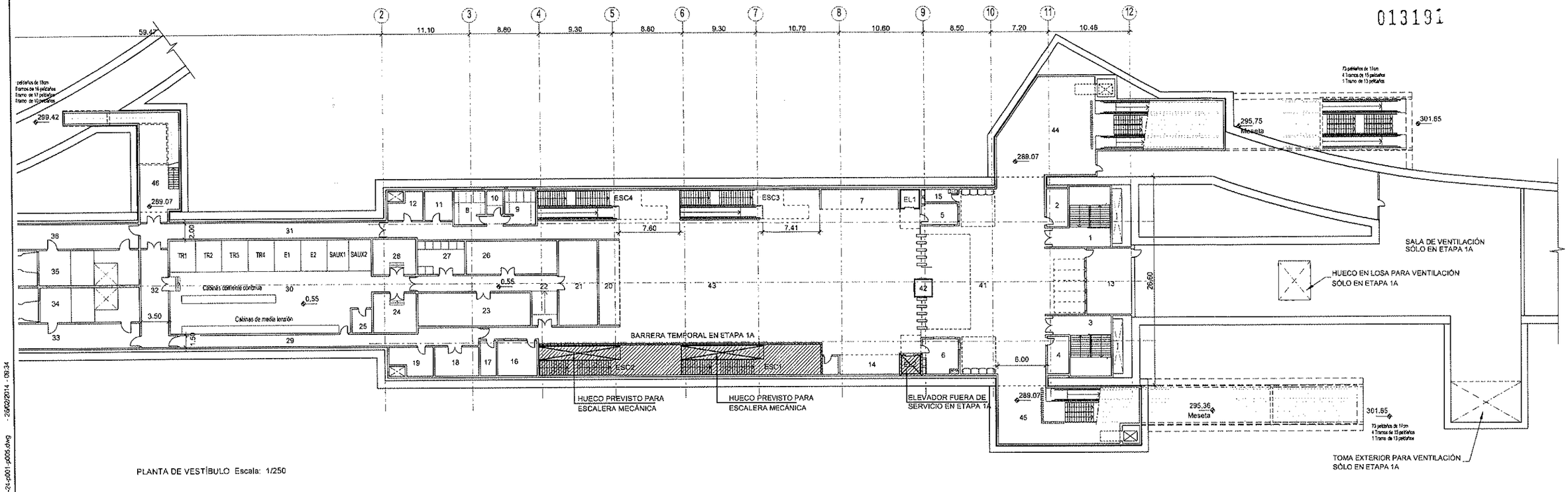
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA DE ANDÉN

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24 | HOJA 02 de 05 | REVISIÓN 0

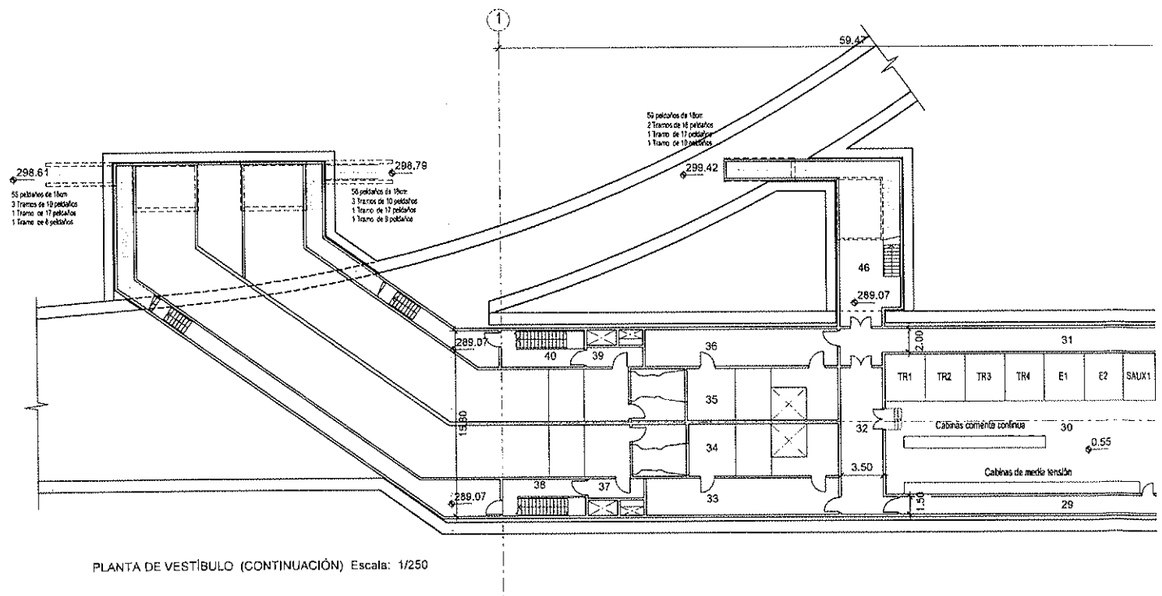
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24-P001-P005.dwg

\\cifs\revit\lima\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\09 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dgn documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-24-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:33

013191



PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
01	Escalera emergencia	45.32 m²
02	Control de seguridad	13.25 m²
03	Escalera emergencia	45.32 m²
04	Sala de Telecomunicaciones secundaria	13.25 m²
05	Vigilancia	11.97 m²
06	Sala de supervisión	18.67 m²
07	Concesionaria	24.47 m²
08	S.H. Masculino	16.72 m²
09	S.H. Femenino	16.72 m²
10	S.H. Adaptado	6.20 m²
11	Depósito de limpieza	13.17 m²
12	Depósito de basura	13.15 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
13	Boletería + cuarto de valores	48.38 m²
14	Concesionaria	24.47 m²
15	Sala aux. Inst.	6.64 m²
16	Jefe de estación	22.50 m²
17	Tópico para primeros auxilios	9.00 m²
18	Refectorio	20.63 m²
19	Aseo personal	17.32 m²
20	Concesionaria	28.36 m²
21	Sala UPS	52.92 m²
22	Pasillo	49.48 m²
23	Sala de comunicación ppal	80.06 m²
24	Sala ventilación subestación	27.00 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
25	Sala de control distribuido	7.50 m²
26	Sala de baja ppal	48.30 m²
27	Sala seccionadores	25.20 m²
28	Sala ventilación subestación	24.30 m²
29	Pasillo	63.11 m²
30	Subestación Eléctrica	306.39 m²
31	Pasillo	66.57 m²
32	Pasillo	45.46 m²
33	Pasillo	50.44 m²
34	Ventilación	124.63 m²
35	Ventilación	125.89 m²
36	Pasillo	50.47 m²

TABLA DE LOS AMBIENTES NIVEL VESTÍBULO		
Nº	Nombre	Área
37	Escalera de emergencia. Vestíbulo previo.	7.61 m²
38	Escalera de emergencia	21.74 m²
39	Escalera de emergencia. Vestíbulo previo.	7.61 m²
40	Escalera de emergencia	21.73 m²
41	Área no paga	364.17 m²
42	Control acceso	4.45 m²
43	Área paga	874.05 m²
44	Vestíbulo. Acceso 1.	153.69 m²
45	Vestíbulo. Acceso 2.	85.30 m²
46	Acceso 5. Ducto materiales	49.46 m²

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · iT Ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA DE VESTÍBULO

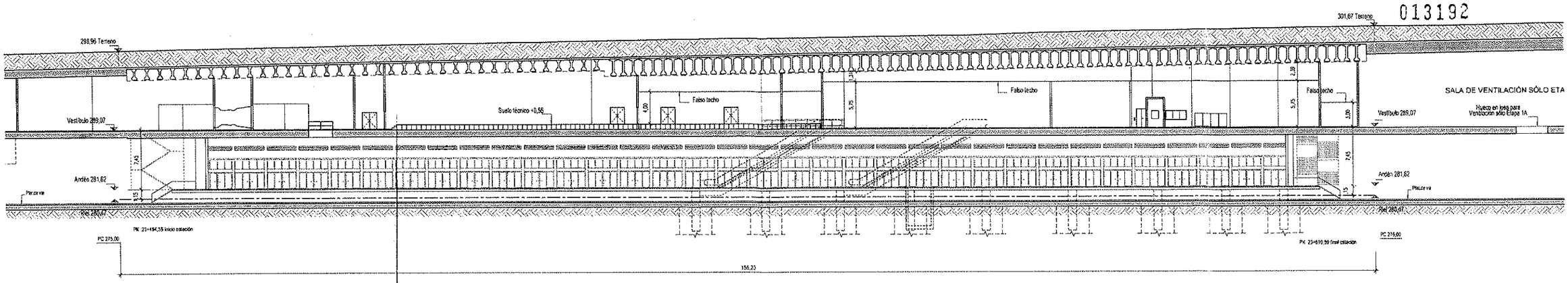
PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24 | HOJA 03 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24-P001-P005.dwg

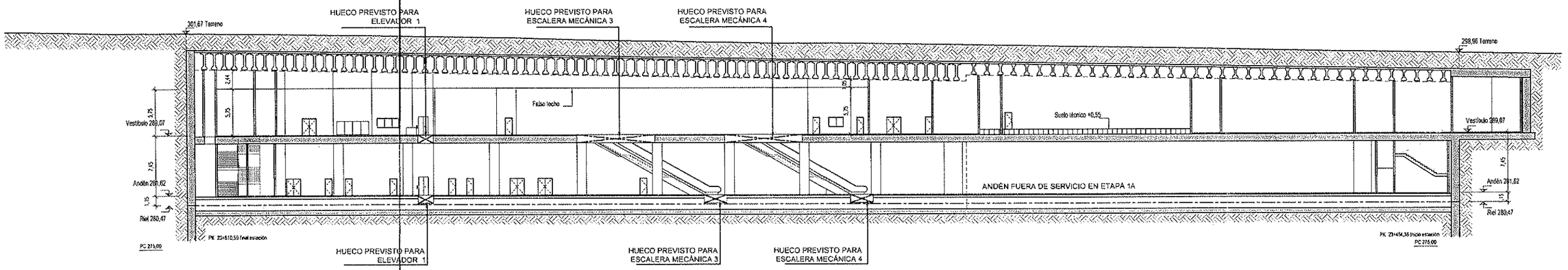
\\datservicios\Activ\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajos\200 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-24-p001-p005.dwg - 20/02/2014 - 09:34

[13591]

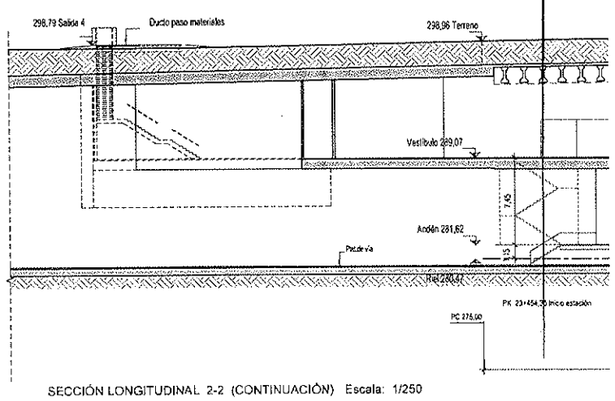
013192



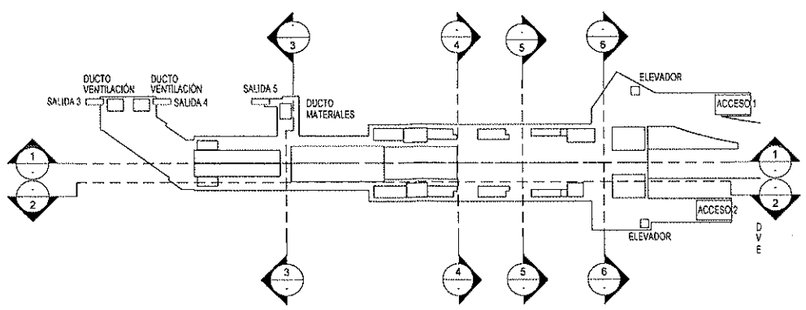
SECCIÓN LONGITUDINAL 1-1 Escala: 1/250

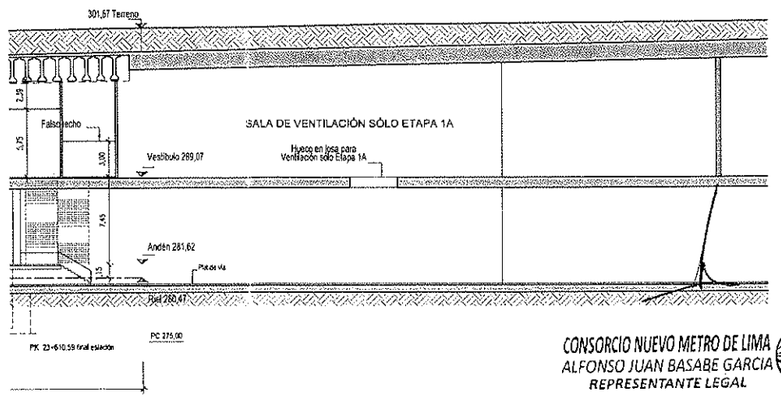


SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 Escala: 1/250



SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250





SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2 (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

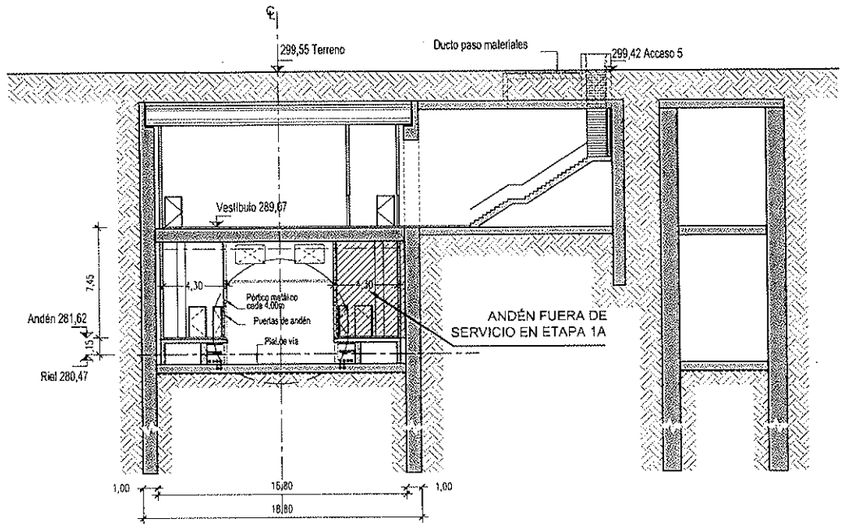
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
SECCIONES LONGITUDINALES

PLANO Nº 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24 | HOJA 04 de 05 | REVISIÓN 0

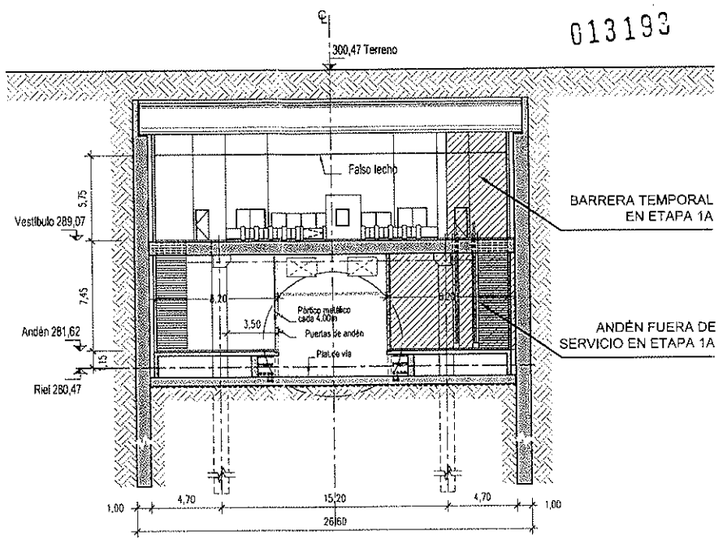
0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24-P001-P005.dwg

\\tdsvinci\datos\a25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\2000 dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1a\0401-ploc-est-fun-dg-l2-24-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:34

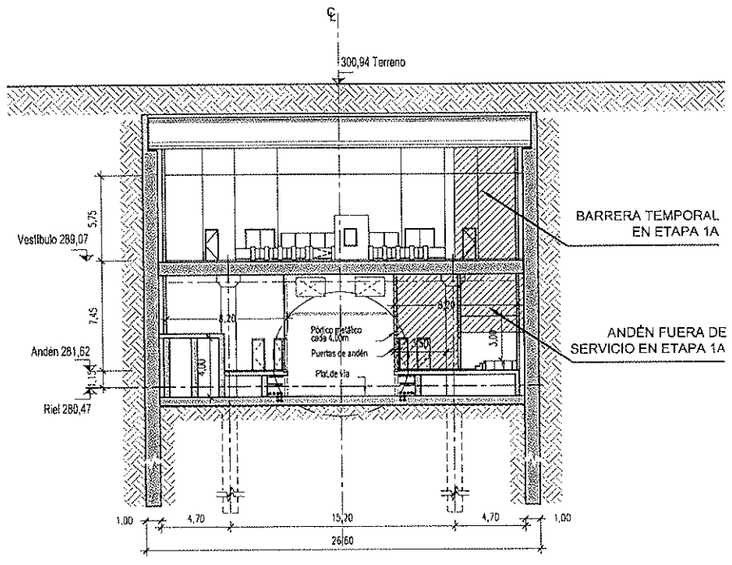
013193



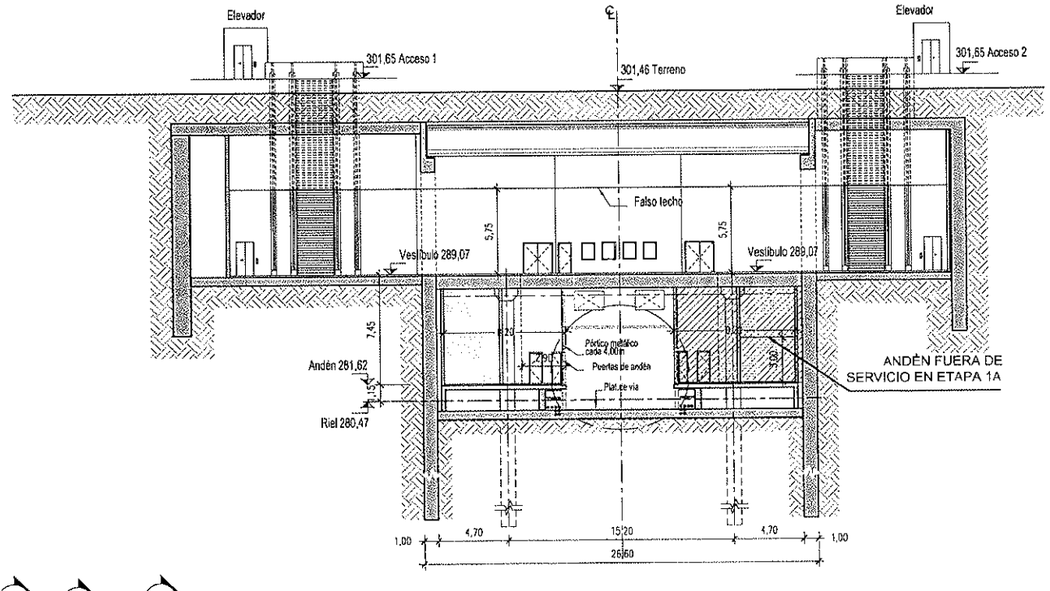
SECCIÓN TRANSVERSAL 3-3
Escala: 1/200



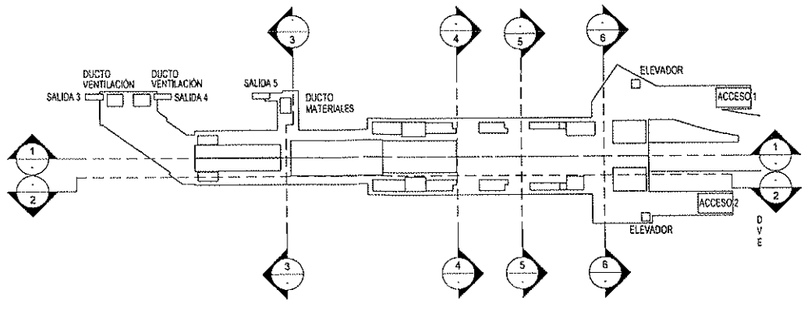
SECCIÓN TRANSVERSAL 4-4
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 5-5
Escala: 1/200



SECCIÓN TRANSVERSAL 6-6
Escala: 1/200



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO VÁLIDO SÓLO A EFECTOS DE ARQUITECTURA

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT Ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/200
ESCALA (A3) 1/400
FECHA FEBRERO 2014

LÍNEA 2, DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO N°: 0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24 | HOJA 05 de 05 | REVISIÓN 0

0401-PLOC-EST-FUN-DG-L2-24-P001-P005.dwg

\\datavichelula\k25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro line\06 trabajo\2D\0-dg documentación gráfica\0401-ploc-est-fun-dg-l2_1e\0401-ploc-est-fun-dg-l2-24-p001-p005.dwg - 26/02/2014 - 09:24

013194

O.4.2.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.2. ARQUITECTURA DE ESTACIONES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

013195

1 Introducción 2
1.1 Organización de los Usos 3
1.1.1 Acceso desde el exterior 3
1.1.2 Vestíbulo 4
1.1.3 Andenes 4
1.1.4 Oficinas de operación 5
1.1.5 Locales comerciales 5
1.1.6 Locales técnicos 5
1.1.7 Programa de las estaciones 6

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013190

1 INTRODUCCIÓN

"Lo verdadero, lo bello y lo bueno se encuentran unidos a lo útil". -Humboldt.

Las cinco estaciones de la etapa 1A tienen características arquitectónicas muy similares diferenciándose por los requerimientos de evacuación reflejados en los bloques de escaleras requeridos por la demanda, si lleva la necesidad de albergar las salas técnicas de SER de la Línea 2, o si es una estación profunda.

En general, estas estaciones se sitúan debajo de la vía pública, y se conforman mediante un recinto de pantallas perimetral y losas de hormigón armado. La losa de vestíbulo sirve para acodalar la pantalla, porque las estaciones de la línea tienen una profundidad significativa. La losa dintel ejerce esta misma función en la cota superior de las pantallas. El cajón de las estaciones tiene dos partes, una zona ancha y una zona estrecha cuyas dimensiones varían según los requerimientos de la estación.

En esta etapa, las estaciones 20-Evitamiento y 24-Mercado Santa Anita sirven como estaciones terminales. Se incluyen salas de ventilación temporales, con rejillas a nivel de calle, para asegurar la capacidad de ventilación hasta que se terminen las siguientes etapas de la línea.

Las cinco estaciones que componen la primera etapa del proyecto tienen en común la organización y funcionamiento similar a toda la Línea 2 --menos las estaciones intercambiadores y la estación en caverna-- creando espacios donde los pasajeros se sienten más seguros porque se mueven en lugares conocidos.

Las estaciones representan estaciones tipo en función de:

- Si la estación tiene o no un SER.
- Construcción mediante Cut & Cover o Caverna.
- Número de cañones y la anchura de las escaleras mecánicas y fijas pedestres en servicio a la demanda.
- Profundidad de andén (relativa al vestíbulo).

Con estos datos, se divide las 5 estaciones en lo siguiente:

TIPO	CARACTERÍSTICOS TIPOS			ESTACIÓN
1.6 SER	C&C	2 cañones a cada andén con escalera pedestre de 2,40 m de ancho	9.95 m	20_Evitamiento
1.7 SER	C&C	3 cañones a cada andén con escalera pedestre de 2,40 m de ancho	7.45 m	21_Óvalo Santa Anita
1.5	C&C	2 cañones a cada andén con escalera pedestre de 2,40 m de ancho	7.45 m	22_Colectora Industrial
1.5	C&C	2 cañones a cada andén con escaleras pedestres de 2,40 m de ancho	7.45 m	23_La Cultura
1.2 SER	C&C	2 cañones a cada andén con escaleras pedestres de 1,80 m de ancho	7.45 m	24_Mercado Santa Anita

Se describe a continuación las características de estas 5 estaciones que son similares, y después se relaciona por estación las características distintas.

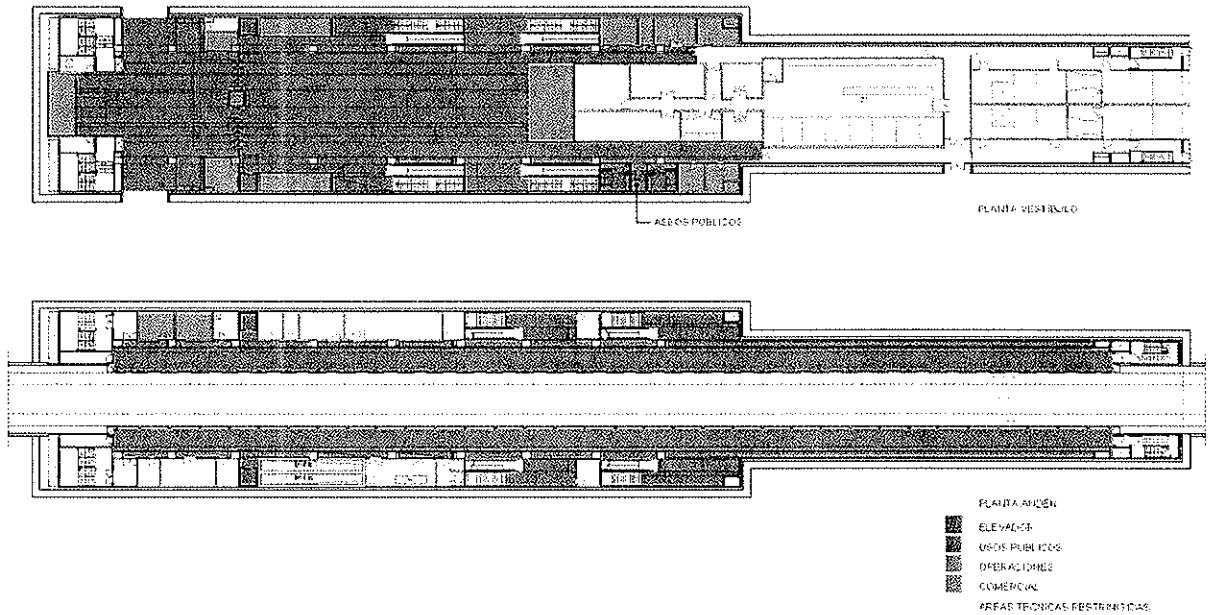
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.1 ORGANIZACIÓN DE LOS USOS

013197

Siguiendo el tipo base establecido, el diseño de estas estaciones permite evitar que los pasajeros se desubiquen y, consecuentemente, se acumulen sin control.

Las estaciones se conforman con dos niveles, uno de vestíbulo y otro de andenes. La organización de la estación parte desde la zona pública para asegurar que el pasajero, indistintamente de donde embarque o desembarque, se sienta siempre seguro y localice rápido los recorridos de acceso/salida. El resto de las dependencias necesarias para el correcto funcionamiento de la estación, alrededor de la acción de los usuarios, se distribuye de una manera racional y eficiente.



Todos los equipamientos necesarios para la vida y la gestión de la movilidad interna (escaleras mecánicas, ascensores, torniquetes, expendedoras, etc.) se han diseñado teniendo en cuenta el espacio útil necesario para su implementación gradual a lo largo de los años de operación, sin posteriores afectaciones a las obras civiles ya construidas. En el apartado de cada estación se definen los requerimientos específicos.

1.1.1 Acceso desde el exterior

Los accesos a estas 5 estaciones están dimensionados para permitir un paso ágil de los usuarios en la entrada y en la salida y al mismo tiempo permitir una eventual evacuación en situaciones de emergencia. Se posibilita a los discapacitados físicos y sensoriales acceder a la estación sin dificultades, y de manera sencilla. Cada acceso tiene escaleras pedestres y mecánicas y se sitúa un ascensor en cada acceso con el fin de posibilitar la entrada a la estación de personas con movilidad reducida.

Estas estaciones no tienen cubierta ni cerramiento al nivel de la calle y para evitar la entrada de personas a la estación durante los horarios de cierre de la línea, cada acceso tiene puerta enrollable de seguridad en una meseta entre el nivel de la calle y el nivel de vestíbulo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

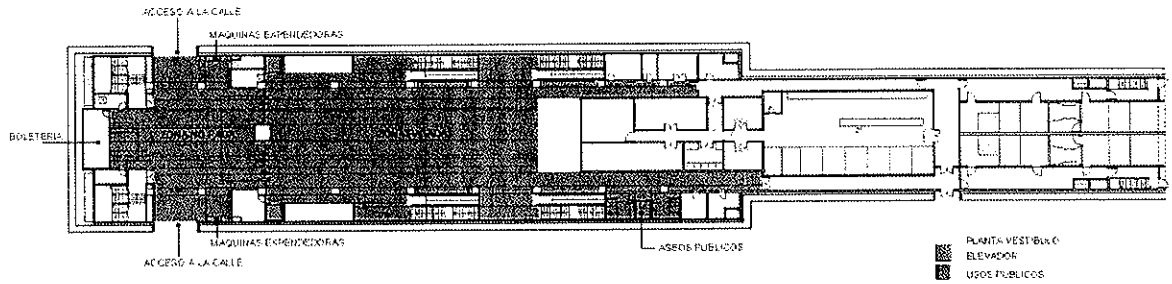
1.1.2 Vestíbulo

013198

El vestíbulo de la estación es el primer elemento de distribución de los flujos de pasajeros para la conexión entre salida y andenes. El espacio público es abierto y alto, con falso techo a una altura mínima de 4.75 m sobre el suelo, con los recorridos a la vista, dando a los usuarios el sentido de seguridad tan necesaria en una estación de metro.

Se compone de 2 partes principales:

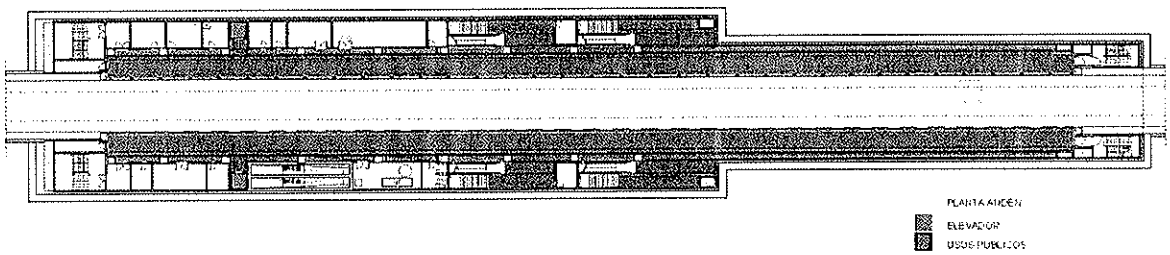
- Zona no paga, a donde cada acceso exterior comunica directamente. Hay libre acceso y circulación y en esta zona se encuentra la boletería y las máquinas expendedoras.
- Zona pagada, accesible solo después haber validado el billete, y da acceso directamente a la circulación vertical hacia los andenes. Hay acceso desde esta área a servicios al público como los aseos y oficinas de operaciones. También se encuentran zonas comerciales y desde esta zona se puede acceder a los espacios técnicos.



1.1.3 Andenes

Las estaciones tienen andenes laterales de 135 m de largo y ancho de 4 m delimitados por los accesos al andén y las puertas de andén. Además, el paso libre desde el límite de las puertas de andén y cualquier obstáculo fijo no tendrá un ancho menor de 3.2 m.

El acceso del vestíbulo a cada andén tiene un ascensor y el número de cañones y sus dimensiones depende de la demanda de cada estación.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En los extremos de cada andén se sitúan las salidas de evacuación:

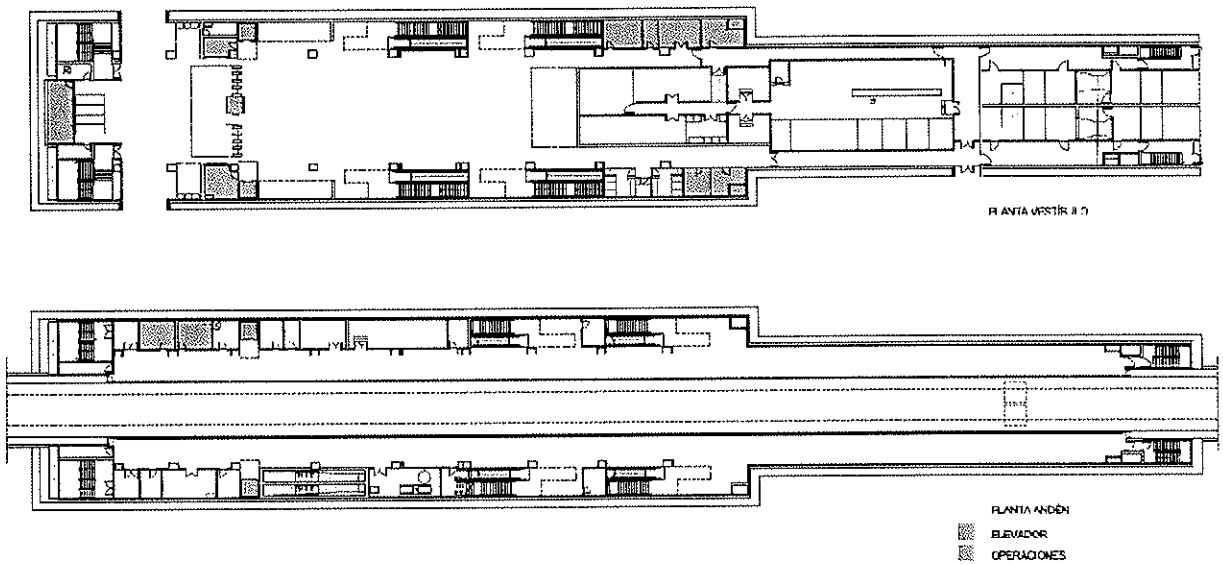
- Una escalera sale directamente al exterior, y tiene 1.20 m de ancho.
- Una, cuya anchura depende en la demanda de la estación, va al vestíbulo, que en este diseño es seguro, y de allí al exterior a través de las dos entradas principales de la estación.
- En los espacios entre escaleras se ubican locales con fines técnicos de soporte para las instalaciones.

1.1.4 Oficinas de operación

La filosofía general según la cual ha sido diseñado el sistema es garantizar las mejores soluciones tecnológicas y de automatización presentes hoy en día en el mercado. Un sistema completamente automatizado puede funcionar autónomamente basándose en controles 24/7 por parte de la sede central operativa, ubicada normalmente en el depósito de trenes, y por lo tanto las estaciones podrían limitar al mínimo la necesidad de personas fijas presenciales.

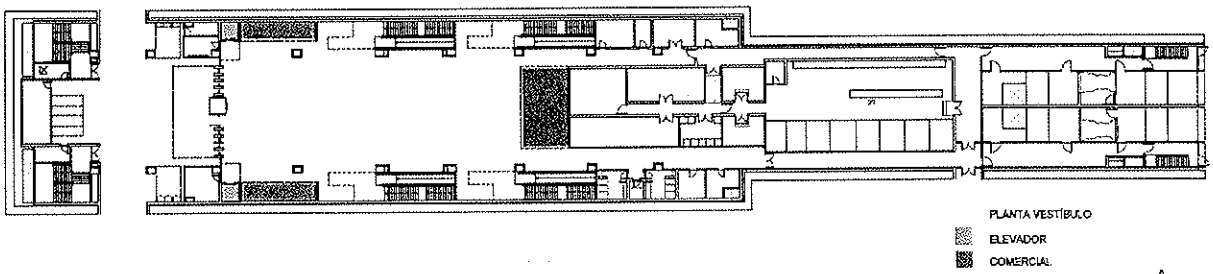
013199

Teniendo en cuenta esta filosofía, las oficinas de atención al usuario que no son automatizables, se sitúan en las zonas de no pago. Y los espacios para la operación de la estación se sitúan en zonas de acceso restringido, ya que son de uso exclusivo del personal de la estación.



1.1.5 Locales comerciales

Todas las estaciones de la primera etapa tienen superficie para áreas comerciales en los laterales de la zona de pago, y algunos al fondo de la zona de pago si es posible, dadas las necesidades de las áreas técnicas.



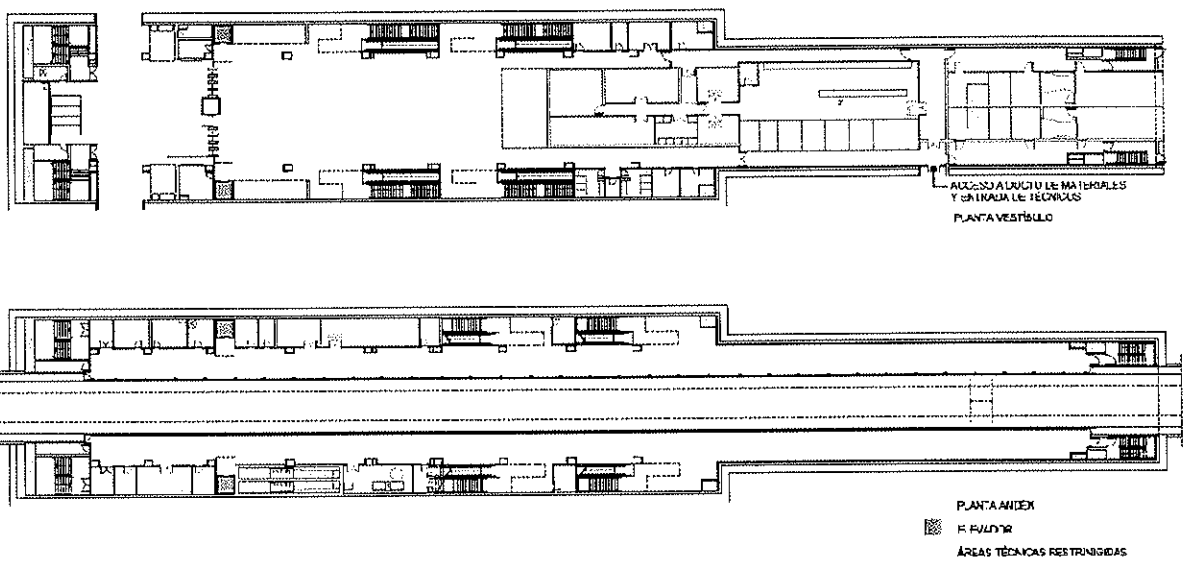
1.1.6 Locales técnicos

En el nivel de vestíbulo se ubica la mayoría de instalaciones técnicas, y el eje principal de las instalaciones horizontales y verticales coincide con el eje de la estación, permitiendo accesos directos tanto al trazado como al resto de la estación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013200

- Hay una conexión del área técnica directa a la calle a través de una escalera con ancho de 1.20 m y un ducto de mercancías. Desde el interior, esta salida también sirve para una tercera salida de evacuación en caso de emergencia.
- La estación que tiene área SER se ubica también en el eje de la estación en vestíbulo, reduciendo la superficie disponible para comercial. Su situación directamente sobre vías crea conexiones funcionales eficientes.



1.1.7 *Programa de las estaciones*

Los locales de las estaciones son similares, variando básicamente por la necesidad o no de un subestación eléctrica rectificadora (SER) del sistema. El cuadro de superficies de las estaciones se encuentra en el apartado específico de cada estación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13600]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013201

O.4.3.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.3. ACCESIBILIDAD Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANDENES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

013202

1 Accesibilidad del sistema 2
1.1 Organización de los Flujos 2
1.2 Accesibilidad para personas de movilidad reducida 3
1.2.1 Cumplimiento de la normativa 3
1.2.2 Condiciones para la accesibilidad 3
2 Dimensionamiento Funcional y de Seguridad 4
2.1 Modelo de Flujo y Demanda de usuarios que utilizarán el servicio 4
2.2 Dimensionamiento funcional 5
2.3 Dimensionamiento de seguridad ante incendio 6
2.3.1 Ruta de evacuación en caso de incendio 7
2.3.2 Cálculo del tiempo de evacuación 7
2.4 Simulación de flujos en estación 8
2.5 Dimensionamiento de seguridad en caso de sismo y tsunami. 9

APÉNDICE 1. CÁLCULOS DE EVACUACIÓN
APÉNDICE 2. PLANOS DE EVACUACIÓN
APÉNDICE 3. SIMULACIÓN DE FLUJOS EN ESTACIÓN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1 ACCESIBILIDAD DEL SISTEMA

013203

Accesibilidad del sistema incluye los movimientos de los usuarios dentro de las estaciones tanto a diario, como en casos de emergencia. Se describe a continuación el flujo de usuarios de las estaciones tipo, su dimensionamiento funcional y de seguridad, y las provisiones de accesibilidad para personas discapacitadas.

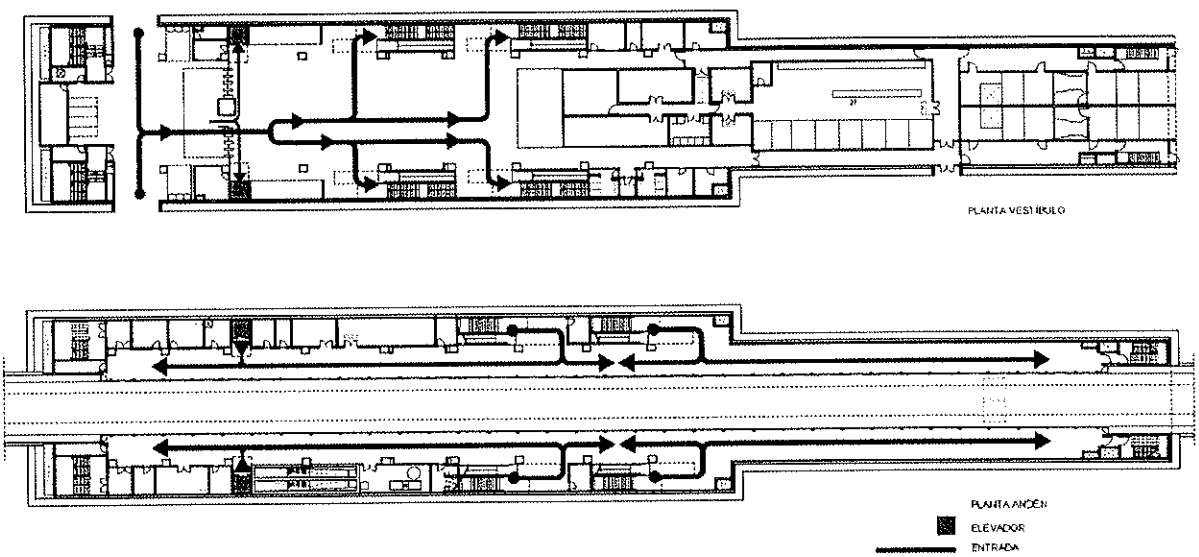
1.1 ORGANIZACIÓN DE LOS FLUJOS

Las 5 estaciones tienen un funcionamiento similar basado en la existencia de un área de no pago, a la que se llega a través de dos accesos provenientes de la calle, un área de pago común y un vestíbulo interno, que distribuye a los viajeros entre los dos andenes laterales.

Se desemboca al área de no pago por los laterales a través de escaleras fijas y mecánicas, o elevadores, adaptando dichos brazos a la singularidad de la zona de la ciudad en la que se inserta la estación.

Al área de pago, que es un gran vestíbulo de circulación al que desembocan los cañones de acceso a cada uno de los andenes, se accede a través de la línea de torniquetes. También hay un ascensor que sirve a cada andén desde el vestíbulo. Ese mismo vestíbulo sirve para hacer el cambio de andén.

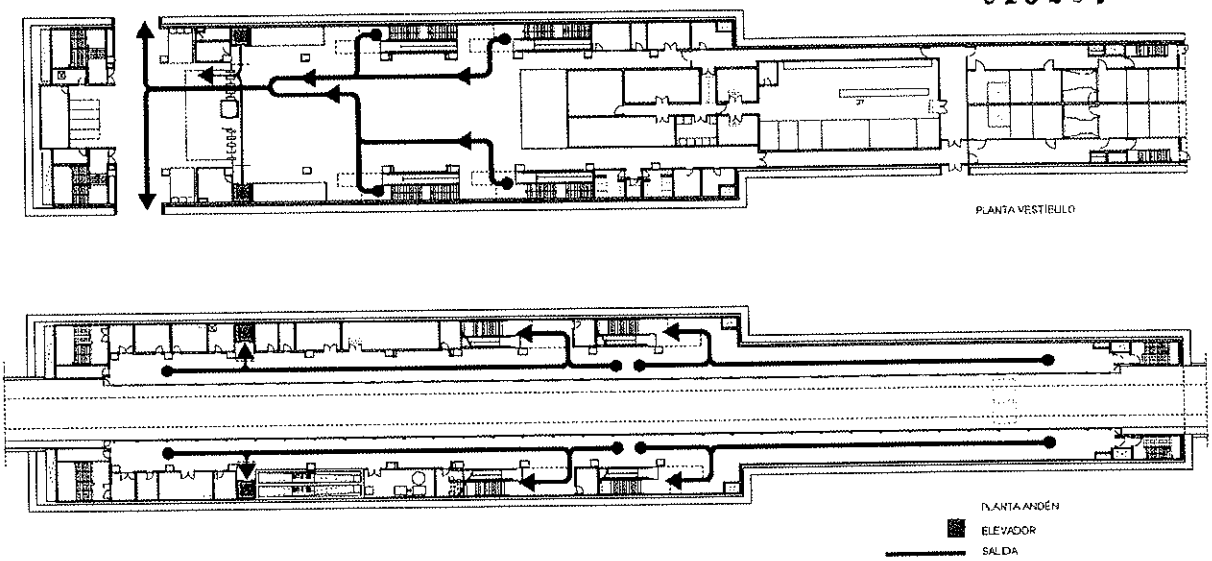
Las estaciones están adaptadas para facilitar el acceso a discapacitados, desde la calle hasta el acceso al tren, mediante ascensores, escaleras mecánicas y recorridos señalizados para invidentes.



Para facilitar el flujo, la salida de las estaciones es igual a la de entrada, garantizando la comodidad de los usuarios.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013204



1.2 ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS DE MOVILIDAD REDUCIDA

1.2.1 Cumplimiento de la normativa

En la redacción del diseño, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa relacionada con accesibilidad, principalmente la Norma A.120 Accesibilidad para Personas con Discapacidad del Ministerio de Vivienda de Perú que es de aplicación para todas las edificaciones donde se presten servicios de atención al público.

De acuerdo con la Norma A.120, como edificio de uso público es accesible en todos sus niveles para personas con discapacidad. Específicamente, como edificación de transporte, hay una ruta accesible desde el ingreso a la estación hasta las áreas de embarque, y las áreas de venta de pasajes, los puntos de control de seguridad, y las áreas de espera de pasajeros serán accesibles en acorde con la normativa.

1.2.2 Condiciones para la accesibilidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En el área de acceso se cumple con lo siguiente:

- El ingreso a la edificación es accesible desde la acera correspondiente.
- Los pisos son fijos y serán uniformes, con material antideslizante.
- Los cambios de nivel de entre 6 y 13 mm se salvarán con una pendiente no mayor a 1:2 y los superiores de 13 mm se resolverán mediante rampa.
- Los pasadizos de ancho menor a 1.50 m contarán con espacios de giro cada 25 m, de 1.50 x 1.50 m.
- En el caso de las estaciones, todos los accesos son accesibles, con un ascensor desde la calle al vestíbulo. Como tal, se entiende que los ascensores pueden ser usados por el público en general.

En las circulaciones, los pasadizos de ancho menor a 1.50 m. deberán contar con espacios de giro de una silla de ruedas de 1.50 m. x 1.50 m. cada 25 m. En pasadizos con longitudes menores debe existir un espacio de giro. En las circulaciones públicas de estas estaciones, no hay pasadizos de ancho menor a 1.50 m.

Las dimensiones y características de puertas se cumplen con el ancho mínimo de una puerta de una hoja que será de 90 cm, y entre dos puertas consecutivas se guardará 1.20 m.

En estas estaciones no hay rampas en el recorrido público, por lo que siguen los requerimientos de la normativa. 013205

Los ascensores cumplirán con todos los requerimientos de la normativa. En términos de cumplimiento de dimensión interior, todos los ascensores son al menos 1.50 m de ancho y 1.40 m de profundidad.

El mobiliario de las zonas de atención se habilitará para las personas con discapacidad, asegurando que los objetos que deban alcanzar frontalmente una persona en silla de ruedas tenga la altura correcta como está definido en la normativa. En las zonas de espera en andén, se dispondrá de un espacio para persona en silla de ruedas a razón de 1 por los primeros 50 asientos, y el 1% del número total a partir de 51.

Como el edificio demanda servicios higiénicos públicos, se cumplen los requisitos del Artículo 15 para el lavatorio, inodoro, y urinario, en un aseo específico para las personas con discapacidad.

Para la señalización, se cumplirá todo lo requerido en acorde con la normativa, además de tomar comop referencia la norma UNI 11168 "Accesibilidad de las personas al sistema de transporte rápido masivo - Parte I: Criterios de diseño para el metro" que prescribe con más detalle requerimientos para hacer accesible las estaciones de metro. Se incluirán rutas táctiles en el suelo, y se prestará especial atención a la colocación de las rutas en zonas con poco tráfico de personas, evitando poner obstáculos o demasiados lugares para la toma de decisiones.

2 DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL Y DE SEGURIDAD

Todos los espacios de la estación, sobre todo los espacios públicos, se han dimensionado atendiendo a dos criterios fundamentales: funcionalidad en casos de emergencia y funcionalidad durante el ejercicio diario de la estación.

2.1 MODELO DE FLUJO Y DEMANDA DE USUARIOS QUE UTILIZARÁN EL SERVICIO

No se dispone de datos de demandas para el año 2016, por lo que de manera conservadora, se han empleado los datos del 2018 correspondientes a la entrada en explotación del tramo Estación Central – Municipalidad de Ate. En la Etapa 1ª las estaciones de Evitamiento y Mercado Santa Anita funcionan provisionalmente como estaciones terminales, por lo que sólo se han considerado los pasajeros de subida en sentido Oeste-Este para Evitamiento, y Este-Oeste para Santa Anita. Se han determinado las ocupaciones en el andén más cargado considerando este escenario, de acuerdo con las demandas de la siguiente tabla:

		SUBE	BAJA
20 - EVITAMENTO	HPM Este/Oeste	-	437
	HPM Oeste/Este	340	-
	HPT Este/Oeste	-	594
	HPT Oeste/Este	**374**	-
21 - ÓVALO SANTA ANITA	HPM Este/Oeste	**2984**	435
	HPM Oeste/Este	362	2519
	HPT Este/Oeste	1887	202
	HPT Oeste/Este	410	1200
22 - COLECTORA INDUSTRIAL	HPM Este/Oeste	**2331**	63
	HPM Oeste/Este	170	603
	HPT Este/Oeste	1023	113

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
APODERADO

O.4.3. Accesibilidad y dimensionamiento de los andenes

013206

		SUBE	BAJA
23 - LA CULTURA	HPT Oeste/Este	146	566
	HPM Este/Oeste	802	352
	HPM Oeste/Este	139	1930
	HPT Este/Oeste	**1916**	30
	HPT Oeste/Este	384	1072
24 - MERCADO SANTA ANITA	HPM Este/Oeste	**947**	-
	HPM Oeste/Este	-	1505
	HPT Este/Oeste	647	-
	HPT Oeste/Este	-	683

Se describe en la sección 2.3.2 los criterios de cálculo basado en la tabla anterior, y se resume que en todos los casos, la carga de ocupación del andén más cargado es inferior a la correspondiente al año 2047, por lo que el dimensionamiento realizado por tipologías en el punto A.7. sigue siendo válido.

Para el dimensionamiento funcional, también se calcula usando las demandas más exigentes del año 2047, para asegurar que hay espacio suficiente en el futuro. En las secciones de detalle de cada estación se incluyen tablas con datos para el dimensionamiento funcional y su Nivel de Servicio de los andenes, escaleras, área no paga, torniquetes, máquinas expendedoras y ventanillas.

2.2 DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL

Siguiendo los requerimientos descritos en el Estudio de Factibilidad, se han hecho los cálculos para asegurar que los Niveles de Servicio cumplen los criterios y asegurar el funcionamiento óptimo para el uso diario en la demanda más exigente.

Se explica con detalle en el apartado A.7.5 como se han calculado los niveles de servicio.

En las secciones de detalle de cada estación, se incluyen los datos significativos para los cálculos de la estación.

La tabla a continuación representa un resumen de las cinco estaciones, con los cálculos del horizonte 2047, representando el año más exigente.

Nº	ESTACIÓN	AÑO DIMENSIONAMIENTO	CARGA ANDEN PUNTA PICO (PPHPD)	CARGA ANDEN PUNTA PICO (PPHPD)	ESCALERAS	ESCALERAS	ÁREA NO PAGA	TORNIQUETES	MÁQUINAS EXPENDEDORAS	VENTANILLAS
1.69	20_ EVITAMIENTO	2047	5.15 (A)	8.4 (A)	A	A	-	5	3	4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.3. Accesibilidad y dimensionamiento de los andenes

TIPO	ESTACIÓN	ANO DIMENSIONANTE	CARGA OCUPACIÓN Zona comercial cercana (A) / Mixto (B) / Vivienda (C)	CAPACIDAD ÁREA NO PAGO Nº personas / m2	ESCALERAS FIJAS ANCHO (m)	ESCALERAS MECÁNICAS ANCHO (m)	PASILLOS	TORNIQUETES	MAMPARAS EMERGENCIAS	VENTANILLAS
1.7S	21_ÓVALO STA. ANITA	2047	21 (A)	2.2 (C)	A	B	-	13	8	9
1.5	22_COLECTORA INDUSTRIAL	2047	5.59 (A)	5.2 (A)	A	A	-	5	3	4
1.5	23_LA CULTURA	2047	5.32 (A)	3.8 (A)	A	A	-	6	3	4
1.2S	24_MERCADO SANTA ANITA	2047	7 (A)	7 (A)	A	A		5	1	2

2.3 DIMENSIONAMIENTO DE SEGURIDAD ANTE INCENDIO

Para la gestión de los escenarios de emergencia se utiliza la NFPA 130 - Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System, reconocida a nivel internacional.

Los criterios de análisis para evaluar las capacidades de evacuación de las estaciones son los siguientes:

- La estación dispone de dos salidas alternativas y diferentes.
- El tiempo de evacuación desde el lugar más alejado del andén hasta lugar seguro debe ser inferior o igual a 6 minutos.
- Debe haber suficientes pasos de salida para evacuar desde los andenes toda la carga de ocupación de la estación en 4 minutos o menos.
- En el caso que nos ocupa, la zona segura es la zona de vestíbulo, una vez evacuado el andén. Esto es debido a la presencia de puertas de andén y el diseño de la ventilación de estación.
- La sección crítica equivale, en el caso de los andenes, al ancho libre del tramo con reducciones a cada lado por pared o puerta de andén. En el caso de las escaleras, la sección crítica equivale al ancho sin contar pasamanos.
- La capacidad por paso de las salidas de los andenes, pasillos y rampas hasta un 4% es de 81.9 pax/mm•min y la velocidad de marcha es de 37.7metros/minuto.
- La capacidad por paso de las salidas de las escaleras fijas, escaleras mecánicas, pasillos, rellanos y rampas con una pendiente superior al 4% es de 55 pax/; las velocidades de marcha son de 12.1 metros/minuto de subida y 14.6 metros/minuto de bajada.

Elementos	Capacidad de paso	Velocidad de recorrido
Pasillos	81.9 pax/mm·minuto	37.7 metros/minuto
Escaleras	55 pax/mm·minuto	12.1 metros/minuto subida

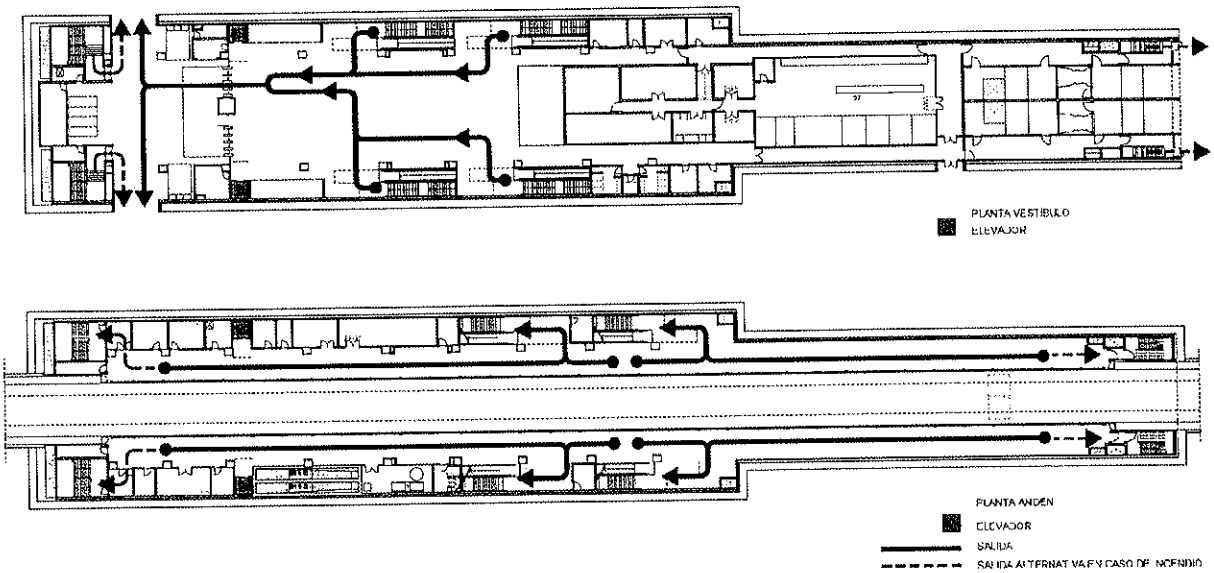
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

14.6 metros/minuto de bajada

- Las cargas de ocupación de los andenes y de los trenes se especifica en los cálculos de cada estación que se incluyen en el Apéndice 2 de este apartado.
- En cuanto a las escaleras mecánicas las normas establecen que se tiene que considerar que en cada estación haya una escalera mecánica no utilizable, en previsión al no funcionamiento o mantenimiento de una de ellas.

2.3.1 *Ruta de evacuación en caso de incendio*

En el caso de incendio, las rutas de evacuación son iguales en las cinco estaciones. Hay tres rutas de salida desde el andén: la misma ruta de la entrada, por los cañones, y en cada extremo de andén se encuentran escaleras de evacuación. Desde el lado estrecho de la estación, las escaleras suben directamente al nivel de la calle. Desde el otro extremo del andén, se sube por las escaleras de evacuación al nivel del vestíbulo, que es un lugar seguro, y se evacúa a la calle por los accesos públicos.



No se consideran los ascensores como un elemento de evacuación en caso de emergencia, excepto para las personas con movilidad reducida.

Las puertas de andén que se incluyen en el diseño de las estaciones mejoran el funcionamiento del metro en varios aspectos, e incide directamente en el diseño de la estación en la mejora de la seguridad de la estación en caso de incendios y para garantizar la seguridad de los pasajeros que esperan el tren. Las puertas de andén, que separa completamente la ventilación del túnel de la ventilación de la estación proporcionan protección a la zona de conexión frente a su exposición a los efectos de un tren incendiado, admitiendo –en acorde con la normativa NFPA 130– el establecimiento del vestíbulo como zona segura.

Para la evacuación del túnel hay un acceso a cada extremo de los dos andenes, con una barrera con puertas de emergencia con barra anti pánico. Por el lado interno de la estación estas puertas tendrán llave (unificada) para permitir el acceso al túnel (con la circulación de trenes detenida) del personal de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.3.2 *Cálculo del tiempo de evacuación*

El cálculo del tiempo de evacuación de las estaciones se estudia bajo un determinado escenario de emergencia que determina la carga de ocupación. Se ha descrito en detalle en

el apartado A.7.5, sección 3.2, el método que se ha usado para calcular los tiempos de evacuación.

Se describe en el apartado 2.2.1 la demanda que se ha utilizado para el cálculo del tiempo de evacuación para estas cinco estaciones.

La frecuencia de paso prevista para la Etapa 1A es de 6 minutos tanto en hora punta mañana como en hora punta tarde. Debido a que se trata de frecuencias de paso muy elevadas, se considera un tiempo de disrupción del servicio de 10 minutos. De acuerdo con las demandas anteriores y considerando estas frecuencias se ha determinado la carga en el andén más cargado para el año 2018:

E1A - 2018	Evitamiento	Óvalo	Colectora	La Cultura	Sta. Anita
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Frecuencia (minutos)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	374	2.984	2.331	1.916	947
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)*	561	4.476	3.497	2.874	1.421
Carga máxima en el minuto de hora punta*	9	75	58	48	24
Carga de ocupación en andén más cargado	**1.294**	**1.946**	**1.783**	**1.679**	**1.437**

En todos los casos, la ocupación del andén más cargado es inferior a la correspondiente al año 2047, por lo que el dimensionamiento realizado por tipologías en el punto A.7. sigue siendo válido.

2.4 SIMULACIÓN DE FLUJOS EN ESTACIÓN.

Se ha realizado también un estudio de simulación de flujos en estación tanto en el escenario de operación como evacuación agrupadas por tipologías que cubren las diferentes casuísticas en las cinco estaciones de la Etapa 1A, ya que se ha propuesto básicamente una única tipología de estación con variantes en cuanto al número de accesos de andén a vestíbulo.

Durante la Etapa 1A, las estaciones de Evitamiento y Mercado Santa Anita funcionan como estaciones terminales. En este escenario, las estaciones funcionan con un único andén que sirve tanto para la subida como para la bajada de viajeros. En cualquier caso, la carga de ocupación en el andén más cargado más desfavorable es, para todas las estaciones, la correspondiente al escenario 2047. En el caso de las estaciones de Evitamiento y Mercado Santa Anita, al funcionar con un único andén, el flujo de pasajeros en vestíbulo se reducirá significativamente respecto el escenario considerado en las simulaciones, por lo que los resultados obtenidos siguen siendo válidos.

Cuatro de las cinco estaciones del tramo 5, se agrupan en la misma tipología de estación de 2 cañones de acceso de andén a vestíbulo. Son las estaciones de Evitamiento, Colectora Industrial, La Cultura, y Mercado Santa Anita. De este grupo de estaciones, se han estudiado todas las problemáticas asociadas al mismo, que se han podido agrupar dentro del análisis de dos estaciones representativas del todo el proyecto como pueden ser La Alborada y Evitamiento, correspondiente esta última a la Etapa 1A.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.3. Accesibilidad y dimensionamiento de los andenes

013210

La correspondencia entre dichas estaciones sería la siguiente:

- Estación de Evitamiento: tipología de 2 conexiones verticales andén a vestíbulo de ancho 2.4 m de escalera fija, al igual que las estaciones de Colectora Industrial y la Cultura.

- Estación de La Alborada: tipología de 2 conexiones verticales andén a vestíbulo de ancho 1.8 m de escalera fija, al igual que la estación Mercado Santa Anita.

La otra estación del tramo, Ovalo Santa Anita, se agrupa dentro del grupo de 3 conexiones verticales andén a vestíbulo, cuya simulación de flujo, se ha asimilado a la Estación de Juan Pablo II ya que ambas cuentan con un ancho de 2.4 m de escalera fija.

Las simulaciones realizadas al efecto y sus conclusiones con resultados satisfactorios se detallan en el Apéndice 3.

2.5 DIMENSIONAMIENTO DE SEGURIDAD EN CASO DE SISMO Y TSUNAMI.

Debido a la existencia de riesgo de sismo y tsunami en la ciudad de Lima, es necesario que en las estaciones se identifiquen:

- Rutas de evacuación
- Zonas seguras

Las rutas de evacuación son independientes del tipo de riesgo que se produzca. Sin embargo, las particularidades del sismo, hacen necesario establecer zonas seguras dentro de la misma estación, en la que los usuarios puedan esperar a que termine el sismo antes de proceder a evacuar la estación. Las zonas seguras son lugares estructuralmente seguros, alejados de objetos y vidrios que puedan caer. En el caso de las estaciones de metro, que han sido dimensionadas estructuralmente para que sean seguras frente al sismo, las zonas seguras son aquellas en que no hay riesgo de que los acabados y las instalaciones fijas dañen a los usuarios.

Las zonas de refugio de la estación se han dimensionado en función del número de personas que estarán en la estación, en la demanda más exigente en cada una de ellas, durante el tiempo que dura el momento de mayor virulencia de un sismo que es, aproximadamente, un minuto, tras ese tiempo se supone que los usuarios intentarán salir a la mayor celeridad. Se establece que la ocupación de las zonas de refugio está del orden de 5 personas/m2 y se dividen los espacios requeridos entre los dos andenes y el vestíbulo.

Tanto las zonas seguras como las rutas de evacuación deben señalizarse convenientemente. La identificación de estas zonas está recogida en los planos de evacuación.

En el caso de las estaciones del tramo 5, no se prevé riesgo de afectación directa por tsunami, debido a su localización lejos de la línea de costa, y de acuerdo con el documento Microzonificación ecológica económica de la Provincia Constitucional del Callao, Capitulo III - Caracterización del Escenario Físico, párrafo 3.7.3 Inundación por tsunami.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013211

O.4.3.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.3. ACCESIBILIDAD Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANDENES
APÉNDICE 1. CÁLCULOS DE EVACUACIÓN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ESTACIÓNES EVITAMIENTO, COLECTORA INDUSTRIAL Y LA CULTURA

CARGA OE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 2,40m

EVACUACIÓN DE ANDÉN

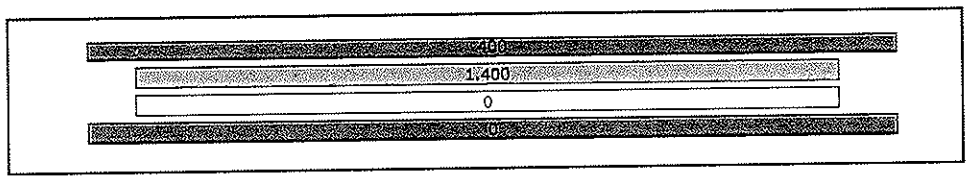
OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	1.400 pax
Frecuencia	5,0 min
Peak minute traffic	0,017
Carga máxima en hora punta	3.182
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.773
Carga máxima en el minuto de hora punta*	80
Carga de ocupación en andén más cargado	1.800

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	pax
Frecuencia	min
Peak minute traffic	
Carga máxima en hora punta	
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	
Carga máxima en el minuto de hora punta*	
Carga de ocupación en andén más cargado	

DIAGRAMA DE CARGA



Andén A	400 pax
Tren A	1400 pax
Tren B	0 pax
Andén B	0 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A

	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.800 pax
AA1		3,2 m	48,16 m2	Carga AA1	140 pax
AA2		3,2 m	48,16 m2	Carga AA2	140 pax
AA3		8,5 m	45,90 m2	Carga AA3	133 pax
Aabis		8,5 m	49,30 m2	Carga AA3bis	143 pax
AA4		3,2 m	27,52 m2	Carga AA4	80 pax
AA5		3,2 m	27,52 m2	Carga AA5	80 pax
AA6		8,5 m	34,00 m2	Carga AA6	99 pax
AA7		8,5 m	34,00 m2	Carga AA7	99 pax
AA8		3,2 m	55,04 m2	Carga AA8	160 pax
AA9		3,2 m	0,00 m2	Carga AA9	0 pax
AA10		8,5 m	42,50 m2	Carga AA10	123 pax
AA10bis		8,5 m	42,50 m2	Carga AA10bis	123 pax
AA11		4 m	74,00 m2	Carga AA11	215 pax
AA12		4 m	91,20 m2	Carga AA12	265 pax
TOTAL	**135,00 m**		**619,80 m2**		**1.800 pax**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13611]
013212

ESTACIÓN TIPO 2 cañones 2,40m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A

TRAMO AA3
Andén A3

0,21	0,14
0,21	0,00

TRAMO AA2
Andén A2

0,66	0,40
0,61	0,66
0,66	0,40

TRAMO AA1
Andén A1

0,66	0,40
1,06	1,06
1,06	0,80

TRAMO E_Emergencia 1A_Vestíbulo
Escales de emergencia 1A a Vestíbulo

3,10	0,66
1,72	3,90
3,90	1,46

TRAMO AA3bis
Andén A3

0,22	0,15
0,22	0,00

TRAMO AA4
Andén A4

0,38	0,23
0,45	0,38
0,45	0,23

TRAMO AA5
Andén A5

0,38	0,23
0,68	0,60
0,68	0,46

STRETCH PA8
Platform

0,75	0,46
0,75	0,00

STRETCH PA7
Platform

0,15	0,11
0,86	0,15
0,86	0,11

TRAMO AA6
Andén A6

0,15	0,11
0,96	0,26
0,96	0,21

TRAMO Escalera1A_Entrepiso
Escalera 1A a Entrepiso

3,50	0,66
1,62	3,96
3,96	1,12

STRETCH PA9
Platform

0,00	0,00
0,00	0,00

STRETCH PA11
Platform

0,77	0,49
0,77	0,00

STRETCH PA10bis
Platform

0,34	0,27
1,04	0,34
1,04	0,27

STRETCH PA10

0,34	0,27
1,30	0,61
1,30	0,53

TRAMO Escalera2A_Entrepiso
Escalera 2A a Entrepiso

3,47	0,66
1,96	4,00
4,00	1,19

TRAMO AA12
Andén A12

0,95	0,60
0,95	0,00

TRAMO E_Emergencia 2A_Vestíbulo
Escales de emergencia 2A a Vestíbulo

3,98	0,66
1,61	3,98
3,98	0,66

LEYENDA:

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica

Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo

Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por

Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tram

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	**4,00**	**min**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 2,40m

EVACUACIÓN DE ANDÉN

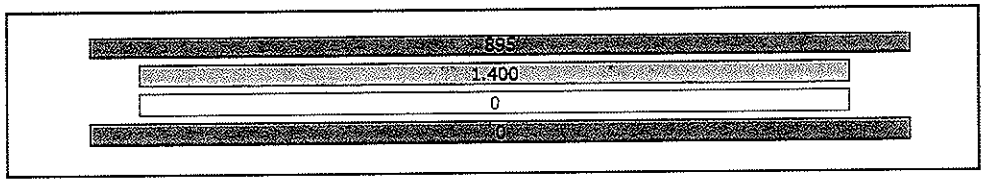
OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	1.400	pax
Frecuencia	5,0	min Frecuencia línea: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFPA: máximo (dejamos pasar dos trenes , 5 minutos)
Peak minute traffic	0,017	
Carga máxima en hora punta	7.145	
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	10.718	
Carga máxima en el minuto de hora punta*	179	
Carga de ocupación en andén más cargado	**2.295**	

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren		pax
Frecuencia		min Frecuencia línea: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFPA: máximo (dejamos pasar dos trenes , 5 minutos)
Peak minute traffic		
Carga máxima en hora punta		
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)		
Carga máxima en el minuto de hora punta*		
Carga de ocupación en andén más cargado		

DIAGRAMA DE CARGA



Andén A	895 pax
Tren A	1400 pax
Tren B	0 pax
Andén B	0 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A

	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	2.295 pax
AA1		3,2 m	53,76 m2	Carga AA1	210 pax
AA2		3,2 m	0,00 m2	Carga AA2	0 pax
AA3		8,2 m	53,30 m2	Carga AA3	208 pax
AA4		3,2 m	51,20 m2	Carga AA4	200 pax
AA5		3,2 m	86,40 m2	Carga AA5	337 pax
AA6		8,2 m	71,34 m2	Carga AA6	278 pax
AA7		3,2 m	24,00 m2	Carga AA7	94 pax
AA8		3,2 m	4,80 m2	Carga AA8	19 pax
AA9		8,2 m	82,00 m2	Carga AA9	320 pax
AA10		4 m	94,00 m2	Carga AA10	366 pax
AA11		4 m	68,00 m2	Carga AA11	265 pax
TOTAL	**134,50 m**		**588,80 m2**		**2.295 pax**

GRÁFICO DE CARGA:

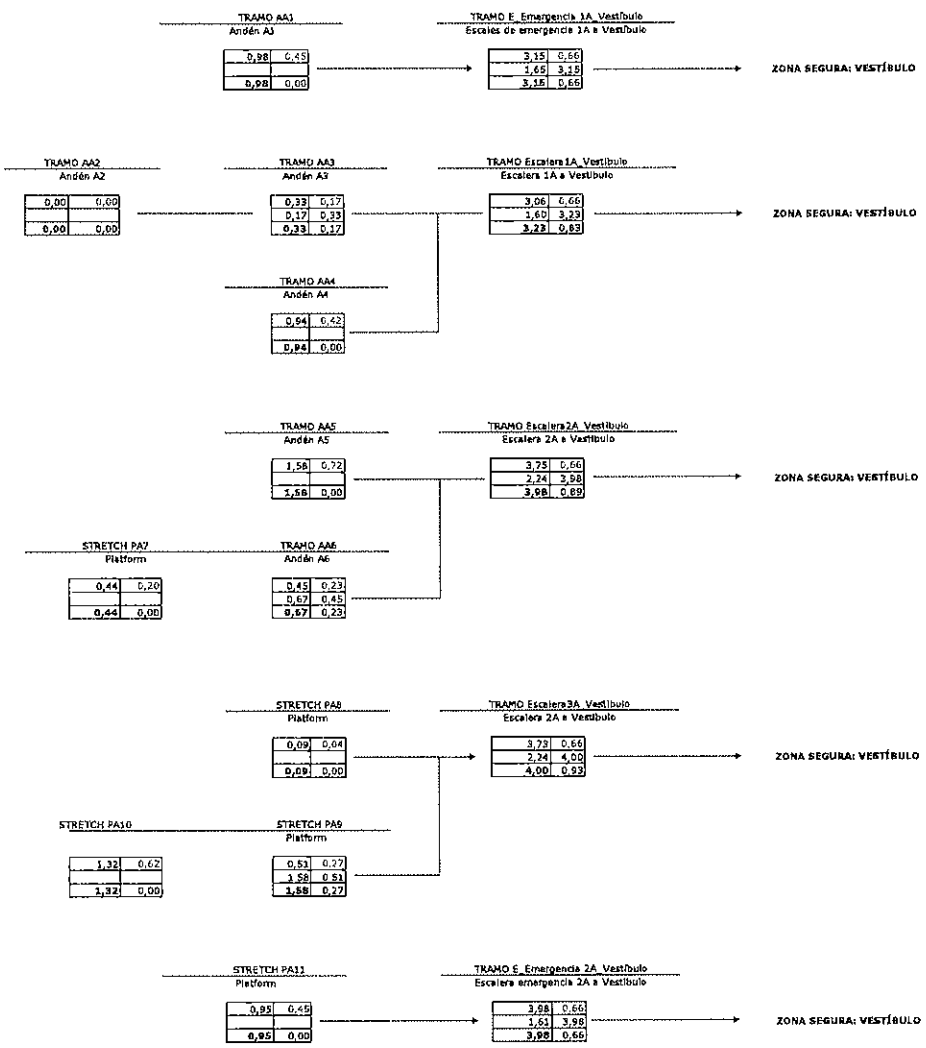
Andén B

	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	0 pax
AB1		3,5 m	29,40 m2	Carga AB1	0 pax
AB2		3,5 m	29,40 m2	Carga AB2	0 pax
AB3		8,5 m	55,25 m2	Carga AB3	0 pax
AB4		3,5 m	75,25 m2	Carga AB4	0 pax
AB5		3,5 m	75,25 m2	Carga AB5	0 pax
AB6		8,5 m	73,95 m2	Carga AB6	0 pax
AB7		3,5 m	15,75 m2	Carga AB7	0 pax
AB8		3,5 m	15,75 m2	Carga AB8	0 pax
AB9		8,5 m	85,00 m2	Carga AB9	0 pax
AB10		4 m	82,00 m2	Carga AB10	0 pax
AB11		4 m	82,00 m2	Carga AB11	0 pax
TOTAL	**135,00 m**		**619,00 m2**		**0 pax**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ESTACIÓN 3 cañones 2,40m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica

Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo

Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por veloci

Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	4,00	min

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 1,80

EVACUACIÓN DE ANDÉN

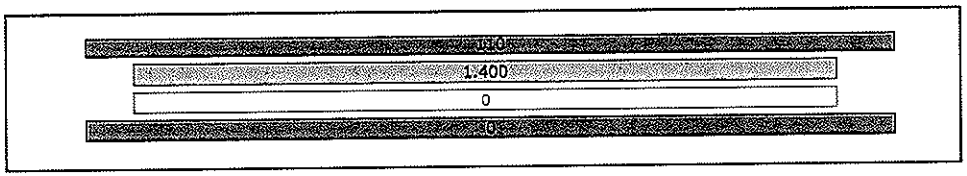
OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	1.400	pax
Frecuencia	5,0	min
Peak minute traffic	0,017	
Carga máxima en hora punta	865	
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	1.298	
Carga máxima en el minuto de hora punta*	22	
Carga de ocupación en andén más cargado	1.510	

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren		pax
Frecuencia		min
Peak minute traffic		
Carga máxima en hora punta		
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)		
Carga máxima en el minuto de hora punta*		
Carga de ocupación en andén más cargado		

DIAGRAMA DE CARGA



Andén A	110 pax
Tren A	1400 pax
Tren B	0 pax
Andén B	0 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A

	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.510 pax
AA1	15,05 m	3,2 m	48,16 m2	Carga AA1	121 pax
AA2	15,05 m	3,2 m	48,16 m2	Carga AA2	121 pax
AA3	6,60 m	7,9 m	52,14 m2	Carga AA3	131 pax
Aabis	4,60 m	7,9 m	36,34 m2	Carga AA3bis	91 pax
AA4	8,60 m	3,2 m	27,52 m2	Carga AA4	69 pax
AA5	8,60 m	3,2 m	27,52 m2	Carga AA5	69 pax
AA6	4,00 m	7,9 m	31,60 m2	Carga AA6	79 pax
AA7	4,00 m	7,9 m	31,60 m2	Carga AA7	79 pax
AA8	17,20 m	3,2 m	55,04 m2	Carga AA8	138 pax
AA9	0,00 m	3,2 m	0,00 m2	Carga AA9	0 pax
AA10	5,00 m	7,9 m	39,50 m2	Carga AA10	99 pax
AA10bis	5,00 m	7,9 m	39,50 m2	Carga AA10bis	99 pax
AA11	14,80 m	4 m	59,20 m2	Carga AA11	148 pax
AA12	26,50 m	4 m	106,00 m2	Carga AA12	266 pax
TOTAL	**135,00 m**		**602,28 m2**		**1.510 pax**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[13615]
013216

ESTACIÓN TIPO 2 cañones 1,80
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A

TRAMO AA3 — Andén A3

0,22	0,18
0,22	0,00

TRAMO AA2 — Andén A2

0,57	0,40
0,62	0,57
0,62	0,40

TRAMO AA1 — Andén A1

0,57	0,40
1,02	0,97
1,02	0,80

TRAMO E_Emergencia 1A_Vestíbulo — Escales de emergencia 1A a Vestíbulo

2,79	0,66
1,68	3,59
3,59	1,46

TRAMO AA3bis — Andén A3

0,15	0,12
0,15	0,00

TRAMO AA4 — Andén A4

0,32	0,23
0,38	0,32
0,38	0,23

TRAMO AA5 — Andén A5

0,32	0,23
0,61	0,55
0,61	0,46

STRETCH PA8 — Platform

0,65	0,46
0,65	0,00

STRETCH PA7 — Platform

0,13	0,11
0,75	0,13
0,75	0,11

TRAMO AA6 — Andén A6

0,13	0,11
0,86	0,24
0,86	0,21

TRAMO Escalera1A_Entrepiso — Escalera 1A a Entrepiso

3,38	0,66
1,52	3,84
3,84	1,12

STRETCH PA9 — Platform

0,00	0,00
0,00	0,00

STRETCH PA11 — Platform

0,53	0,39
0,53	0,00

STRETCH PA10bis — Platform

0,27	0,27
0,80	0,27
0,80	0,27

STRETCH PA10

0,27	0,27
1,06	0,54
1,06	0,53

TRAMO Escalera2A_Entrepiso — Escalera 2A a Entrepiso

3,47	0,66
1,72	4,00
4,00	1,19

TRAMO AA12 — Andén A12

0,95	0,70
0,95	0,00

TRAMO E_Emergencia 2A_Vestíbulo — Escales de emergencia 2A a Vestíbulo

3,99	0,66
1,62	3,99
3,99	0,66

LEYENDA:

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica

Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo

Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por

Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tram

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	**4,00**	**min**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013218

O.4.3.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.3. ACCESIBILIDAD Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANDENES

APÈNDICE 2.PLANOS

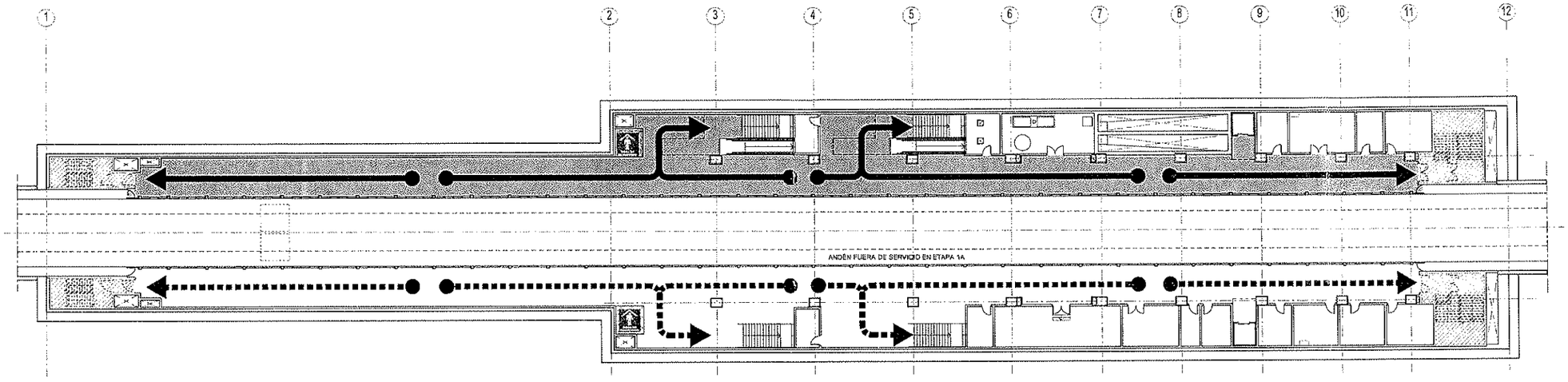
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-EST-FUN-EV-L2-20	Recorrido de evacuación. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento	1/250 - 1/500	2
PLOC-EST-FUN-EV-L2-21	Recorrido de evacuación. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita	1/250 - 1/500	2
PLOC-EST-FUN-EV-L2-22	Recorrido de evacuación. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial	1/250 - 1/500	2
PLOC-EST-FUN-EV-L2-23	Recorrido de evacuación. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura	1/250 - 1/500	2
PLOC-EST-FUN-EV-L2-24	Recorrido de evacuación. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita	1/250 - 1/500	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013220



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN FUTURA
- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | SIT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/250
ESCALA (A3): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014
0 2.5 5
0 5 10

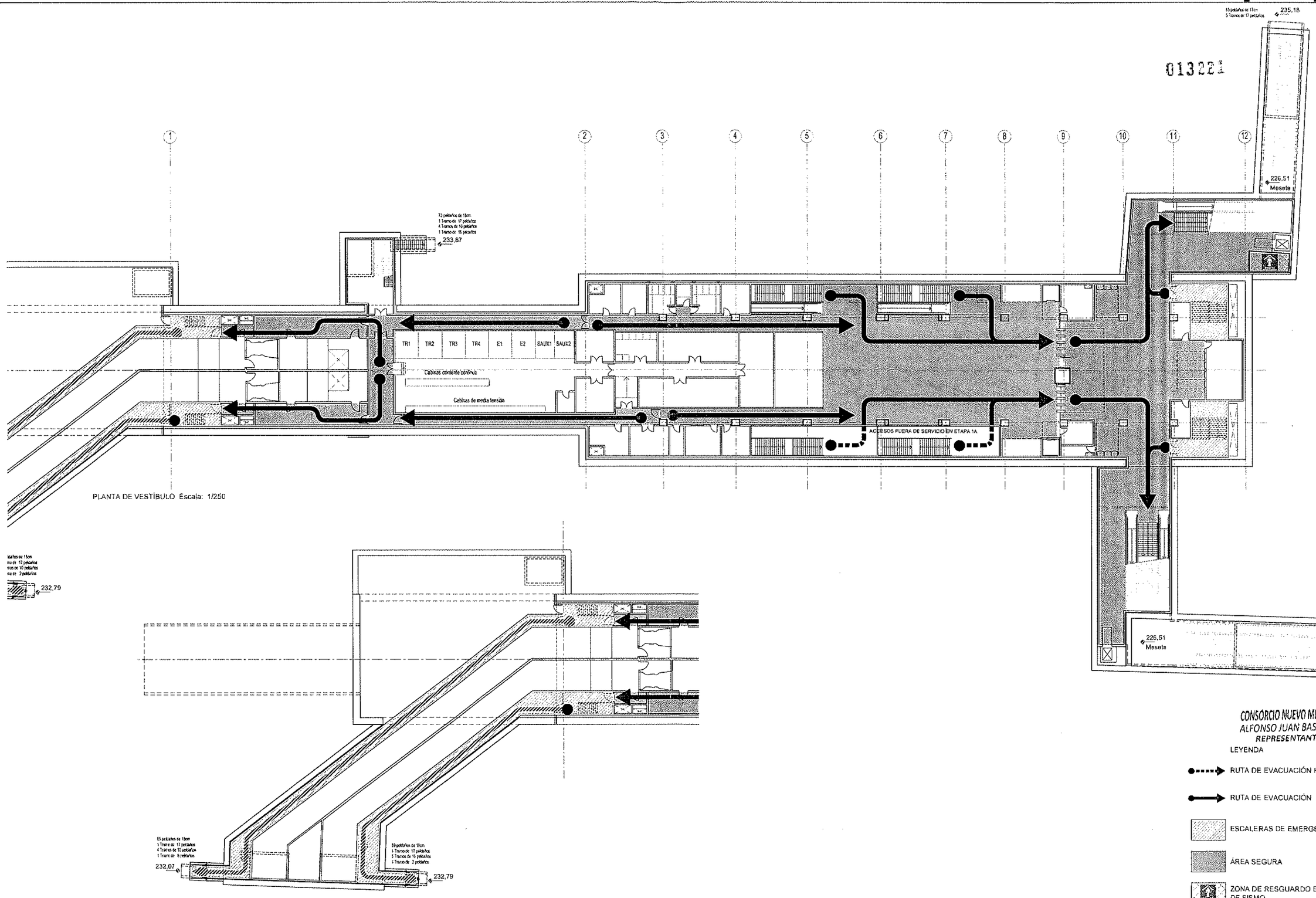
EVACUACIÓN
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANTA DE ANDÉN

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-20 | HOJA 01 de 02 | REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-20-P001-P002.dwg

\\clidinvnc3\clidata\A25 arquitectura y urbanismo\022 trabajos en rendizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\2400 dg documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-42_1a\0404-ploc-est-fun-ev-20-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 16:42

013221



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN FUTURA
- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

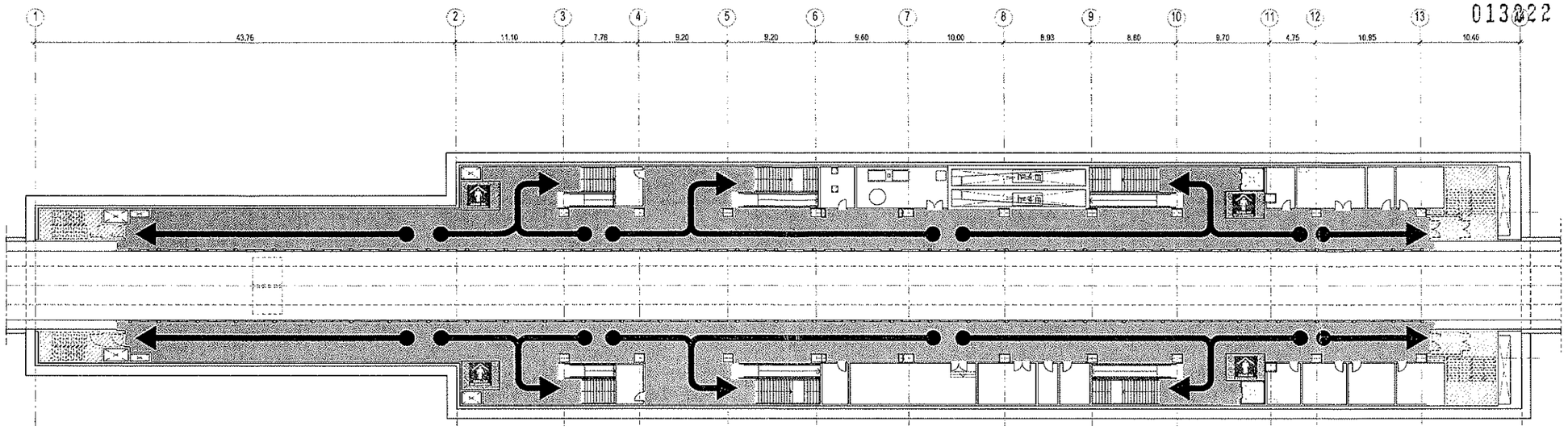
EVACUACIÓN
ESTACIÓN EVITAMIENTO
PLANO DE VESTÍBULO

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-DG-L2-20
HOJA 02 de 02
REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-20-P001-P002.dwg

\\clavinclali\data\05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dgj documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_1of\0404-ploc-est-fun-ev-20-p001-p002.dwg 25/12/2014 - 16:42

013822



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

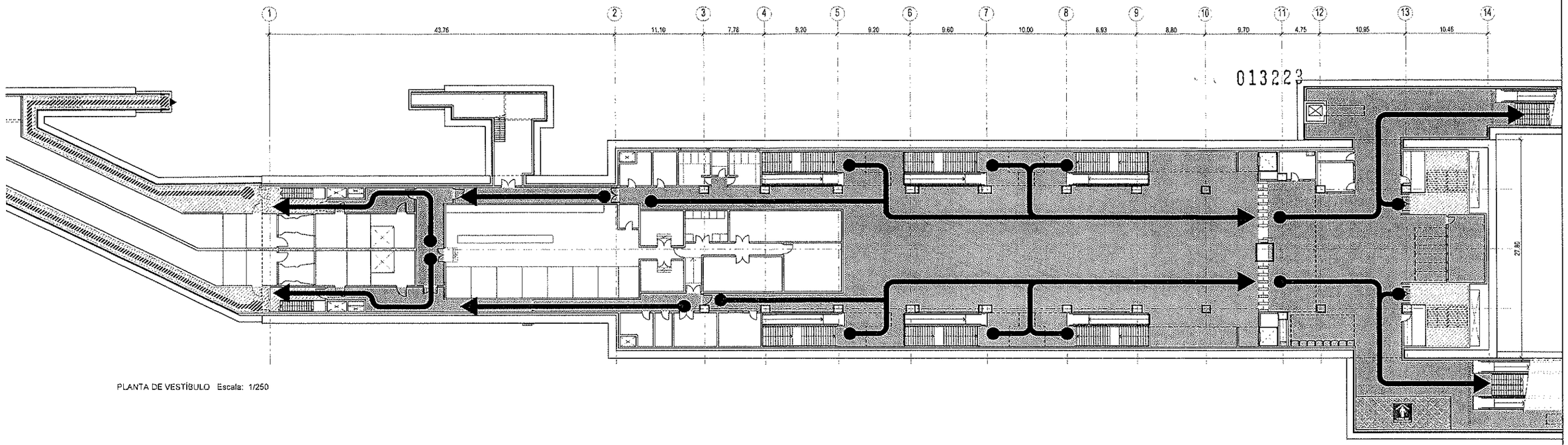
ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

EVACUACIÓN
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
PLANTA DE ANDÉN

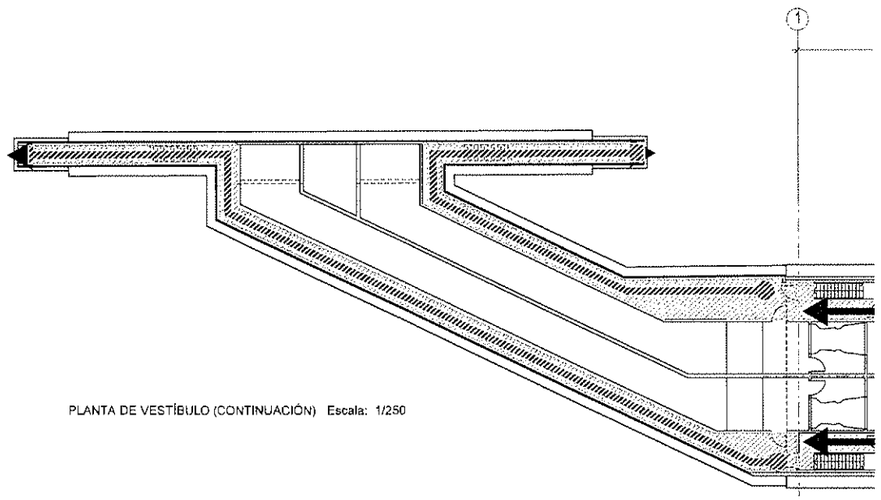
PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-21 | HOJA 01 de 02 | REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-21-P001-P002.dwg

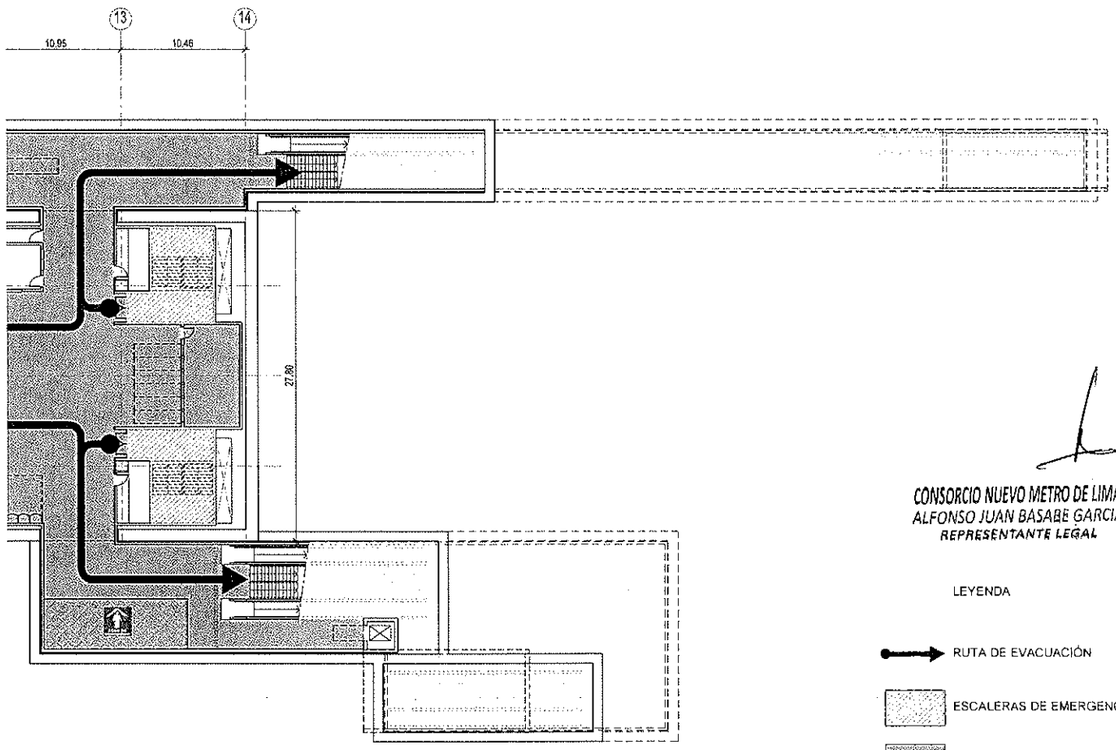
\\cdavinci\obras\425 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en revit\acimo\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 otg documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_fin\0404-ploc-est-fun-ev-21-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:21



PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014
0 2.5 5
0 5 10

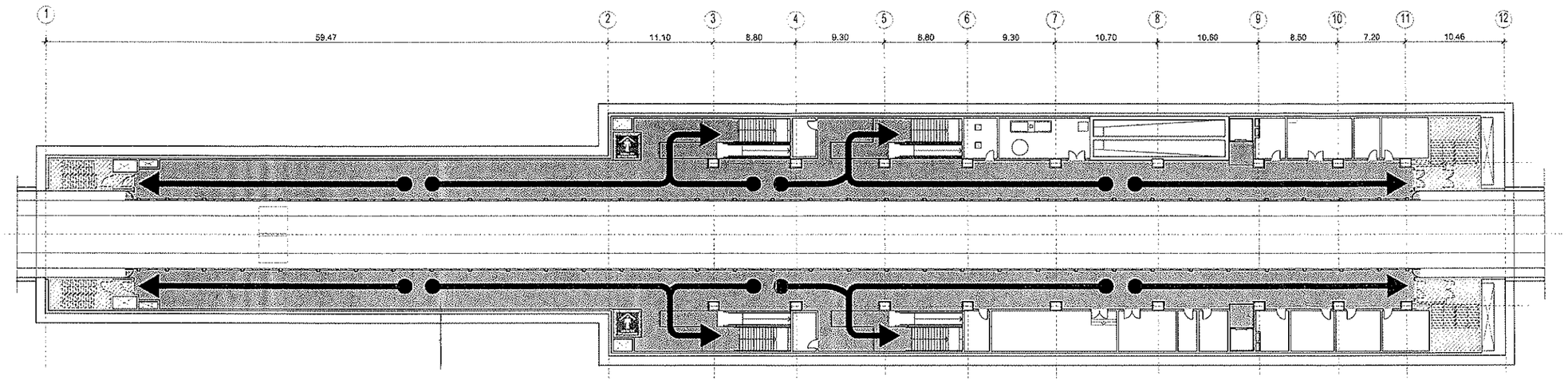
EVACUACIÓN
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA
PLANTA DE VESTÍBULO

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-21 | HOJA 02 de 02 | REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-21-P001-P002.dwg

\\dfsavinci\edata\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro line\08 trabajo\209 dg documentacion gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_ta\0404-ploc-est-fun-ev-21-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:21

013224



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

0 2.5 5
0 5 10

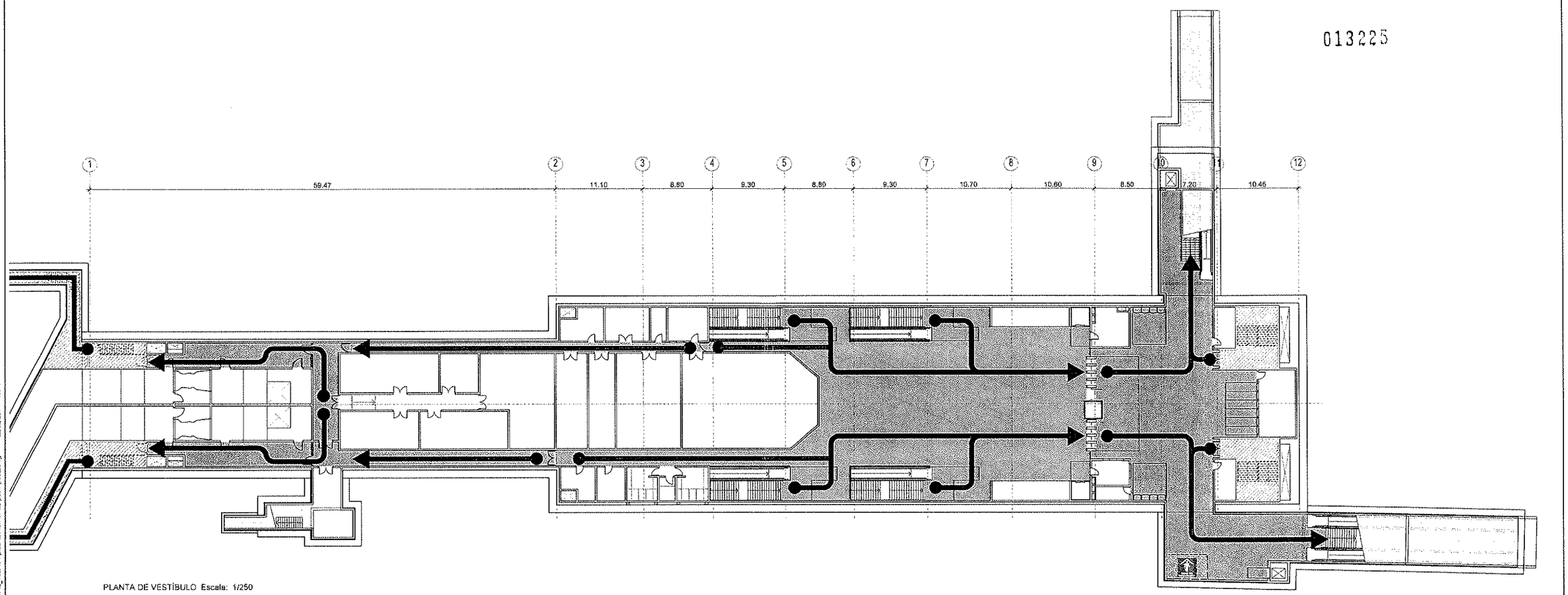
EVACUACIÓN
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA DE ANDÉN

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-22 | HOJA 01 de 02 | REVISIÓN 0

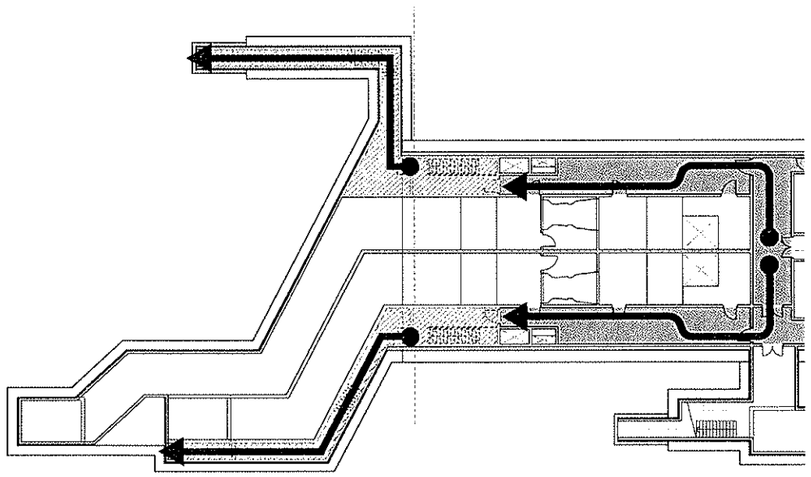
0404-PLOC-EST-FUN-EV-22-P001-P002.dwg

\\trekvinchi\datos\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 linea\pl\200 dg documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_1a\0404-ploc-est-fun-ev-22-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 17:41

013225



PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014
0 2.5 5
0 5 10

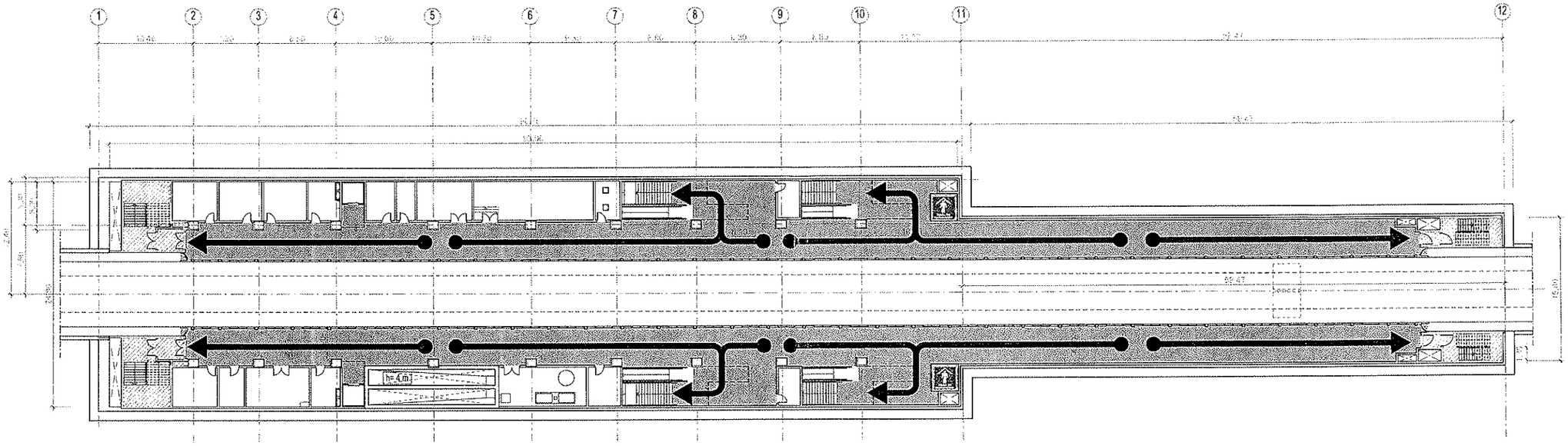
EVACUACIÓN
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL
PLANTA DE VESTÍBULO

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-22 | HOJA 02 de 02 | REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-22-P001-P002.dwg

\\oldnetcha\data\05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\06 proyectos\metro lima\09 trabajo\200 dgg documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_1a\0404-ploc-est-fun-ev-22-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 17:41

013226



PLANTA DE ANDÉN Escala 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

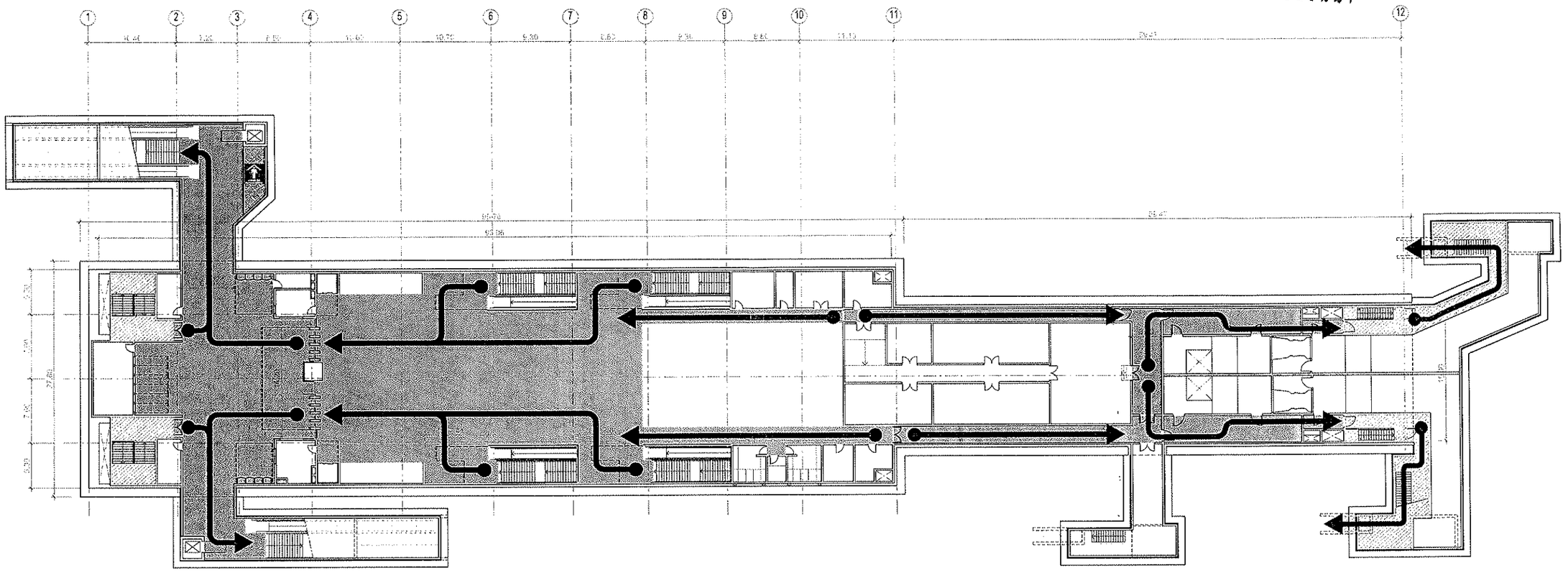
EVACUACIÓN
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANTA DE ANDÉN

PLANO N°: 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-23 | HOJA 01 de 02 | REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-23-P001-P002.dwg

\\cdservidor\datos\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\06 trabajo\2000 dgg documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_1a\0404-ploc-est-fun-ev-23-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:26

013227



PLANTA DE VESTÍBULO Escala 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/250
ESCALA (A3): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

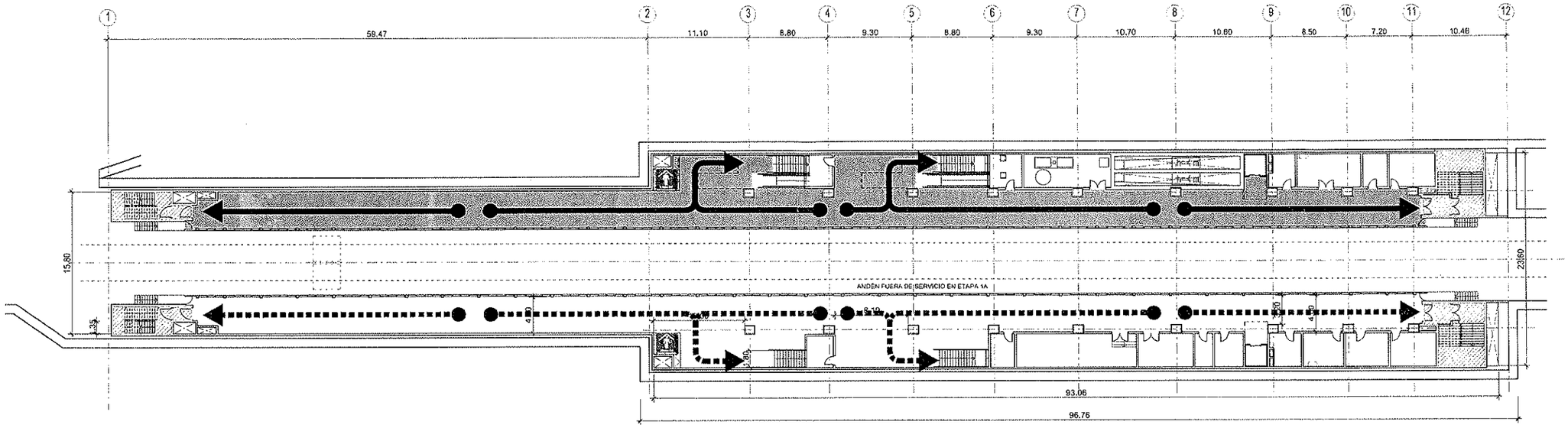
EVACUACIÓN
ESTACIÓN LA CULTURA
PLANTA DE VESTÍBULO

PLANO N°: 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-23 | HOJA: 02 de 02 | REVISIÓN: 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-23-P001-P002.dwg

\\cksvsv-cluster\Activos\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realización\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\300 dg documentación gráfica\0404-ploc-est-lun-ev-l2_1a\0404-ploc-est-lun-ev-23-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:26

013228



PLANTA DE ANDÉN Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN FUTURA
- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/250
ESCALA (A3): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

EVACUACIÓN
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA DE ANDÉN

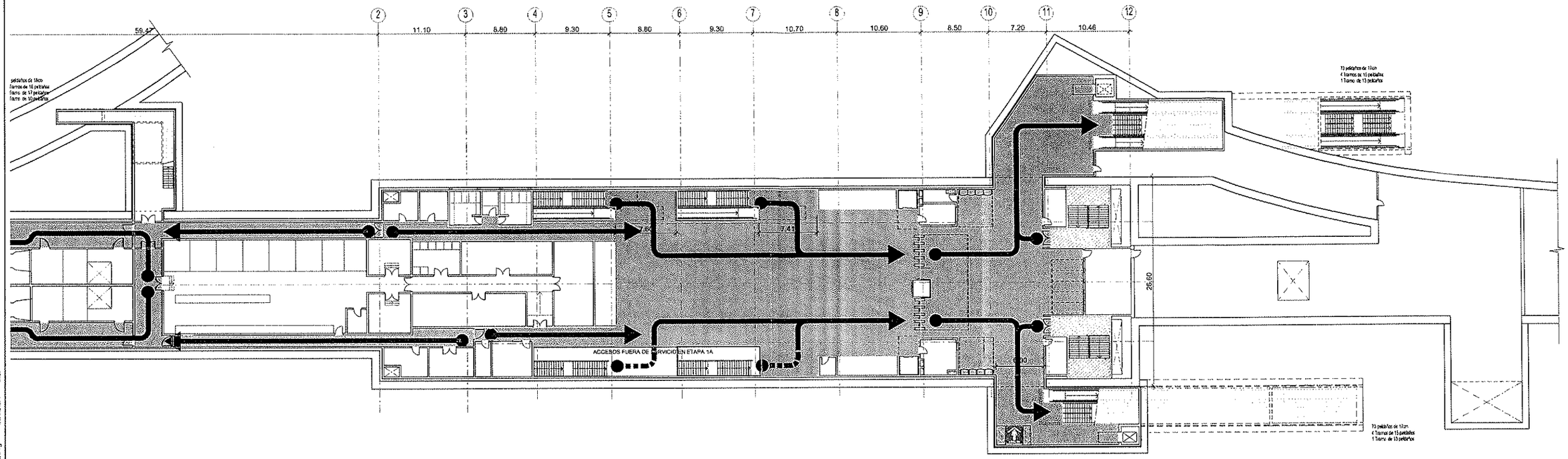
PLANO N°: 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-24 | HOJA: 01 de 02 | REVISIÓN: 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-24-P001-P002.dwg

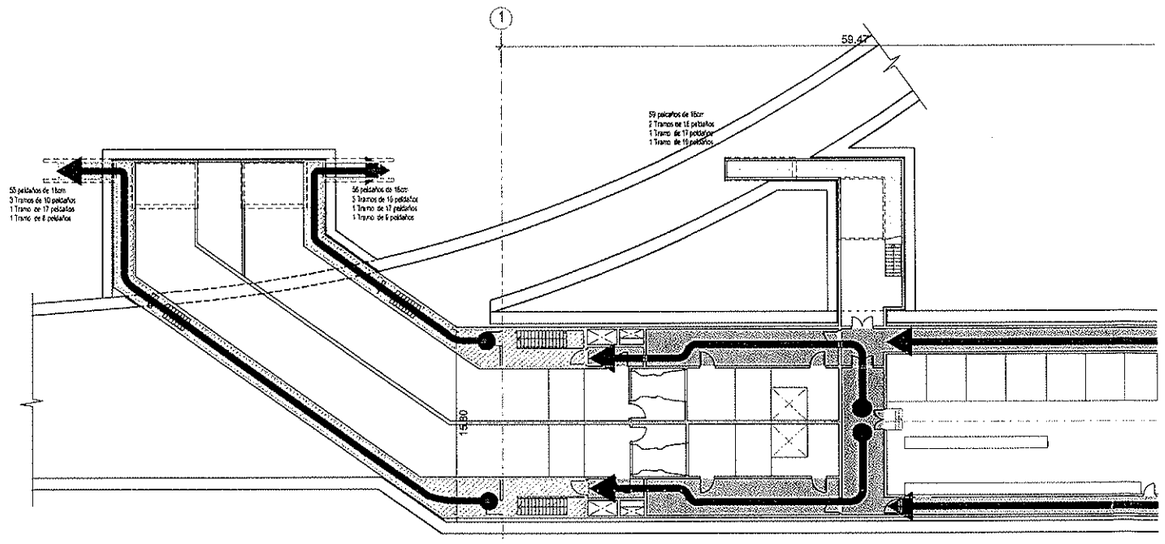
\\datavm3\ulula\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\2010 dg documentación gráfica\0404-ploc-est-fun-ev-l2_1e\0404-ploc-est-fun-ev-24-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:29

[13628]

013229



PLANTA DE VESTÍBULO Escala: 1/250



PLANTA DE VESTÍBULO (CONTINUACIÓN) Escala: 1/250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- RUTA DE EVACUACIÓN FUTURA
- RUTA DE EVACUACIÓN
- ESCALERAS DE EMERGENCIA
- ÁREA SEGURA
- ZONA DE RESGUARDO EN CASO DE SISMO

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1) 1/250
ESCALA (A3) 1/500
FECHA FEBRERO 2014

EVACUACIÓN
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA DE VESTÍBULO

PLANO Nº 0404-PLOC-EST-FUN-EV-L2-24
HOJA 02 de 02
REVISIÓN 0

0404-PLOC-EST-FUN-EV-24-P001-P002.dwg

\\cldsvrvchalida\a\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\03 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dig documentación gráfica\a\0404a-ploc-est-fun-ev-l2_1\a\0404-ploc-est-fun-ev-24-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:29

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013230

O.4.3.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.3. ACCESIBILIDAD Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ANDENES

APÉNDICE 3.SIMULACIONES DE FLUJO EN ESTACIÓN

Systematica

013231

Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av. Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima y Callao"

Consultoría de Flujo Peatonal – Estación Evitamiento



- Preparado por: Tiffanie Yamashita
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de Servicio: 13P0151g
- Nombre de archivo: 13P0151g_140214_R_Evitamiento_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00

Índice

1. Introducción 4
2. Metodología 5
3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks® 5
4. Resultados de simulación 7
   - 4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS) 7
   - 4.2 Utilización del espacio 8
   - 4.3 Velocidad del flujo 9
   - 4.4 Tiempo de evacuación 9
5 Análisis Operacional de Evitamiento – Hora punta PM en días laborables 10
6 Análisis operacional de Evitamiento – Evacuación 16



1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos de criticidad de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros principales nodos de intercambio de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación; proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.



2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario(pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El Programa informático Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este Programa Informático, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.



El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;

- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e inconveniencias (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.

4. Resultados de simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buen buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).
El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:

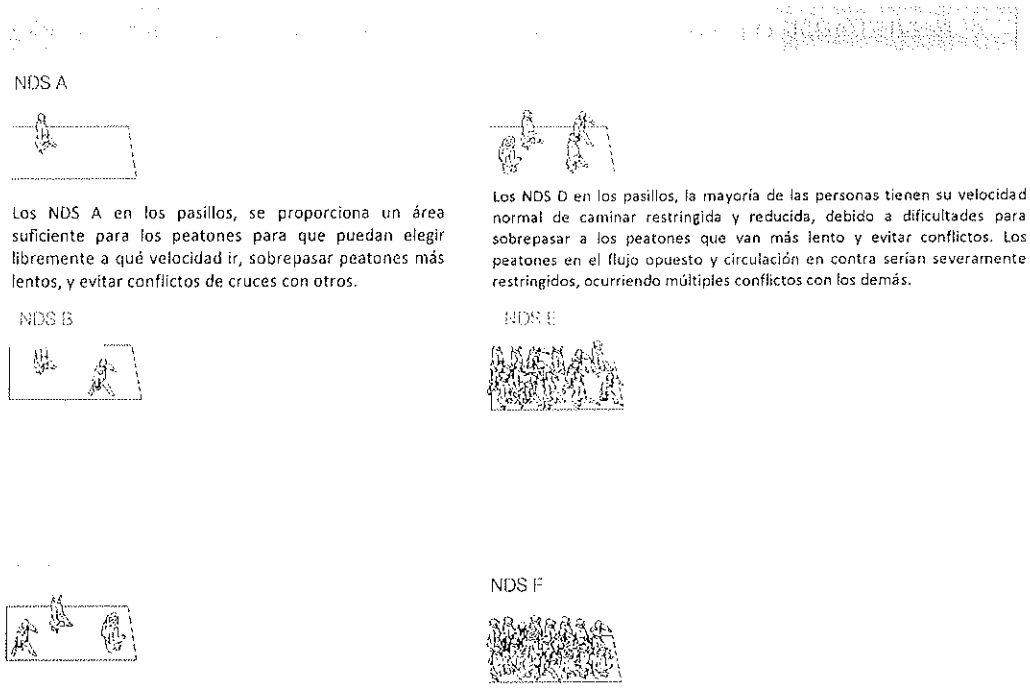


Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

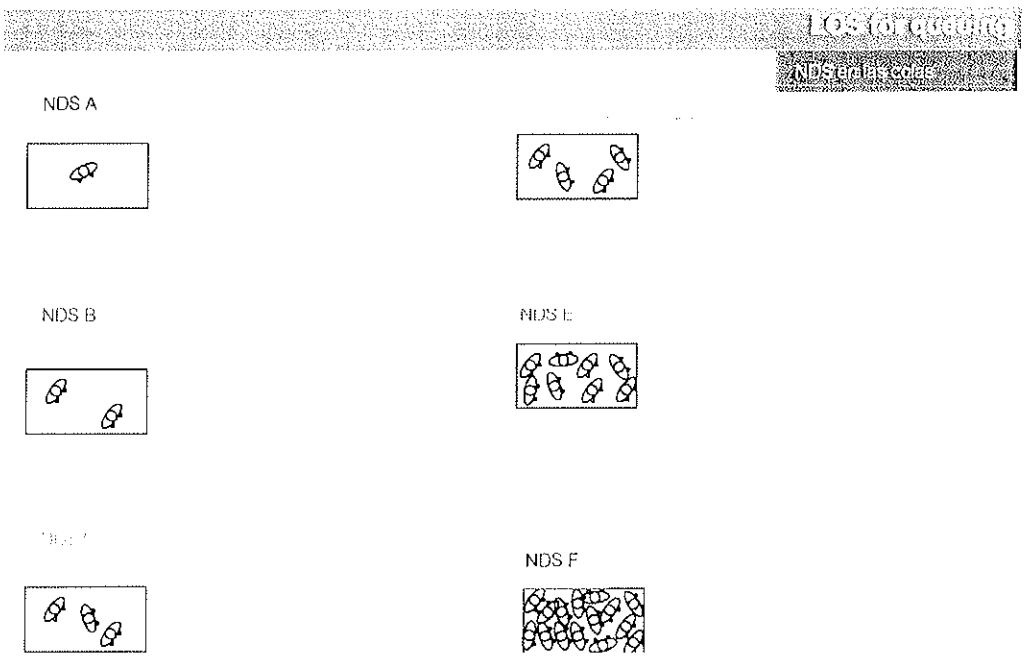


Figura 2 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas

4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibro del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.

5 Análisis Operacional de Evitamiento – Hora punta PM en días laborables

Javier Prado consiste en una estación situada en la parte central del L2, ubicada entre la estación terminal de Ate y la Central. Dos accesos desde la calle estarán en el Este de la estación, junto con las máquinas expendedoras de boletos y los sistemas principales de entradas.

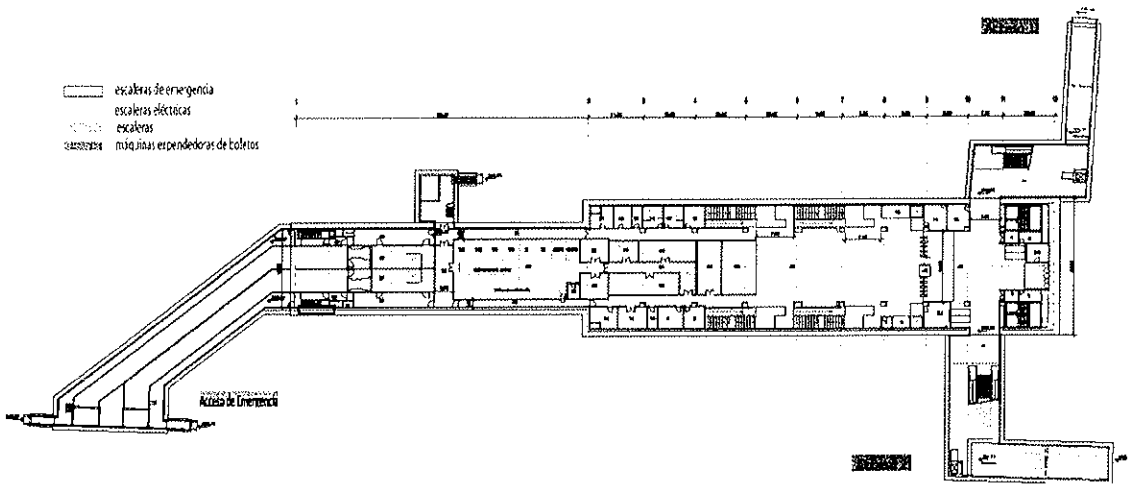


Figure 3 | Mapa del vestíbulo de la estación Evitamiento

En la parte central de la estación habrá tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos andenes situados en el nivel inferior. La parte occidental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día PM hora punta (3,786 pasajeros contra los 2,942 pasajeros de la AM hora punta). Los pasajeros pronosticados para Evitamiento II se resumen a 3,786 en la hora más congestionada, que fue seleccionada para la evaluación operacional. La dirección Oeste será la más concurrida, con 256 pasajeros descendiendo y 2,500 abordando. Para un total aproximado de 2,756 pasajeros durante la hora pico PM. En la dirección opuesta (Oeste a Este) estarán 911 pasajeros descendiendo y 119 abordando. Para tener margen de seguridad hemos agregado 953 pasajeros.

Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.

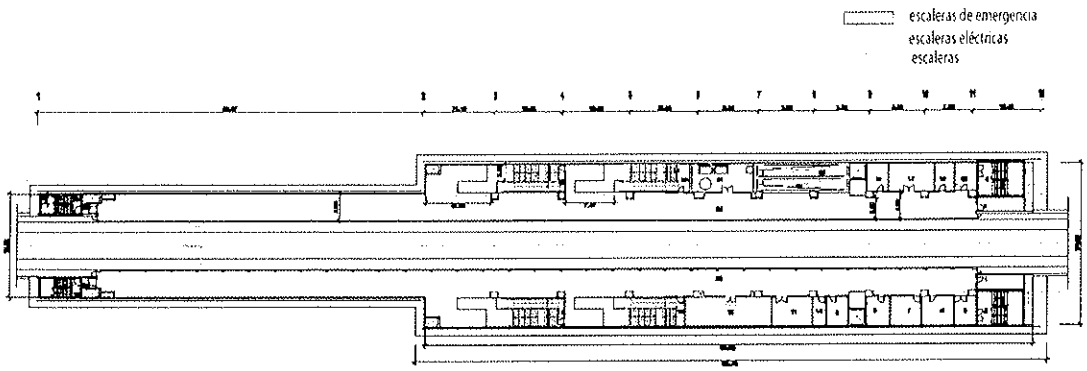


Figura 4 | Mapa del andén en la estación de Evitamiento

Para crear modelos de la estación Evitamiento, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras mecánicas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección en el acceso 2 y una escalera mecánica para subir para el acceso 1; ambos accesos tienen 2 conjuntos de escaleras;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 10 torniquetes de los cuales 5 son para el ingreso y 5 para la salida; y,
- el andén está vinculada a el vestíbulo mediante 4 escaleras y 4 escaleras mecánicas (2 de subida y 2 de bajada) de acuerdo a la dirección.

Además, se supone que el acceso #1 y #2 atraen y generan respectivamente el 40% y 60% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta en los días laborables PM muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada a el andén este (la dirección a la estación Central), como resultado directo de la proximidad de la estación al final de la línea.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo que no es necesario y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades en las áreas de alto flujo en la estación.

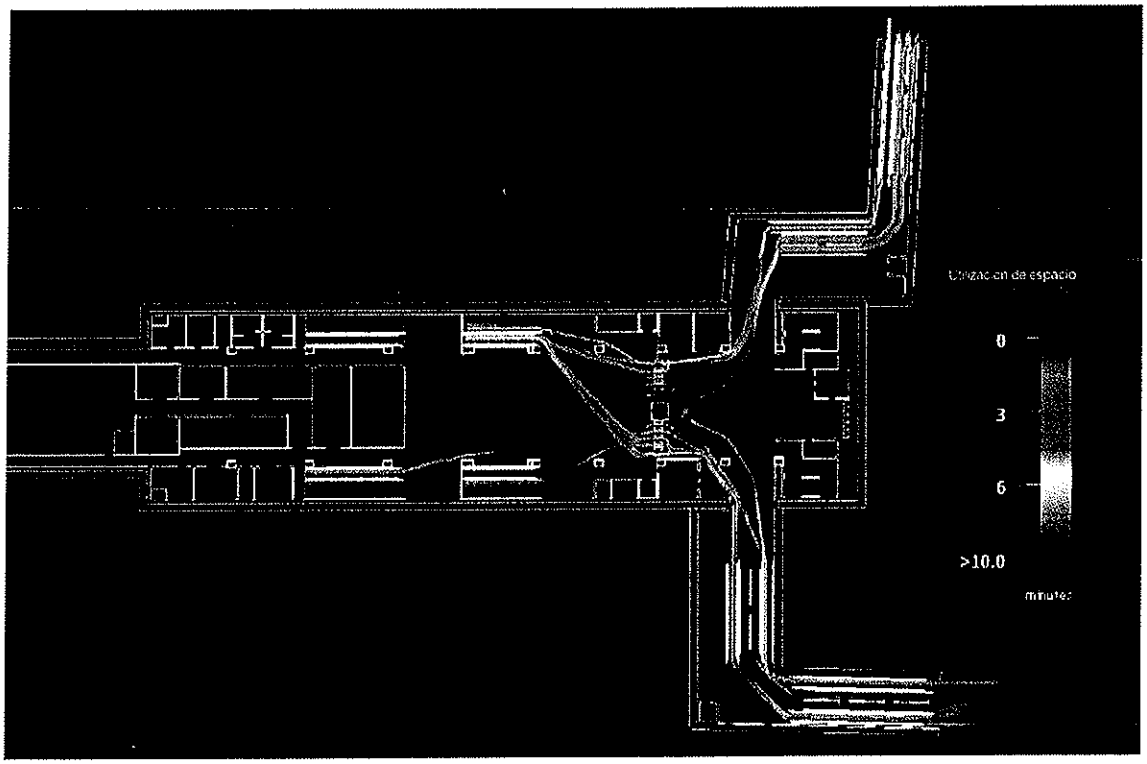


Figura 5 | Mapa de utilización de espacio en el vestíbulo

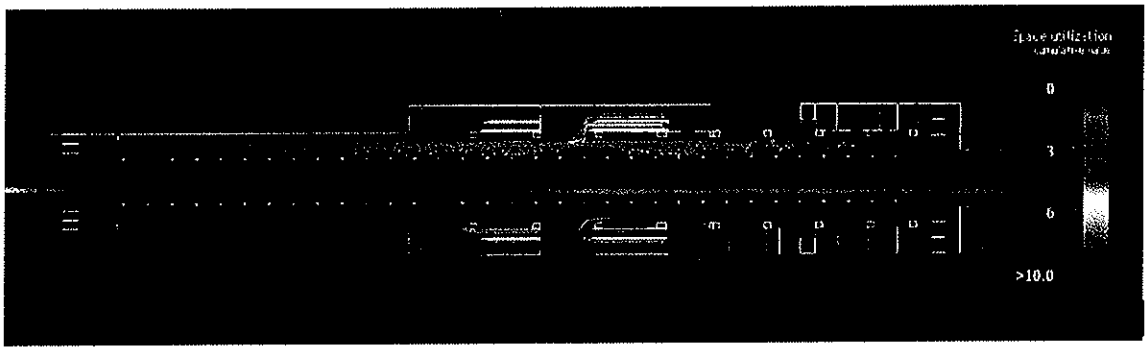


Figura 6 | Mapa de utilización de espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podrían haber grandes problemas de congestión.

Los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (de A a C) y que no hay amontonamientos anormales en los pasillos.
Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.

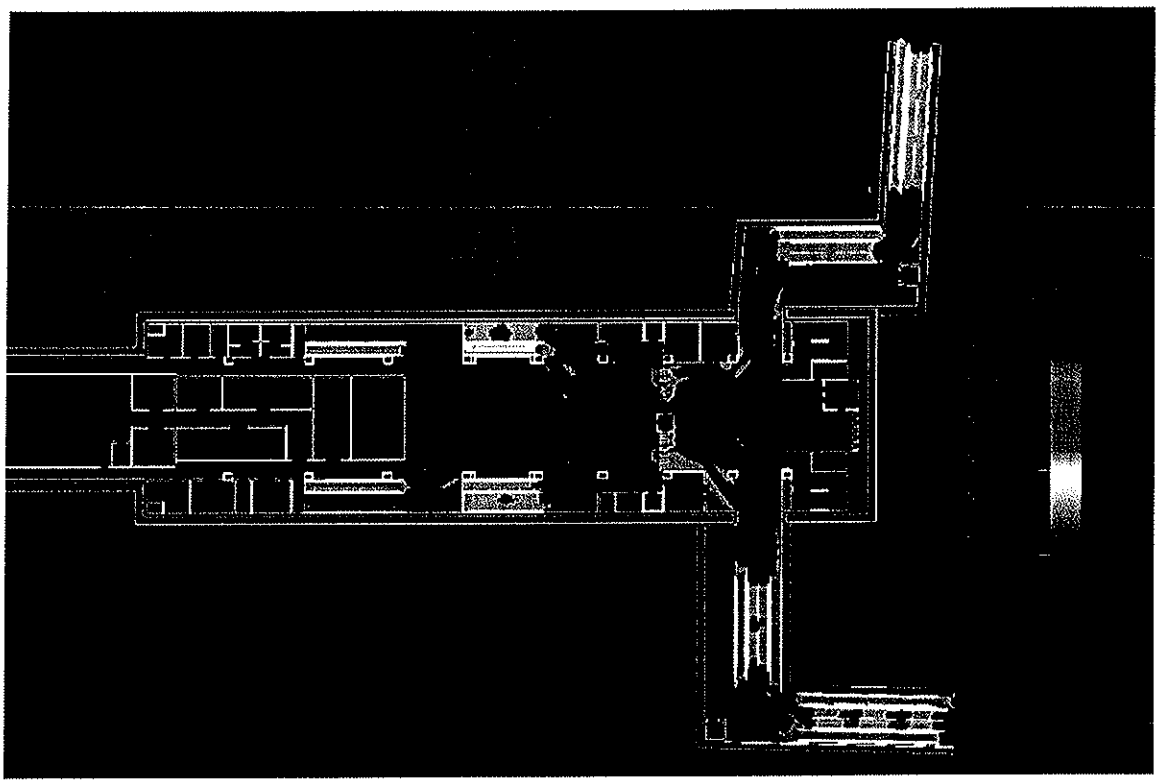


Figura 7 | Mapa de densidad promedio acumulada de los pasillos en el vestíbulo

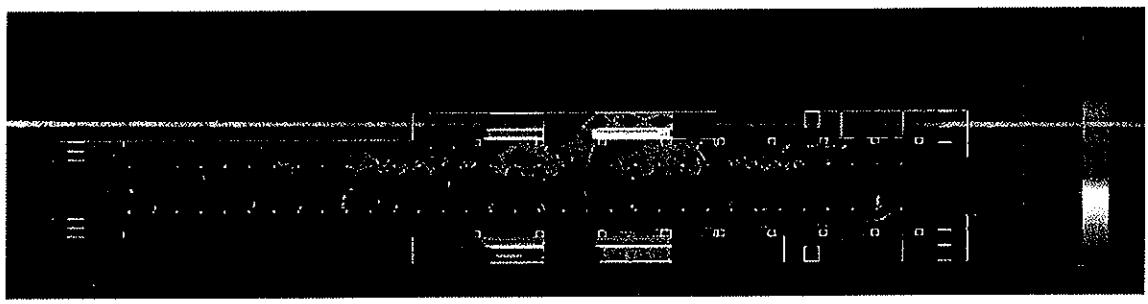


Figura 8 | Densidad promedio acumulada de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulada para las colas de espera representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Tanto en el vestíbulo como en el andén, la fila de espera en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas es muy buena.

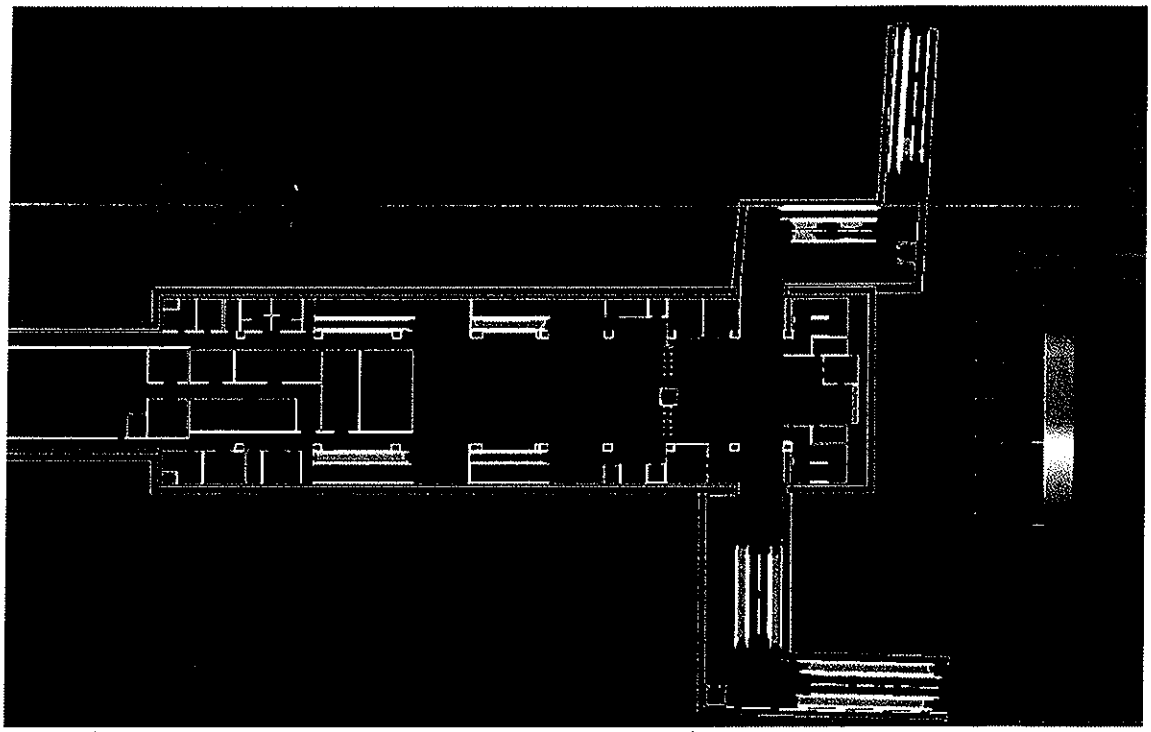


Figura 9 | Mapa de densidad promedio acumulada de las colas en el vestíbulo

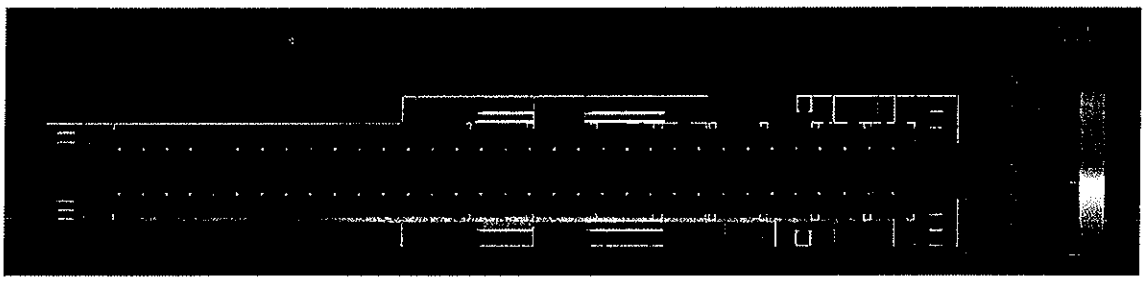


Figura 10 | Mapa de densidad promedio acumulada de las colas en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulada son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos y las filas de espera y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.

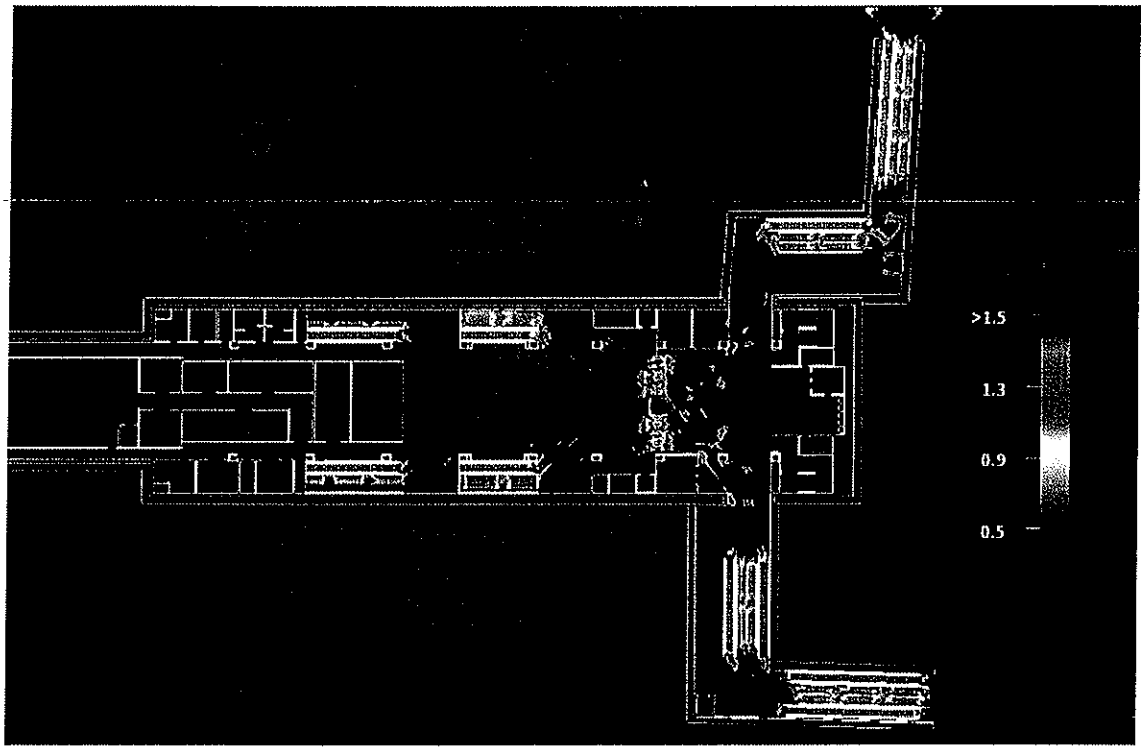


Figura 11 | Mapa de velocidad promedio acumulada del vestíbulo

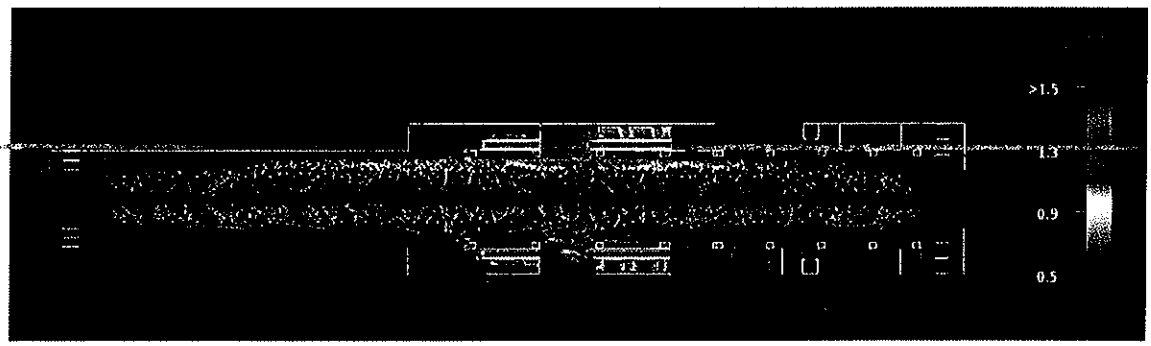


Figura 12 | Velocidad promedio acumulada en el andén

6 Análisis operacional de Evitamiento – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es el PM hora pico donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la PM hora punta, hay 2,500 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 119 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un aumento repentino de 1.5 se aplica al minuto pico.

Esto resulta en 313 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 15 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,713 del andén con dirección oeste y 1,415 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para similar confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada plataforma, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes del andén desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de Evitamiento cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

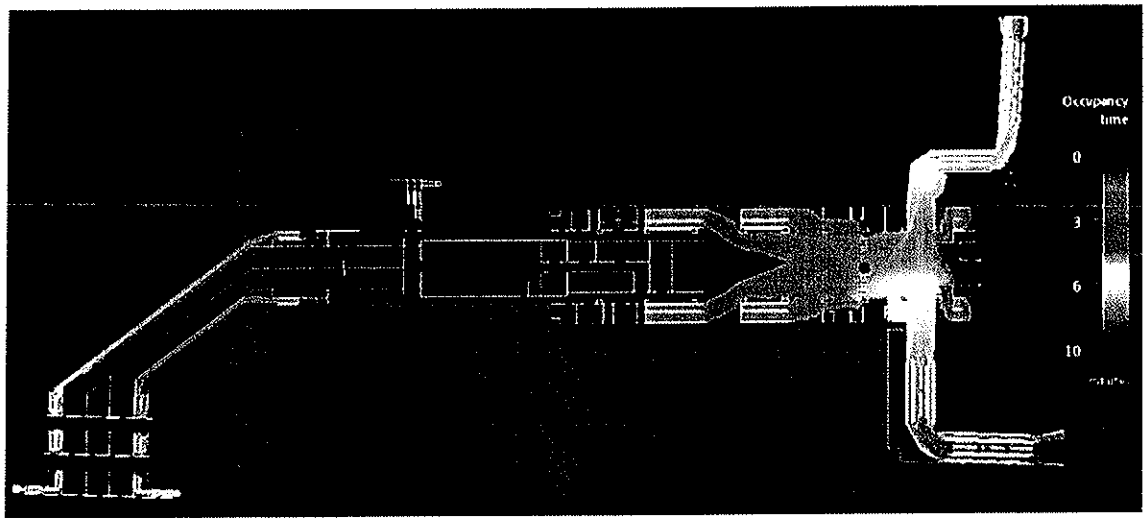


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

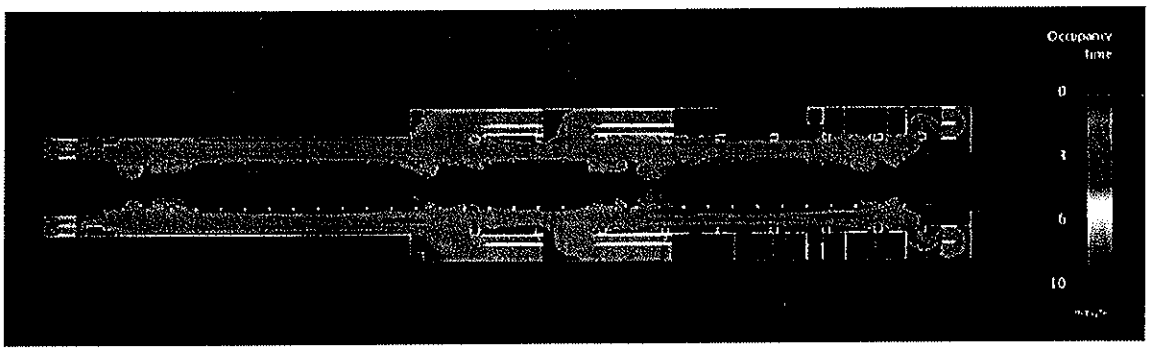


Figura 14 | Tiempo de evacuación en el andén

Systematica

013248

Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av. Faucett-Gambeta de la red subterránea de Lima y Callao"

Consultoría de flujos peatonales – Estación La Alborada

- Preparado por: Tiffanie Yamashita
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de servicio: 13P0151g
- Número del archivo: 13P0151g_140214_R_La_Alborada_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00

Índice

1. Introducción 4
2. Metodología 5
3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks® 5
4. Resultados de Simulación 7
   4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS) 7
   4.2 Utilización del espacio 9
   4.3 Velocidad de flujo 9
   4.3 Tiempo de evacuación 9
5 Análisis Operacional de La Alborada – Hora punta AM en días laborables 10
6 Análisis Operacional de La Alborada – Evacuación 16

1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de interés (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros nodos de intercambio de transporte claves representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicio. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no considera el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Esto resulta en espacios teóricamente adecuados, en términos de metros cuadrados, para los flujos y funciones estimados, pero donde existen criticidades, fenómeno de congestión y saturación, resulta en una menor comodidad para el usuario y la eficiencia de la instalación.



2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario(pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) esté dispuesta a mantener una velocidad de desplazamiento definida y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks®

El software Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este software, en el área de transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las características específicas del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;

- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definida por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y las características, la capacidad espacial y la ejecución del proyecto pueden ser medidas, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el arreglo peatonal específico y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos claves del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto al escenario de evacuación, las salidas más importantes son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través de la capacidad de evaluación y mapeo, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el mapeo, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.

4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluyen el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se pueden reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buen buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:

NDS A

Los NDS A en los pasillos, se proporcionan un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B

Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, casi bajando la velocidad promedio de los peatones y el volumen potencial

Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable: sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E

Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F

Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1/ Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

NDS A

Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás

NDS B

Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar

Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringido, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E

Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F

Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas

4.2 Utilización del espacio

El mapeo de la utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibro del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad de flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.3 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.

5 Análisis Operacional de La Alborada – Hora punta AM en días laborables

La Alborada consiste en una estación tipológica situada en la parte central del L2, a pocas paradas de la Estación Central. En la parte oriental de la estación habrá dos accesos desde la calle, junto con las máquinas expendedoras de boletos y el sistema de puertas principal.

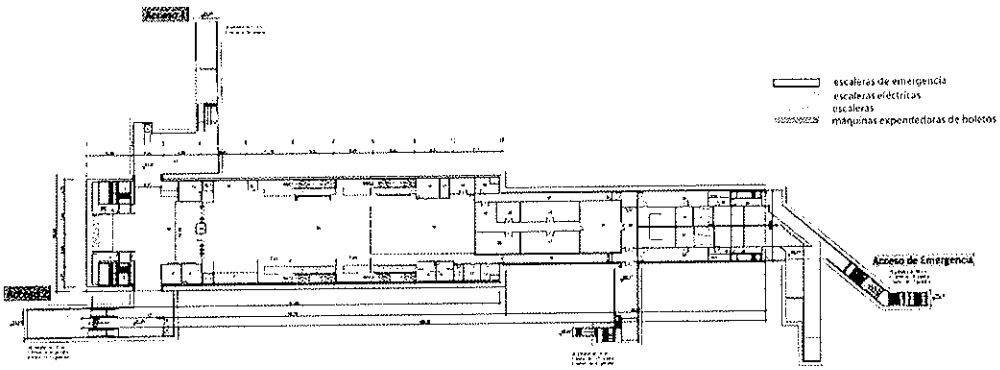


Figura 2 | Mapa del vestíbulo de la estación La Alborada

En la parte central de la estación habrá dos grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos plataformas situadas en el nivel inferior. La parte oriental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día es la hora punta AM (3,233 pasajeros contra los 1,474 pasajeros de la hora punta PM). Los pasajeros pronosticados para La Alborada se resumen a 3,233 en la hora más congestionada. La dirección oeste será la más concurrida, con 2.412 pasajeros descendiendo y 15 abordando, con un total aproximado de 2,427 pasajeros durante la hora punta AM. Para tener margen de seguridad hemos agregado 150 pasajeros extras abordando en la dirección oeste, en conclusión un total de 2,577 pasajeros.

En la dirección opuesta habrá 544 pasajeros abordando y 262 descendiendo, con un total de 806 pasajeros. Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.

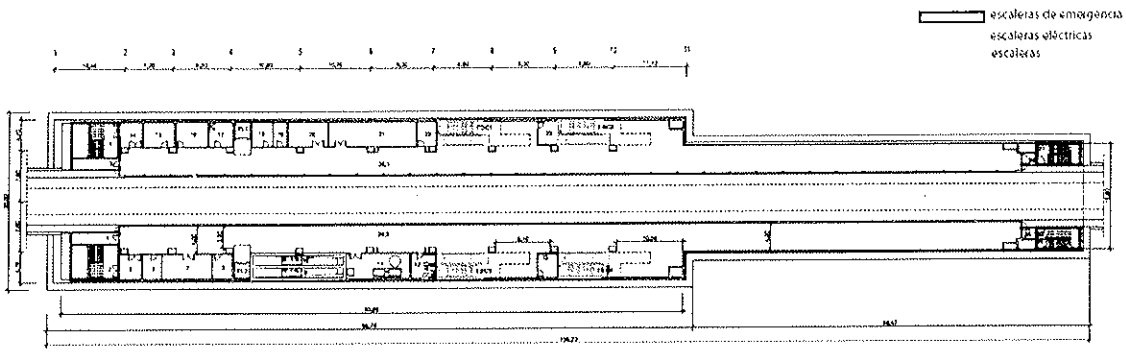


Figura 3 | Mapa del andén de la estación La Alborada

Para crear modelos de la estación La Alborada, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras eléctricas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección para el acceso 2 y una escalera mecánica para subir para el acceso 1;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 10 torniquetes de los cuales 4 son para el ingreso y 6 para la salida; y,
- el andén está vinculada a el vestíbulo mediante 4 escaleras y 4 escaleras eléctricas (2 de bajada y 2 de subida) de acuerdo a la dirección.

Además, para recalcar el sistema general, se supone que el acceso #01 y el acceso #02 atraen y generan respectivamente el 30% y 70% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta AM en días laborables muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada al andén oeste (la dirección desde la Estación Central), como resultado directo de la presión de movilidad alta viniendo de esa dirección.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo no es necesaria y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades operativas en la estación.

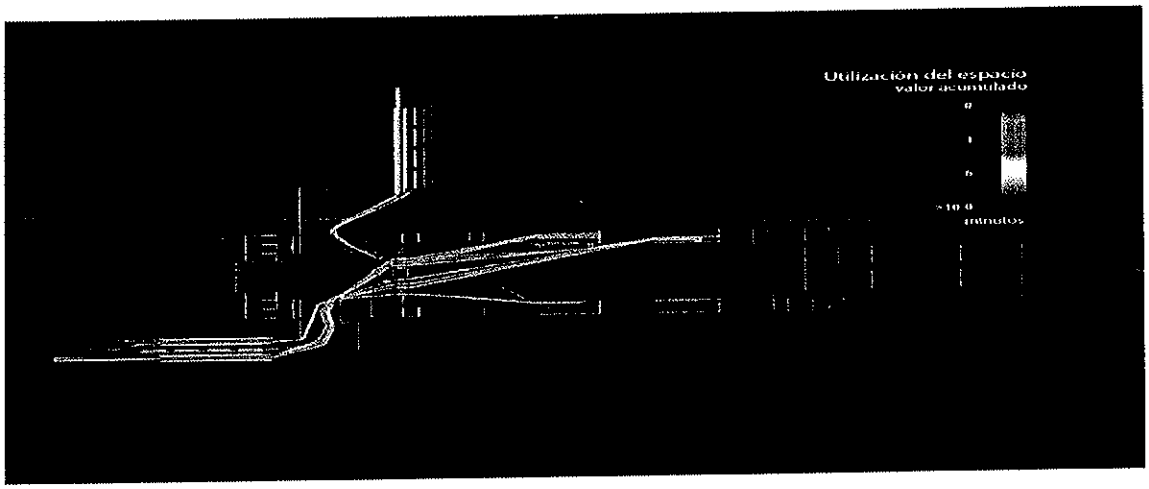


Figura 4 | Mapa de utilización del espacio en el vestíbulo

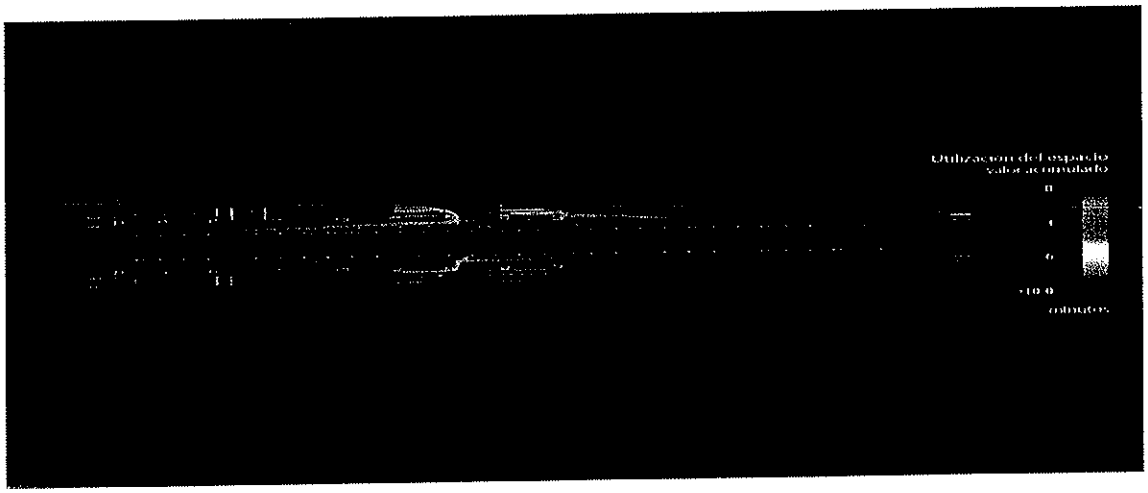


Figura 5 | Mapa del mapa de utilización del espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podría haber grandes problemas de congestión. Los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (A y B) y que no hay amontonamientos críticos en los pasillos.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras eléctricas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.

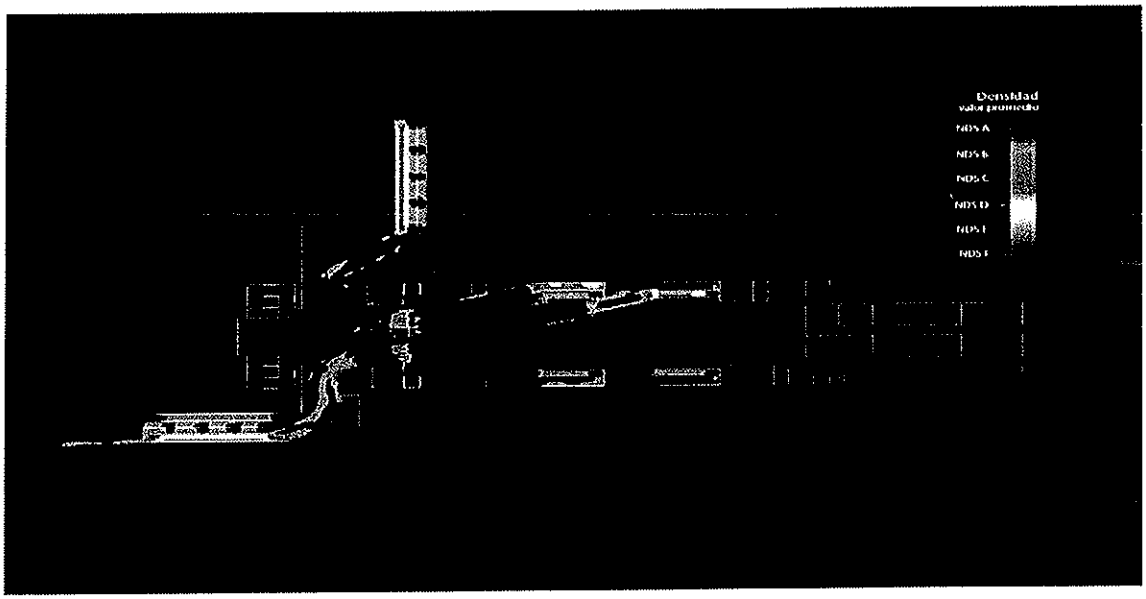


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulativa de los pasillos en el vestíbulo

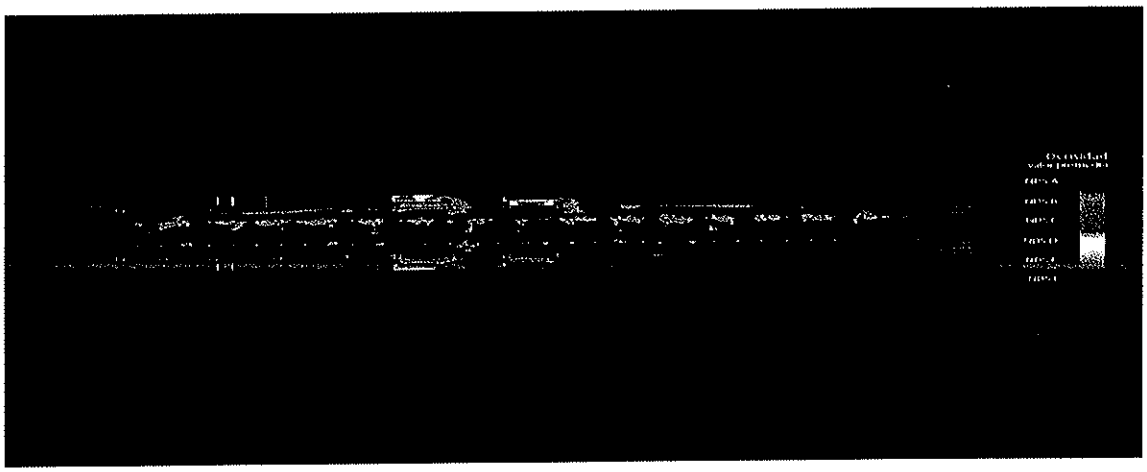


Figura 7 | Densidad promedio acumulativa de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulativa para las colas representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras eléctricas.

Ya sea en el vestíbulo como en el andén, la cola en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras eléctricas es muy buena.

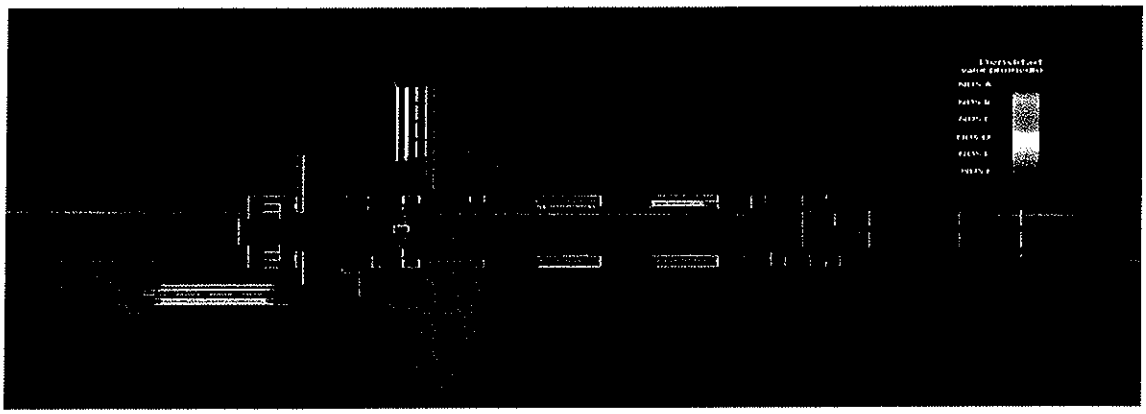


Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulativa de la cola en el vestíbulo

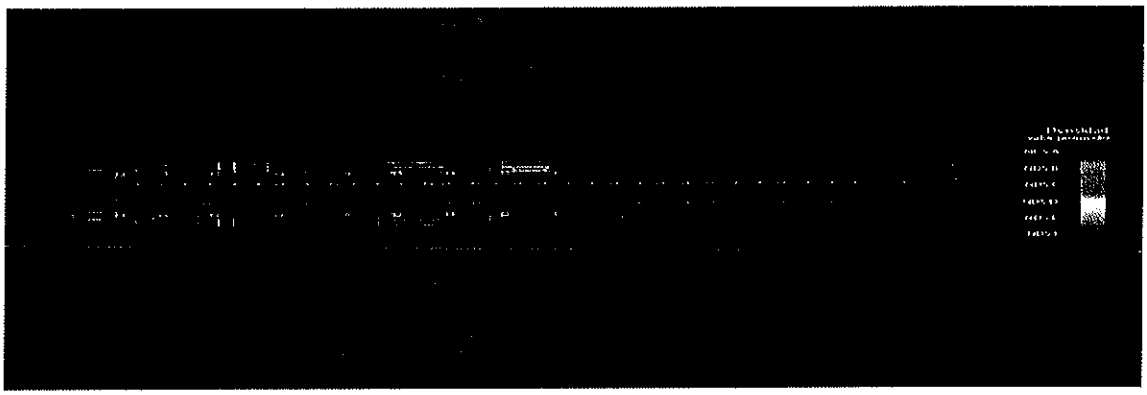


Figura 9 | Densidad promedio acumulativa de la cola en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulativa son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos y las filas de espera y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.

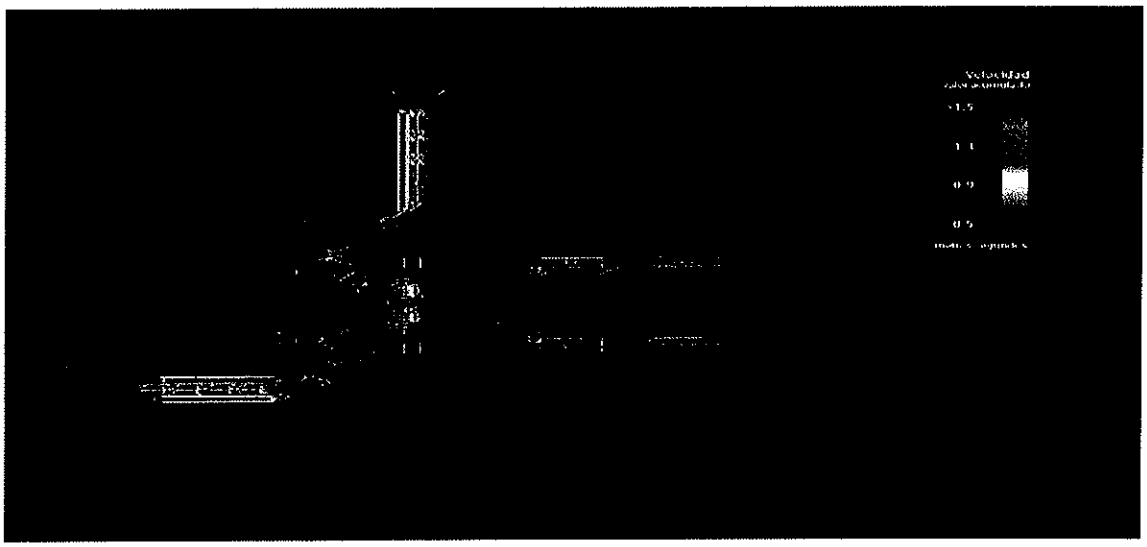


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio acumulativa del vestíbulo

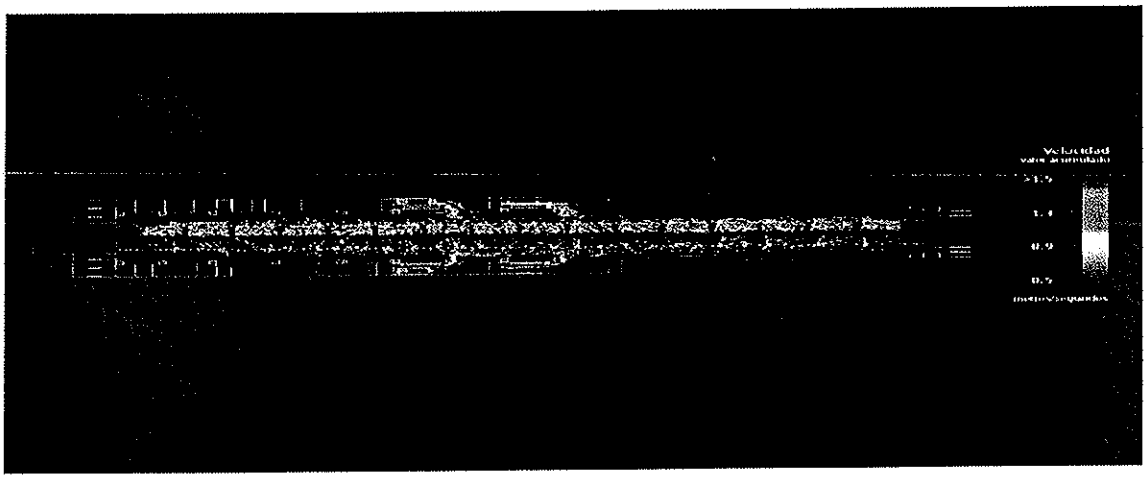


Figura 11 | Velocidad promedio acumulativa en el andén

6 Análisis Operacional de La Alborada – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM, porque la estación está localizada en la parte central de la ciudad y el tráfico PM en general se origina en los lugares de trabajo situados en el centro de la ciudad y va a los zonas residenciales. Como consecuencia de esto, se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la hora punta PM, hay 98 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 865 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Se aplica un aumento repentino de 1.5 al minuto pico.

Esto resulta en 12 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 108 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,412 del andén con dirección oeste y 1,508 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para similar confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras eléctricas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada andén, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes de la plataforma desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de La Alborada cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

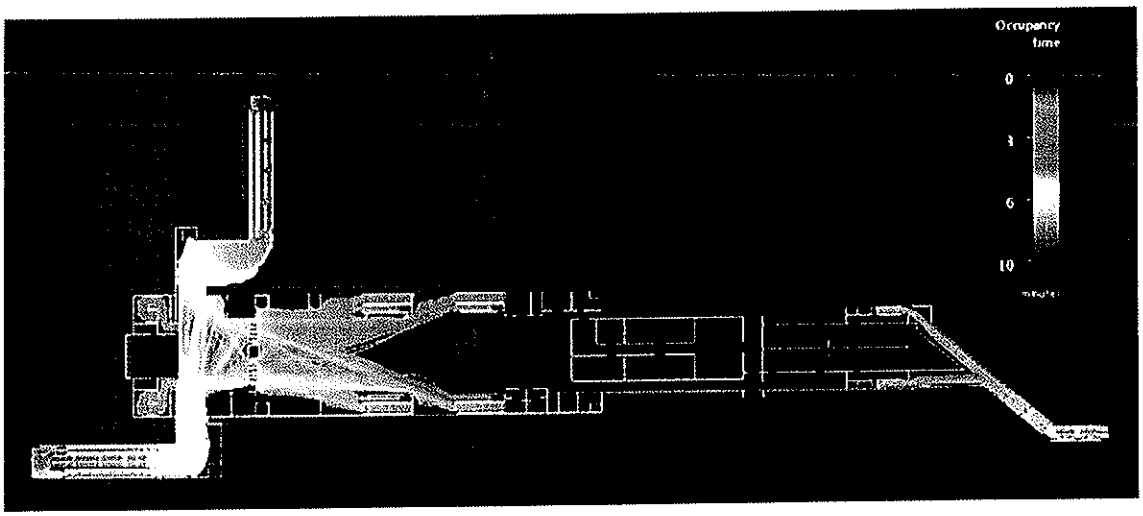


Figura 12 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

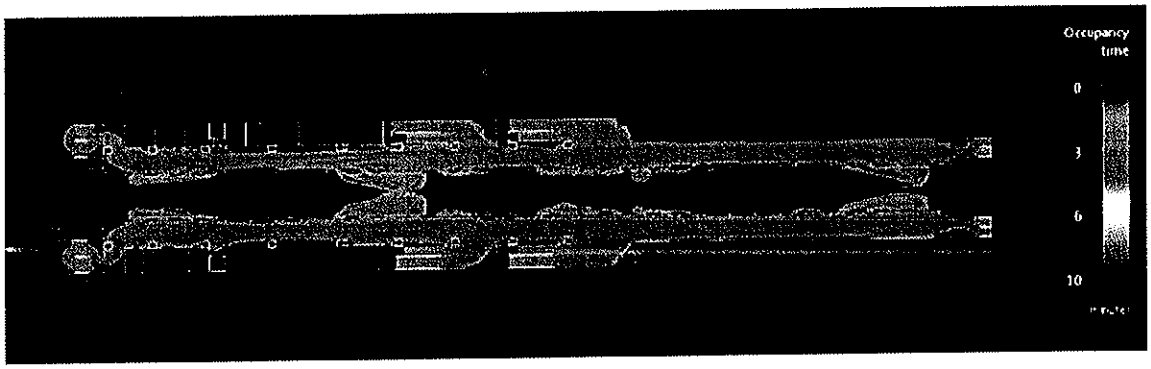


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el andén

013265

Systematica

Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av. Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima y Callao"

Consultoría de flujos peatonales– Estación Juan Pablo II

- Preparado por: Tiffanie Yamashita
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de servicio: 13P0151g
- Nombre del archivo: 13P0151g_140214_R_Juan_Pablo_II_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00

Índice

1. Introducción 4
2. Metodología 5
3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks® 5
4. Resultados de Simulación 7
4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS) 7
4.2 Utilización del espacio 9
4.3 Velocidad de flujo 9
4.3 Tiempo de evacuación 9
5 Análisis Operacional de Juan Pablo II – Hora punta PM en días laborables 10
6 Análisis Operacional de Juan Pablo II – Evacuación 16

1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de interés (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros nodos de intercambio de transporte claves representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicio. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no considera el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Esto resulta en espacios teóricamente adecuados, en términos de metros cuadrados, para los flujos y funciones estimados, pero donde existen criticidades, fenómeno de congestión y saturación, resulta en una menor comodidad para el usuario y la eficiencia de la instalación.

2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario(pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) esté dispuesta a mantener una velocidad de desplazamiento definida y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks®

El software Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este software, en el área de transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las características específicas del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;

- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definida por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y las características, la capacidad espacial y la ejecución del proyecto pueden ser medidas, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el arreglo peatonal específico y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos claves del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto al escenario de evacuación, las salidas más importantes son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través de la capacidad de evaluación y mapeo, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el mapeo, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.

4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluyen el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se pueden reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen la ocupación del espacio, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buen buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).
El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:

NDS A

Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a que velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B

Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, casi bajando la velocidad promedio de los peatones y el volumen potencial.

Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable: sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E

Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F

Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

NDS A

Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás

NDS B

Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar

Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringido, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E

Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por periodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F

Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas

4.2 Utilización del espacio

El mapeo de la utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibro del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad de flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.3 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.

5 Análisis Operacional de Juan Pablo II – Hora punta PM en días laborables

Juan Pablo II consiste en una estación tipológica situada en la parte occidental del L2, a pocas paradas del Puerto de Callao. En la parte oriental de la estación habrá cuatro accesos desde la calle (dos en el lado norte y dos en el lado sur) junto con las máquinas expendedoras de boletos y el sistema de puertas principal.

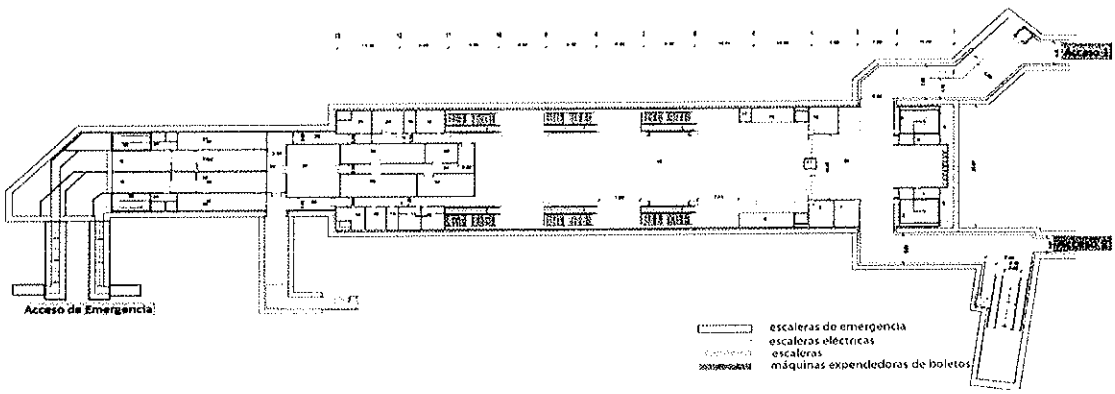


Figura 2 | Mapa del vestíbulo de la estación Juan Pablo II

En la parte central de la estación habrá tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos plataformas situadas en el nivel inferior. La parte occidental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día en la hora punta PM (8,040 pasajeros contra los 6,120 pasajeros de la hora punta AM). Los pasajeros pronosticados para Juan Pablo II se resumen a 8,040 en la hora más congestionada. La dirección este será la más concurrida, con 5,802 pasajeros abordando y 0 descendiendo. En la dirección opuesta estarán 0 pasajeros abordando y 2,238 descendiendo. Para tener margen de seguridad hemos agregado 180 pasajeros extras descendiendo en la dirección este y 160 pasajeros abordando en la dirección oeste.
Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.

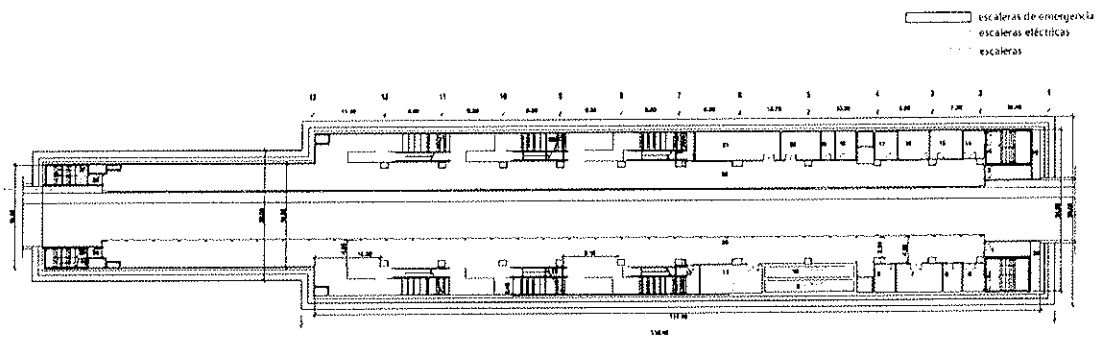


Figura 3 | Mapa del andén de la estación Juan Pablo II

Para crear modelos de la estación Juan Pablo II, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras mecánicas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección para el acceso sur y una escalera mecánica para subir para el acceso norte;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 9 torniquetes de los cuales 6 son para el ingreso y 3 para la salida; y,
- el andén está vinculada al vestíbulo mediante 6 escaleras y 6 escaleras mecánicas (3 de bajada y 3 de subida) de acuerdo a la dirección.

Además, se supone que el acceso norte y sur atraen y generan respectivamente el 50% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta PM en días laborables muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada a el andén este (la dirección desde el Puerto de Callao), como resultado directo de la proximidad de la estación al final de la línea.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo no es necesaria y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades en las áreas de alto flujo en la estación.

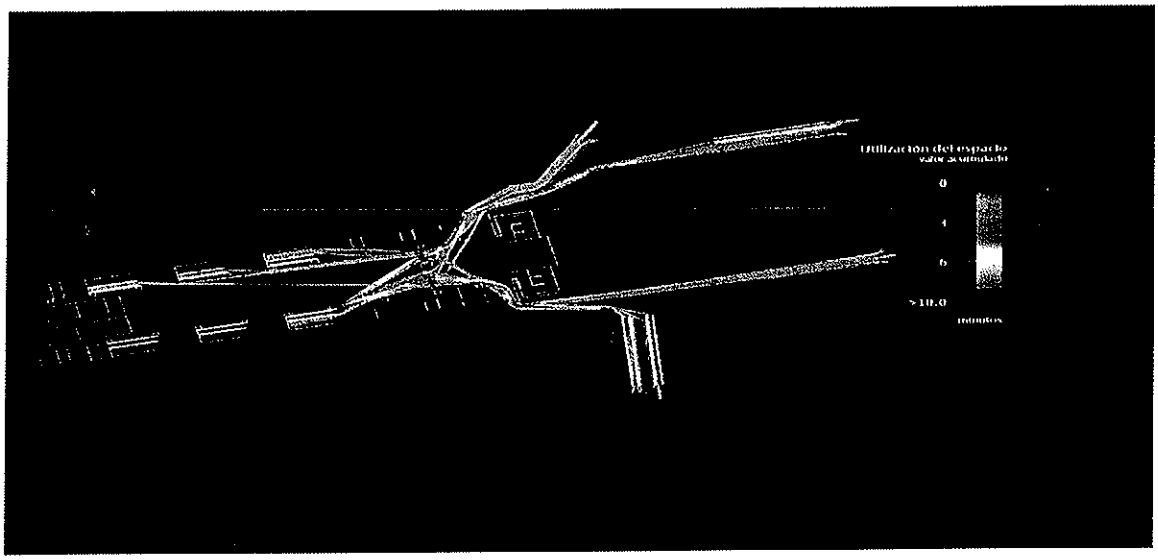


Figura 4 | Mapa de utilización del espacio en el vestíbulo

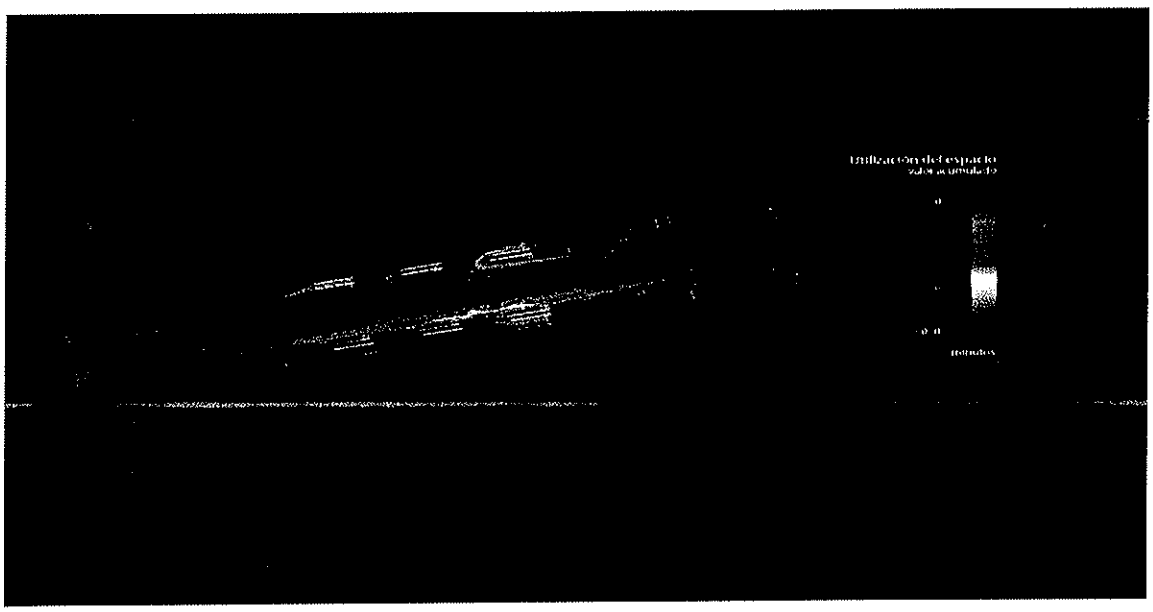


Figura 5 | Mapa del mapa de utilización del espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podría haber grandes problemas de congestión. Los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (A y B) y que no hay amontonamientos críticos en los pasillos.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.

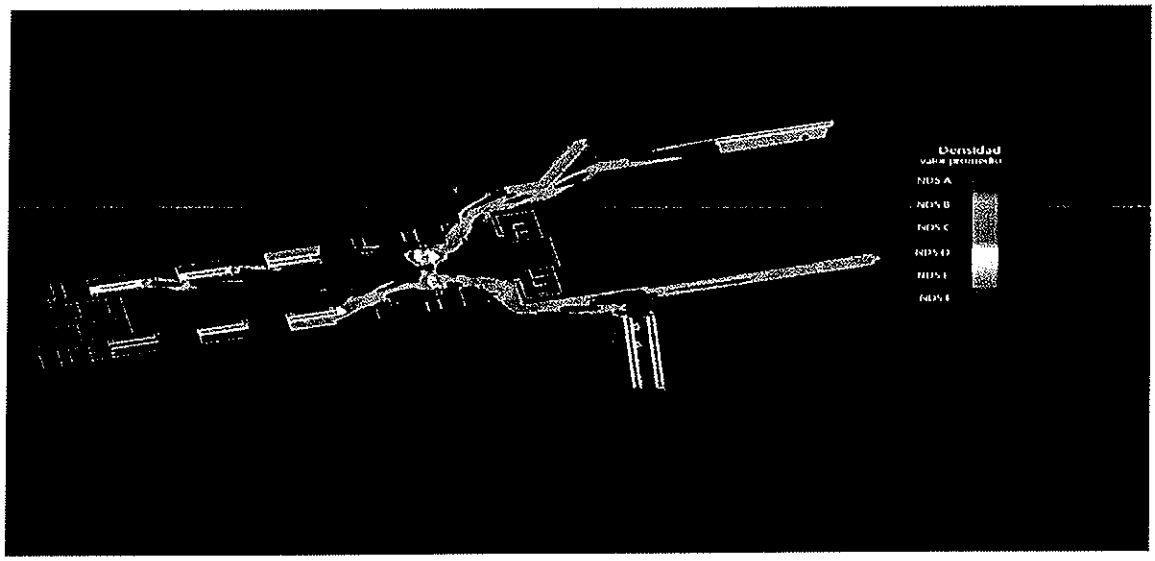


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulativa de los pasillos en el vestíbulo

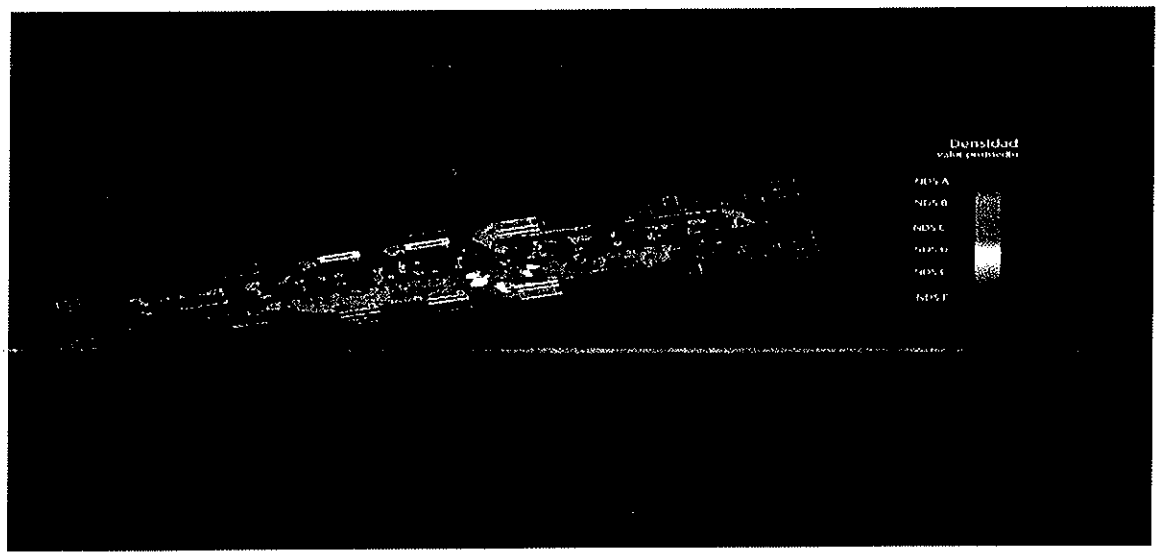


Figure 7 | Densidad promedio acumulativa de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulativa para las colas representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Ya sea en el vestíbulo como en el andén, la cola en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas es muy buena.

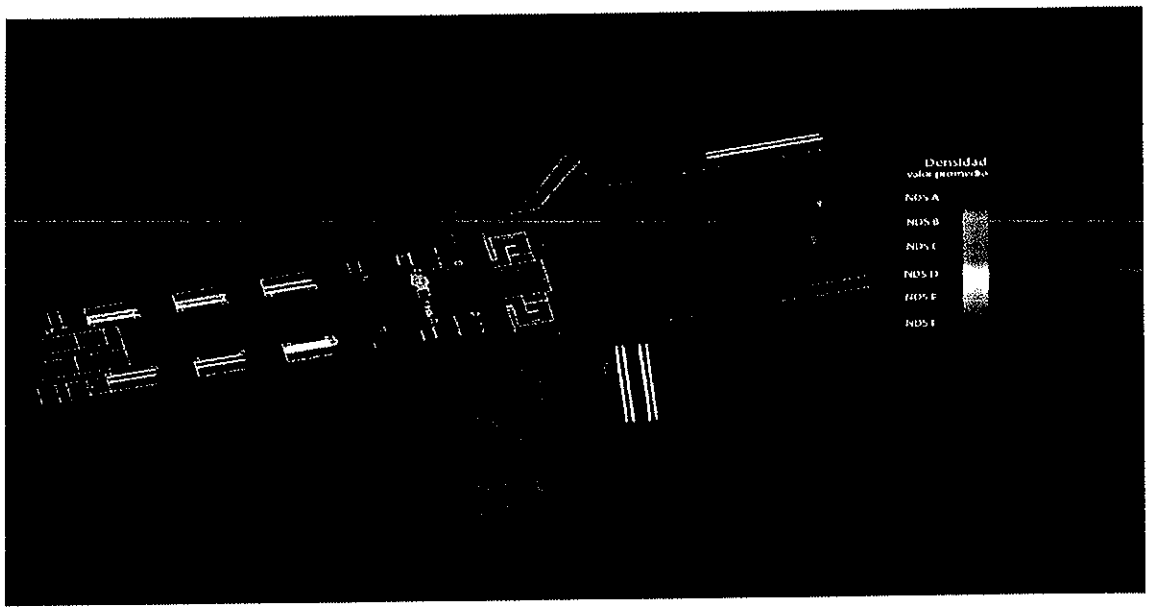


Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulativa de la cola en el vestíbulo

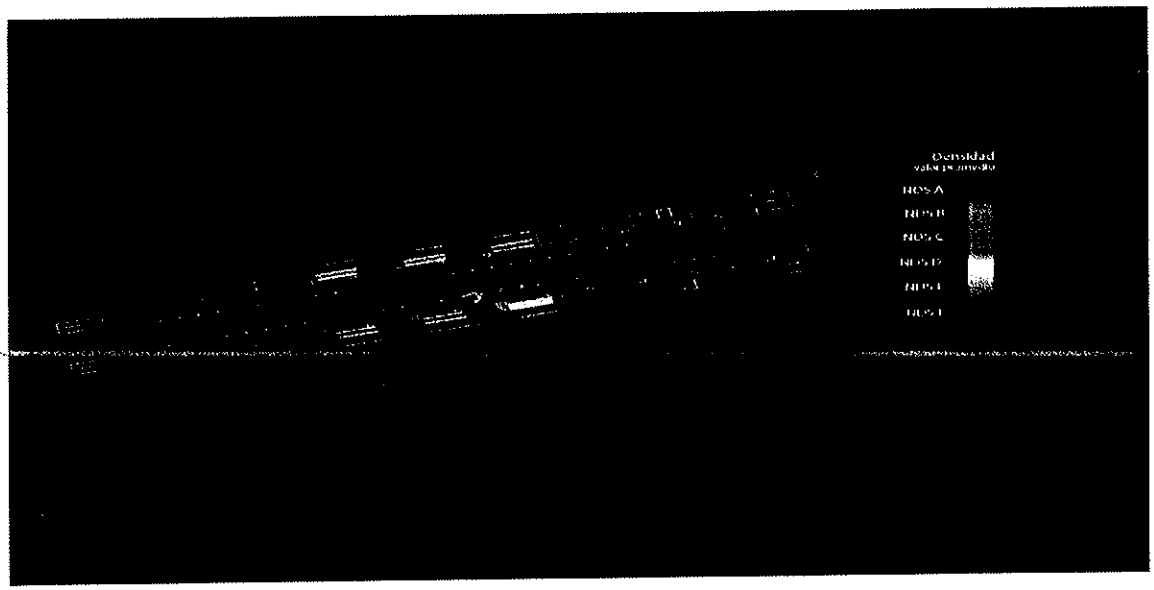


Figura 9 | Densidad promedio acumulativa de la cola en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulativa son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos y las colas y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.

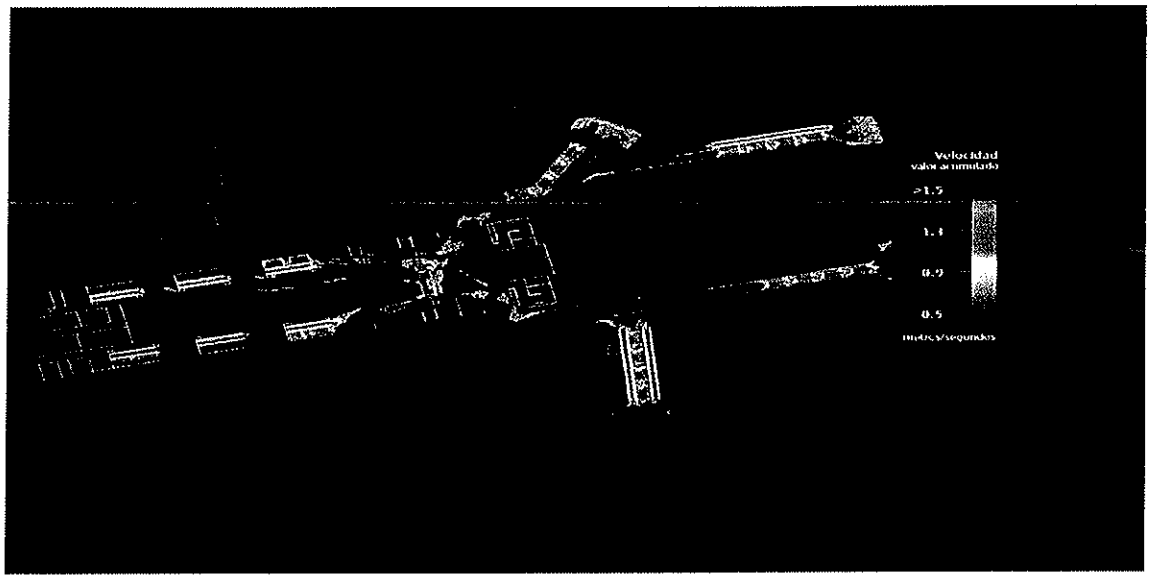


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio acumulativa del vestíbulo

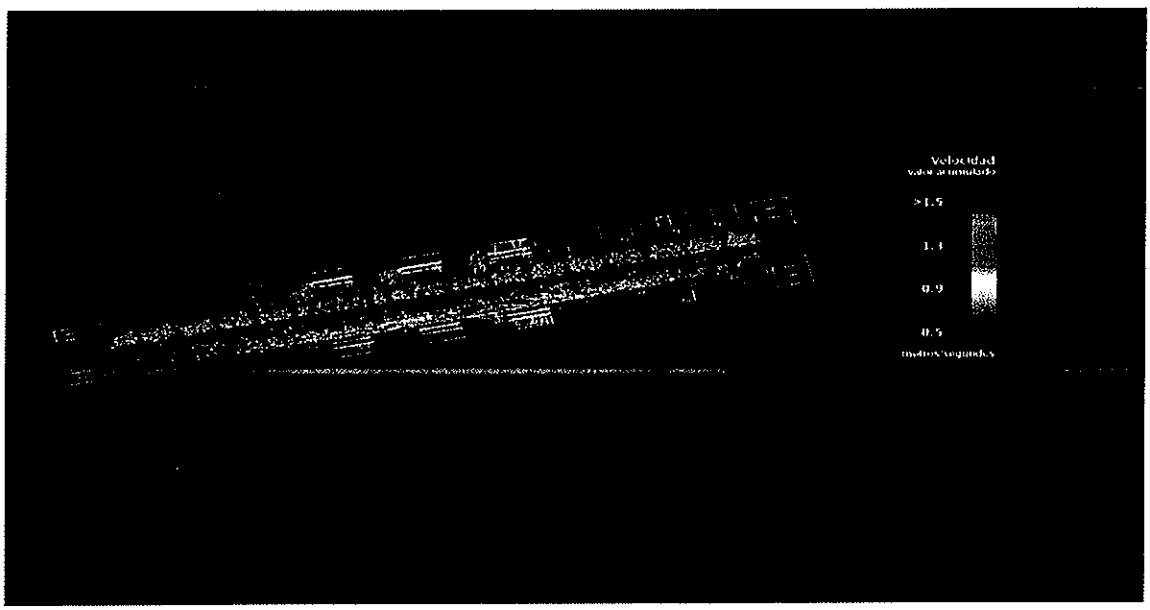


Figura 11 |Velocidad promedio acumulativa en el andén

6 Análisis Operacional de Juan Pablo II – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la hora punta PM, hay 160 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 5,082 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Se aplica un aumento repentino de 1.5 al minuto pico.

Esto resulta en 20 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 725 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,420 del andén con dirección oeste y 2,125 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para similar confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada plataforma, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) el vestíbulo. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes de la plataforma desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de Juan Pablo II cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

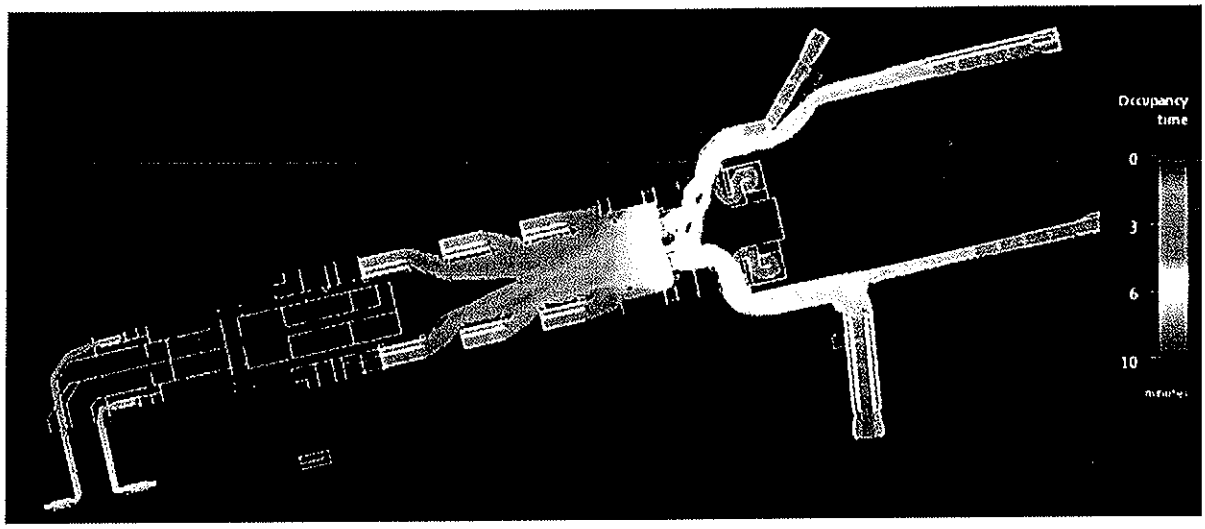


Figura 12 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

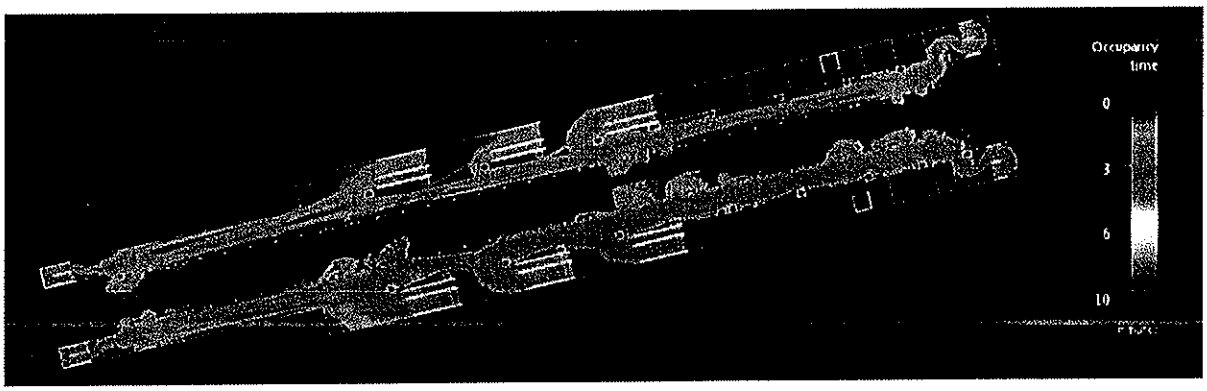


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el andén

013282 013282

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES
	Apéndice 1: Planos
	A.3. TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO
	Apendice 1: Planos
TOMO 3	A.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO
	Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
	Apéndice 2: Registros de calicatas
	Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ
	Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
	Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
	Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5. TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1. Diseño del Trazado
	Apéndice 1:Planos
TOMO 6	A.5.2 Tipo de Superestructura de vía
	Apéndice 1:Planos
	A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas
	Apéndice 1: Planos
	A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía
	Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5. Estudio de ruido y vibraciones
	Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6. TUNEL
	A.6.1. Memoria descriptiva general de túneles
	Apéndice 1: Planos
	A.6.2. Selección del diámetro del túnel
	Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos
	Apéndice 2. Planos de secciones tipo
	Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3. Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal
	Apéndice1.Planos
	A.6.4. Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
	Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
	Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
	Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
	Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
	A.6.5. Selección de TBM
TOMO 8	A.6.6. Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1. Pozos de ataque para TBM
	Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
	Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
	Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
	Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2. Logística TBM
	Apéndice 1: Planos
	A.6.7. Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.
	Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
	Apendice 2: Cálculos de subsidencias de la L4
	Apéndice 3. Planos
	A.6.8. Sistema de Monitoreo y Auscultación.
	Apendice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9. Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
	Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
	Apendice 2. CálculosTerceras Vías
	Apendice 3. Cálculos ramales Santa Anita
	Apéndice 4. Planos
	A.6.10. Excavación en caverna
	Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
	Apéndice 2.Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
	Apéndice 4. Planos
TOMO 10	A.7. ESTACIONES DE PASAJEROS
	A.7.1. Memoria Descriptiva General por estación
	Apéndice 1: Planos definición funcional
	A.7.2. Arquitectura por tipología de estación.
	Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
	A.7.3. Excavación y tratamiento de consolidación por tipología
	Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
TOMO 11	**A.7.4. Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.**
	Apendice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
	Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
	Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
TOMO 12	**A.7.5. Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.**
	Apéndice 1.Cálculos de evacuación
	Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
	Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
	A.7.6. Instalaciones ferroviarias en estación
	A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5 Sistema de señalización
	A.7.6.6 Dimensionamiento de torniquetes
TOMO 13	**A.7.7. Simulaciónes del flujo de pasajeros**
	Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
	Apéndice 2.Informes de simulación
	A.7.8 Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación
	A.7.8.1. Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2. Hidrología y drenaje
	Apéndice 1: Planos
	A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA
	A.8. Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana
	Apendice 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1. Estaciones Línea 2
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
	A.8.2. Estaciones Línea 4
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
TOMO 14	**A.8.3. Soluciones de ingeniería**
	A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
	A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
	A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)
	Apéndice 1: Planos
	A.9. PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA
	A.9.1. Memoria descriptiva general
	A.9.2. Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller
	Apéndice 1: Equipos
	Apéndice 2: Planos generales
TOMO 15	**A.9.3 Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia**
	A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia
	Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4 Estructuras de loa Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia
	A.9.4.1. Estructuras de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2. Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia
	Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5 Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes
	A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller
	A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos
	Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
	Apendice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freatico
	Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatico
	A.9.6. Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres
	A.9.6.1. Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 16	Apéndice 1: Planos
	A.9.6.2. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.
	A.9.6.3. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.
	A.9.7. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia
	A.10. DESVÍOS
	Apéndice 1: Planos macrodesvios
	B DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1 Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento
	Equipos
	B.1.a.1 Selección de procedencia y tecnología
	B.1.a.2 Seguridad, oportunidad y optimización
	B.1.a.3 Gestiones y ruta crítica
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
	Materiales
	B.1.b.1 Selección de procedencia y tecnología
	B.1.b.2 Seguridad, oportunidad y optimización
	B.1.b.3 Gestiones y ruta crítica
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Acopios
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
TOMO 17	C DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1 INSTALACIONES FERROVIARIAS
	C.1.1. Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía
	Apéndice 1: Planos
	C.1.2. Instalaciones ferroviarias
	Diseño
	C.1.2.1 Señelización y control
	C.1.2.2 Puertas de andén
	C.1.2.3 Mando y control centralizado
	C.1.2.3.1 SCADA-DWH
	C.1.2.3.2 iWS
	C.1.2.3.3 Service Availability
	C.1.2.4 Control de pasajeros
	C.1.2.5 Sistema de Alimentación
	C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica
	C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones
	C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9 Subsistema Data Communication System (DCS)
	C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11 Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo
	C.1.2.8 Puesto Central de comando y control
	C.1.2.9 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA
	Suministro e instalación
	C.1.2.10 Suministro e istalación
TOMO 18	**C.2 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS**
	C.2.1. Diseño de las instalaciones no ferroviarias
	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos
	Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO				CONTENIDO
TOMO 22		C.2.2.		Suministro e instalacion
TOMO 23	D			DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
		D1		DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
			D.1.1.	Configuración del tren
			D.1.2.	Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
			D.1.3.	Gálibo
			D.1.4.	Capacidad de transporte del tren
			D.1.5.	Características de los trenes
			D.1.6.	Prestaciones de los trenes
			D.1.7.	Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
			D.1.8.	Salidas de emergencia del tren
			D.1.9.	Composición estructural de las cajas
			D.1.10.	Cronograma de suministro del Meterial Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
			D.1.11.	Design Book
TOMO 24	E			METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
		E.1.		METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
			E.1.a	Memoria descriptiva
				E.1.a.1 Plan de construcción de las obras civiles
				Metodología constructiva de las obras civiles
				Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
				Metodología constructiva con tuneladora
				Estrategia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
				E.1.a.2 Relación de repuestos estratégicos y críticos
			E.1.b	Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
			E.1.c	Listado de equipos y herramientas especiales
			E.1.d	Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
		E.2		RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
		E.3		LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F			ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
		F.1.		Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
		G.1.		CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H			PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
		H.1		PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
		H.2		TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
		H.3		CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
		H.4		FRECUENCIAS DE SERVICIO
		H.5		PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
		H.6		FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
		H.7		PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
		H.8		PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
		H.9		DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
		H.10		PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
		H.11		PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I			PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
		I.1		ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
		I.2		INDICADORES DE MANTENIMIENTO
		I.3		TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
		I.4		EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
		I.5		TECNOLOGÍA APLICABLE
		I.6		AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL
				IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA.
				DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
		I.7		PERSONAL REQUERIDO
		I.8		LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	I.9 OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1. Plan General de Calidad.
	Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2. Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3. Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4. Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5. Plan de Calidad del Material Rodante
	J.1.6. Plan de Calidad en Explotación
	J.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1. Gestión Ambiental
	K.1.1.1 Gestión Ambiental Diseño y Construcción
	Apendice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
	Apendice 2: Matrices ambientales
	Apendice 3: Fichas ambientales
	Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
	Apendice 5: Plan de gestión de residuos
	Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
	Apendice 7: Informe de evaluación arqueológica
	Subapéndica 7.1: Procedimientos administrativos
	Subepéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica
	Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
	Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
	Apendice 8: Planos de gestión ambiental
	Apendice 9: Planos arqueología
TOMO 28	K.1.1.2 Gestión Ambiental Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambientel
	K.1.2. Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1 Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
	Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2 Plan de Seguridad y Salud en Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.
	M.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS
	N.2.	HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.	ESTUDIOS BÁSICOS
	O.1.1.	Topografía de detalle
		Apéndice 1: Planos
TOMO 30	O.1.2	Estudio geotécnico
		Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
		Apendice 2: Registro de caticata
		Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apendice 5: Planos
	O.1.3.	Análisis de riesgo sísmico
		Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
		Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excendencia para aceleración espectral T=0 s.
		Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme
TOMO 31		Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico
		Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias
		Apéndice 1: Planos
	O.2.	GEOMETRIA (Trazado)
	O.2.1.	Trazado de las vías
		Apéndice 1: Planos
	O.3	TÚNELES
	O.3.1.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos
	O.3.2.	Diseño de las secciones tipo de túnel
		Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
		Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
		Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
		Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea
		Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles.
		Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias.
		Apéndice 7. Planos
TOMO 32	O.3.3	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres)
		Apéndice 1:Cálculos de ramales Santa Anita
		Apéndice 2:Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación)
		Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1.	Memoria descriptiva de las estaciones
		Apéndice 1. Planos
	O.4.2.	Arquitectura de estaciones
	O.4.3.	Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
		Apéndice 1. Cálculos de evacuación
		Apéndice 2: Planos
		Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
TOMO 33	O.4.4.	Estructuras
		Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
		Apéndice 3. Planos
	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional
		Apéndice 1: Planos
	O.5.2	Excavacionas y muros de contención. Estructuras
TOMO 35		Apéndice 1:Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita
		Apéndice 1:Planos
	O.5.4	Plan de movimiento de tierras
	O.6	CRONOGRAMA
	O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013283

O.4.4	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.4. ESTRUCTURAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013289

Índice

1. Introducción 1
2. Propiedades de los materiales 3
2.1.1 Concreto. 3
2.1.2 Acero de refuerzo. 3
2.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo. 3
3. Estados de cargas. 4
3.1.1 Cargas muertas y cargas vivas 4
3.1.2 Carga de tren 5
3.1.2.1 Cargas vivas verticales de tren 5
3.1.2.2 Cargas vivas horizontales de tren 5
3.1.2.3 Cargas dinámicas 5
3.1.3 Cargas térmicas 6
3.1.4 Viento 6
3.1.5 Carga sísmica 6
3.1.6 Construcción y montaje 6
3.1.7 Presión de tierra 6
3.1.8 Presión de agua 8
3.1.8.1 Empuje lateral y subpresión 8
3.1.9 Sobrecargas por edificación existente 8
4. Combinaciones de carga. 8
4.1.1 Denominación de cargas 8
4.1.2 Combinaciones ELU 9
4.1.3 Combinaciones ELS. 9
5. Verificación estructural 10
5.1.1 Criterios de deflexión. 10
5.1.1.1 Losas de piso y techos 10
5.1.1.2 Muros de contención. 10
5.1.2 Durabilidad 10
5.1.2.1 Clases de exposición 10
5.1.2.2 Ancho de las fisuras. 11
5.1.3 Resistencia a fuego. 11
6. Modelos de cálculo. 11
7. Bibliografía y referencias. 11

APÉNDICE 1: MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. ESTACIÓN DE EVITAMIENTO
APÉNDICE 2: MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. ESTACIÓN DE OVALO SANTA ANITA
APÉNDICE 3: PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.4. Estructuras

013290

1. *INTRODUCCIÓN*

La denominada Etapa 1ª está integrada por la ingeniería de diseño de las estaciones; Evitamiento, Óvalo Santa Anita, La Cultura, Colectora Industrial y Mercado Santa Anita.

Para posibilitar el temprano comienzo de las obras en el tramo de la Etapa 1A es preciso que los estudios correspondientes a dichos tramos puedan ser aprobados en tiempos muy breves, y consecuentemente iniciar las obras a los pocos meses de la firma del contrato de concesión. Para ello, el esquema de licitación prevé que las ofertas técnicas de los postores contengan el Estudio de Factibilidad Revisado (EFR), así como los Estudios Detallados de Ingeniería (EDI) correspondientes a las infraestructuras de la Etapa 1A (Obras del Tramo 5). En particular, se solicita el dimensionamiento estructural de los muros del recinto perimetral (muros, pantallas o pilotes laterales), las losas de fondo y las cubiertas.

Dentro de los trabajos realizados por la Concesionaria, se encuentra el cálculo estructural y el establecimiento de los procedimientos constructivos necesarios para determinar las dimensiones, materiales y cuantías de todos los elementos estructurales de las estaciones, tanto del tramo 5 como del resto de tramos del contrato. Esto ha permitido realizar las plantas de replanteo de las estaciones de la Primera Etapa A, lo que facilitará un rápido inicio de los trabajos en las cinco estaciones. Adicionalmente y para las estaciones de Evitamiento y Ovalo Santa Anita, se han realizado cálculos estructurales completos y planos de armado de pantallas y losas, si bien las características de los elementos estructurales (materiales, dimensiones y cuantías), como ya se ha comentado anteriormente, estan determinadas para todas las estaciones del tramo. En caso de que la concesionaria obtenga la Buena Pro, se procederá inmediatamente a completar los estudios del resto de las estaciones de la Primera Etapa A para garantizar que los Estudios Detallados de Ingeniería de las Obras Civiles estén elaborados a tiempo para que una vez superados los procesos de aprobación establecidos, puedan iniciarse las obras en la fecha prevista en el contrato.

Estas cinco estaciones está diseñadas para ser ejecutadas por medio de excavación en trinchera o cut & cover. Son estaciones enmarcadas sobre un recinto apantallado, cuyo espesor de pantallas oscila entre 120cm y 100cm, según el caso.

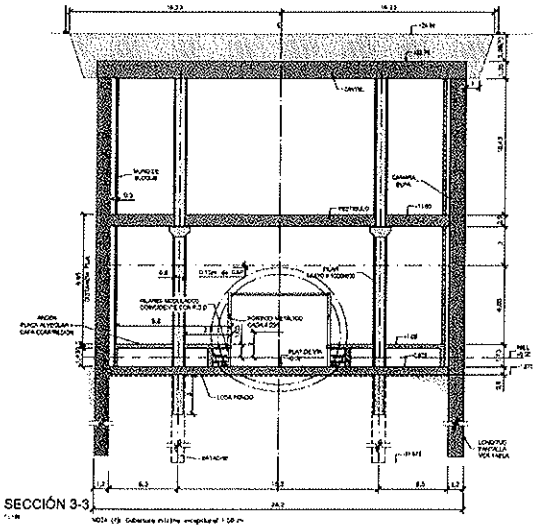
Se podría diferenciar las estaciones en dos grandes grupos: a) Estaciones con losa de cubierta materializada como una losa maciza de concreto reforzado y b) Estaciones con losa de cubierta que se materializan por medio de vigas prefabricadas con losa de compresión.

Dentro del primer grupo se encuentran las estaciones Evitamiento y Óvalo San Anita, dejando las otras tres estaciones como estaciones del segundo grupo. A continuación se muestra unas secciones tipo para cada caso.

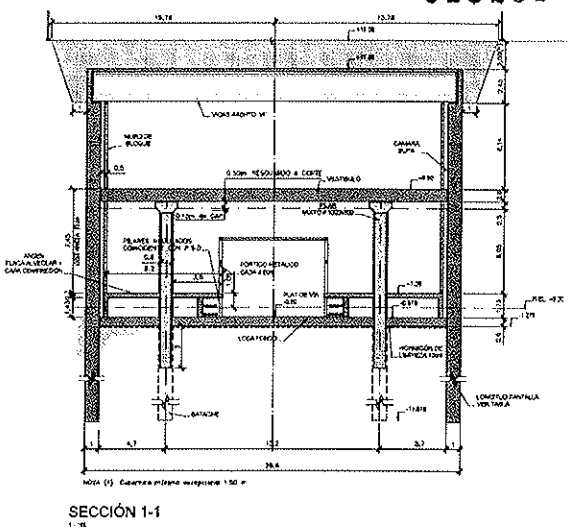
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.4. Estructuras

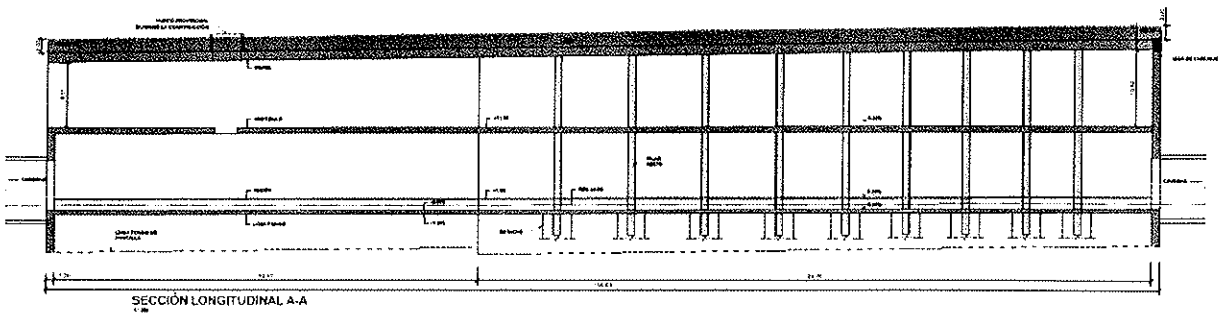
013291



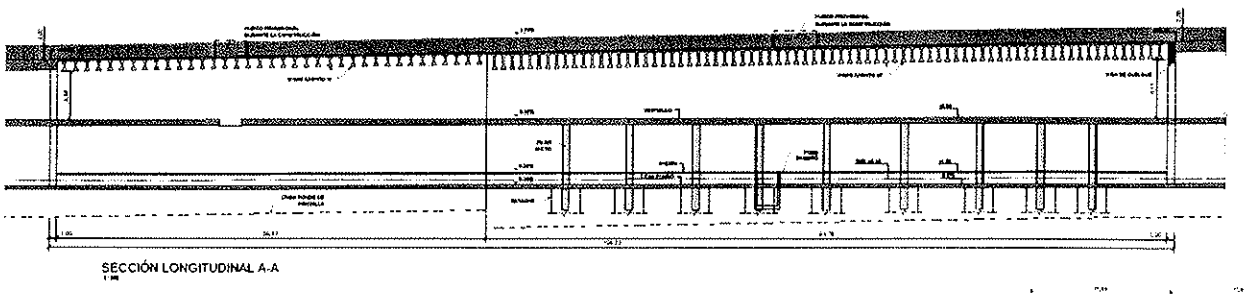
Tipología 1.



Tipología 2.



Tipología 1.



Tipología 2.

Tal y como se aprecia en las figuras anteriores, en el caso de estaciones cuya cubierta se realiza por medio de vigas prefabricadas, los pilares (pilares-pantalla) sólo deberán llegar al forjado intermedio o vestíbulo.

Al ser estaciones que puede ser ataque de los tramos en caverna, se ha dejado prevista la losa de fondo de 60cm a la cota necesaria para poder acometer los trabajos de ataque del túnel convencional.

De forma general se puede decir que las estaciones se resuelven de la siguiente forma:

- Pantallas.
  - Espesor variable de 100 a 120cm
  - Profundidades que oscilan entre 23 a 30m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.4. Estructuras

- Dinteles.
  - Losa maciza de Concreto Reforzado, de 135cm
  - Vigas prefabricadas tipo AASHTO de 135cm de canto y 210cm.
- Losa Intermedia.
  - Losa Maciza de Concreto Reforzado de 90cm de canto.
- Losa de Fondo.
  - Loza Maciza de Concreto Reforzado de 60cm de canto.
- Pilares de 1000x800x30 cimentados en módulos de pantallas de 4.00m de ancho, cuya profundidad respecto de la losa de fondo es 10m.

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Atendiendo a A6-18.2.8., se emplean los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado.

2.1.1 Concreto.

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado A B	 34,3 MPa (350 Kg/cm^2) 31,4 Mpa (320 Kg/cm^2)
Concreto reforzado C D E	 27,4 MPa (280 Kg/cm^2) 20,6 MPa (210 Kg/cm^2) 17,2 MPa (175 Kg/cm^2)
Concreto simple F	 13,7 MPa (140 Kg/cm^2)
Concreto ciclópeo G H	 17,2 MPa (175 Kg/cm^2) 13,7 MPa (140 Kg/cm^2) Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

Clase de Concreto y Resistencia minina a la Compresión, Normas MTC E704

2.1.2 Acero de refuerzo.

Para el diseño de hormigón reforzado se proyectan varillas corrugadas (ASTM A-706), como se puede observar en la siguiente tabla:

Grado	ASTM	*fy* min (kg/cm2)	*fy* max (kg/cm2)	*fu* min (kg/cm2)	*fu/fy* (min)
40	A 615	2,800	--	4,200	--
60	A 615	4,200	--	6,300	--
75	A 615	5,300	--	7,000	--
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1.25

Calidades del acero de refuerzo que cubre la Normas ASTM

2.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo.

Se atiende a lo establecido en A6-18.2.10.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013293

El recubrimiento mínimo para el refuerzo no debe ser menor al mínimo entre el recubrimiento requerido por resistencia al fuego (de acuerdo con la Norma A.130 Requisitos de Seguridad) y los siguientes:

a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar:75 mm(3)
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
   - Barras 5/8" o menores de 40 mm
   - Barras 3/4" o mayores de 50 mm
c) Concreto no expuesto al ambiente:
   - Losas o aligerados
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm(2)
     - Barras de 1 3/8" y menores 30 mm(1)(*)
   - Muros o muros de corte
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm(2)
     - Barras de 1 3/8" y menores 30 mm(1)(*)
   - Vigas y columnas (*) 40 mm
   - Cáscaras y láminas plegadas 30 mm(1)(*)

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.
(1) Recubrimiento mínimo por fuego
(2) E.60 2009
(3) condicionado por pliego Anejo 6 – 6.20 – 3.5

3. *ESTADOS DE CARGAS.*

3.1.1 *Cargas muertas y cargas vivas*

Las cargas muertas y cargas vivas a aplicar en el cálculo de las estaciones según las Especificaciones Técnicas del Concurso (A6 - 18.1.3, 18.1.17), son las siguientes:

Área	Carga permanente (CM) KN/m2	Carga viva uniforme (CV) KN/m2	Carga viva concentrada (CVC) KN en 200x200 mm
Pública	6	5	5
No públicas (oficinas, salas personal, baños, etc). No salas de máquinas.	6	3,5	5
Debajo de plataforma	2,5	10	10
Escaleras y rellanos	2,5	5	5
Salas de máquinas	2,5	10	10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En el caso de las losas de techo, las cargas vivas uniformes se definen atendiendo a A6-18.1.3.2 c), y A6-18.1.16:

Area	Cargas permanentes (CM) KN/m2	Carga viva uniforme (CV) KN/m2	Carga viva concentrada (CVC) KN en 300x300 mm
Bajo zonas verdes	H x 20 KN/m3 (1)	10 (2) (3)	100
Bajo vías con tráfico	H x 20 KN/m3 (1)	20 (2)	100

(1) Se considera un espesor mínimo de tierras de 2 m según norma OS.060 6.3.2. f5, y a A3-18.3.2 Se considera una densidad de tierras de 20 KN/m^3
(2) Aplicada en toda la superficie
(3) Para los techos bajo zonas verdes, en caso de duda sobre futuro tráfico, se emplea la sobrecarga de 20 KN/m2 para el cálculo.

3.1.2 Carga de tren

3.1.2.1 Cargas vivas verticales de tren

Se ha considerado una carga vertical equivalente al tren de cargas de 750 kN/m2.

3.1.2.2 Cargas vivas horizontales de tren

No se consideran en losas apoyadas en el terreno, ya que no generarán ningún esfuerzo apreciable en la losa.

3.1.2.3 Cargas dinámicas

Se obtiene usando, del lado de la seguridad, el valor más desfavorable de entre los obtenidos entre estos dos criterios:

EC 1-2 6.4:

(b) Para vías con mantenimiento normal:

$$\Phi_3 = \frac{2{,}16}{\sqrt{L_\Phi} - 0{,}2} + 0{,}73 \qquad (6.5)$$

con $1{,}00 \le \Phi_3 \le 2{,}00$

Fórmula de Eisenmann:

As per Railway literature the impact load is dependent of the train speed and track quality.
The dynamic factor can therefore be calculated by Eisenmann formula :

$$\gamma = t \cdot \varphi \cdot \left(1 + \frac{V - 60}{140}\right) = 2 \cdot 0.2 \cdot \left(1 + \frac{80 - 60}{140}\right) \approx 0.46$$

Where :

t: multiplication factor of standard deviation =2 ;
φ: factor depending of track quality = 0.2 (good quality) ;
V : train speed = 80 km/h.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.1.3 Cargas térmicas

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

3.1.4 Viento

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

3.1.5 Carga sísmica

Se aplica la formulación de Word siguiendo:

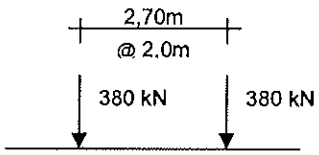
- Carga uniforme de valor: $\Delta Pd' = \alpha \cdot S \cdot Y \cdot H$

A continuación se justifican los parámetros a adoptar para la definición del valor de la carga:

- Se adopta como valor de ag/g=Z=0.40 al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- En base al Anexo I04-GEN-GEO-I-001-2.docx, en el cual se recoge una microzonificación de Lima y alrededores, se concluye que en el peor de los caso el suelo se clasifica como S2, de manera que el factor de suelo, S=1.20
- En la formulación de Wood, se entiende el valor de H, como la altura del marco enterrado. Del lado de la seguridad, se considerara la diferencia de alturas entre el TN y la máxima excavación.

3.1.6 Construcción y montaje

Dado el proceso constructivo planteado, en el que la tuneladora cruza las estaciones en vacío apoyada en la losa de fondo, se considera un tren de cargas correspondiente a dos cargas puntuales de 380 kN separadas 2.70m entre sí en el sentido transversal, y cada 2.00m en el sentido longitudinal:



3.1.7 Presión de tierra

Los empujes de tierras se consideran en el cálculo a partir de los parámetros geotécnicos que se indican a continuación. Al tratarse de material granular, no existe distinción de estos parámetros entre el corto y el largo plazo.

Unidad geotécnica (síntesis)		Descripción litológica general	γ_d (KN/m^3)	γ_{sp} (KN/m^3)	c' (KPa)	ϕ (º)	Coeficiente de Poison estático ν	Módulo de Young estático E (MPa)		
R	RELLENOS	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados	15.2	16.7	0	28	0.3	17	-	3,500

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.4. Estructuras

[illegible]		Descripción litológica general	γ_d (KN/m^3)	γ_{sat} (KN/m^3)	c' (KPa)	ϕ (°)	Coeficiente de Poison estático ν	Módulo de Young estático E (MPa)	Coeficiente de balasto vertical estático para el cálculo de losas k_v (KN/m3)	Coeficiente de balasto horizontal estático para el cálculo de pantallas k_h
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad.	13.25	17.38	8	26	0.25	23	-	10,000
SM	ARENA	Arenas limosas.	14.6	16.95	5	30	0.3	35	-	12,000
GP-S s	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	19	20	15	34	0.3	42	-	12,500
GP-S f	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	21	22	32	39	0.3	183	10,000-15,000	55,000
D	ARCILLAS Y LIMOS	Dioritas y tonalitas	-	-	-	-	-	-		-

Parámetros Recomendados.

Id	PVw	Pvs	Ka	Ko	Kp	C	□	Da	Dp	Re
-	kN/m3	kN/m3	-	-	-	Kpa	º	-	-	Kpa/m
R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
CL/CM	17.38	7.38	0.359	0.562	3.19	8	26	0.33	0.33	10000
SM	16.95	6.95	0.305	0.500	3.955	5	30	0.33	0.33	12000
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

Parámetros RIDO.

Se entiende como corto plazo (CP), las acciones derivadas del proceso constructivo. Estas acciones se obtiene de un modelo de Winkler en el que las leyes de empujes de obtienen en cada fase. A CP no se considera los efectos derivados de la acción sísmica, y si se considera la acción de las sobrecargas y cargas permanentes en el trasdós de las pantallas. Las leyes de esfuerzos que se derivan de estos empujes deben ser asumidas, íntegramente, por las pantallas (muros colados / diafragmas).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A largo plazo (LP) para el material granular presente en la traza, se considera un empuje de tierras en reposo, atendiendo a A6-18.1.14. Este empuje se considera actuando sobre la sección teórica conjunta y terminada (A6-19.2.1). En esta fase se considera la posible actuación del sobre-empuje sísmico.

3.1.8 Presión de agua

3.1.8.1 Empuje lateral y subpresión

Según A6-18.1.14, se considera el empuje de agua en los muros laterales y una subpresión en la losa de fondo calculado con un peso unitario de 10 KN/m3, para una posición de nivel freático definido según el siguiente criterio:

- Si el nivel freático, dado por la información disponible, se encuentra a nivel del suelo o hasta una profundidad de 3 m por debajo del nivel natural del suelo; se considerará para el diseño, un nivel freático que coincide con el nivel del terreno natural.
- Si de la información disponible se demuestra la ausencia de nivel freático o su presencia a una profundidad tal que no influya en las obras permanentes (profundidades mayores a 2L donde L es la profundidad de la obra interesada), podrá considerarse para el diseño la ausencia de dicho nivel freático.

De acuerdo con esto, las estaciones en las que aparezca nivel freático (estaciones húmedas) se calculan con presión de agua desde cota de terreno natural. Las estaciones sin nivel freático (estaciones secas) se calculan sin empuje de aguas.

En las estaciones húmedas se realizan las pertinentes comprobaciones de flotabilidad.

Para ello sólo se considera como acción estabilizadora el peso propio de la estructura, el rozamiento con el terreno, el relleno sobre el techo (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m), y del concreto de la primera vía (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m). Como acción desestabilizadora se considera la subpresión.

La comprobación de flotabilidad se realiza para situaciones temporales y permanentes.

La comprobación realizada es (según Eurocódigo 7):

- 0,9xFuerzas estabilizadoras > 1,0x Fuerzas desestabilizadoras

A la tangente del ángulo de rozamiento efectivo se le aplica un coeficiente de seguridad de 1,25.

3.1.9 Sobrecargas por edificación existente

Se aplica una carga de 50 KN/m2 en el trasdós de las pantallas para tener en cuenta el efecto de la edificación existente. En el caso de que no exista actualmente edificación y se tenga constancia de que no puede existir en el fututo, se aplicará una sobrecarga de 20 KN/m2.

4. COMBINACIONES DE CARGA.

De acuerdo con A6-18.1.20, se adoptan las combinaciones definidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con las observaciones que se indican a continuación.

4.1.1 Denominación de cargas

A continuación se presenta la simbología que adopta la norma peruana para la designación de cargas.

CM=D Peso Propios y Cargas Muertas.

CV=L Sobrecargas de Uso. Cargas Vivas, incluida la Nieve.

Cvi=W Carga de Viento.

CS=E Carga Sísmica.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CE Empuje de Suelos, incluido el Agua.

CL Empuje de Líquidos de altura bien definida.

CT=T Temperatura, Fluencia, Retracción, Asientos....

Se indican las nomenclaturas que usan las normas E.60 y E.20, que denominan de diferente forma a las mismas acciones (Nombre E.60 = Nombre E.20). Las cargas CE y CL no aparecen explícitamente como cargas muertas o sobrecargas en E.20, sino como "Otras Cargas".

4.1.2 Combinaciones ELU.

A continuación se recogen las combinaciones asociadas a los estados límites últimos, tanto para ELU SIN SISMO como ELU CON SISMO. Se basan en lo establecido para ELU en la norma E.60. No obstante, el RNE está orientado a edificación sorbe rasante, de manera que no contemple la simultaneidad de la acción sísmica con los empuje CE y CL.

Por ello, se completa en base a las normas (ENV-UNE y AASHTO) a las que hace referencia las Especificaciones Técnicas Prestacionales:

Art.	CM	CV	Cvi	CE(1)(2)	CL	CT	CS
9.2.1	1.40	1.70					
9.2.2	1.25	1.25	1.25	1.25			
	1.25	1.25	-1.25	1.25			
	0.90		1.25				
	0.90		-1.25				
9.2.3	1.25	1.25		1.25			1.00
	1.25	1.25		1.25			-1.00
	0.90						1.00
	0.90						-1.00
9.2.5	1.40	1.70		1.70			
	0.90			1.70			
9.2.6	1.40	1.70			1.40		
9.2.9	1.05	1.25		1.25		1.05	
	1.40					1.40	

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

4.1.3 Combinaciones ELS.

A continuación se muestra las combinaciones para los diferentes Estados Límites de Servicio, en base a la norma E.020:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.4. Estructuras

Art.	CM	CV	Cvi	CE(1)(2)	CL	CT	CS
28	1.00						
29	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
30	1.00						0.70
31	0.75	0.75		0.75	0.75	0.75	0.525
32	0.75	0.75		0.75	0.75		
33	0.75						0.525
34	0.67	0.67		0.67	0.67	0.67	0.469

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.
(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

5. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL.

Las diferentes estructuras y elementos estructurales se diseñan para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño por lo menos iguales a las resistencias requeridas, calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones anteriormente descritas.

Adicionalmente, se verifica que todas las estructuras y elementos estructurales garantizan un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio. A tales efectos, se definen a continuación los criterios seguidos de deflexión y durabilidad.

Por último, se aportan los criterios seguidos para garantizar también la resistencia al fuego requerida durante 120 minutos.

5.1.1 Criterios de deflexión.

5.1.1.1 Losas de piso y techos.

Según establece A6-122.6, para las losas horizontales, la deflexión final debido a todas las cargase, medida desde el nivel bruto de colada de los soportes de pisos, techos y todos los otros miembros horizontales, se limita a la siguiente proporción: (luz libre) / 250.

5.1.1.2 Muros de contención.

Para los muros se establece la siguiente limitación de deformaciones, en función de la tipología de edificación existente en cada zona:

- Pantallas con edificios a mas de 20m, un desplazamiento permitido de 35mm
- Pantallas con edificios entre 10 y 20 metros, un desplazamiento permitido de 25mm.
- Pantallas con edificios entre 2 y 10 metros, un desplazamiento permitido de 20mm.

5.1.2 Durabilidad.

Se establecen los criterios de exposición y ancho de fisura según A6-18.2

5.1.2.1 Clases de exposición.

Clase + XC2 XA2 (ambiente húmedo de agresividad moderada): todas las estructuras en contacto con tierra.

Clase XC3 + XA1 (ambiente de humedad moderada y débil agresión): para las estructuras interiores.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IJAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.1.2.2 Ancho de las fisuras.

013300

Atendiendo a A6-18.2.12.2, el ancho máximo de fisura se calcula para que no sobrepase el valor máximo correspondiente definido en esta tabla para las dos clases de exposiciones consideradas:

Elemento	Ancho max. de las fisuras [mm]
Superficie de hormigón en directo contacto con el terreno/relleno	0,33
Elementos internos de hormigón	0,40

5.1.3 Resistencia a fuego.

En base a la norma A-130 – Requisitos de Seguridad (versión aprobada por el Comité Permanente de del RNE), el tiempo de resistencia al fuego será 120 minutos:

Tabla 4.1
TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PÓRTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS

Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 5m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
Líquidos inflamables y combustibles (3)	NO	NP	NP	120	180	NP	NP
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES							
Edificaciones de transporte	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
Estaciones de radio y televisión	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES	NO	NP	NP	30	60	90	120
	SI	120	90	30	60	90	120
CUALQUIER EDIFICIO CUYO USO COMPLETO O PARCIAL NO HAYA SIDO DESCRITO EN ESTA TABLA	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180

Para conseguir que la estructura se pueda clasificar como "Resistente al fuego" según la A-130 de junio de 2006, se aplicarán los recubrimientos mínimos indicados en el artículo 47 de dicha norma (han sido considerados en el apartado de definición de recubrimientos del presente documento).

6. MODELOS DE CÁLCULO.

En los apéndices correspondientes, se describen y muestran los distintos modelos de cálculo utilizados en función de los elementos a analizar.

7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

Adicionalmente a las ya mencionadas Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6) utilizadas para establecer las bases del cálculo, para el diseño de elementos de hormigón y acero se tienen en cuenta las siguientes normas:

a) Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
b) Norma Euro (EN)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.4. Estructuras

c) Norma ACI (USA)
d) Norma ASTM (USA)
e) Estándares internacionales, Códigos y otros.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013302

O.4.4 Nº DOCUMENTO	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.4. ESTRUCTURAS

APÉNDICE 1. MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. ESTACIÓN DE EVITAMIENTO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

013303

1 Introducción..... 1
2 Geometría de la estación..... 1
3 Parámetros geotécnicos..... 3
4 Dimensionamiento estructural..... 4
4.1 Propiedades de los materiales..... 4
4.1.1 Concreto..... 4
4.1.2 Acero de refuerzo..... 5
4.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo..... 5
4.2 Estados de cargas..... 5
4.2.1 Cargas muertas y cargas vivas..... 5
4.2.2 Carga de tren..... 6
4.2.2.1 Cargas vivas verticales de tren..... 6
4.2.2.2 Cargas vivas horizontales de tren..... 6
4.2.2.3 Cargas dinámicas..... 7
4.2.3 Cargas térmicas..... 7
4.2.4 Viento..... 7
4.2.5 Carga sísmica..... 7
4.2.6 Construcción y montaje..... 8
4.2.7 Presión de tierra..... 8
4.2.8 Presión de agua..... 9
4.2.8.1 Empuje lateral y subpresión..... 9
4.2.9 Sobrecargas por edificación existente..... 10
4.3 Combinaciones de carga..... 10
4.3.1 Denominación de cargas..... 10
4.3.2 Combinaciones ELU..... 10
4.3.3 Combinaciones ELS..... 11
4.4 Verificación estructural..... 11
4.4.1 Criterios de deflexión..... 11
4.4.1.1 Losas de piso y techos..... 11
4.4.1.2 Muros de contención..... 12
4.4.2 Durabilidad..... 12
4.4.2.1 Clases de exposición..... 12
4.4.2.2 Ancho de las fisuras..... 12
4.4.3 Resistencia a fuego..... 12
4.5 Bibliografía y referencias..... 13
5 Dimensionamiento de pantallas..... 13
6 Pantallas tipo 1..... 13
6.1.1 Envolvente de esfuerzos..... 13
6.1.1.1 Momento flector de diseño..... 13
6.1.1.2 Momento flector de servicio..... 16
6.1.1.3 Esfuerzo cortante..... 18
6.1.2 Dimensionamiento del refuerzo..... 20
6.2 Pantallas tipo 2..... 33

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.2.1 Envolvente de esfuerzos. 33
6.2.1.1 Momento flector de diseño. 33
6.2.1.2 Momento flector de servicio. 34
6.2.1.3 Esfuerzo cortante. 35
6.2.2 Dimensionamiento del refuerzo 36
7 Dimensionamiento del dintel 46
7.1 Generalidades. 46
7.2 Bases de cálculo. 46
7.2.1 Cargas. 46
7.2.2 Combinaciones. 47
7.2.3 Modelo de cálculo 47
7.3 Esfuerzos de cálculo. 47
7.3.1 Momento Y, cuantía inferior 48
7.3.2 Momento X, cuantía inferior 49
7.3.3 Momento Y, cuantía superior 50
7.3.4 Momento X, cuantía superior 51
7.3.5 Cortante total 52
7.4 Justificación de refuerzos. 53
7.4.1 Metodología 53
7.4.2 Refuerzo transversal inferior (T.I) 54
7.4.2.1 Estado Límite de Resistencia 54
7.4.2.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 58
7.4.3 Refuerzo longitudinal inferior (L.I) 61
7.4.3.1 Estado Límite de Resistencia 61
7.4.3.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 66
7.4.4 Refuerzo transversal superior (T.S) 68
7.4.4.1 Estado Límite de Resistencia 68
7.4.4.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 73
7.4.5 Refuerzo longitudinal superior (L.S) 75
7.4.5.1 Estado Límite de Resistencia 75
7.4.5.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 78
7.4.6 Cortante 80
7.4.7 Punzonamiento 82
7.4.8 Zunchos y vigas 87

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

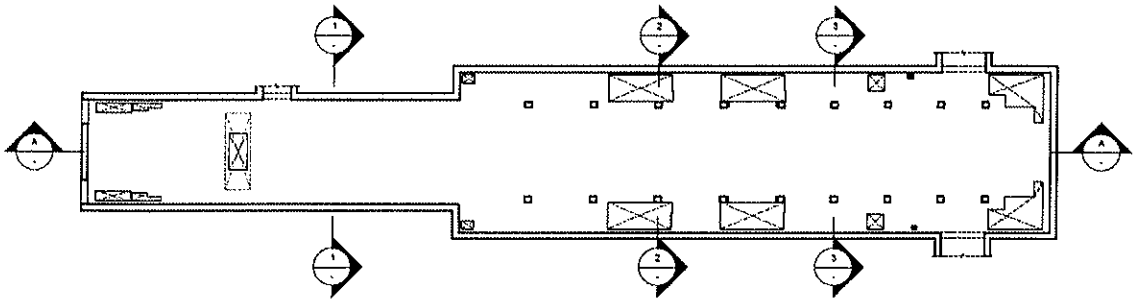
013305

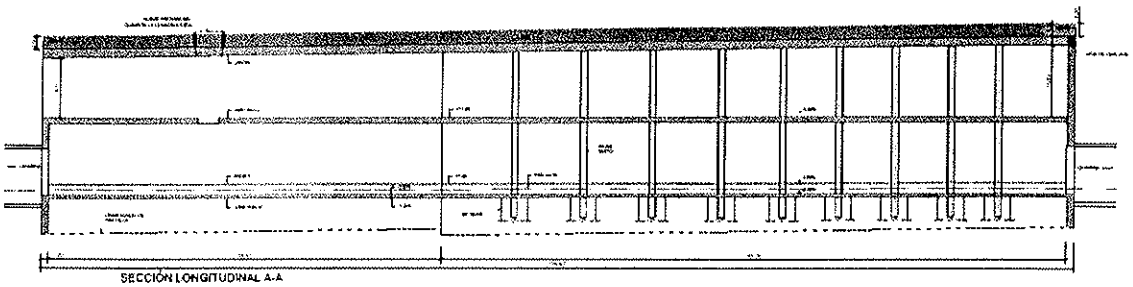
1 *INTRODUCCIÓN.*

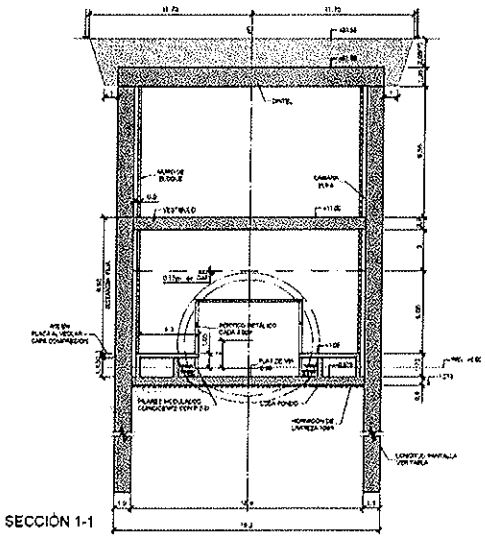
El presente documento tiene como objeto definir el procedimiento de cálculo seguido para el dimensionamiento de los distintos tipos de pantallas y dintel de la Estación Evitamiento, incluida en el proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambeta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao". Provincias de Lima y Callao. Región Lima.

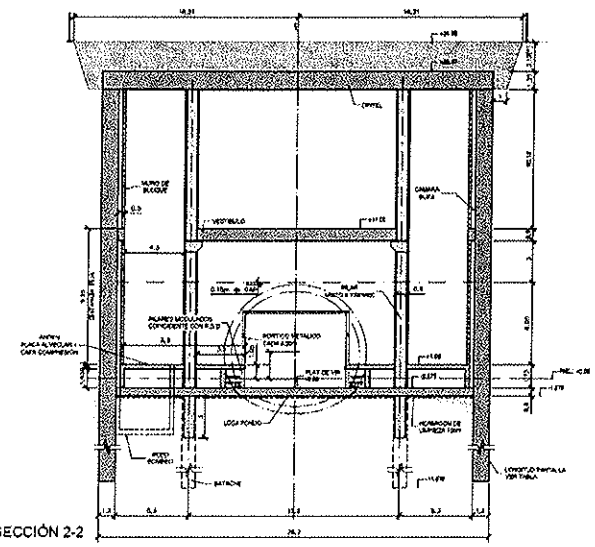
2 *GEOMETRÍA DE LA ESTACIÓN.*

A continuación se muestra una serie de capturas para aclarar la geometría de la estación, la ubicación y extensión de las zonas con distinto gálibo horizontal así como las cotas en las que se encuentran los distintos niveles de forjado (dintel, vestíbulo y andén).



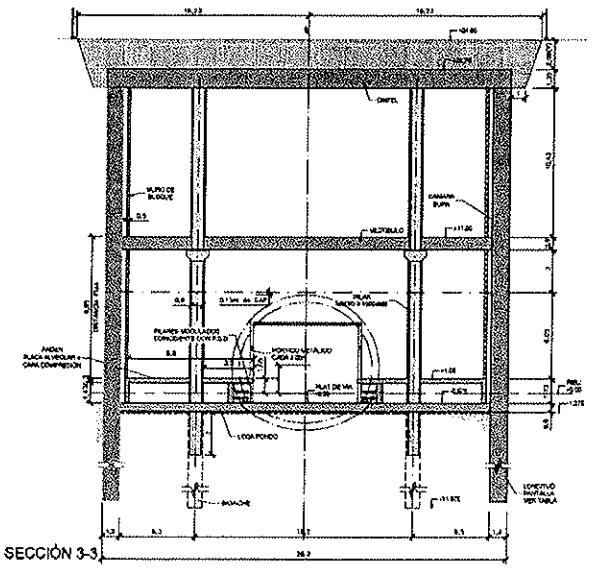




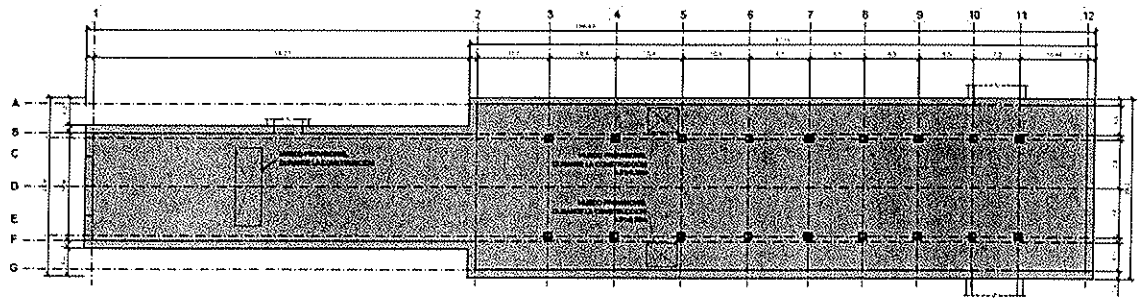


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

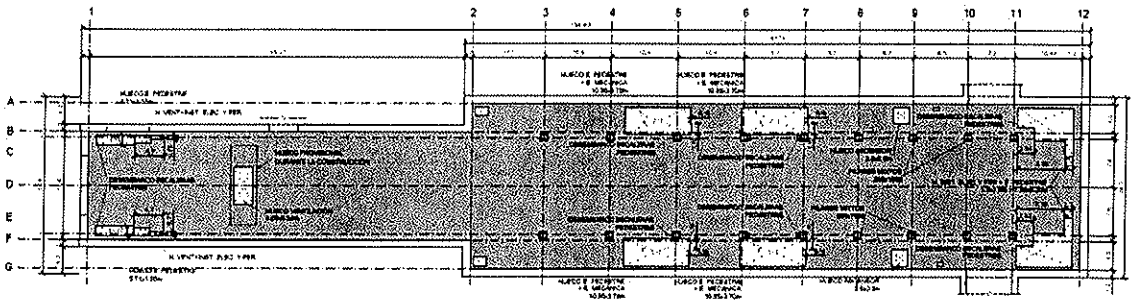
O.4.2. Estructuras



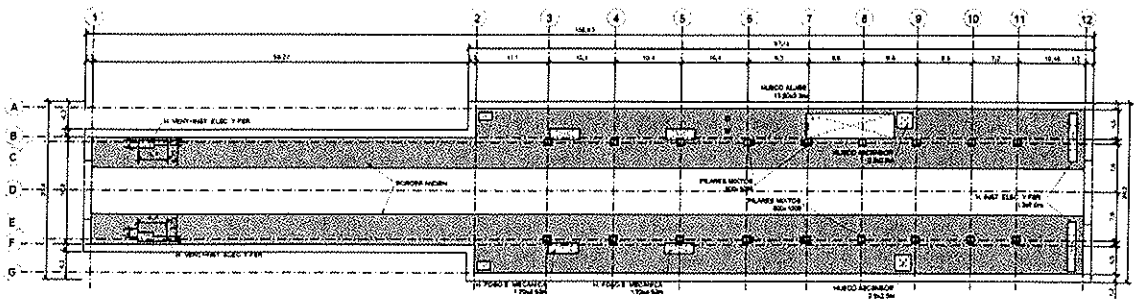
SECCIÓN 3-3



PLANTA LOSA DINTEL



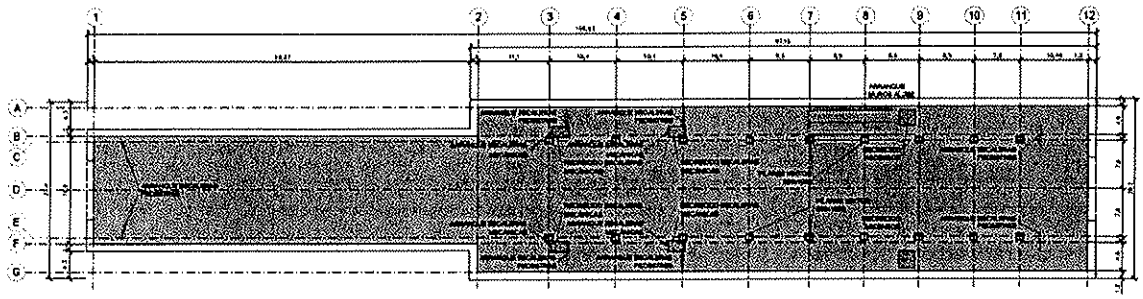
PLANTA LOSA VESTÍBULO



PLANTA LOSA ANDÉN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

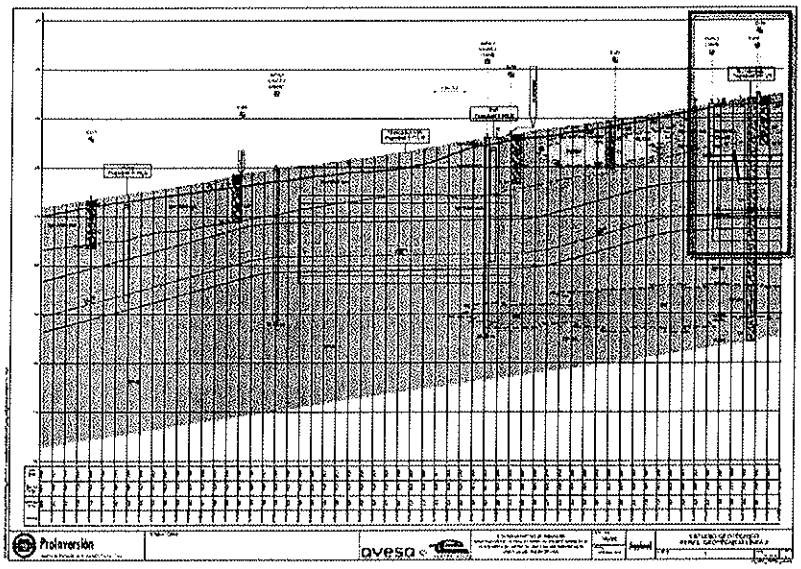


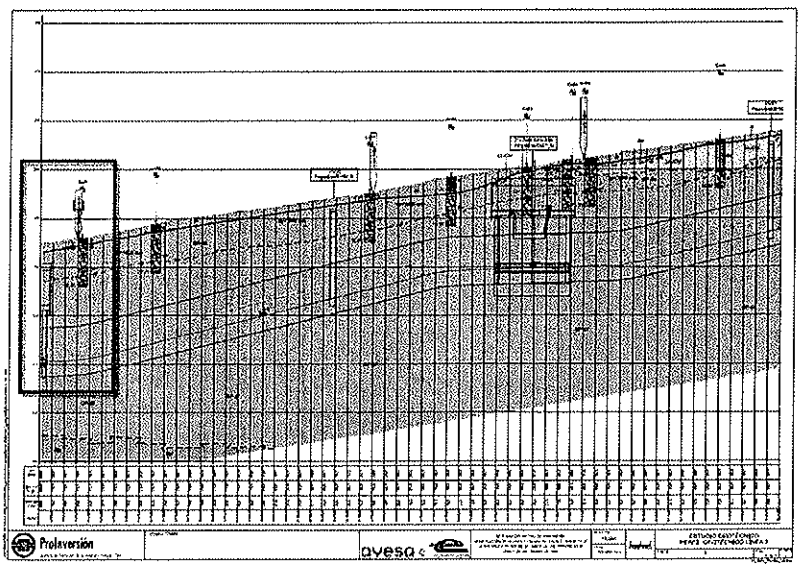
PLANTA LOSA BAJO ANDÉN

El gálibo horizontal entre pantallas en la estación Evitamiento puede ser de 16.80m en la zona de la sección 1 y 25.80m en la zona de las secciones 2 y 3.

3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.

A partir del documento: 01_GEO_PERFIL_L2 en el que se muestra el perfil geotécnico de la línea 2, se identifica en la ubicación de la estación el perfil estratigráfico de dicho área para su identificación y caracterización.





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

El perfil estratigráfico considerado utilizado en el estudio y dimensionamiento de las pantallas es: (ver apartado 4.2.7)

R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

R	0	-2.00
GP-S s	-2.00	-4.10
GP-s f	-4.10	-43.80

4 DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL.

En el presente apartado se describen las bases de cálculo a considerar en el cálculo de las estructuras de las estaciones enterradas. Estas bases han sido redactadas siguiendo las Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6).

4.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Atendiendo a A6-18.2.8., se emplean los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado.

4.1.1 Concreto.

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado A B	 34,3 MPa (350 Kg/cm^2) 31,4 Mpa (320 Kg/cm^2)
Concreto reforzado C D E	 27,4 MPa (280 Kg/cm^2) 20,6 MPa (210 Kg/cm^2) 17,2 MPa (175 Kg/cm^2)
Concreto simple F	 13,7 MPa (140 Kg/cm^2)
Concreto ciclópeo G H	 17,2 MPa (175 Kg/cm^2) 13,7 MPa (140 Kg/cm^2) Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

Clase de Concreto y Resistencia minina a la Compresión, Normas MTC E704

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.1.2 Acero de refuerzo.

Para el diseño de hormigón reforzado se proyectan varillas corrugadas (ASTM A-706), como se puede observar en la siguiente tabla:

Grado	ASTM	*fy* min (kg/cm2)	*fy* max (kg/cm2)	*fu* min (kg/cm2)	*fu/fy* (min)
40	A 615	2,800	--	4,200	--
60	A 615	4,200	--	6,300	--
75	A 615	5,300	--	7,000	--
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1.25

Calidades del acero de refuerzo que cubre la Normas ASTM

4.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo.

Se atiende a lo establecido en A6-18.2.10.

El recubrimiento mínimo para el refuerzo no debe ser menor al mínimo entre el recubrimiento requerido por resistencia al fuego (de acuerdo con la Norma A.130 Requisitos de Seguridad) y los siguientes:

a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar:75 mm (3)
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
   - Barras de diámetro 5/8" o menores — 40 mm
   - Barras de diámetro 3/4" o mayores — 50 mm
c) Concreto no expuesto al ambiente:
   - Losas o aligerados
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" — 40 mm (2)
     - Barras de 1 3/8" y menores — 30 mm (1) (*)
   - Muros o muros de corte
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" — 40 mm (2)
     - Barras de 1 3/8" y menores — 30 mm (1) (*)
   - Vigas y columnas (*) — 40 mm
   - Cáscaras y láminas plegadas — 30 mm (1) (*)

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.

(1) Recubrimiento mínimo por fuego

(2) E.60 2009

(3) condicionado por pliego Anejo 6 – 6.20 – 3.5

4.2 ESTADOS DE CARGAS.

4.2.1 Cargas muertas y cargas vivas

Las cargas muertas y cargas vivas a aplicar en el cálculo de las estaciones según las Especificaciones Técnicas del Concurso (A6 - 18.1.3, 18.1.17), son las siguientes:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASPAR GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013310

Pública	6	5	5
No públicas (oficinas, salas personal, baños, etc). No salas de máquinas.	6	3,5	5
Debajo de plataforma	2,5	10	10
Escaleras y rellanos	2,5	5	5
Salas de máquinas	2,5	10	10

En el caso de las losas de techo, las cargas vivas uniformes se definen atendiendo a A6-18.1.3.2 c), y A6-18.1.16:

Bajo zonas verdes	H x 20 KN/m^3 (1)	10 (2) (3)	100
Bajo vías con tráfico	H x 20 KN/m^3 (1)	20 (2)	100

(1) Se considera un espesor mínimo de tierras de 2 m según norma OS.060 6.3.2. f5, y a A3-18.3.2
Se considera una densidad de tierras de 20 KN/m^3

(2) Aplicada en toda la superficie

(3) (3) Para los techos bajo zonas verdes, en caso de duda sobre futuro tráfico, se emplea la sobrecarga de 20 KN/m^2 para el cálculo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.2.2 Carga de tren

4.2.2.1 Cargas vivas verticales de tren

Se ha considerado una carga vertical equivalente al tren de cargas de 750 kN/m^2.

4.2.2.2 Cargas vivas horizontales de tren

No se consideran en losas apoyadas en el terreno, ya que no generarán ningún esfuerzo apreciable en la losa.

013311

4.2.2.3 Cargas dinámicas

Se obtiene usando, del lado de la seguridad, el valor más desfavorable de entre los obtenidos entre estos dos criterios:

EC 1-2 6.4:

(b) Para vías con mantenimiento normal:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi} - 0.2} + 0.73 \qquad (6.5)$$

con $1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$

Fórmula de Eisenmann:

As per Railway literature the impact load is dependent of the train speed and track quality.
The dynamic factor can therefore be calculated by Eisenmann formula :

$$\gamma = t \cdot \varphi \cdot \left(1 + \frac{V - 60}{140}\right) = 2 \cdot 0.2 \cdot \left(1 + \frac{80 - 60}{140}\right) \approx 0.46$$

Where :

t: multiplication factor of standard deviation =2 :
φ: factor depending of track quality = 0.2 (good quality) :
V : train speed = 80 km/h.

4.2.3 Cargas térmicas

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

4.2.4 Viento

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

4.2.5 Carga sísmica

Se aplica la formulación de Word siguiendo:

- Carga uniforme de valor: $\Delta Pd' = \alpha \cdot S \cdot Y \cdot H$

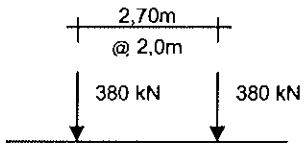
A continuación se justifican los parámetros a adoptar para la definición del valor de la carga:

- Se adopta como valor de ag/g=Z=0.40 al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- En base al Anexo I04-GEN-GEO-I-001-2.docx, en el cual se recoge una microzonificación de Lima y alrededores, se concluye que en el peor de los caso el suelo se clasifica como S2, de manera que el factor de suelo, S=1.20
- En la formulación de Wood, se entiende el valor de H, como la altura del marco enterrado. Del lado de la seguridad, se considerara la diferencia de alturas entre el TN y la máxima excavación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.2.6 *Construcción y montaje*

Dado el proceso constructivo planteado, en el que la tuneladora cruza las estaciones en vacío apoyada en la losa de fondo, se considera un tren de cargas correspondiente a dos cargas puntuales de 380 kN separadas 2.70m entre sí en el sentido transversal, y cada 2.00m en el sentido longitudinal:



4.2.7 *Presión de tierra*

Los empujes de tierras se consideran en el cálculo a partir de los parámetros geotécnicos que se indican a continuación. Al tratarse de material granular, no existe distinción de estos parámetros entre el corto y el largo plazo.

R	RELLENOS	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados.	15.2	16.7	0	28	0.3	17	-	3,500
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad.	13.25	17.38	8	26	0.25	23	-	10,000
SM	ARENA	Arenas limosas.	14.6	16.95	5	30	0.3	35	-	12,000
GP-Ss	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	19	20	15	34	0.3	42	-	12,500
GP-S f	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	21	22	32	39	0.3	183	10,000-15,000	S5,000
D	ARCILLAS Y LIMOS	Dioritas y tonalitas	-	-	-	-	-	-		-

Parámetros Recomendados.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
CL/CM	17.38	7.38	0.359	0.562	3.19	8	26	0.33	0.33	10000
SM	16.95	6.95	0.305	0.500	3.955	5	30	0.33	0.33	12000
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

Parámetros RIDO.

Se entiende como corto plazo (CP), las acciones derivadas del proceso constructivo. Estas acciones se obtiene de un modelo de Winkler en el que las leyes de empujes de obtienen en cada fase. A CP no se considera los efectos derivados de la acción sísmica, y si se considera la acción de las sobrecargas y cargas permanentes en el trasdós de las pantallas. Las leyes de esfuerzos que se derivan de estos empujes deben ser asumidas, íntegramente, por las pantallas (muros colados / diafragmas).

A largo plazo (LP) para el material granular presente en la traza, se considera un empuje de tierras en reposo, atendiendo a A6-18.1.14. Este empuje se considera actuando sobre la sección teórica conjunta y terminada (A6-19.2.1). En esta fase se considera la posible actuación del sobre-empuje sísmico.

4.2.8 Presión de agua

4.2.8.1 Empuje lateral y subpresión

Según A6-18.1.14, se considera el empuje de agua en los muros laterales y una subpresión en la losa de fondo calculado con un peso unitario de 10 KN/m3, para una posición de nivel freático definido según el siguiente criterio:

- Si el nivel freático, dado por la información disponible, se encuentra a nivel del suelo o hasta una profundidad de 3 m por debajo del nivel natural del suelo; se considerará para el diseño, un nivel freático que coincide con el nivel del terreno natural.
- Si de la información disponible se demuestra la ausencia de nivel freático o su presencia a una profundidad tal que no influya en las obras permanentes (profundidades mayores a 2L donde L es la profundidad de la obra interesada), podrá considerarse para el diseño la ausencia de dicho nivel freático.

De acuerdo con esto, las estaciones en las que aparezca nivel freático (estaciones húmedas) se calculan con presión de agua desde cota de terreno natural. Las estaciones sin nivel freático (estaciones secas) se calculan sin empuje de aguas.

En las estaciones húmedas se realizan las pertinentes comprobaciones de flotabilidad.

Para ello sólo se considera como acción estabilizadora el peso propio de la estructura, el rozamiento con el terreno, el relleno sobre el techo (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m), y del concreto de la primera vía (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m). Como acción desestabilizadora se considera la subpresión.

La comprobación de flotabilidad se realiza para situaciones temporales y permanentes.

La comprobación realizada es (según Eurocódigo 7):

- 0,9xFuerzas estabilizadoras > 1,0x Fuerzas desestabilizadoras

A la tangente del ángulo de rozamiento efectivo se le aplica un coeficiente de seguridad de 1,25.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ISABEL GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.2.9 Sobrecargas por edificación existente

Se aplica una carga de 50 KN/m^2 en el trasdós de las pantallas para tener en cuenta el efecto de la edificación existente. En el caso de que no exista actualmente edificación y se tenga constancia de que no puede existir en el fututo, se aplicará una sobrecarga de 20 KN/m^2.

4.3 COMBINACIONES DE CARGA.

De acuerdo con A6-18.1.20, se adoptan las combinaciones definidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con las observaciones que se indican a continuación.

4.3.1 Denominación de cargas

A continuación se presenta la simbología que adopta la norma peruana para la designación de cargas.

CM=D Peso Propios y Cargas Muertas.
CV=L Sobrecargas de Uso. Cargas Vivas, incluida la Nieve.
Cvi=W Carga de Viento.
CS=E Carga Sísmica.
CE Empuje de Suelos, incluido el Agua.
CL Empuje de Líquidos de altura bien definida.
CT=T Temperatura, Fluencia, Retracción, Asientos....

Se indican las nomenclaturas que usan las normas E.60 y E.20, que denominan de diferente forma a las mismas acciones (Nombre E.60 = Nombre E.20). Las cargas CE y CL no aparecen explícitamente como cargas muertas o sobrecargas en E.20, sino como "Otras Cargas".

4.3.2 Combinaciones ELU.

A continuación se recogen las combinaciones asociadas a los estados límites últimos, tanto para ELU SIN SISMO como ELU CON SISMO. Se basan en lo establecido para ELU en la norma E.60. No obstante, el RNE está orientado a edificación sobre rasante, de manera que no contemple la simultaneidad de la acción sísmica con los empuje CE y CL.

Por ello, se completa en base a las normas (ENV-UNE y AASHTO) a las que hace referencia las Especificaciones Técnicas Prestacionales:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

9.2.1	1.40	1.70					
9.2.2	1.25	1.25	1.25	1.25			
	1.25	1.25	-1.25	1.25			
	0.90		1.25				
	0.90		-1.25				
9.2.3	1.25	1.25		1.25			1.00
	1.25	1.25		1.25			-1.00
	0.90						1.00

	0.90						-1.00
9.2.5	1.40	1.70		1.70			
	0.90			1.70			
9.2.6	1.40	1.70			1.40		
9.2.9	1.05	1.25		1.25		1.05	
	1.40					1.40	

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

4.3.3 Combinaciones ELS.

A continuación se muestra las combinaciones para los diferentes Estados Límites de Servicio, en base a la norma E.020:

28	1.00						
29	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
30	1.00						0.70
31	0.75	0.75		0.75	0.75	0.75	0.525
32	0.75	0.75		0.75	0.75		
33	0.75						0.525
34	0.67	0.67		0.67	0.67	0.67	0.469

(3) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(4) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

4.4 VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL.

Las diferentes estructuras y elementos estructurales se diseñan para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño por lo menos iguales a las resistencias requeridas, calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones anteriormente descritas.

Adicionalmente, se verifica que todas las estructuras y elementos estructurales garantizan un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio. A tales efectos, se definen a continuación los criterios seguidos de deflexión y durabilidad.

Por último, se aportan los criterios seguidos para garantizar también la resistencia al fuego requerida durante 120 minutos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.4.1 Criterios de deflexión.

4.4.1.1 Losas de piso y techos.

Según establece A6-122.6, para las losas horizontales, la deflexión final debido a todas las cargase, medida desde el nivel bruto de colada de los soportes de pisos, techos y todos los otros miembros horizontales, se limita a la siguiente proporción: (luz libre) / 250.

4.4.1.2 Muros de contención.

Para los muros se establece la siguiente limitación de deformaciones, en función de la tipología de edificación existente en cada zona:

- Pantallas con edificios a más de 20m, un desplazamiento permitido de 35mm
- Pantallas con edificios entre 10 y 20m, un desplazamiento permitido de 25mm.
- Pantallas con edificios entre 2 y 10m, un desplazamiento permitido de 20mm.

4.4.2 Durabilidad.

Se establecen los criterios de exposición y ancho de fisura según A6-18.2

4.4.2.1 Clases de exposición.

Clase + XC2 XA2 (ambiente húmedo de agresividad moderada): todas las estructuras en contacto con tierra.

Clase XC3 + XA1 (ambiente de humedad moderada y débil agresión): para las estructuras interiores.

4.4.2.2 Ancho de las fisuras.

Atendiendo a A6-18.2.12.2, el ancho máximo de fisura se calcula para que no sobrepase el valor máximo correspondiente definido en esta tabla para las dos clases de exposiciones consideradas:

Superficie de hormigón en directo contacto con el terreno/relleno	0,33
Elementos internos de hormigón	0,40

4.4.3 Resistencia a fuego.

En base a la norma A-130 – Requisitos de Seguridad (versión aprobada por el Comité Permanente de del RNE), el tiempo de resistencia al fuego será 120 minutos:

Tabla 44-1

TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PÓRTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS

Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 5m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
Líquidos inflamables y combustibles [3]	NO	NP	NP	120	180	NP	NP
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES							
Edificaciones de transporte	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
Estaciones de radio y televisión	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES	NO	NP	NP	30	60	90	120
	SI	120	90	30	60	90	120
CUALQUIER EDIFICIO CUYO USO COMPLETO O PARCIAL NO HAYA SIDO DESCRITO EN ESTA TABLA	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Para conseguir que la estructura se pueda clasificar como "Resistente al fuego" según la A-130 de junio de 2006, se aplicarán los recubrimientos mínimos indicados en el artículo 47 de dicha norma (han sido considerados en el apartado de definición de recubrimientos del presente documento).

4.5 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

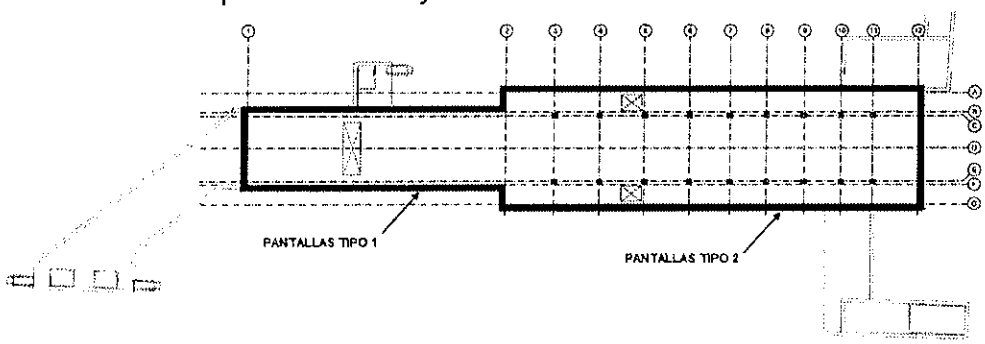
Adicionalmente a las ya mencionadas Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6) utilizadas para establecer las bases del cálculo, para el diseño de elementos de hormigón y acero se tienen en cuenta las siguientes normas:

a) Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
b) Norma Euro (EN)
c) Norma ACI (USA)
d) Norma ASTM (USA)
e) Estándares internacionales, Códigos y otros.

5 DIMENSIONAMIENTO DE PANTALLAS.

Como puede observarse en la siguiente imagen, se considera dos tipologías de pantalla según su ubicación.

- Pantalla tipo 1: sección 1.
- Pantalla tipo 2: sección 2 y 3.



6 PANTALLAS TIPO 1.

Se ha realizado el estudio de esta tipología de pantalla en dos secciones distintas. Es por ello por lo que se presenta dos envolventes de esfuerzos para cada caso.

6.1.1 Envolvente de esfuerzos.

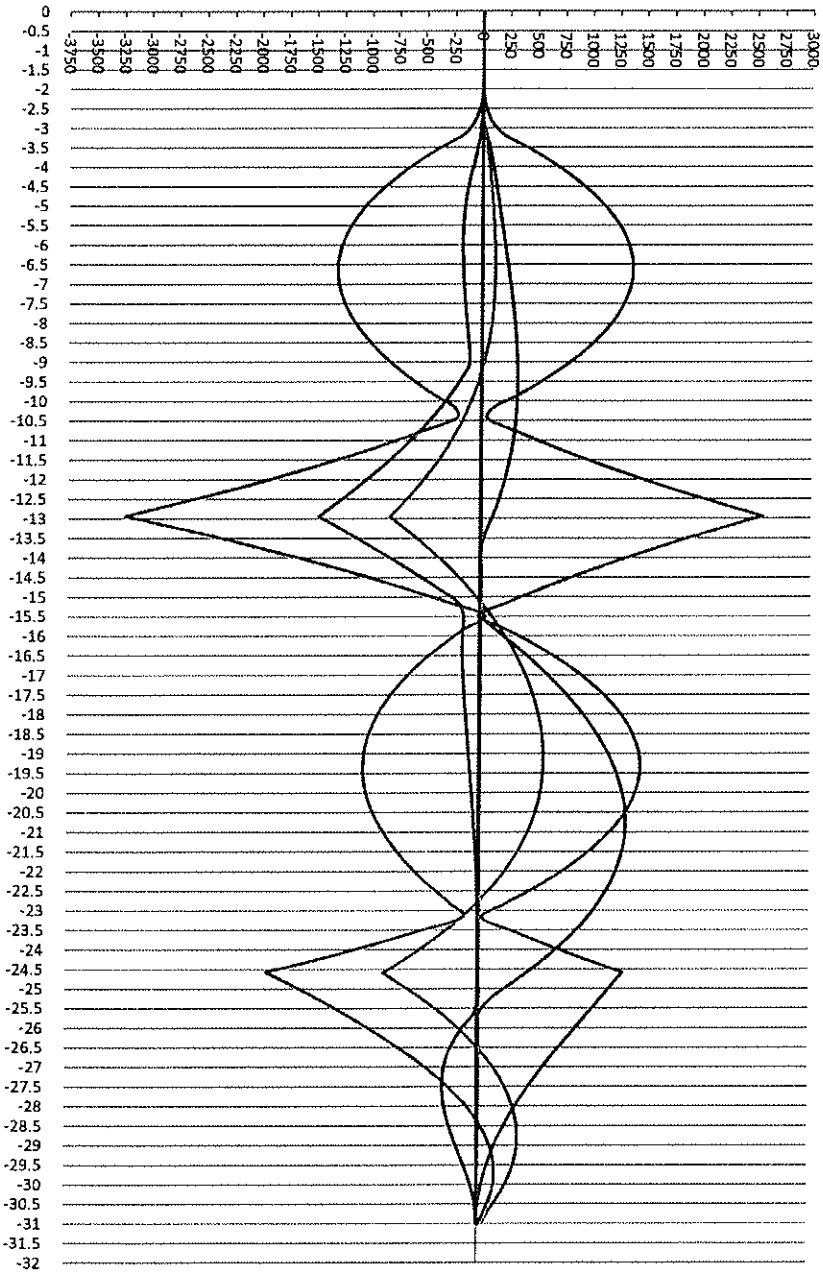
6.1.1.1 Momento flector de diseño.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.4.2. Estructuras

013318



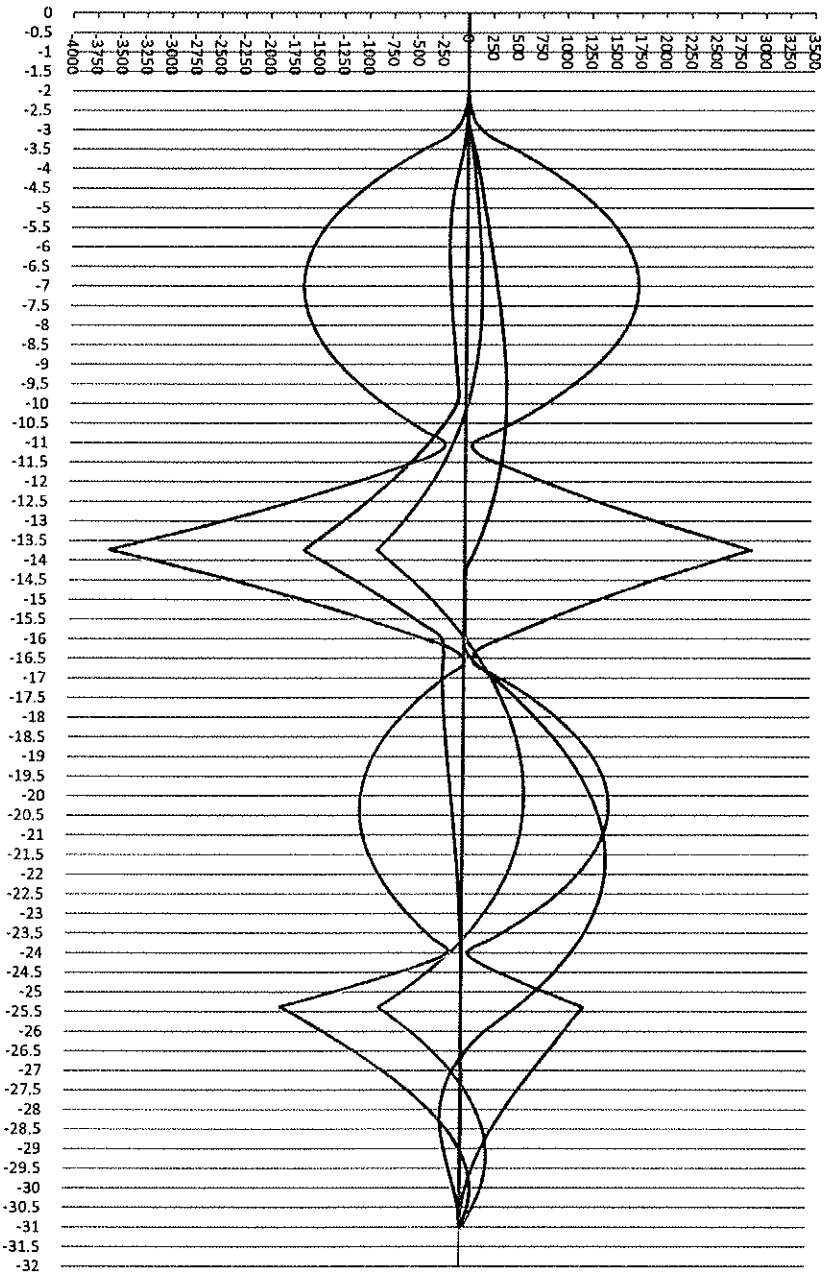
M+ corto plazo
M+ largo plazo
M+ largo plazo y sismo
M- corto plazo
M- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

0.4.2. Estructuras

013319

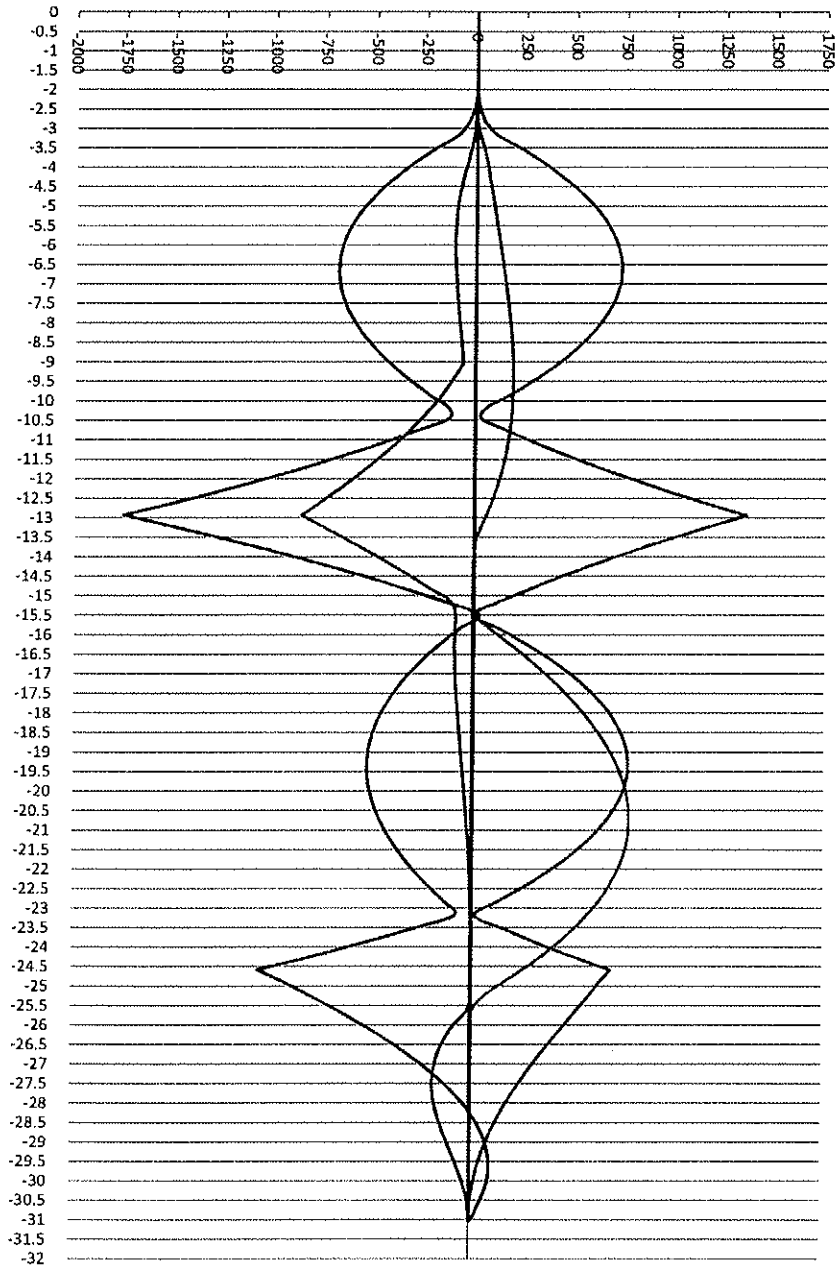


M+ corto plazo
M+ largo plazo
M+ largo plazo y sismo
M- corto plazo
M- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.1.1.2 Momento flector de servicio.

013320



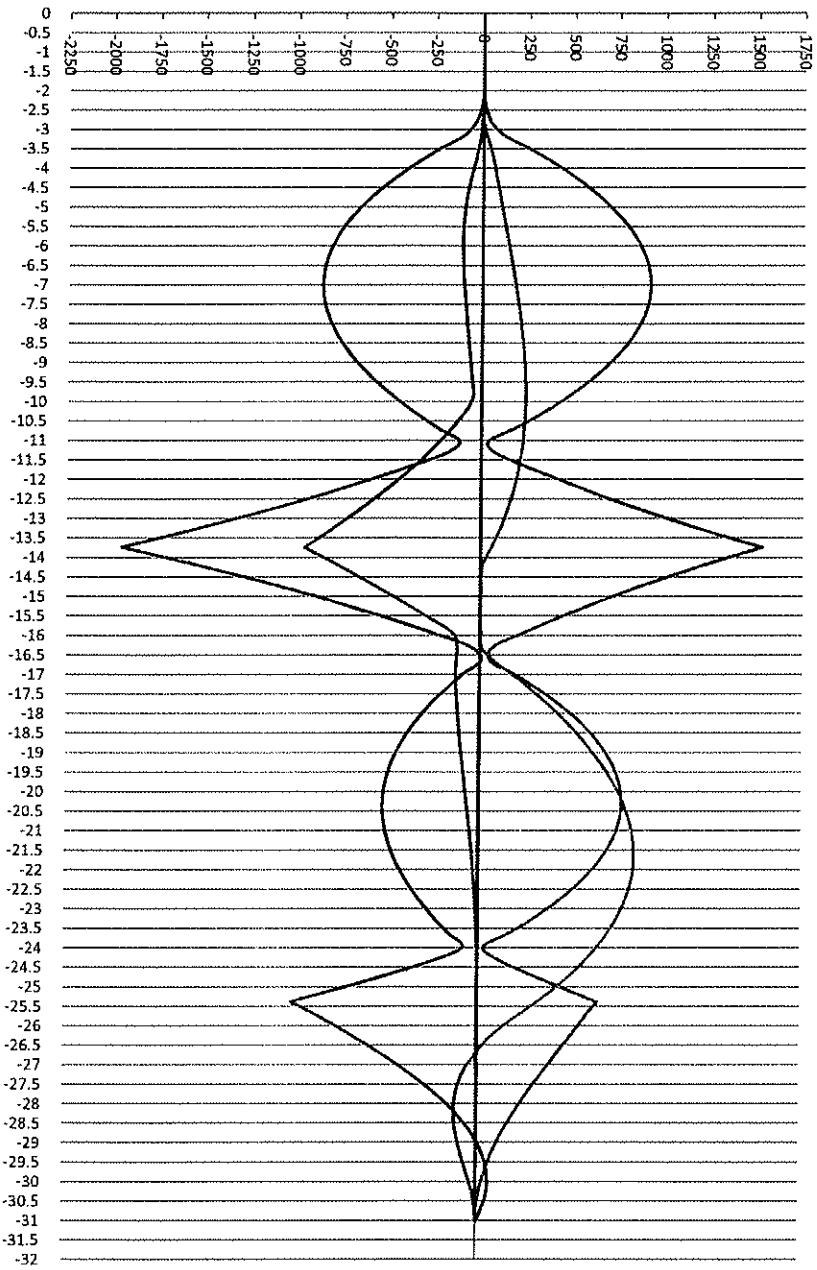
M+ largo plazo
M- largo plazo
M+ corto plazo
M- corto plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

0.4.2. Estructuras

013321



M+ largo plazo
M- largo plazo
M+ corto plazo
M- corto plazo

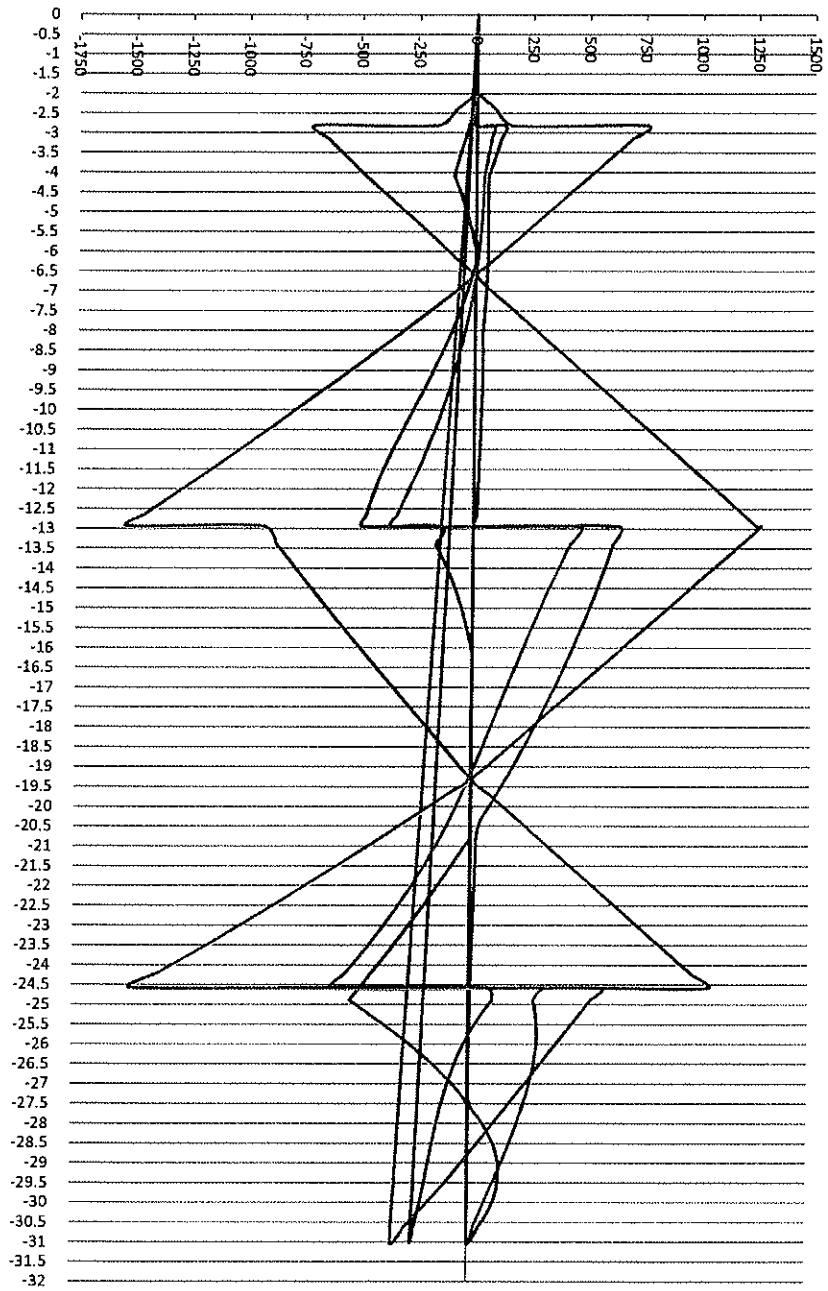


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013322

6.1.1.3 Esfuerzo cortante.



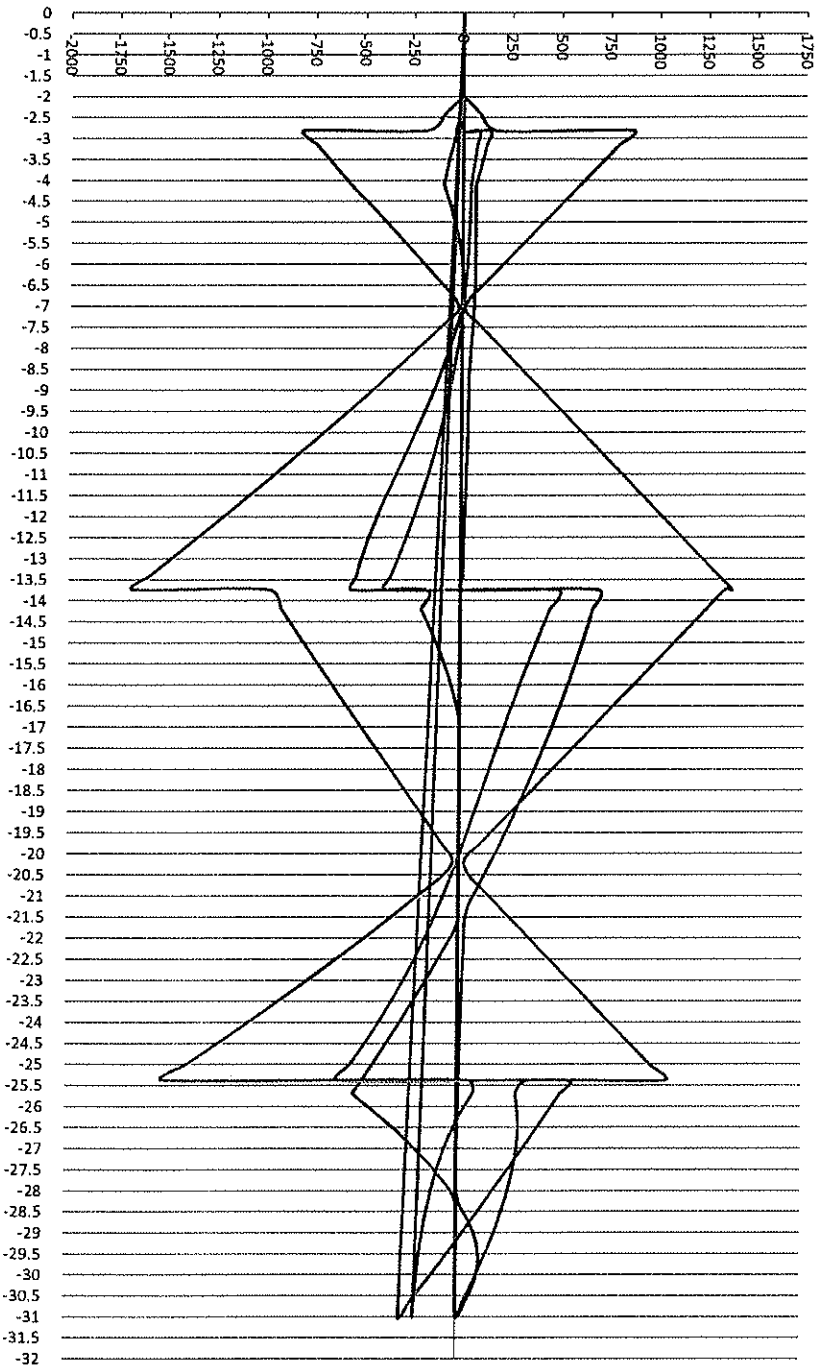
V+ corto plazo
V+ largo plazo
V+ largo plazo y sismo
V- corto plazo
V- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013323

O.4.2. Estructuras



V+ corto plazo
V+ largo plazo
V+ largo plazo y sismo
V- corto plazo
V- largo plazo
V- largo plazo y sismo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

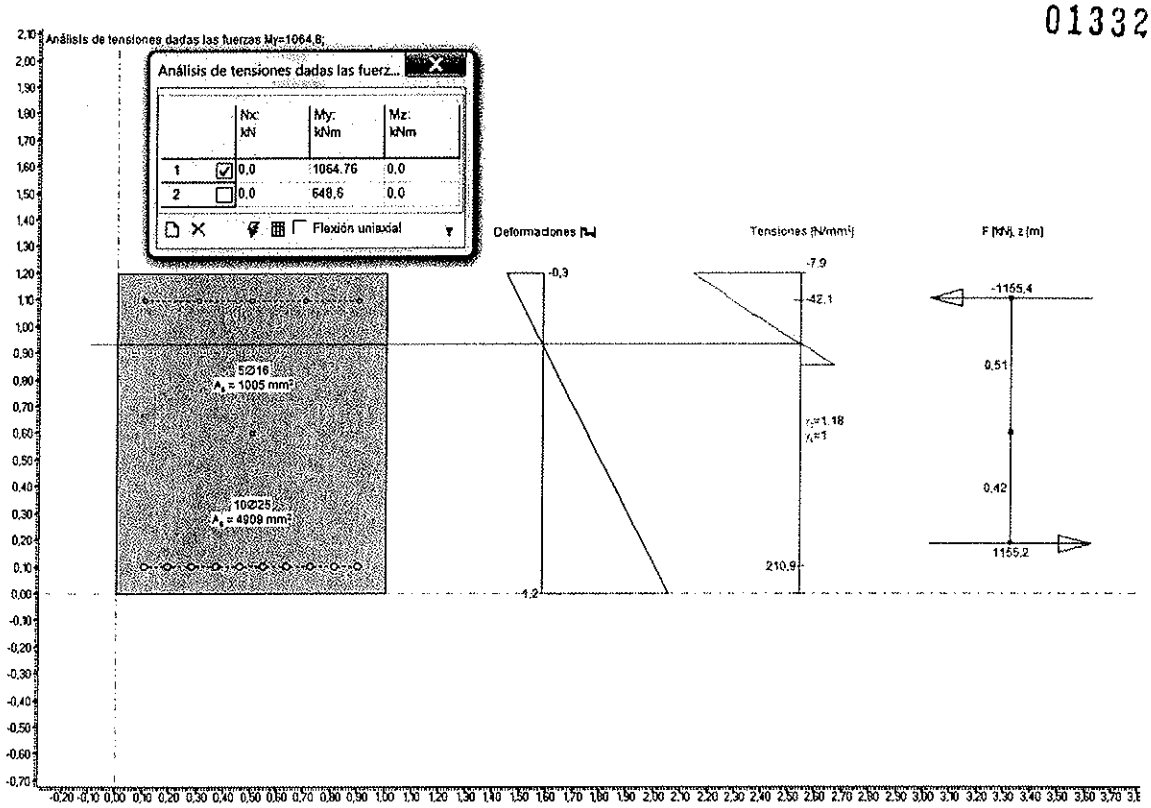
6.1.2 *Dimensionamiento del refuerzo*

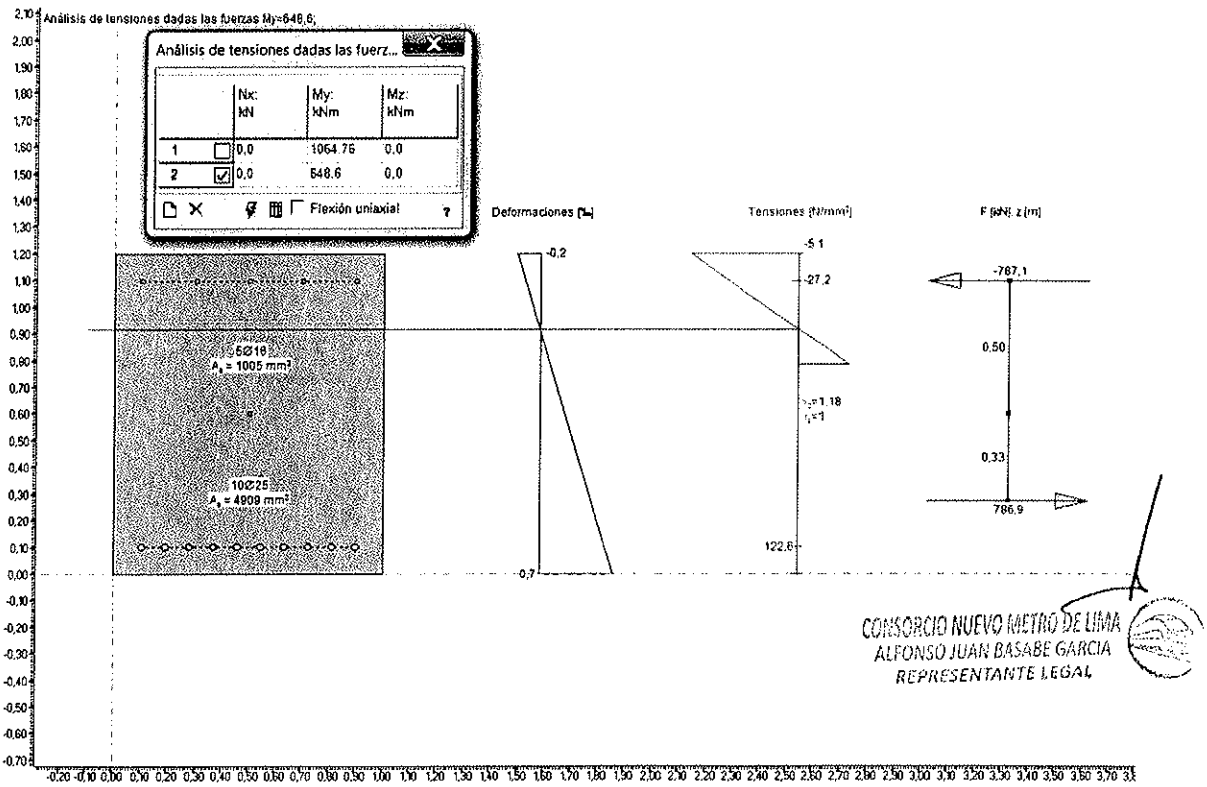
- Refuerzo: 10ϕ25pml:

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	2187586880	N·mm
	ϕMn	**1968,83**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1200	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ		
Resistencia del Acero de Armas	fy		
Resistencia del Hormigón	f'c		
Tamaño del Árido del Hormigón	a		
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**		-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º		
Nº de Barras en Primera Capa	N1º		
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º		
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		
Recurbimiento de las Armaduras	r		
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	98,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1101,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	4908,74	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,803	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**112,59**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1101,5	mm
	c/d	0,1022	-
	c/d*	0,1022	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**26,349**	**‰**
		0,026	
Armadura a Tracción	ρ	0,45%	
	ρ*	0,52%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**36,717**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,21	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		e.sm	0,000698152	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	175,414	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**210,9**	**N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**122,6**	**N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	25	mm
Cuantía efectiva		p.l	1,993%	
Armadura de Tracción		A.s	4908,74	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	246250	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1234,46	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	246250	mm2
		σ.s	239,38	N/mm2
		Sep.Maxima	250	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

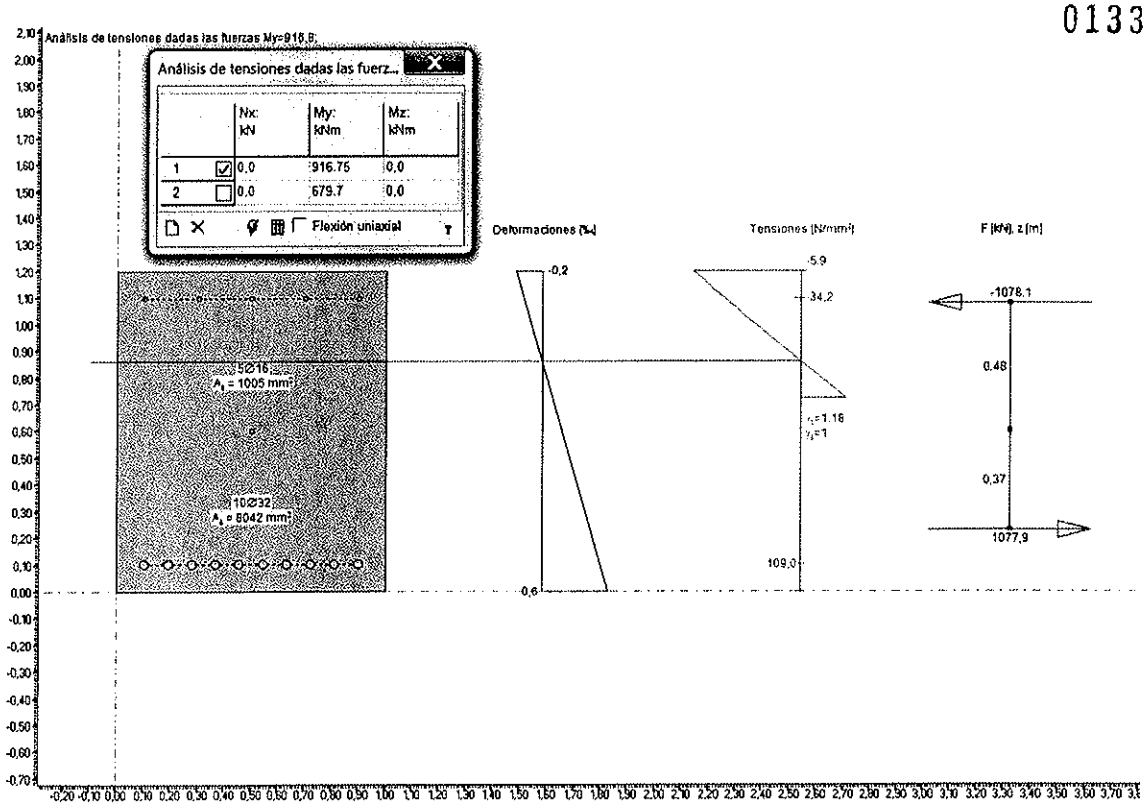
O.4.2. Estructuras

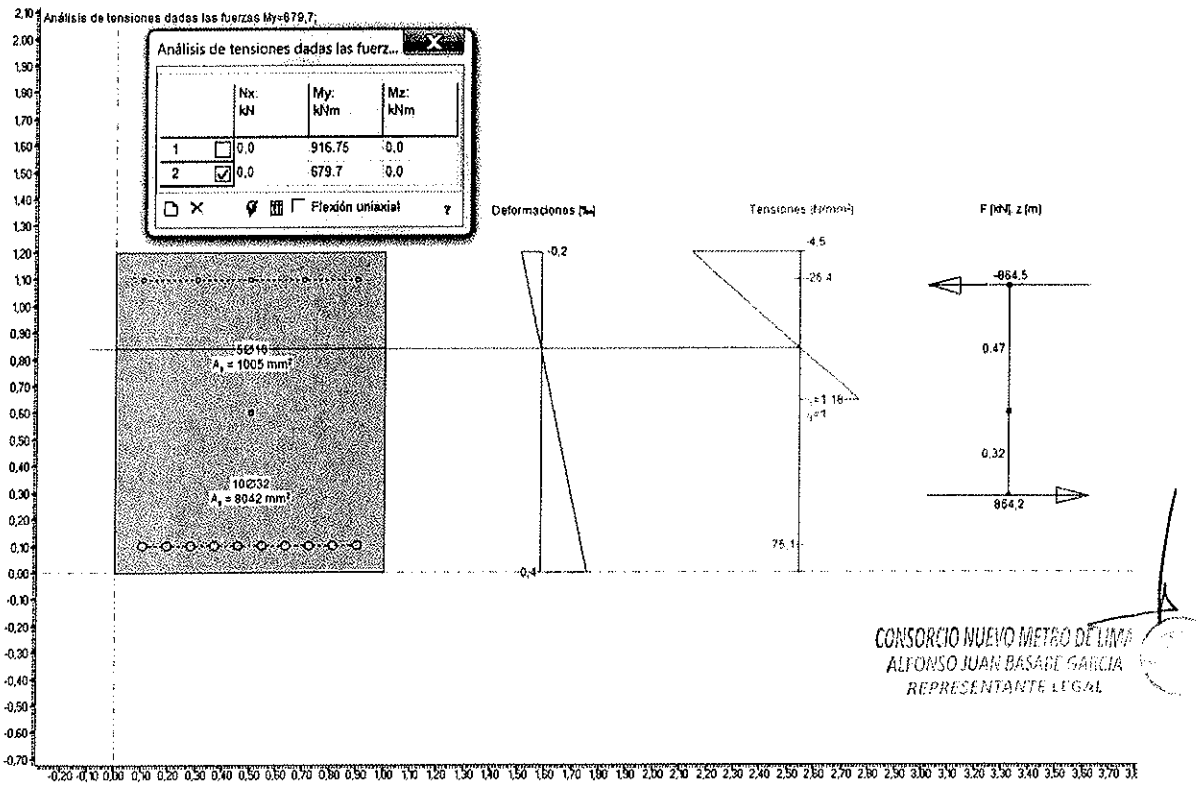
- Refuerzo: 10ϕ32pml:

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	3485147098 N·mm
	ϕMn	**3136,63 kN·m**
Ancho de la Sección	b	[illegible] mm
Canto de la Sección	h	[illegible] mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible]
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]
Tamaño del Árido del Hormigón	a	[illegible] mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	[illegible]
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	[illegible] mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	[illegible] mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible] mm
Separación entre Capas	sep.capas	[illegible] mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	102 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1098 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8042,48 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,891 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	**c**	**155,52 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1098 mm
	c/d	0,1416 -
	c/d*	0,1416 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**18,181 ‰**
		0,018
Armadura a Tracción	ρ	0,73%
	ρ*	0,72%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**36,600 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013329

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,07 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000286284
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	151,461 mm
Coeficiente de Carga		β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	109 N/mm2
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	75,1 N/mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1
Coeficiente de Cargas		β2	1
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	32 mm
Cuantía efectiva		p.l	3,154%
Armadura de Tracción		A.s	8042,48 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	255000 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1912,50 mm2
		kc	0,4 -
		k	1 -
	R11.2.1.1	fct,eff	3 N/mm2
		Act	255000 mm2
		σ.s	160,00 N/mm2
		Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013330

- Refuerzo: 10ϕ32pml + 10ϕ25pml:

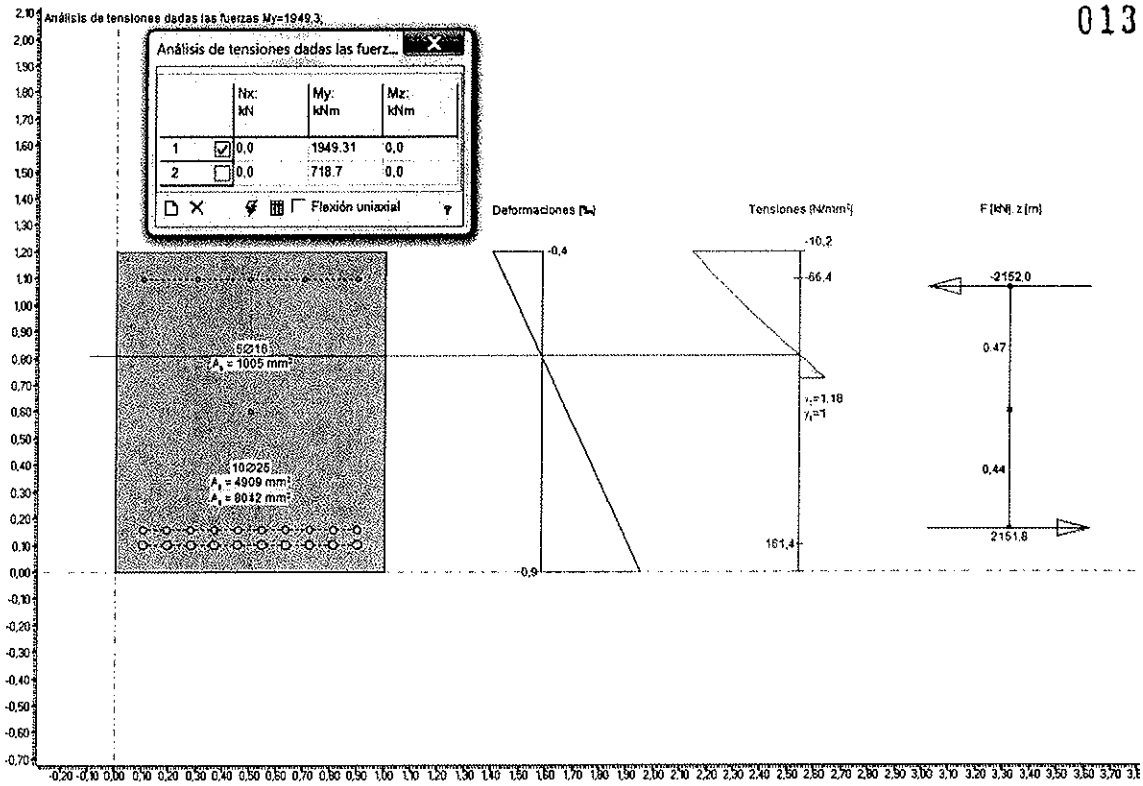
COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	5267689327 N·mm
	ϕMn	**4740,92 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1200 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	p	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	32 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	124,930564 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1075,069436 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	12951,22 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	4,558 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**248,43 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1075,069436 mm
	c/d	0,2311 -
	c/d*	0,2311 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**9,983 ‰**
		0,010
Armadura a Tracción	ρ	1,20%
	ρ*	1,17%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**35,836 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

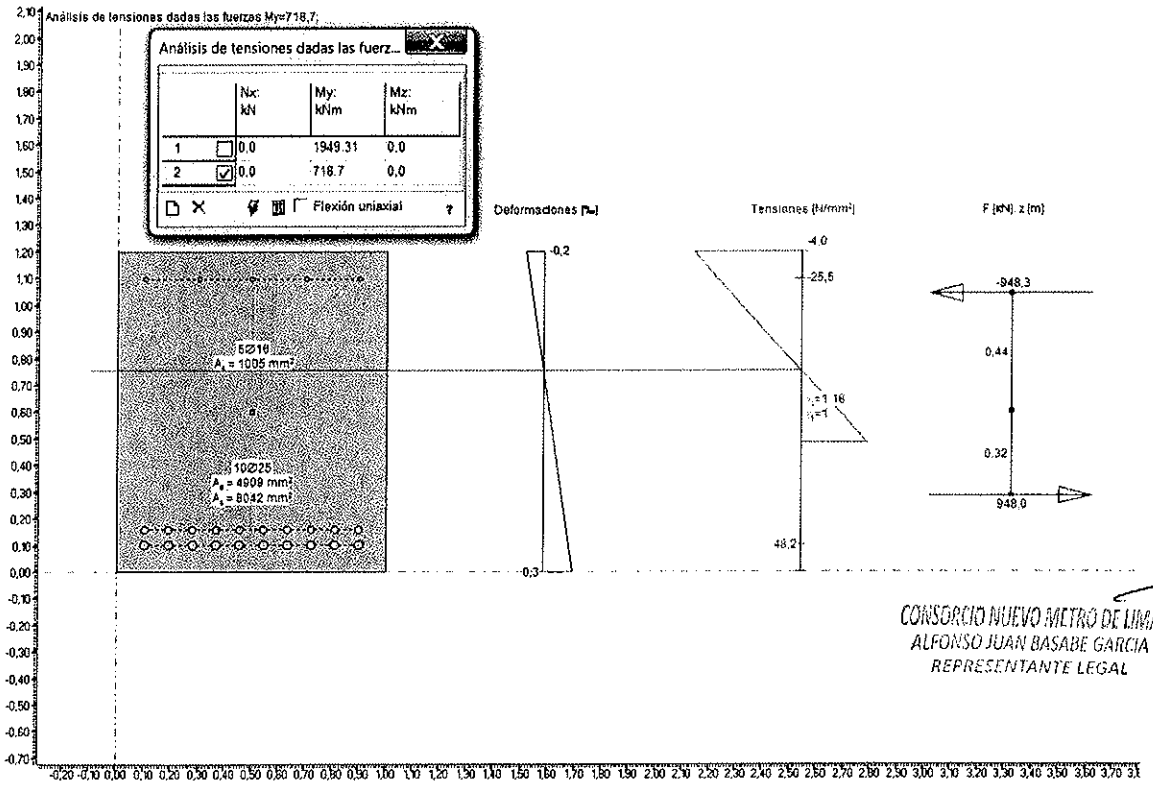
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.4.2. Estructuras

013331





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,15 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000735029
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	119,246 mm
Coeficiente de Carga		β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**161,4 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**48,2 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1
Coeficiente de Cargas		β2	1
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	28,71410803 mm
Cuantía efectiva		ρ.l	4,147%
Armadura de Tracción		A.s	12951,22 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	312326,4099 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2342,45 mm2
		kc	0,4 -
		k	1 -
	R11.2.1.1	fct,eff	3 N/mm2
		Act	312326,4099 mm2
		σ.s	160,00 N/mm2
		Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

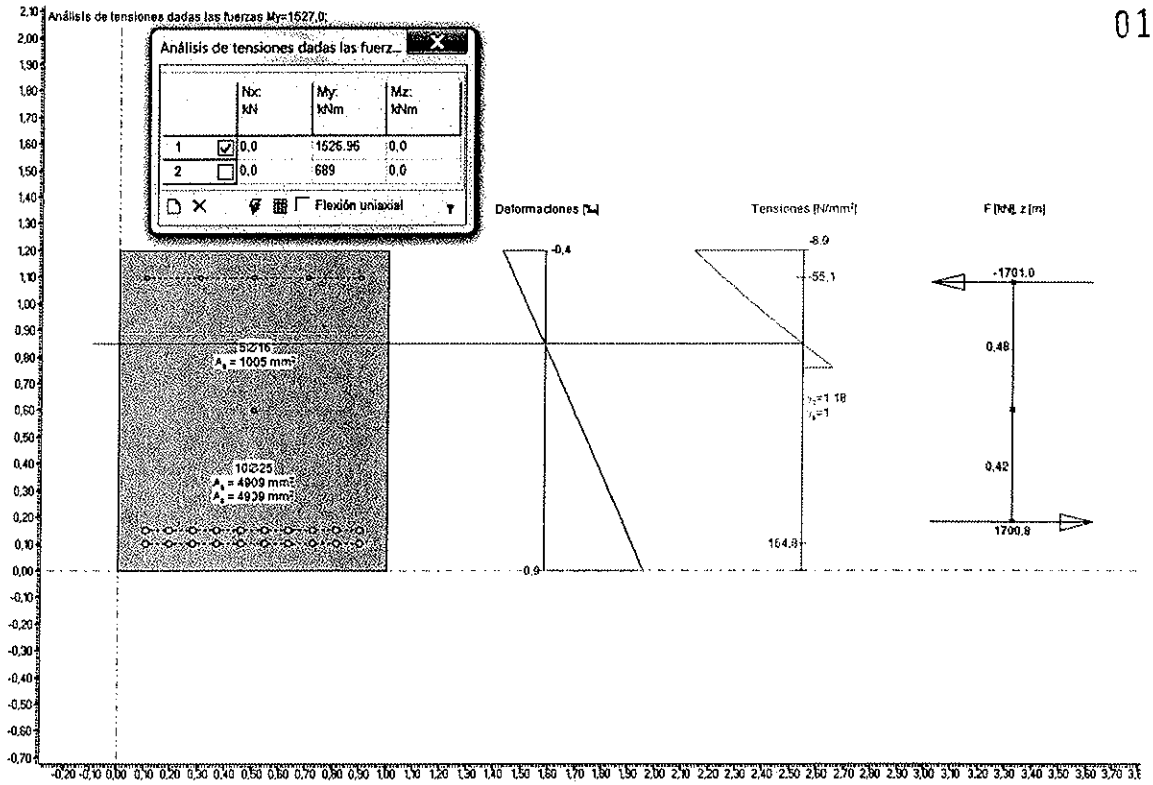
- Refuerzo: 10ϕ25pml + 10ϕ25pml:

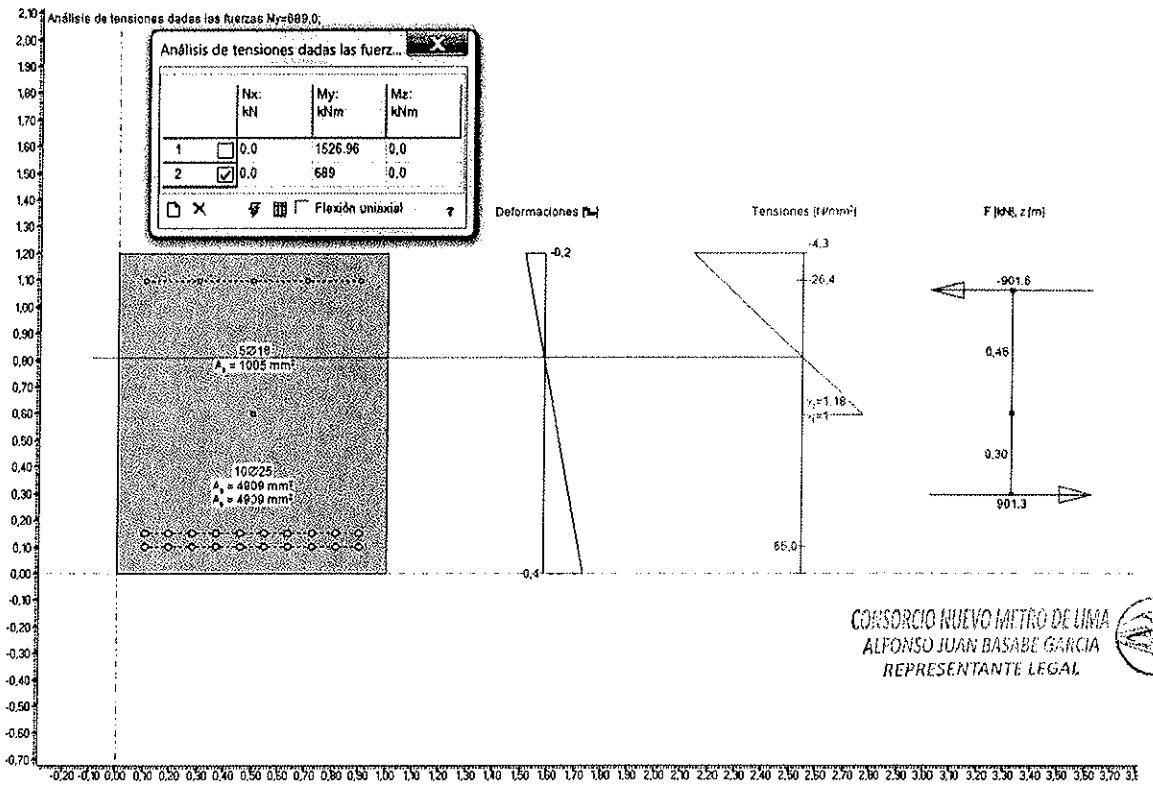
COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	4104579939	N·mm
	ϕMn	**3694,12**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1200	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ		
Resistencia del Acero de Armas	fy		
Resistencia del Hormigón	f'c		
Tamaño del Arido del Hormigón	a		
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**		
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º		
Nº de Barras en Primera Capa	N1º		
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º		
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		
Recurbimiento de las Armaduras	r		
Separación entre Capas	sep.capas	25,4	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	50,4	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	123,7	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1076,3	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	9817,48	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	3,543	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**200,84**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1076,3	mm
	c/d	0,1866	-
	c/d*	0,1866	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**13,077**	**‰**
		0,013	
Armadura a Tracción	ρ	0,91%	
	ρ*	0,95%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**35,877**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013334





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013335

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,15 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000695814
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	128,750 mm
Coeficiente de Carga		β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**164,8 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**65 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1
Coeficiente de Cargas		β2	1
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	25 mm
Cuantía efectiva		ρ.l	3,175%
Armadura de Tracción		A.s	9817,48 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	309250 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1550,29 mm2
		kc	0,4 -
		k	1 -
	R11.2.1.1	fct,eff	3 N/mm2
		Act	309250 mm2
		σ.s	239,38 N/mm2
		Sep.Maxima	250 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Refuerzo transversal: 4 ramas ϕ10 a 20 por metro de batache (para un refuerzo de 10ϕ25pml)

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1025,64**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**374,06**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	10	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	15,71	cm2/m
			1,570796327	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**726,70**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ(Vc+Vs)**	**1314,25**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ(Vc)**	**769,23**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ(Vs)**	**545,02**	**kN**

- Refuerzo transversal: 6 ramas ϕ12 a 20 por metro de batache (para un refuerzo de 10ϕ25pml)

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1025,64**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**374,06**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	6	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	33,93	cm2/m
			3,392920066	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**1569,67**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ(Vc+Vs)**	**1946,48**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ(Vc)**	**769,23**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ(Vs)**	**1177,25**	**kN**

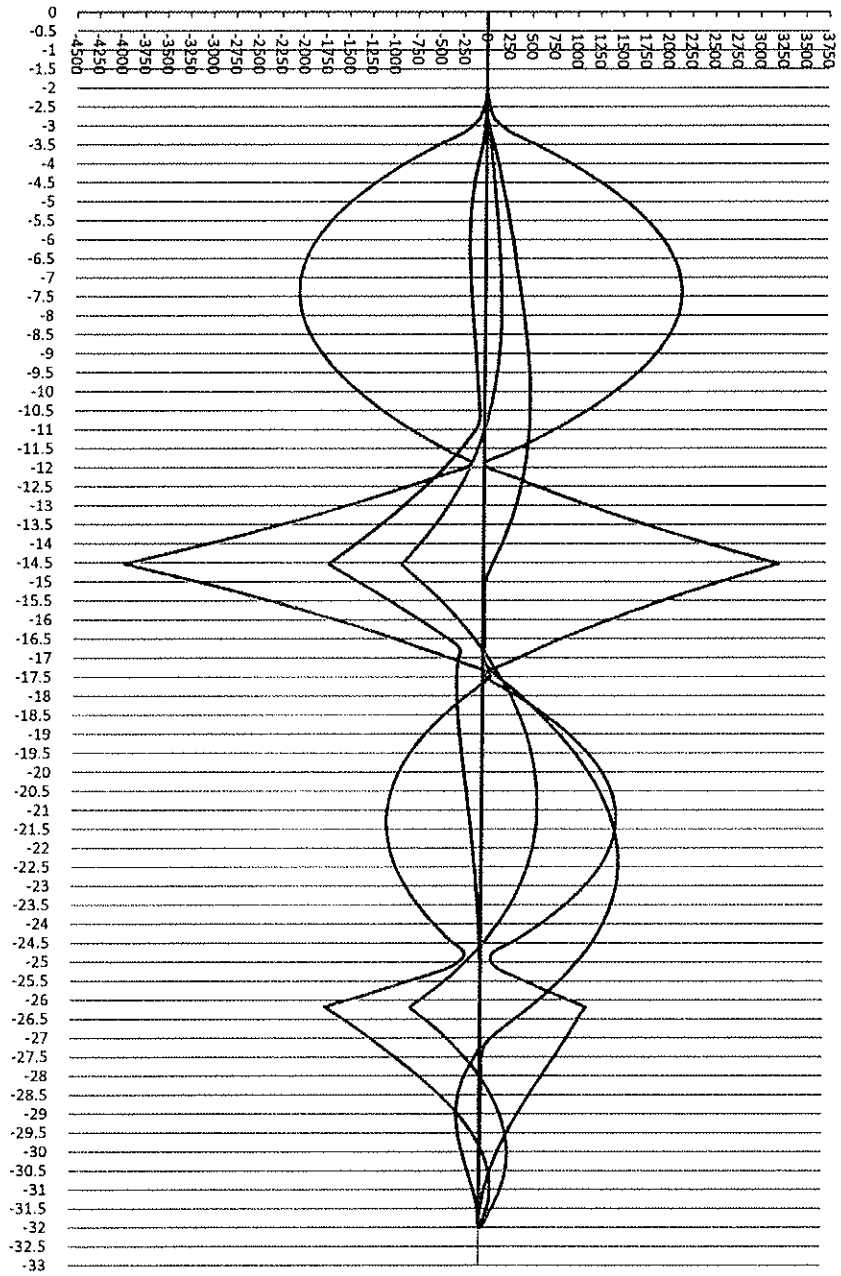
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013337

6.2 PANTALLAS TIPO 2.

6.2.1 Envolvente de esfuerzos.

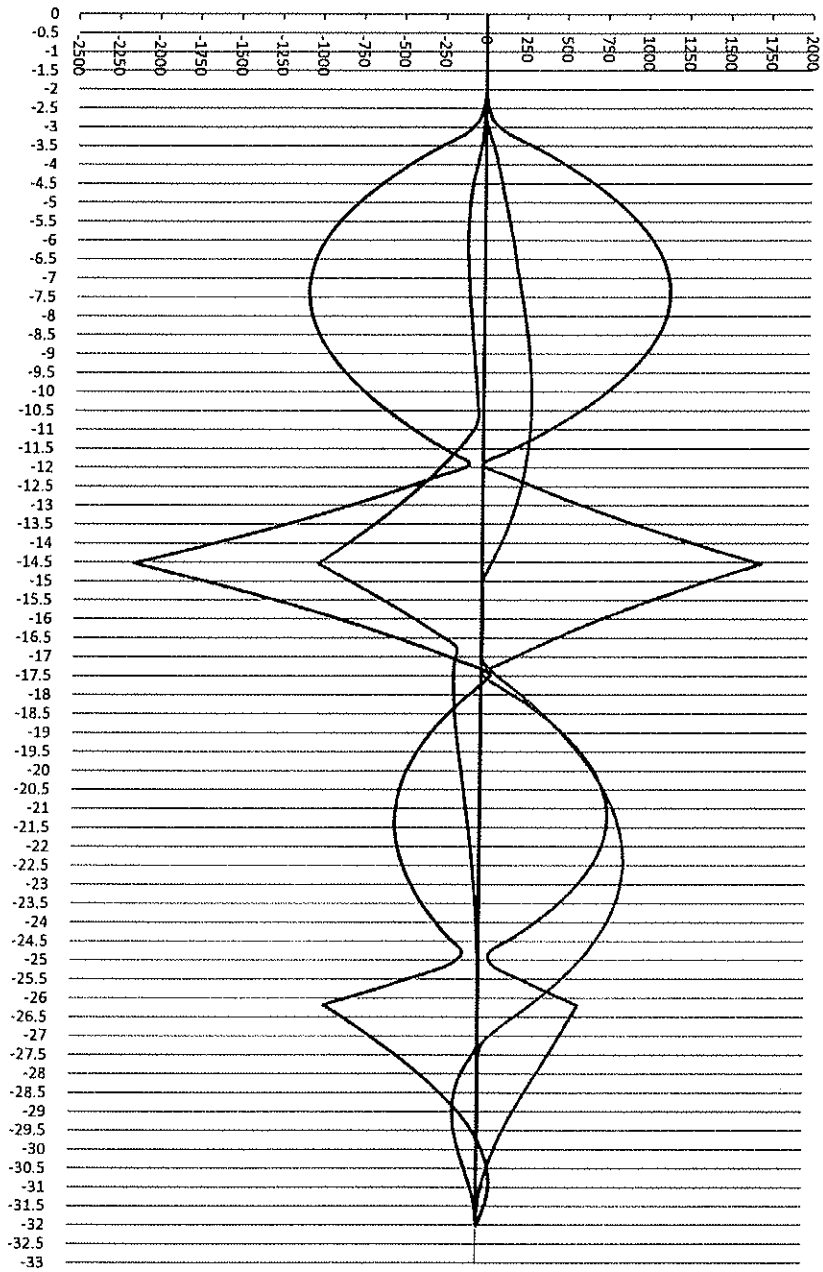
6.2.1.1 Momento flector de diseño.



M+ corto plazo
M+ largo plazo
M+ largo plazo y sismo
M- corto plazo
M- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.2.1.2 Momento flector de servicio.



M+ largo plazo

M- largo plazo

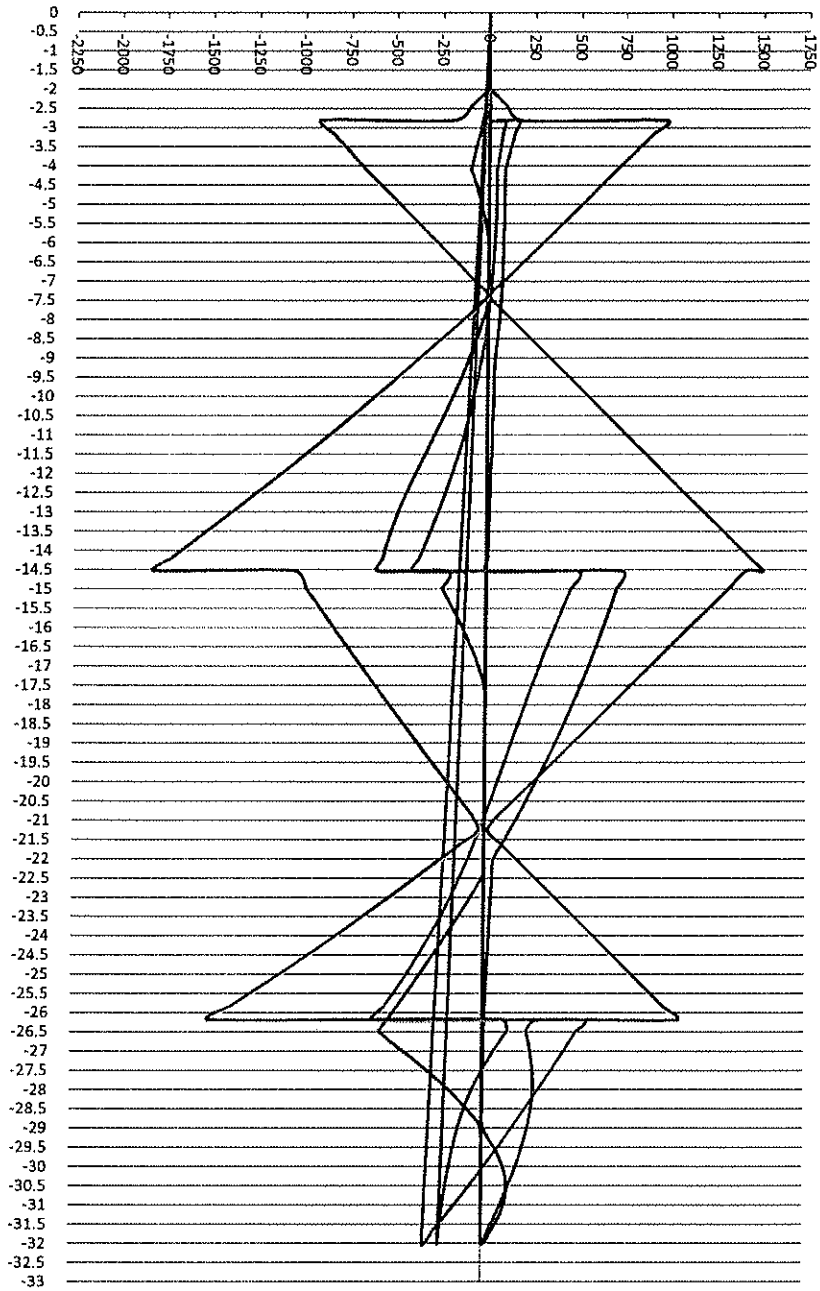
M+ corto plazo

M- corto plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.2.1.3 Esfuerzo cortante.

013339



V+ corto plazo
V+ largo plazo
V+ largo plazo y sismo
V- corto plazo
V- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.2.2 *Dimensionamiento del refuerzo.*

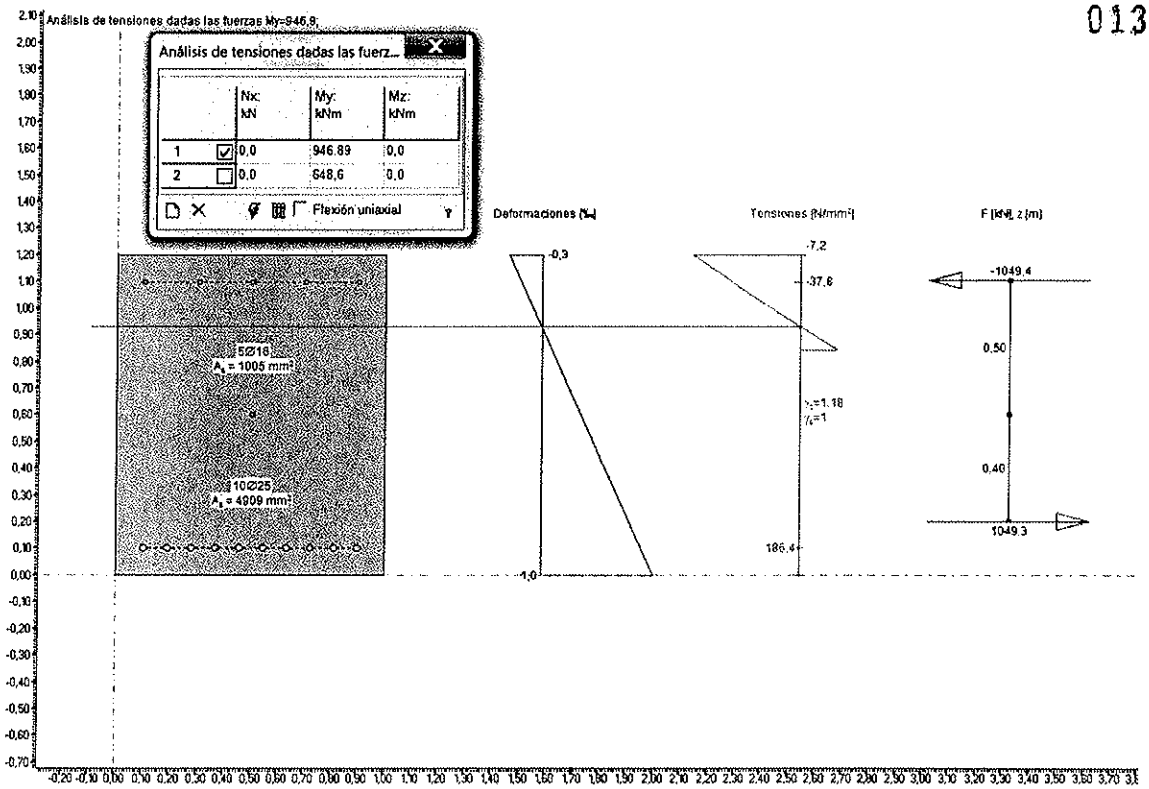
013340

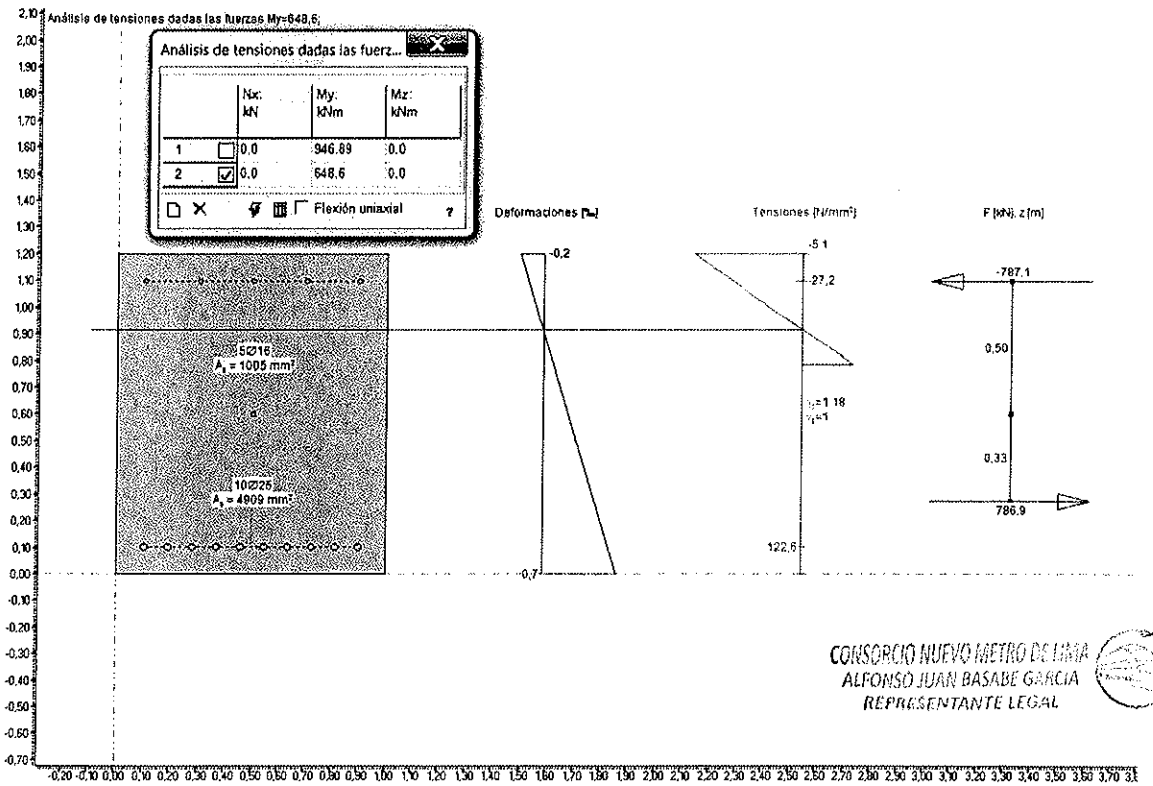
- Refuerzo: 10ϕ25pml:

COMPROBACION A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	2187586880	N·mm
	ϕMn	**1968,83**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1200	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ		
Resistencia del Acero de Armas	fy		
Resistencia del Hormigón	f'c		
Tamaño del Arido del Hormigón	a		
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ		
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º		
Nº de Barras en Primera Capa	N1º		
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º		
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		
Recurbimiento de las Armaduras	r		
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	98,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1101,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	4908,74	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,803	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**112,59**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1101,5	mm
	c/d	0,1022	-
	c/d*	0,1022	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**26,349**	**‰**
		0,026	
Armadura a Tracción	ρ	0,45%	
	ρ*	0,52%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**36,717**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,16	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000528814	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	175,414	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**186,4**	**N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**122,6**	**N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	25	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	1,993%	
Armadura de Tracción		A.s	4908,74	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	246250	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1234,46	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	246250	mm2
		σ.s	239,38	N/mm2
		Sep.Maxima	250	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

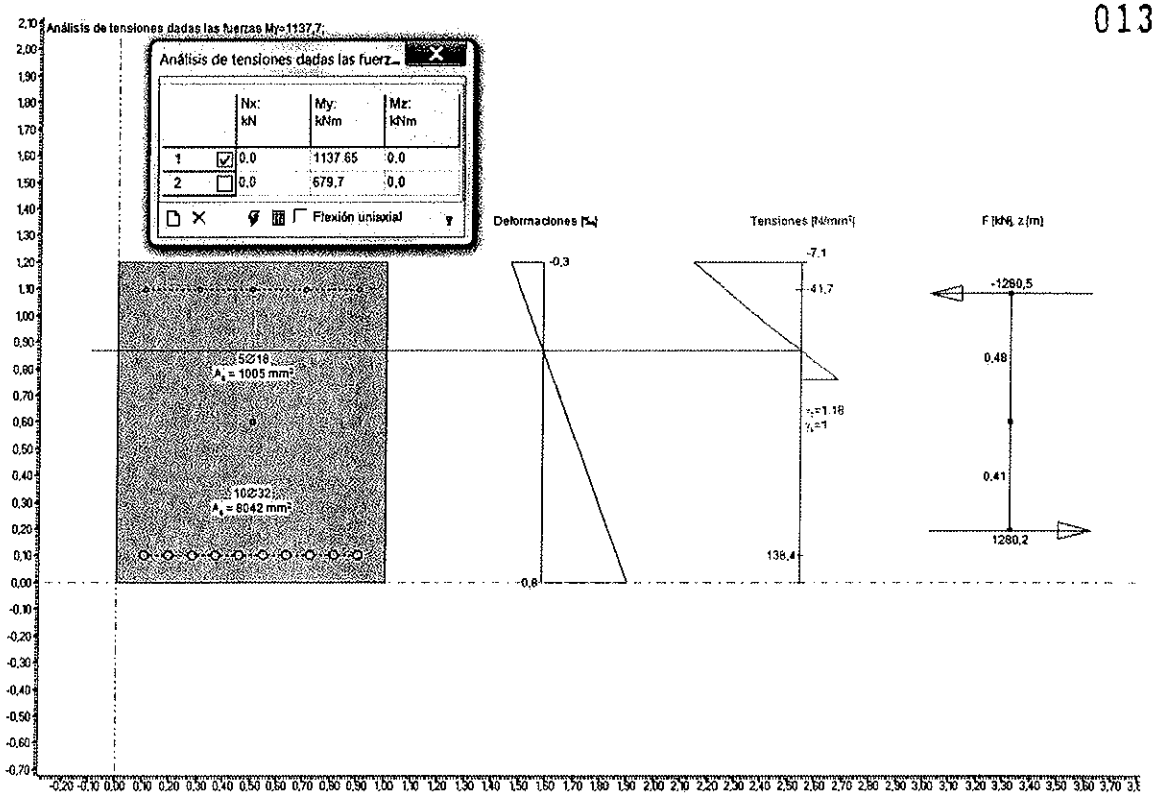
O.4.2. Estructuras

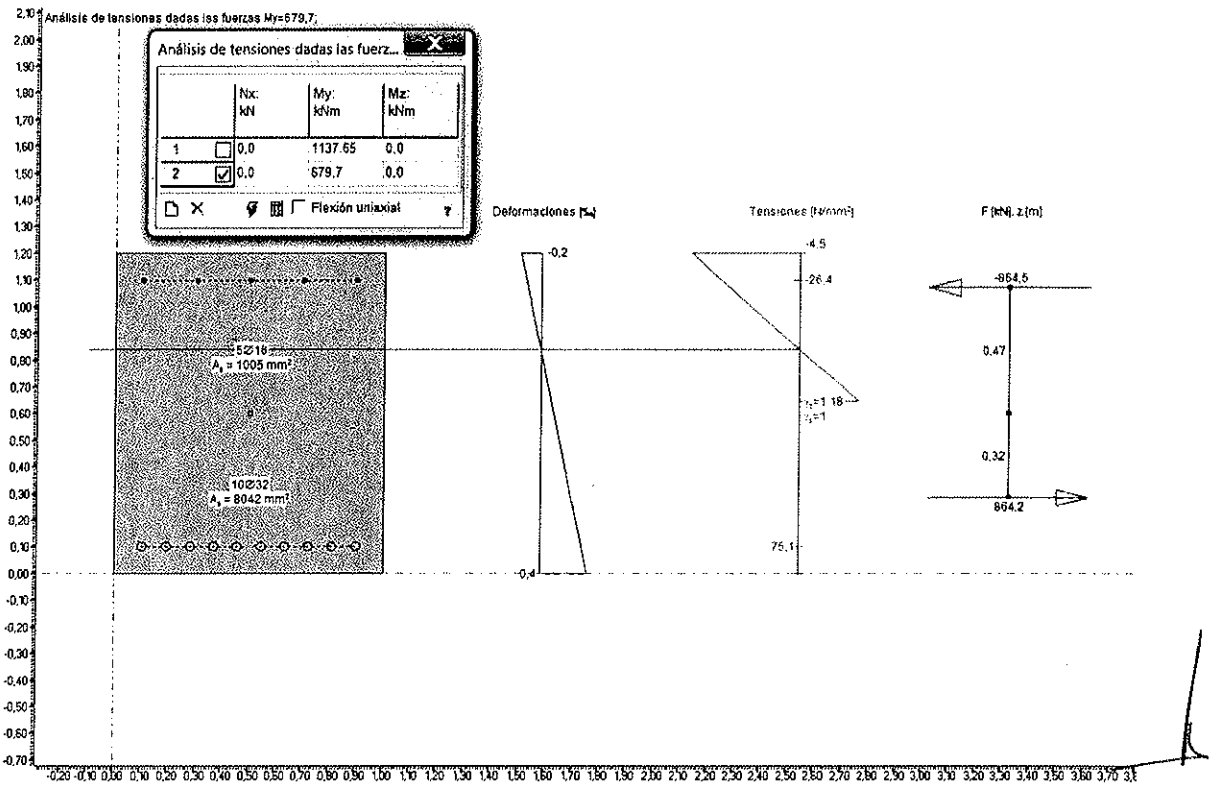
- Refuerzo: 10ϕ32pml:

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3485147098	N·mm
	ϕMn	**3136,63**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1200	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible]	
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]	
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]	
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	[illegible]	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	[illegible]	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	[illegible]	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]	
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]	
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	102	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1098	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	B042,48	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,891	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	**c**	**155,52**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1098	mm
	c/d	0,1416	-
	c/d*	0,1416	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**18,181**	**‰**
		0,018	
Armadura a Tracción	ρ	0,73%	
	ρ*	0,72%	
	β1	0,836	
· **Armadura Mínima de ACI**	**As,min**	**36,600**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

FISURACION SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2 013345

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,13	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		e.sm	0,000488242	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	151,461	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**138,4**	**N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**75,1**	**N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	32	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	3,154%	
Armadura de Tracción		A.s	8042,48	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	255000	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1912,50	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	255000	mm2
		σ.s	160,00	N/mm2
		Sep.Maxima	300	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

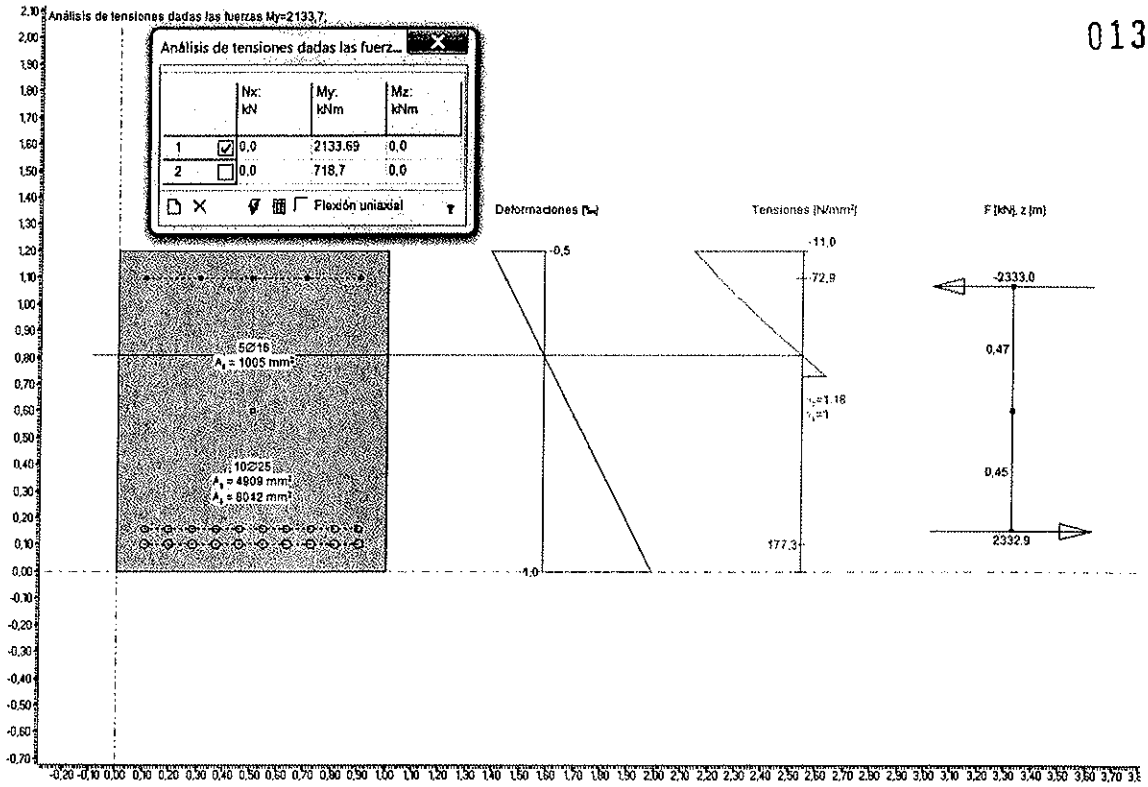
- Refuerzo: 10ϕ32pml + 10ϕ25pml:

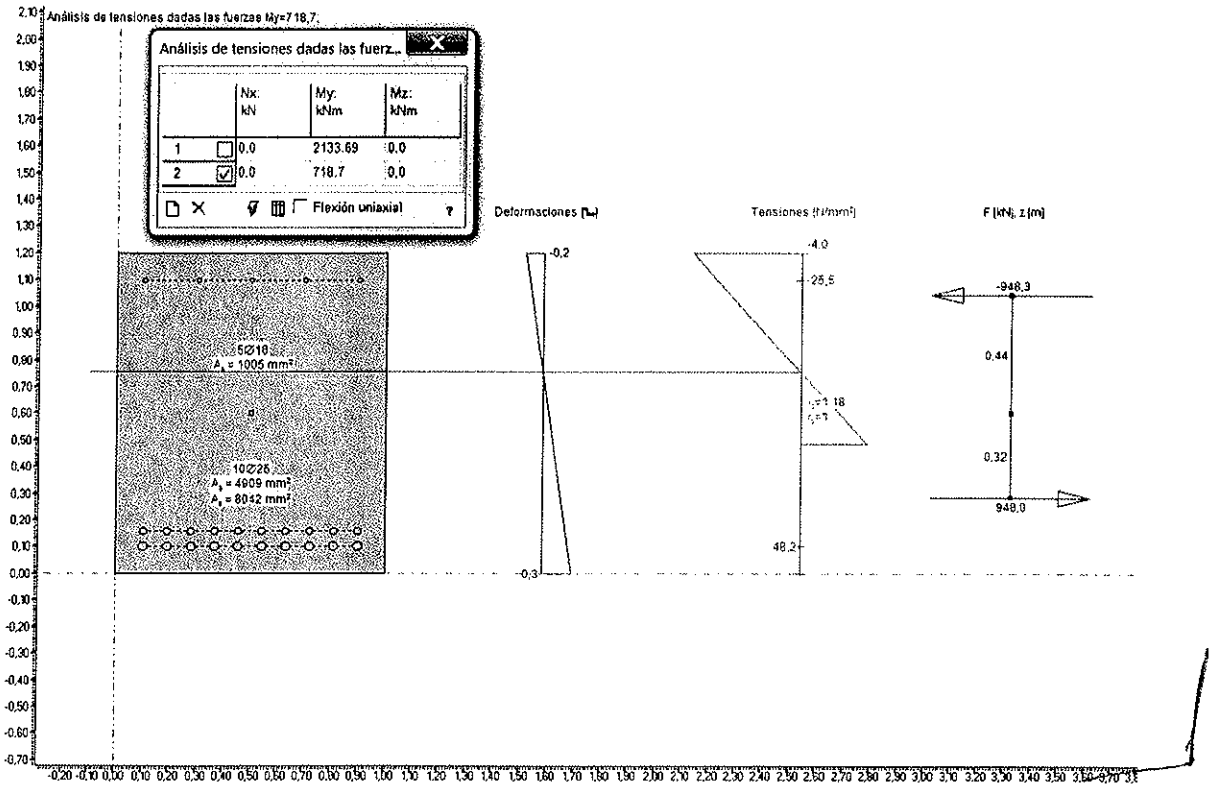
COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	5267689327 N·mm
	ϕMn	**4740,92 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1200 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	32 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	124,930564 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1075,069436 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	12951,22 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	4,558 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	**c**	**248,43 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1075,069436 mm
	c/d	0,2311 -
	c/d*	0,2311 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**9,983 ‰**
		0,010
Armadura a Tracción	ρ	1,20%
	ρ*	1,17%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**35,836 cm2**
	ρ s.min	**0,333%**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013347





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,17	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000820983	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	119,246	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**177,3**	**N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**48,2**	**N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	28,71410803	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	4,147%	
Armadura de Tracción		A.s	12951,22	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	312326,4099	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2342,45	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	312326,4099	mm2
		σ.s	160,00	N/mm2
		Sep.Maxima	300	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BARAN[illegible]
REPRESENTANTE [illegible]

- Refuerzo transversal: 4 ramas ϕ10 a 20 por metro de batache (para un refuerzo de 10ϕ25pml) 013349
-

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477 N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1 -
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1025,64 kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085 cm2/m**
			0,809 mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420 N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**374,06 kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	10 mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4 uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20 cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	15,71 cm2/m
			1,570796327 mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**726,70 kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75 -
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**1314,25 kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**769,23 kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**545,02 kN**

- Refuerzo transversal: 6 ramas ϕ10 a 20 por metro de batache (para un refuerzo de 10ϕ25pml)

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477 N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1 -
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1025,64 kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085 cm2/m**
			0,809 mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420 N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**374,06 kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	12 mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	6 uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20 cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	33,93 cm2/m
			3,392920066 mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**1569,67 kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75 -
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**1946,48 kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**769,23 kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**1177,25 kN**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7 DIMENSIONAMIENTO DEL DINTEL

013350

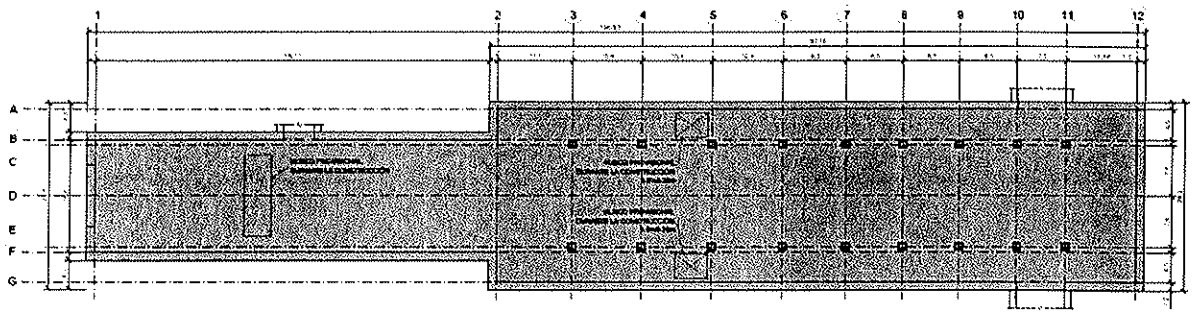
7.1 GENERALIDADES.

La losa de cubrición de la estación se materializa mediante losa maciza de concreto armado de 135 cm de espesor, ejecutada in situ apoyada en el terreno.

Desde el punto de vista estructural la losa se comporta como un elemento simplemente apoyado en las pantallas perimetrales y en dos líneas de pilas ubicadas en la zona de mayor luz de la estación.

Las luces de cálculo de la losa, medidas a ejes de pantalla, son de 26.80 m en la zona ancha y de 17.80 m en la zona estrecha.

Se prevén en el dintel tres huecos provisionales durante la fase de construcción.



PLANTA LOSA DINTEL

7.2 BASES DE CÁLCULO.

7.2.1 Cargas.

De acuerdo a las Bases de Cálculo generales desarrolladas en el presente documento, los valores característicos de las cargas consideradas en el cálculo de la losa de cubrición son:

- Peso propio (PP)
  - De acuerdo a la densidad del hormigón armado (25 KN/m3) y al espesor de la losa, resulta una carga distribuida de 25 x 1.35 = 33.75 KN/m2. El valor de la carga de peso propio se considera de forma automática en el programa de cálculo.

- Cargas muertas (CM)
  - Según lo expuesto, se considera un espesor de tierras sobre el dintel de 2.00 m de espesor máximo con una densidad de 20 KN/m3, lo que supone una carga distribuida de 20 x 2.00 = 40 KN/m2.

- Cargas vivas (Qa)
  - La carga viva considerada es de 20 KN/m2.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013351

7.2.2 Combinaciones.

Las combinaciones asociadas a Estados Últimos de resistencia consideradas se basan en lo establecido en el capítulo 9 de NTE E.60, siendo la combinatoria la siguiente:

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.400	1.400	
2	1.400	1.400	1.700

A los efectos de Estados de Servicio, las combinaciones consideradas son:

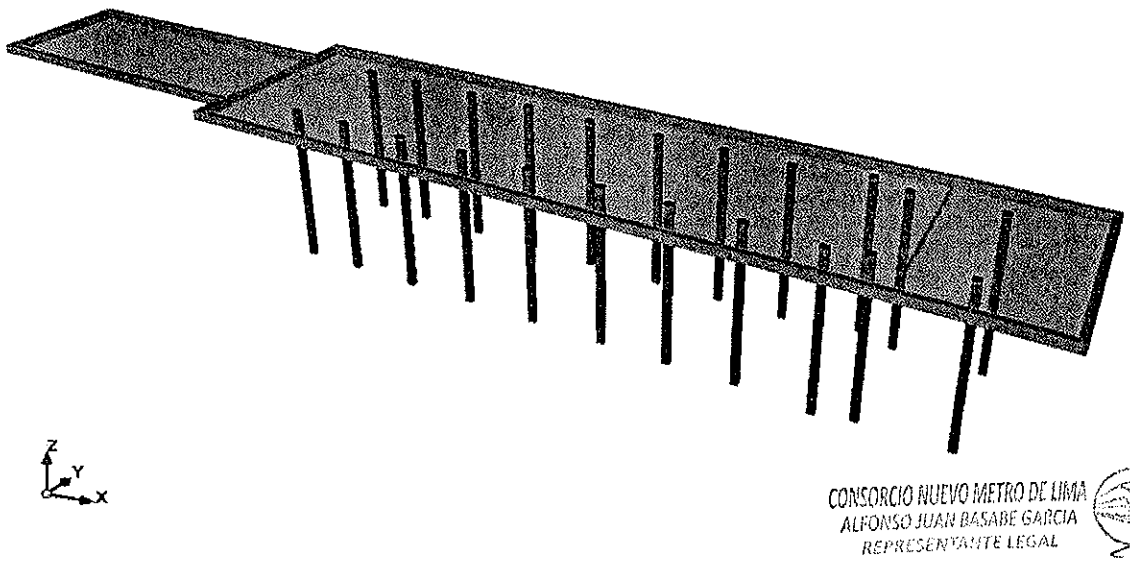
Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

7.2.3 Modelo de cálculo.

Se ha empleado el software CYPECAD para modelar el elemento estructural, consistente en un modelo de elementos finitos tipo "shell" y "beam".

Las pantallas se modelan como apoyos libres al giro, con el mismo espesor que las pantallas perimetrales, de forma que la luz de cálculo del dintel es la distancia entre ejes de pantallas.

Los pilares se consideran como apoyos cuya rigidez axial se obtiene de forma automática a partir de la sección y longitud del elemento. A estos efectos, en el modelo se ha considerado la longitud del pilar más largo.



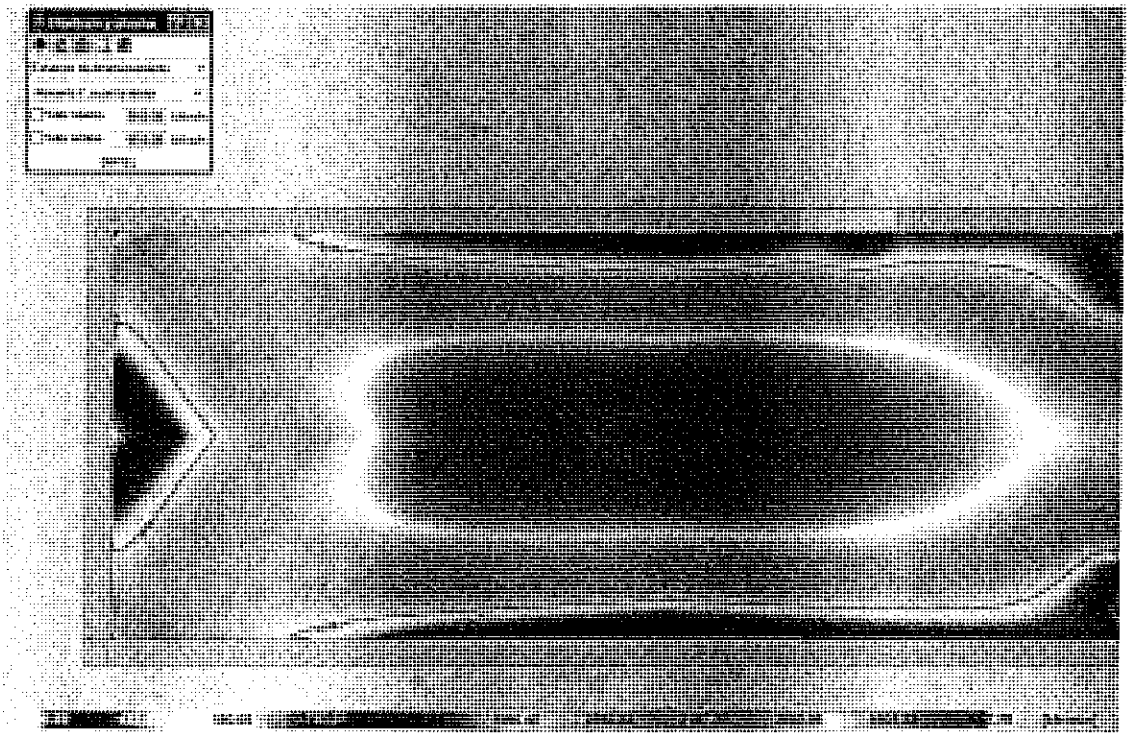
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.3 ESFUERZOS DE CÁLCULO.

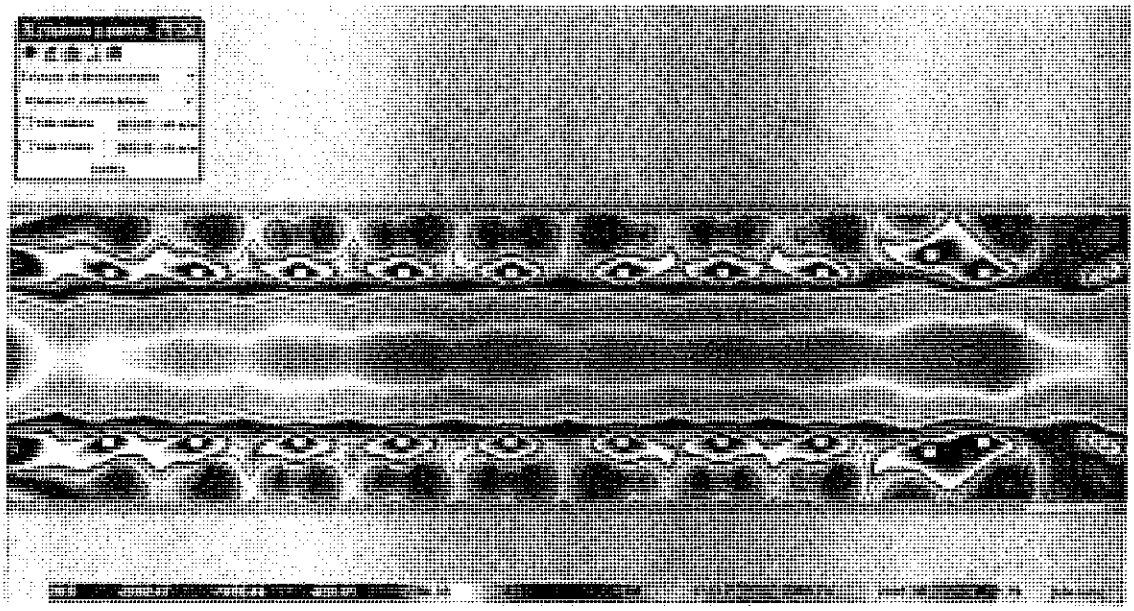
Se muestran a continuación las distribuciones de esfuerzos de cálculo (momentos flectores y esfuerzos cortantes) obtenidos del modelo. Los valores se muestran por metro lineal de losa.

7.3.1 Momento Y, cuantía inferior

013352



My (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona estrecha.

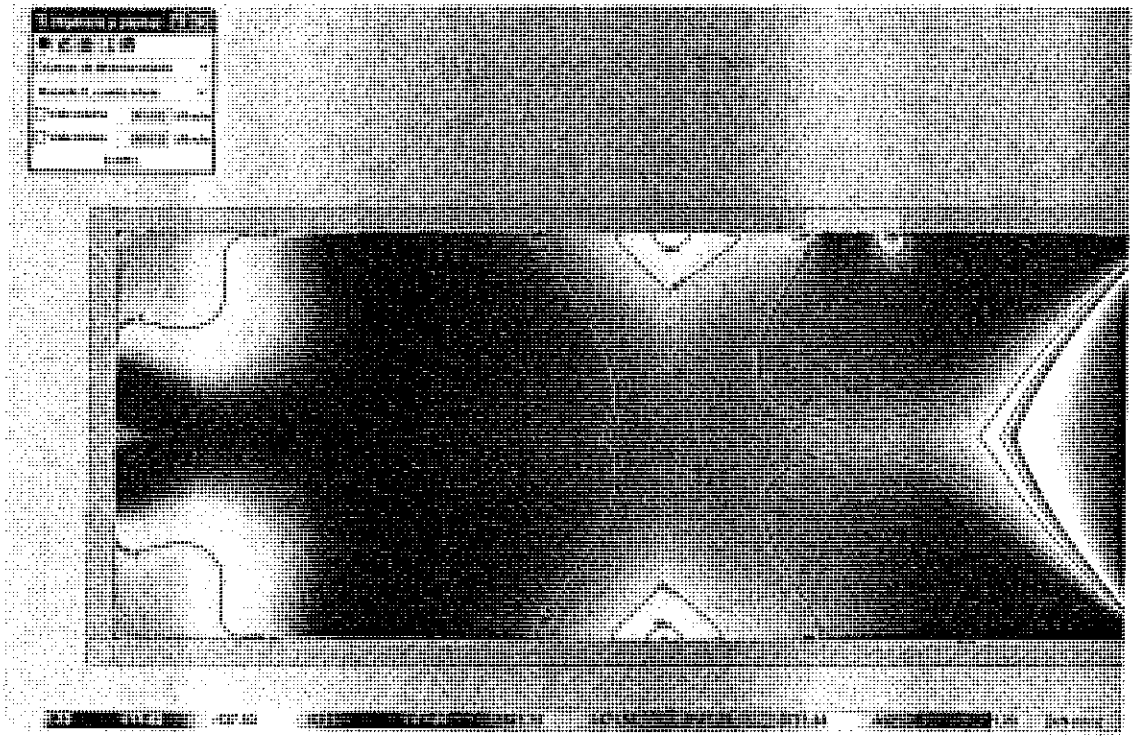


My (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona ancha.

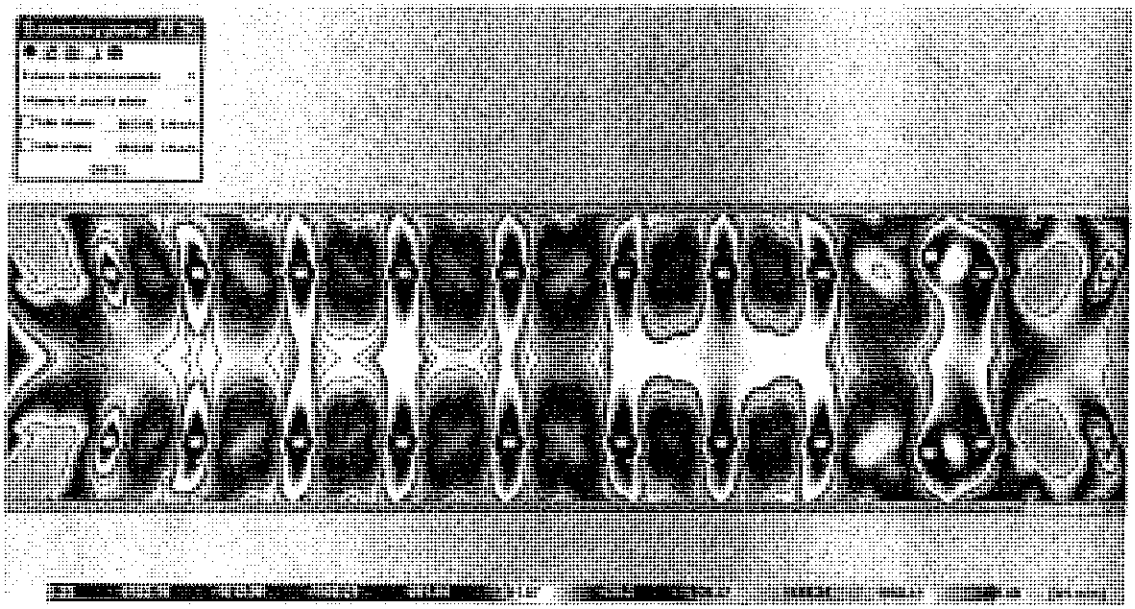
CONCESIONARIO NUEVO METRO DE LIMA
ALEJANDRO RAFAEL BARRIL GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.3.2 *Momento X, cuantía inferior*

013353



Mx (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona estrecha.

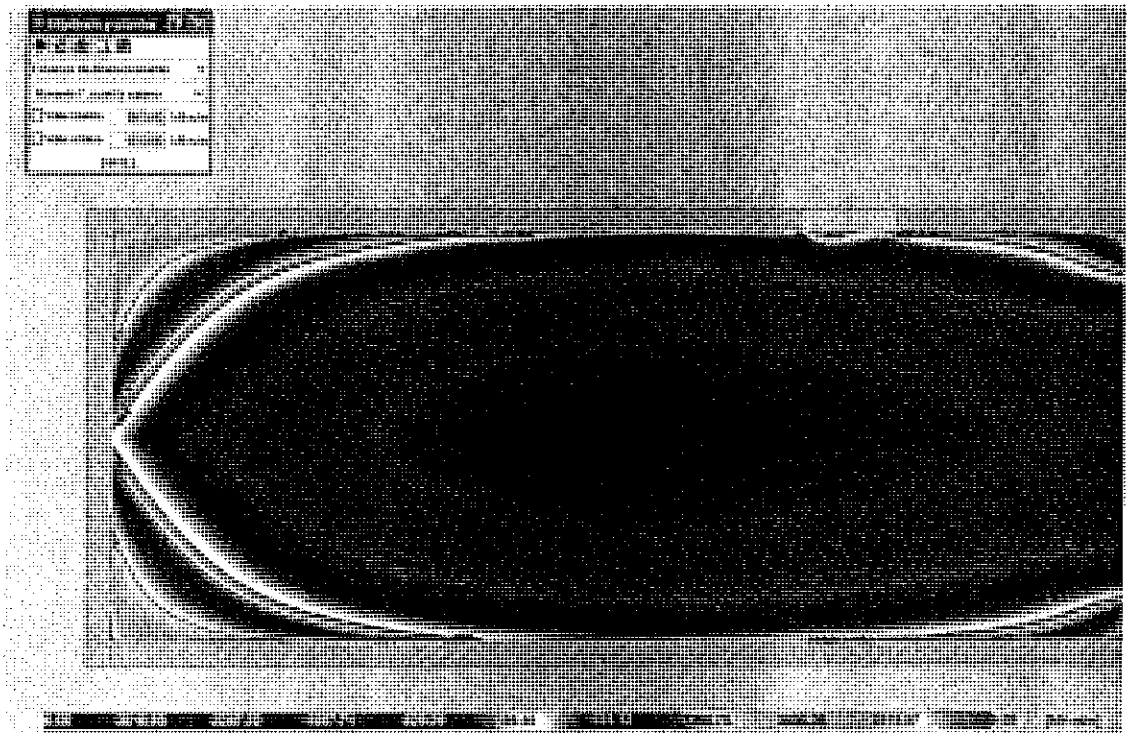


Mx (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona ancha.

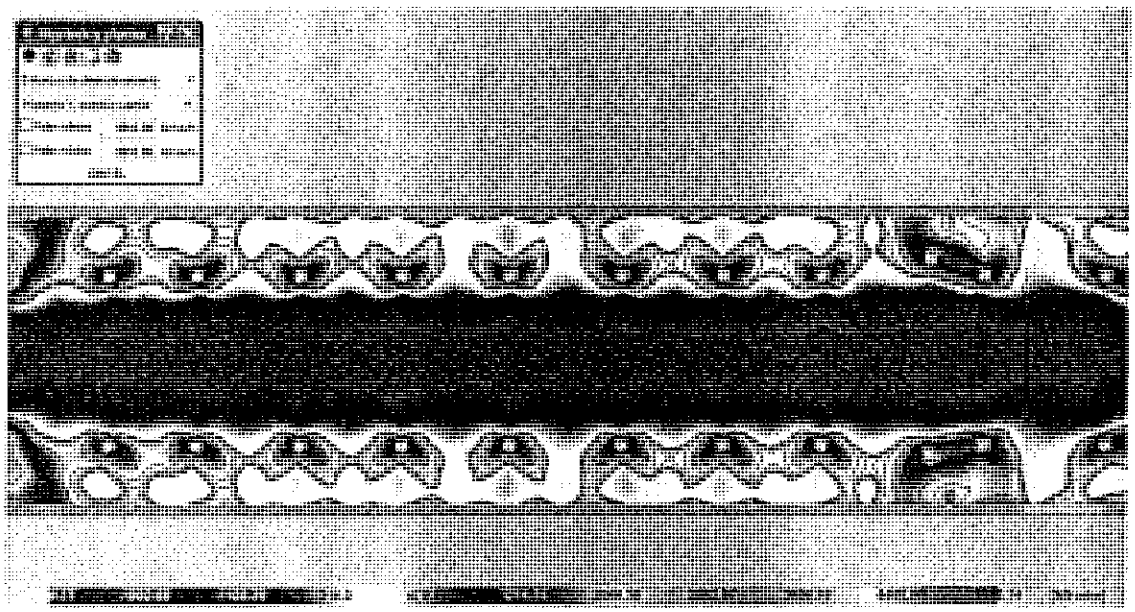
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BALBUENA GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.3.3 *Momento Y, cuantía superior*

013354



My (KNm/ml). Cuantía superior. Zona estrecha.

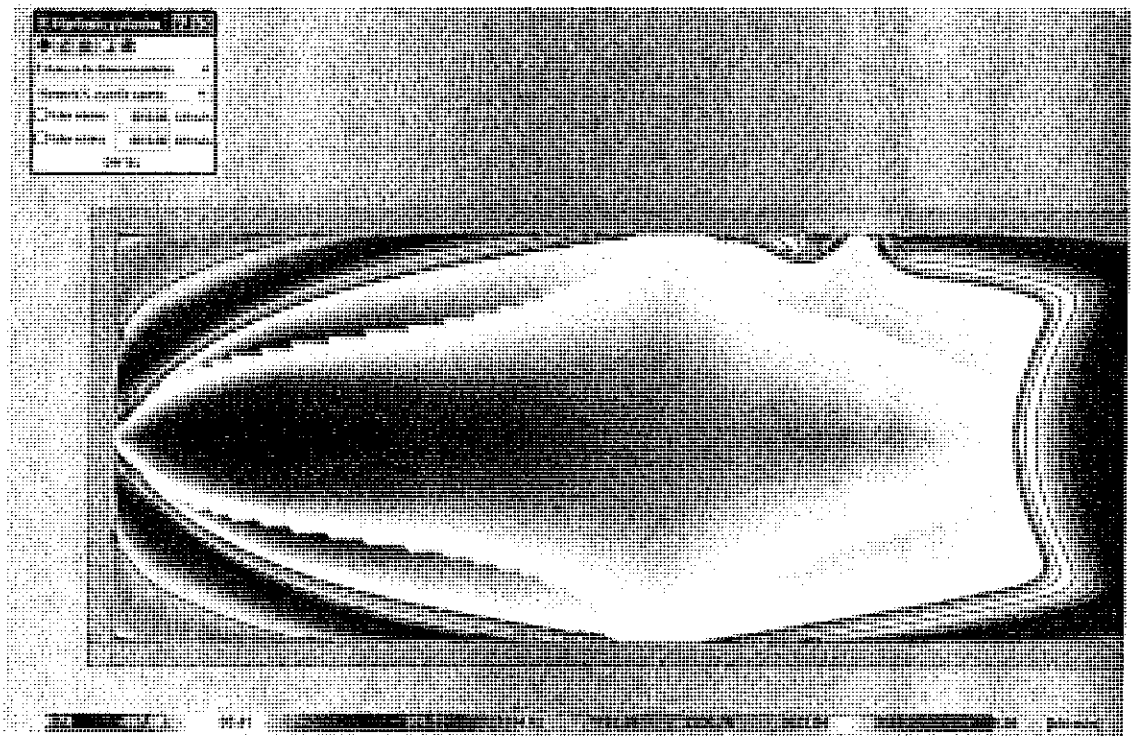


My (KNm/ml). Cuantía superior. Zona ancha.

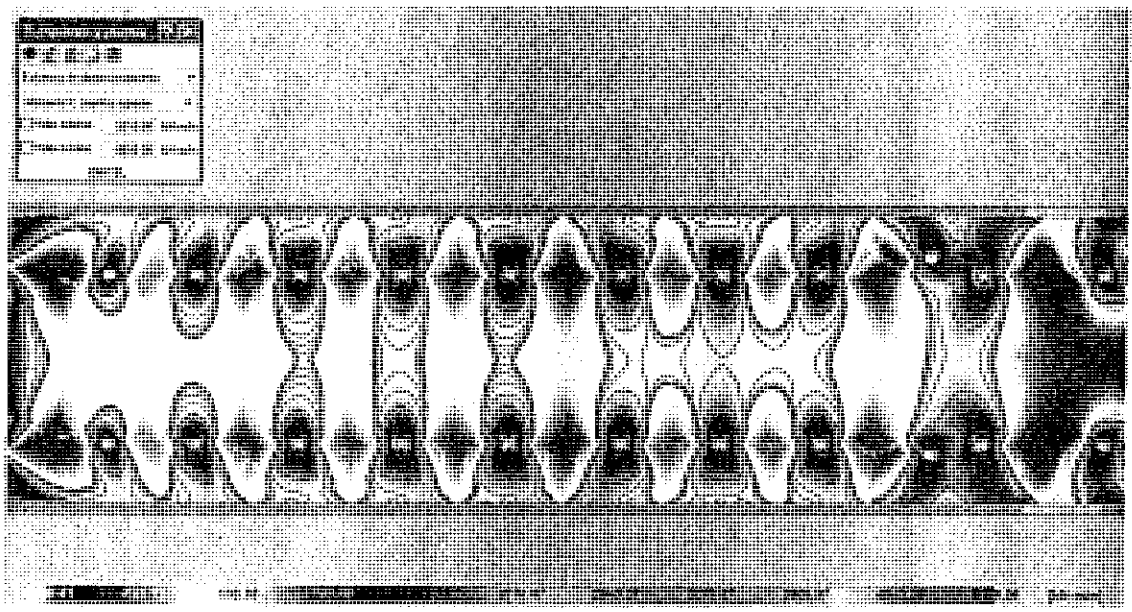
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

7.3.4 *Momento X, cuantía superior*

013355



Mx (KNm/ml). Cuantía superior. Zona estrecha.

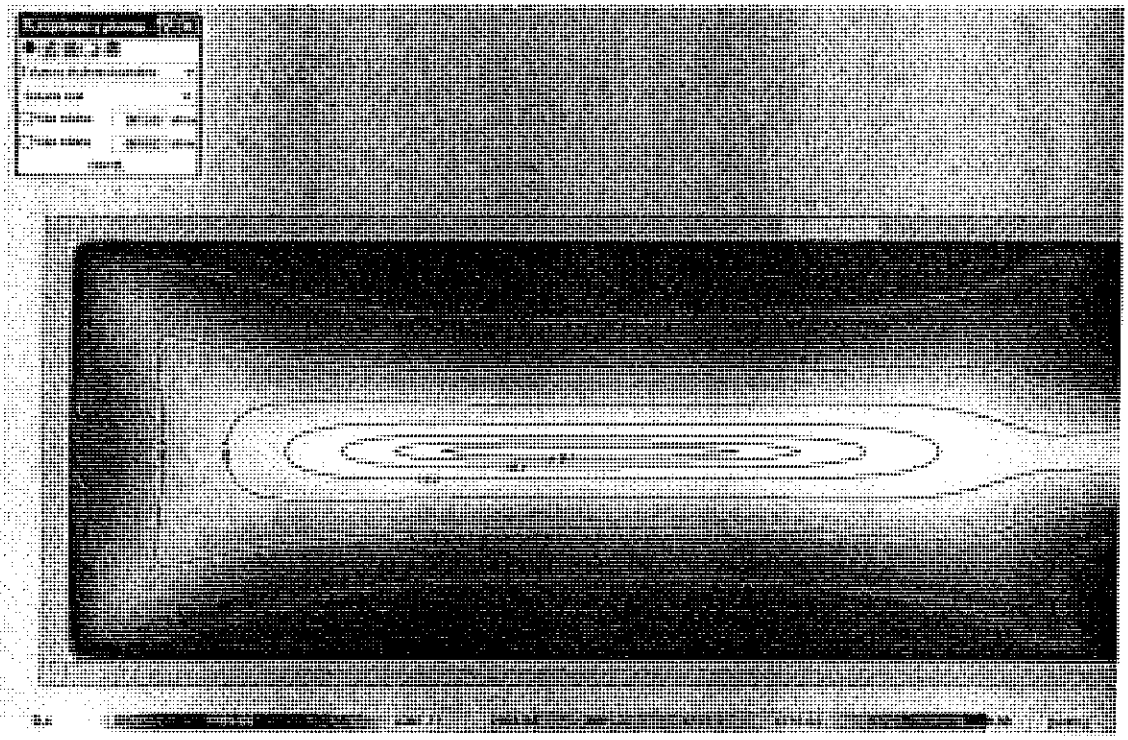


Mx (KNm/ml). Cuantía superior. Zona ancha.

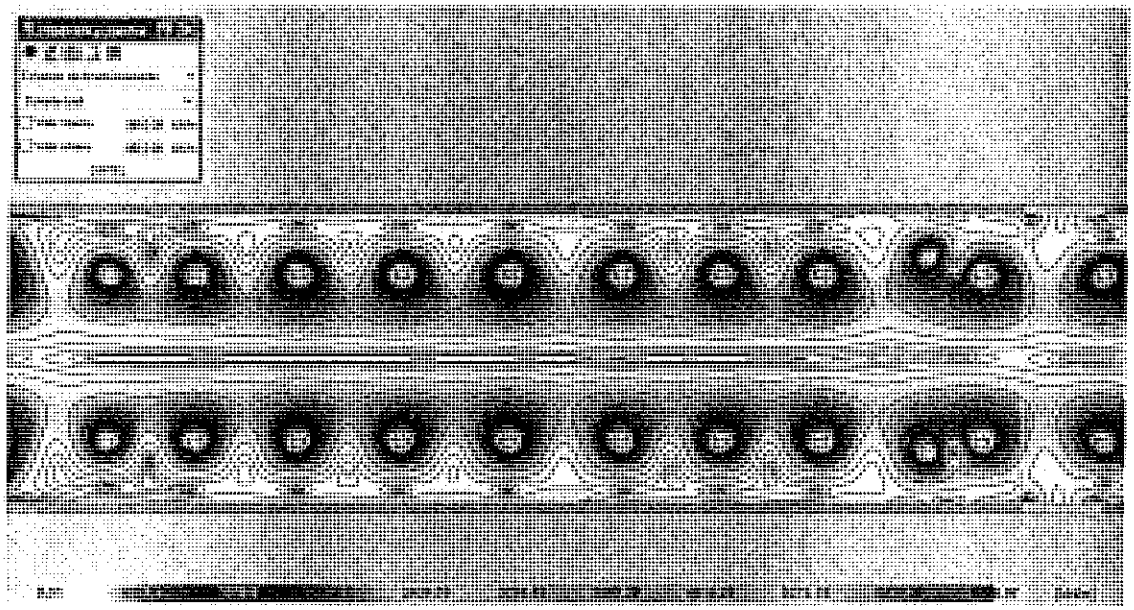
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.3.5 Cortante total

013356



V (KN/ml). Zona estrecha.



V (KN/ml). Zona ancha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.4 JUSTIFICACIÓN DE REFUERZOS.

7.4.1 Metodología

Se incluyen en este capítulo las justificaciones de los armados dispuestos en la losa.

En el caso de la verificación del cumplimiento de la sección frente a Estado Límite de resistencia se recoge el cálculo de la resistencia de la sección de acuerdo a ACI 318S-08 para las secciones principales (armadura base y refuerzos). Una vez obtenida la resistencia de la sección frente al esfuerzo analizado (momento o cortante), se complementa con el gráfico de isolíneas de esfuerzos, indicando las zonas de cumplimiento de cada refuerzo.

Para la verificación de la abertura de fisura en Estado Límite de Servicio, se incluye el análisis tensional de las secciones representativas de la losa. Del análisis tensional de la sección, realizado con el programa CUBUS FAGUS, se obtienen las tensiones en el refuerzo sometido al momento de servicio y al momento inmediatamente posterior a la fisuración. Dichas tensiones permiten obtener la abertura de fisura empleando la formulación recogida en el Eurocódigo 2.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.4.2 Refuerzo transversal inferior (T.I)

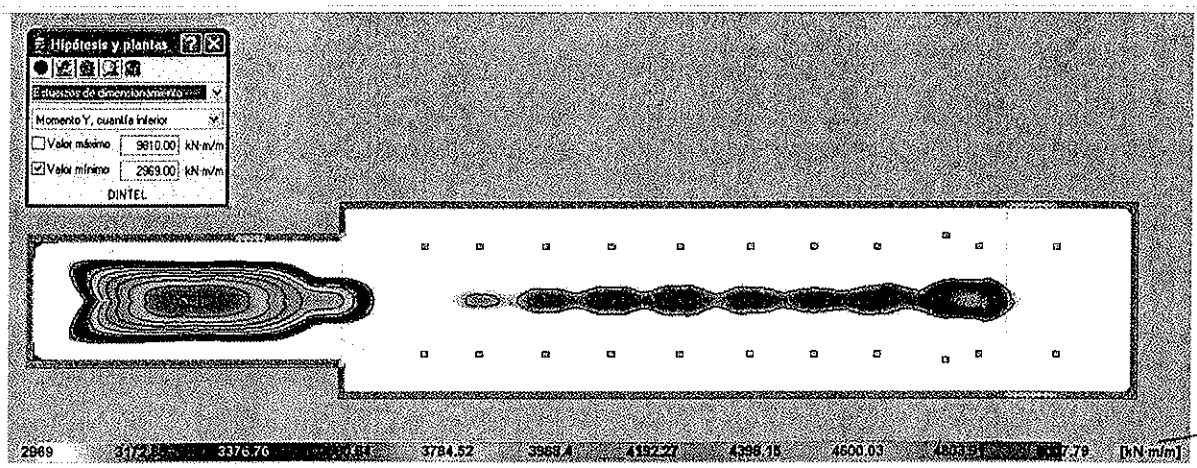
013358

7.4.2.1 Estado Límite de Resistencia

Armadura: Ø 1 ¼" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3299513079	N·mm
	ϕ·Mn	**2969,56**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ		
Resistencia del Acero de Armas	fy		
Resistencia del Hormigón	f'c		
Tamaño del Arido del Hormigón	a		
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**		
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º		
Nº de Barras en Primera Capa	N1º		
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		
Recurbimiento de las Armaduras	r		
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	76	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	6433,98	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,033	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**146,51**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274	mm
	c/d	0,1150	-
	c/d*	0,1150	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**23,087**	**‰**
		0,023	
Armadura a Tracción	ρ	0,51%	
	ρ*	0,58%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**42,467**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



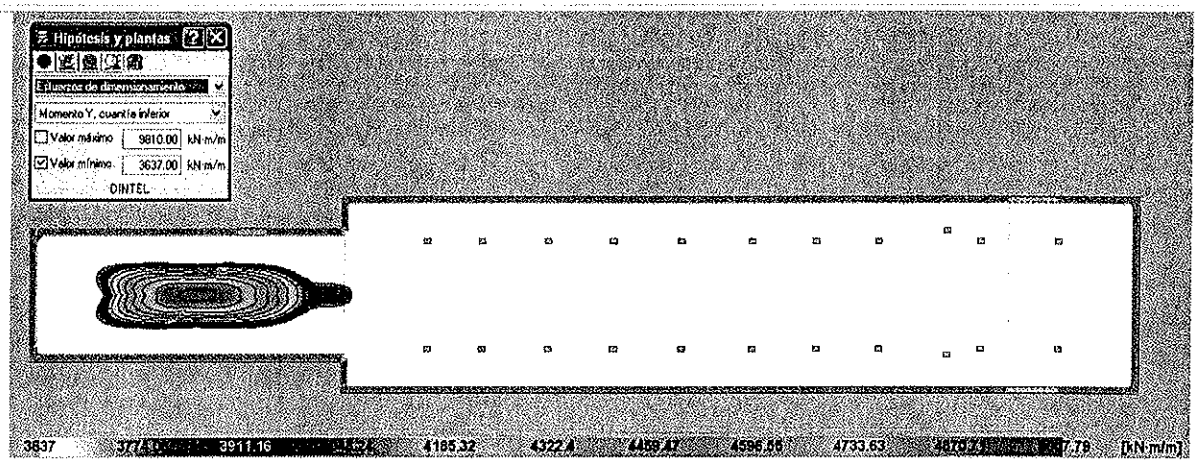
013359

Armadura: Ø 1 ¼" c/125 + Ø 5/8" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	4041815199 N·mm
	ϕ·Mn	**3637,63 kN·m**
Ancho de la Sección	b	[illegible] mm
Canto de la Sección	h	[illegible] mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible] %
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible] N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible] N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible] mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	[illegible] mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible] ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	[illegible] mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible] ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible] mm
Separación entre Capas	sep.capas	32 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	56 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	[illegible]10 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	87,2 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1262,8 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8042,48 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,535 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**134,32 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1262,8 mm
	c/d	0,1064 -
	c/d*	0,1064 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**25,205 ‰**
		0,025
Armadura a Tracción	ρ	0,64%
	ρ*	0,54%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**42,093 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

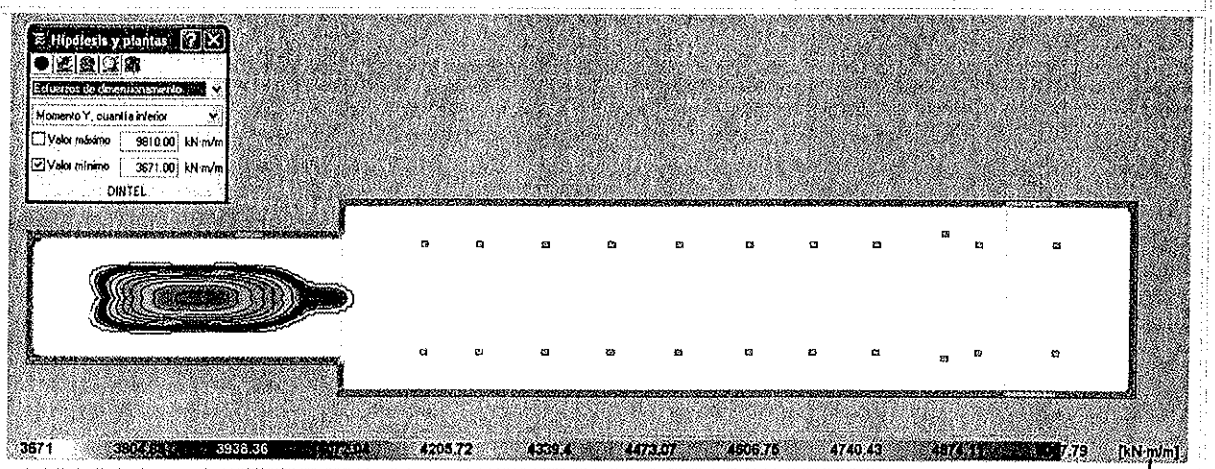
013360

Armadura: Ø 1 ¼" c/100

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	4079647012 N·mm
	ϕ·Mn	**3671,68 kN·m**
Ancho de la Sección	b	[redacted] mm
Canto de la Sección	h	[redacted] mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[redacted]
Resistencia del Acero de Armas	fy	[redacted] N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	[redacted] N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[redacted] mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[redacted] -
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	[redacted] mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[redacted] ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	[redacted] mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[redacted] ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	[redacted] mm
Separación entre Capas	sep.capas	0 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	76 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8042,48 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,514 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	**c**	**135,51 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274 mm
	c/d	0,1064 -
	c/d*	0,1064 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**25,205 ‰**
		0,025
Armadura a Tracción	ρ	0,63%
	ρ*	0,54%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	As,min	**42,467 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

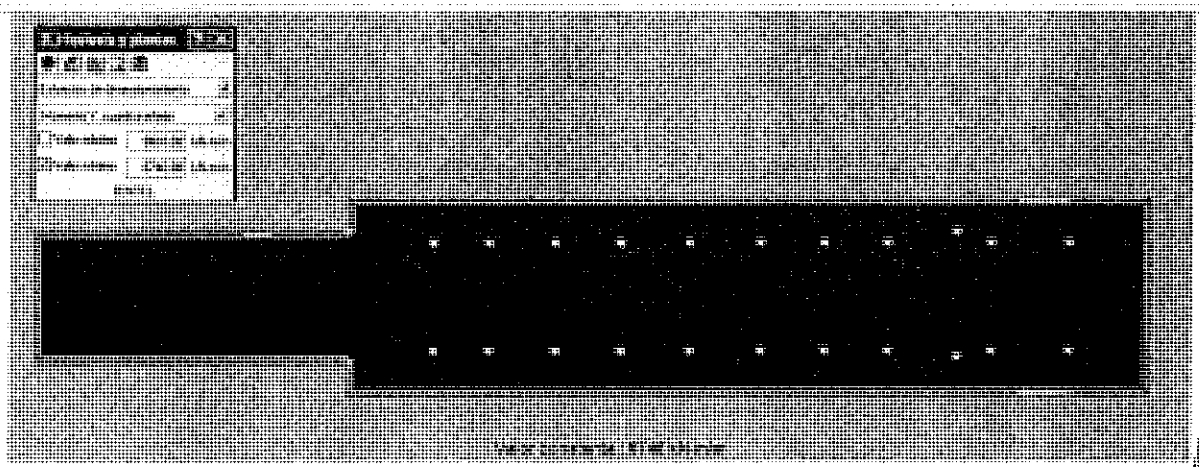
013361

Armadura: Ø 1 ¼" c/100 + Ø 1 ¼" c/100

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	7495668868	N·mm
	ϕ·Mn	**6746,10**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	1,295%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	32	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	10	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	32	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	10	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	50	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	64	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	108	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1242	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	16084,95	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	4,859	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**313,53**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1242	mm
	c/d	0,2524	-
	c/d*	0,2524	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**8,884**	**‰**
		0,009	
Armadura a Tracción	ρ	1,30%	
	ρ*	1,28%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**41,400**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

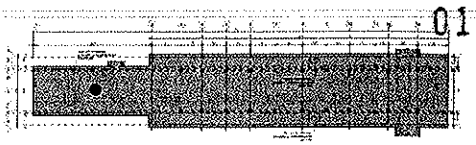
ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona gris)



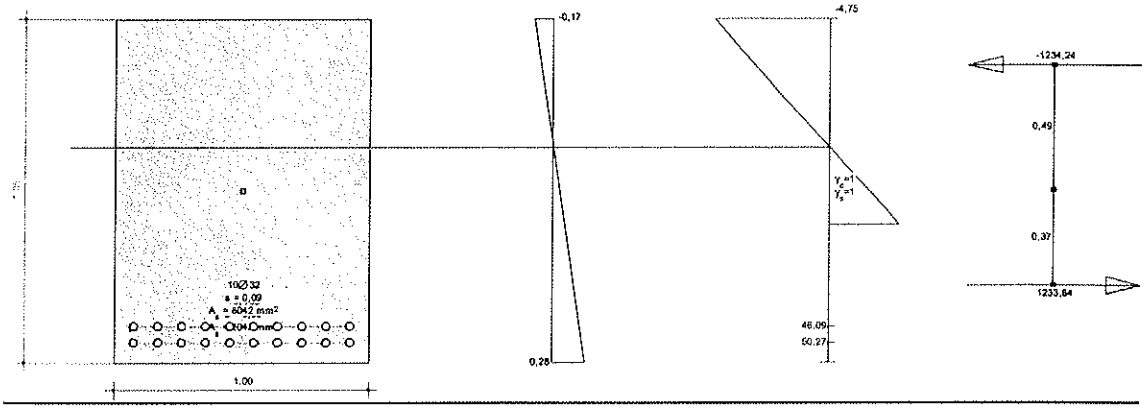
7.4.2.2 Estado Límite de Servicio (fisuración)

013362

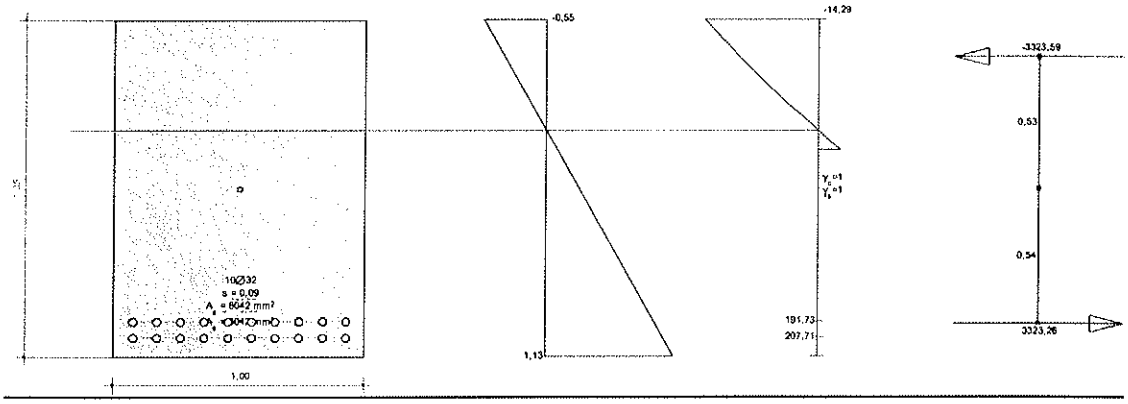
Sección:	A
Armado:	Ø 1 ¼" c/100 + Ø 1 ¼" c/100
$M_{servicio}$:	3549 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224, APARTADO 4.2.3.2, APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,24 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,000977718
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	144,498 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**207,71 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**50,27 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	32 mm
Cuantía efectiva	ρ.l	3,386%
Armadura de Tracción	A.s	6433,98 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	190000 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	1425,00 mm2
	kc	0,4
	k	1
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	190000 mm2
	σ.s	160,00 N/mm2
	Sep.Maxima	300 mm

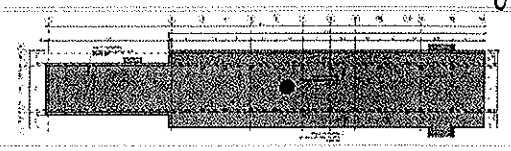
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

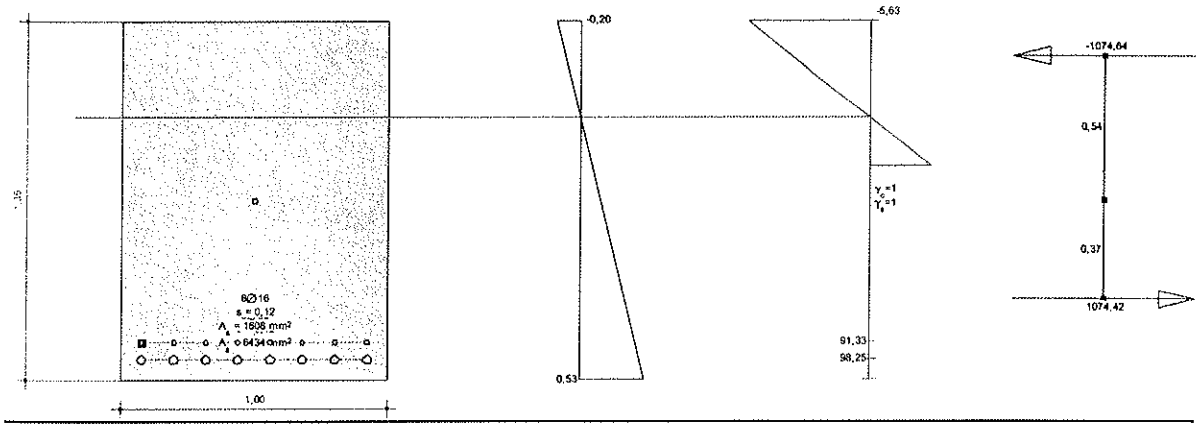
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013363

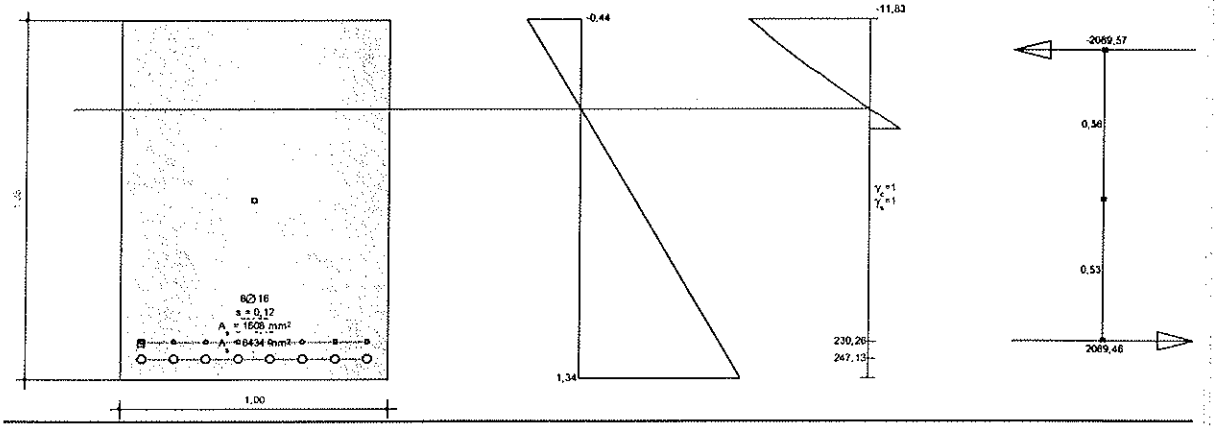
Sección:	B
Armado:	Ø 1 ¼" c/125 + Ø 5/8" c/125
$M_{servicio}$:	2280 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



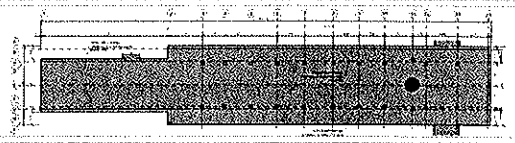
Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

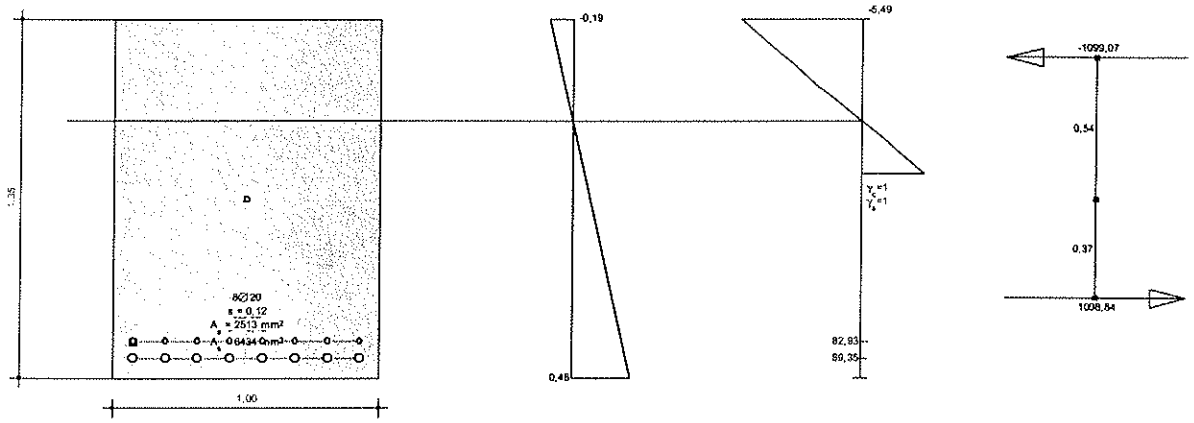
Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,21 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,001040347
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	118,574 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**247,13 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**98,25 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	25,29822128 mm
Cuantía efectiva	ρ.í	3,689%
Armadura de Tracción	A.s	8042,48 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	218000 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	1635,00 mm2
	kc	0,4 -
	k	1 -
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	218000 mm2
	σ.s	160,00 N/mm2
	Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

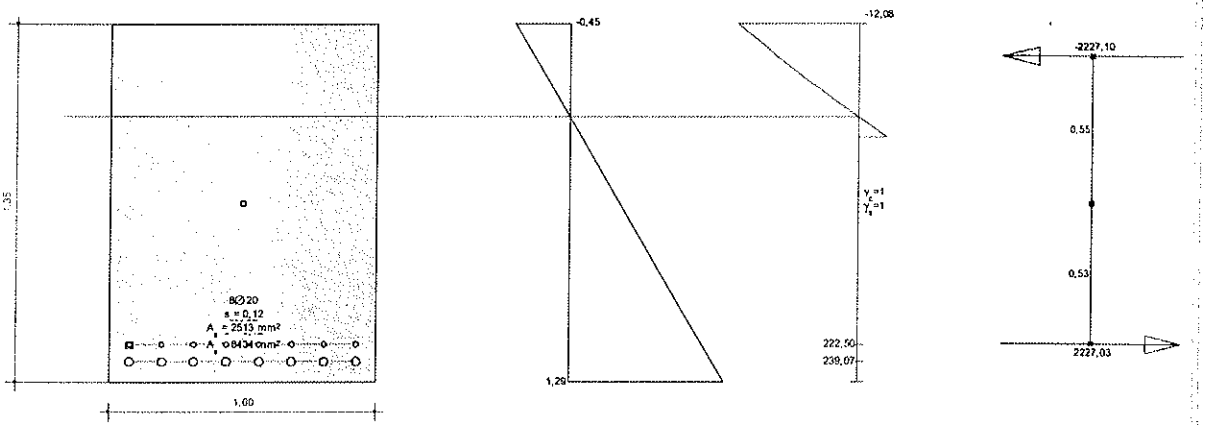
Sección:	C
Armado:	Ø 1 ¼" c/125 + Ø 3/4" c/125
$M_{servicio}$:	2418 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,21 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,001028382
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	118,811 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**239,07 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**89,35 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	26,68332813 mm
Cuantía efectiva	ρ.l	3,878%
Armadura de Tracción	A.s	8947,26 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	230730,3371 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	1730,48 mm2
	kc	0,4
	k	1
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	230730,3371 mm2
	σ.s	160,00 N/mm2
	Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.4.3 Refuerzo longitudinal inferior (L.I)

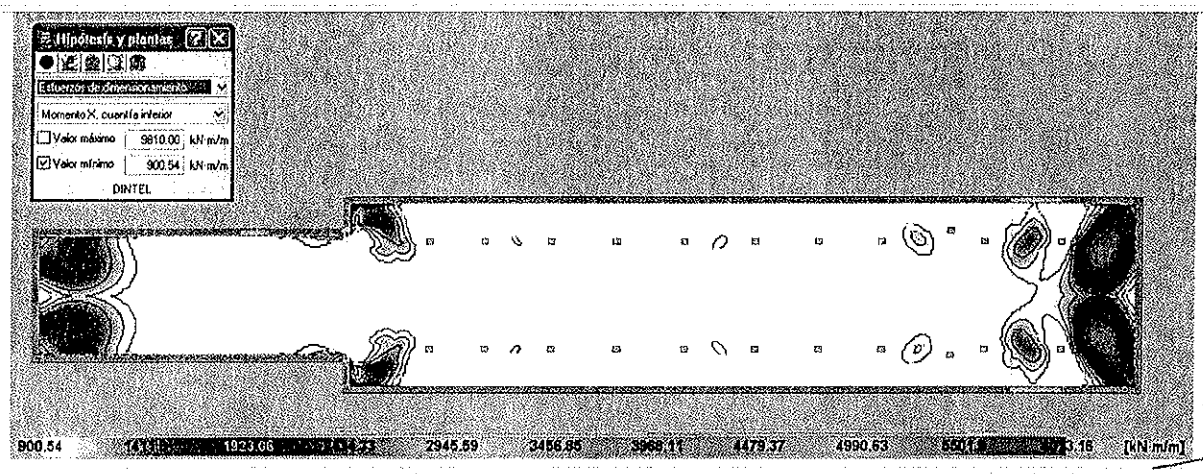
013365

7.4.3.1 Estado Límite de Resistencia

Armadura: Ø 1" c/250

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	1000594542	N·mm
	ϕ·Mn	900,54	kN·m
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,160%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	4	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	120,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	1963,50	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	0,662	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**54,50**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
	c/d	0,0443	-
	c/d*	0,0443	-
Deformación a Tracción	ε.t	**64,676**	**‰**
		0,065	
Armadura a Tracción	ρ	0,16%	
	ρ*	0,22%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**40,983**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

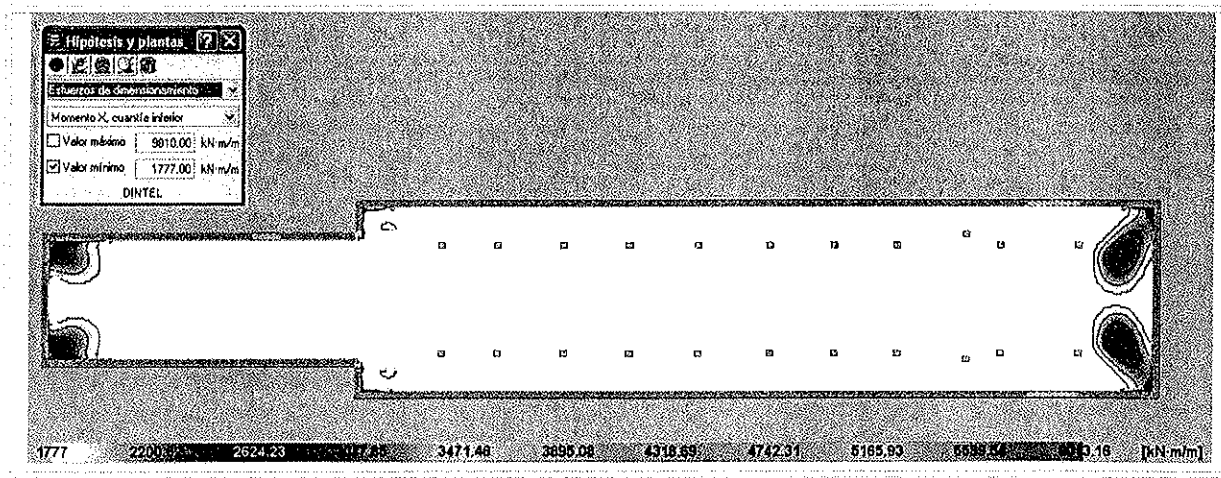


013366

Armadura: Ø 1" c/250 + Ø 5/8" c/250

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	1974519382	N·mm
	ϕ·Mn	**1777,07**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,319%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	120,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	3926,99	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,306	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**54,50**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
	c/d	0,0443	-
	c/d*	0,0443	-
Deformación a Tracción	ε.t	**64,676**	**‰**
		0,065	
Armadura a Tracción	ρ	0,32%	
	ρ*	0,22%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**40,983**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

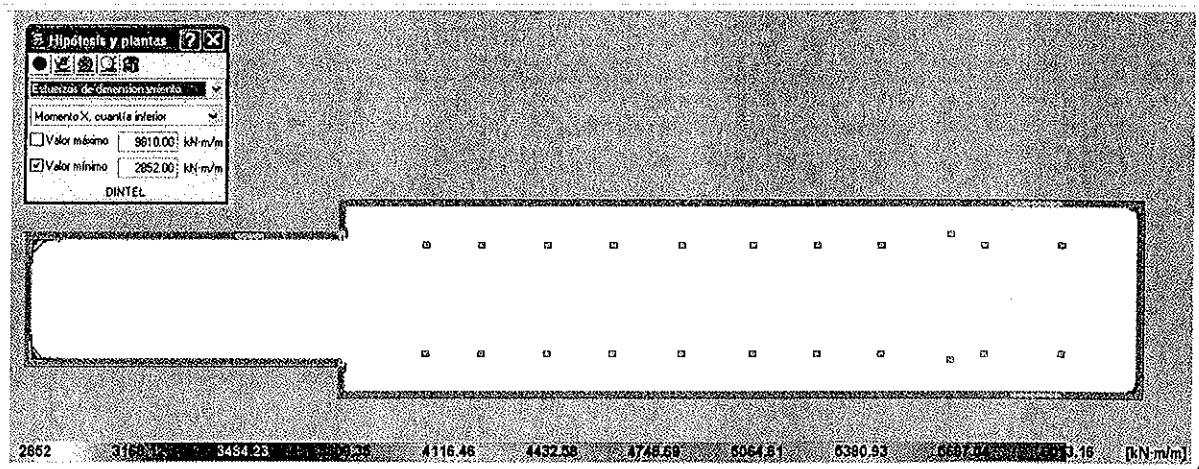
013367

Armadura: Ø 1 1/4" c/250 + Ø 1 1/4" c/250

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	3169804007	N·mm
	ϕ·Mn	**2852,82**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,525%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	32	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	124	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1226	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	6433,98	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,109	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**109,27**	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1226	mm
	c/d	0,0891	-
	c/d*	0,0891	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**30,660**	**‰**
		0,031	
Armadura a Tracción	ρ	0,52%	
	ρ*	0,45%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	As,min	**40,867**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



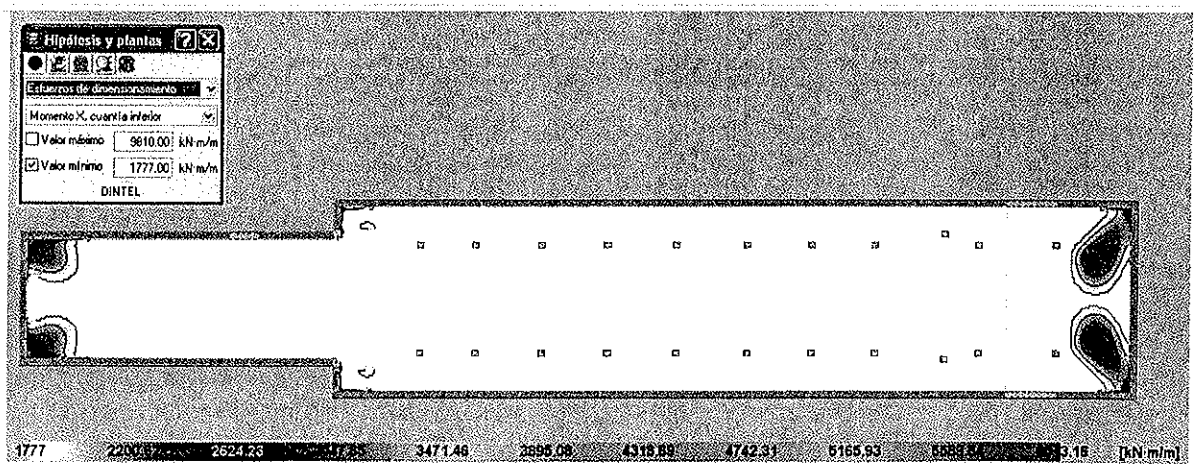
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013368

Armadura: Ø 1" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	1974519382	N·mm
	ϕ·Mn	**1777,07**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,319%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	120,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	3926,99	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,306	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**56,11**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
	c/d	0,0456	-
	c/d*	0,0456	-
Deformación a Tracción	ε.t	**62,737**	**‰**
		0,063	
Armadura a Tracción	ρ	0,32%	
	ρ*	0,23%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**40,983**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

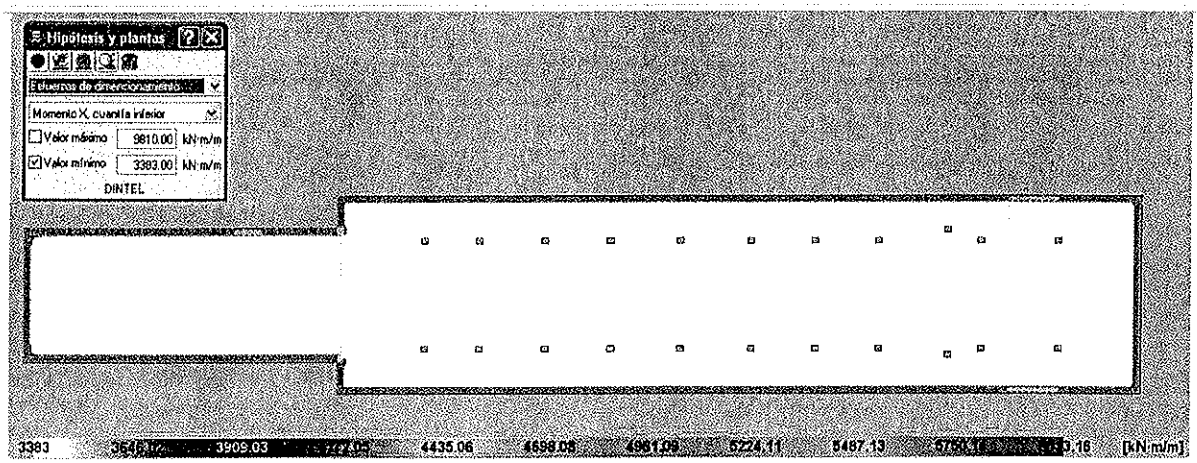
013369

Armadura: Ø 1" c/125 + Ø 1" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	3759233410	N·mm
	ϕ·Mn	**3383,31**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,652%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	25	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	8	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	25,4	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	50,4	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	145,7	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1204,3	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	7853,98	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,592	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**170,47**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1204,3	mm
	c/d	0,1416	-
	c/d*	0,1416	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**18,194**	**‰**
		0,018	
Armadura a Tracción	ρ	0,65%	
	ρ*	0,72%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**40,143**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

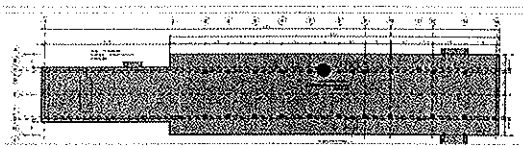
ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

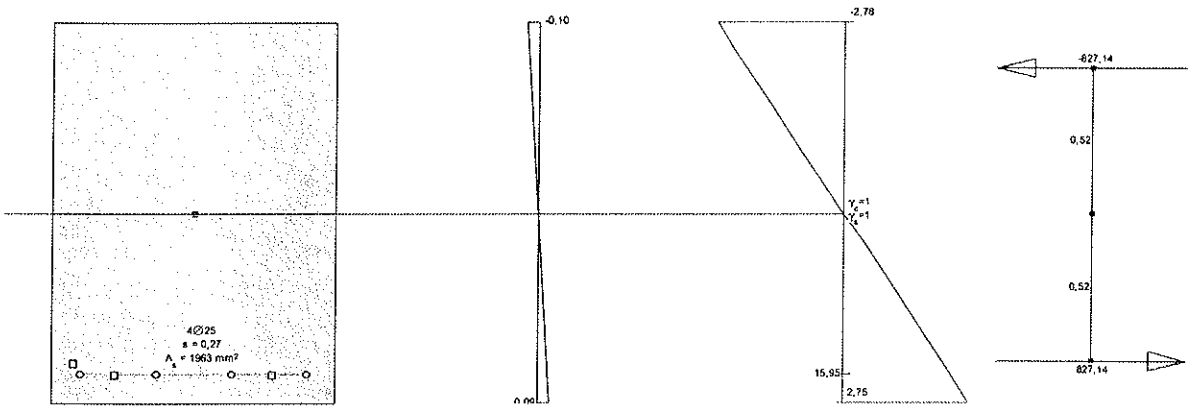
7.4.3.2 Estado Límite de Servicio (fisuración)

Sección:	A
Armado:	Ø 1" c/250 + Ø 5/8" c/250
$M_{servicio}$:	860 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:

Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

NO FISURA

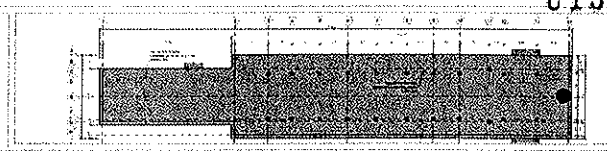
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

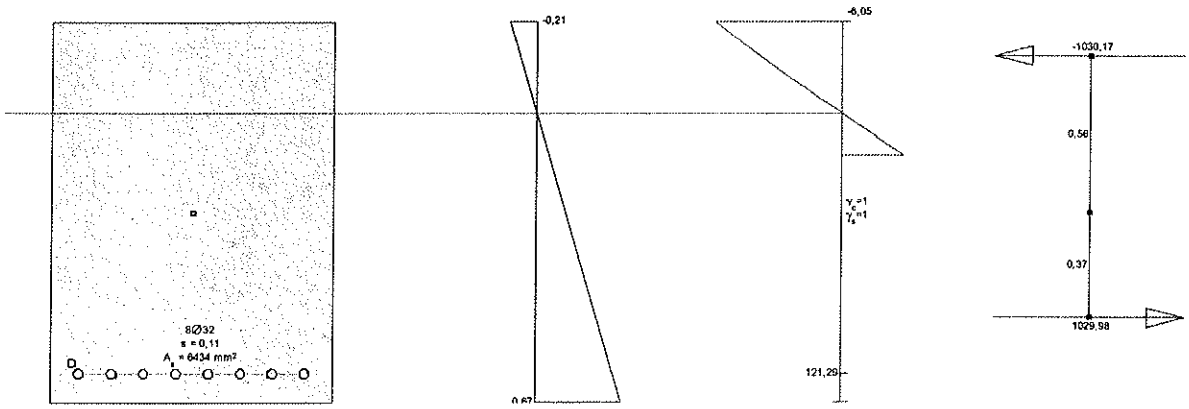
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013371

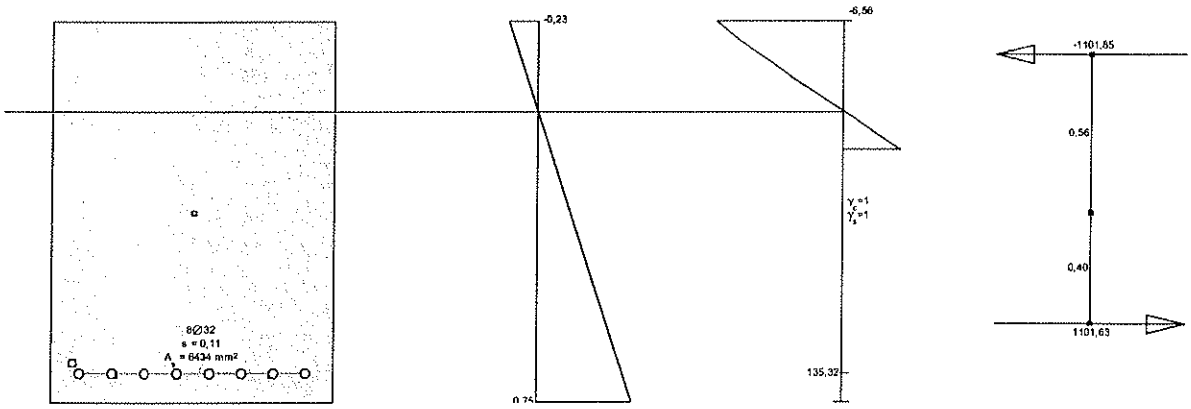
Sección:	B
Armado:	Ø 1 1/4" c/250 + Ø 1 1/4" c/250
$M_{servicio}$:	1055 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,03 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,000133027
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	153,747 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**135,32 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**121,29 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	22,627417 mm
Cuantía efectiva	ρ.l	2,181%
Armadura de Tracción	A.s	6433,98 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	295000 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	1477,01 mm2
	kc	0,4
	k	1
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	295000 mm2
	σ.s	239,67 N/mm2
	Sep.Maxima	250 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.4.4 Refuerzo transversal superior (T.S)

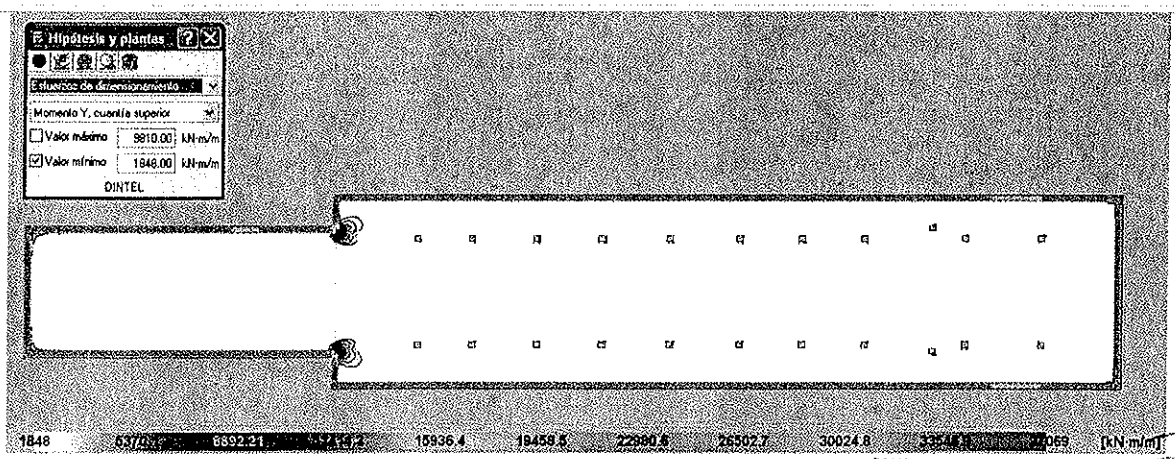
013372

7.4.4.1 Estado Límite de Resistencia

Armadura: Ø 1" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	2053687517	N·mm
	ϕ·Mn	**1848,32**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,307%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]	
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]	
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	[illegible]	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	[illegible]	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]	
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]	
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	72,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1277,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	3926,99	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,258	N/mm2
- Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**80,34**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1277,5	mm
	c/d	0,0629	-
	c/d*	0,0629	-
Deformación a Tracción	ε.t	**44,703**	**‰**
		0,045	
Armadura a Tracción	ρ	0,31%	
	ρ*	0,32%	
	β1	0,836	
- Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**42,583**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

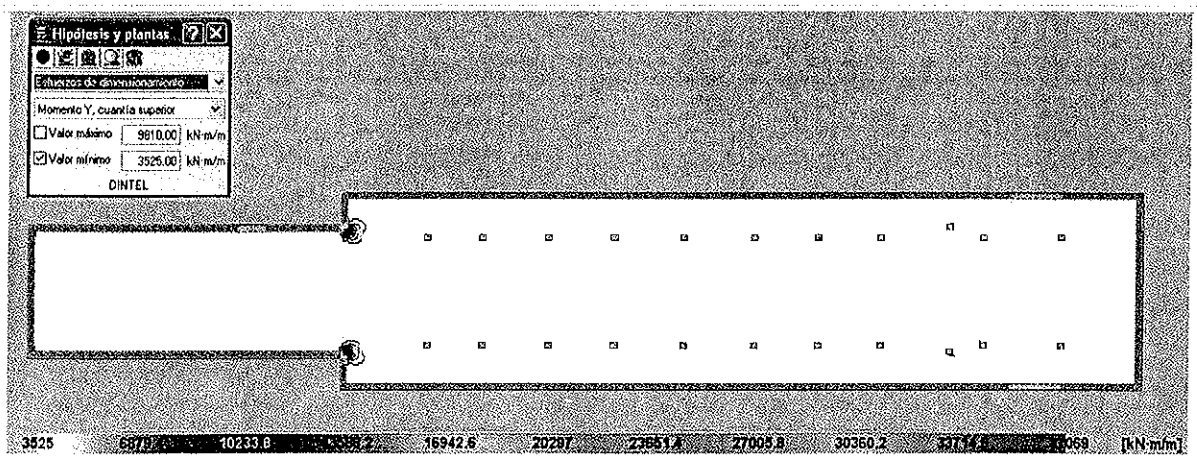


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Armadura: Ø 1" c/125 + Ø 1" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	3917569680 N·mm
	ϕ·Mn	**3525,81 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1350 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	25,4 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	50,4 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	97,7 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1252,3 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	7853,98 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,498 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	**c**	**147,81 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1252,3 mm
	c/d	0,1180 -
	c/d*	0,1180 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**22,417 ‰**
		0,022
Armadura a Tracción	ρ	0,63%
	ρ*	0,60%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**41,743 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



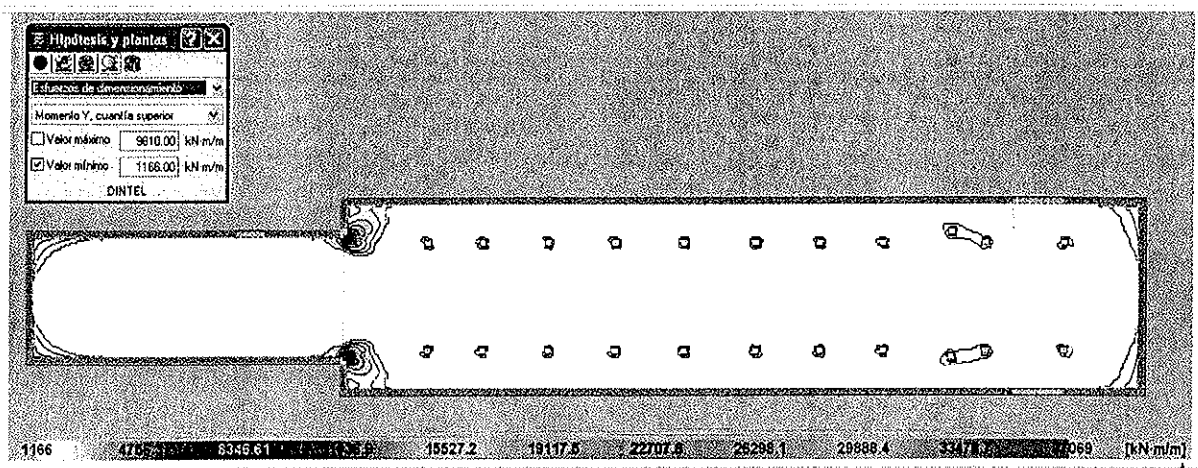
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Armadura: Ø 1" c/200

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	1296056121 N·mm
	ϕ·Mn	**1166,45 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1350 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	0 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	72,5 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1277,5 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	2454,37 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	0,794 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**67,46 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1277,5 mm
	c/d	0,0528 -
	c/d*	0,0528 -
Deformación a Tracción	ε.t	**53,814 ‰**
		0,054
Armadura a Tracción	ρ	0,19%
	ρ*	0,27%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	As,min	**42,583 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

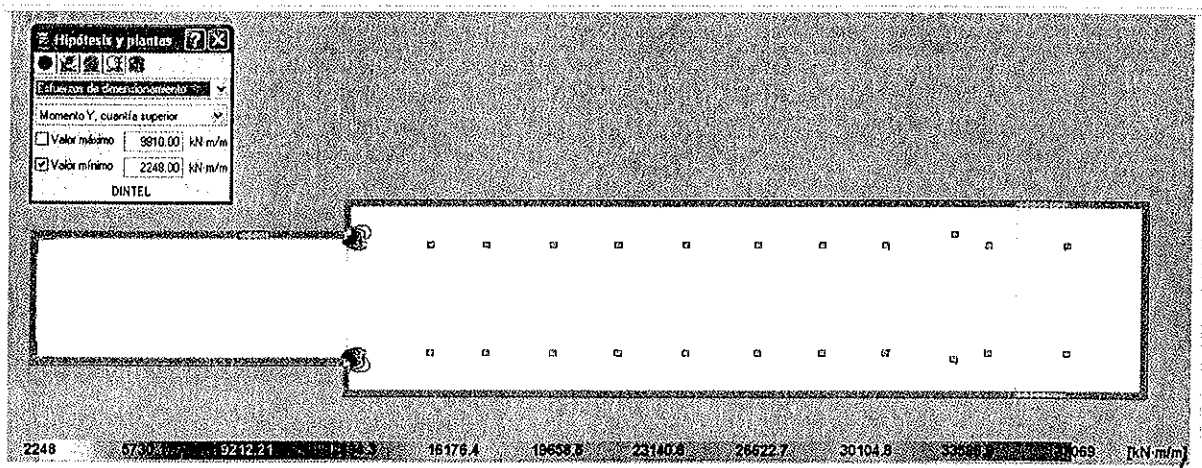
013375

Armadura: Ø 1" c/200 + Ø 1" c/200

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	2498486743	N·mm
	ϕ·Mn	**2248,64**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,392%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	5	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	25	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	5	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	50	mm
Separación entre Capas	sep.capas	25,4	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	50,4	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	97,7	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1252,3	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	4908,74	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,593	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	**c**	**73,82**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1252,3	mm
	c/d	0,0589	-
	c/d*	0,0589	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**47,895**	**‰**
		0,048	
Armadura a Tracción	ρ	0,39%	
	ρ*	0,30%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**41,743**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

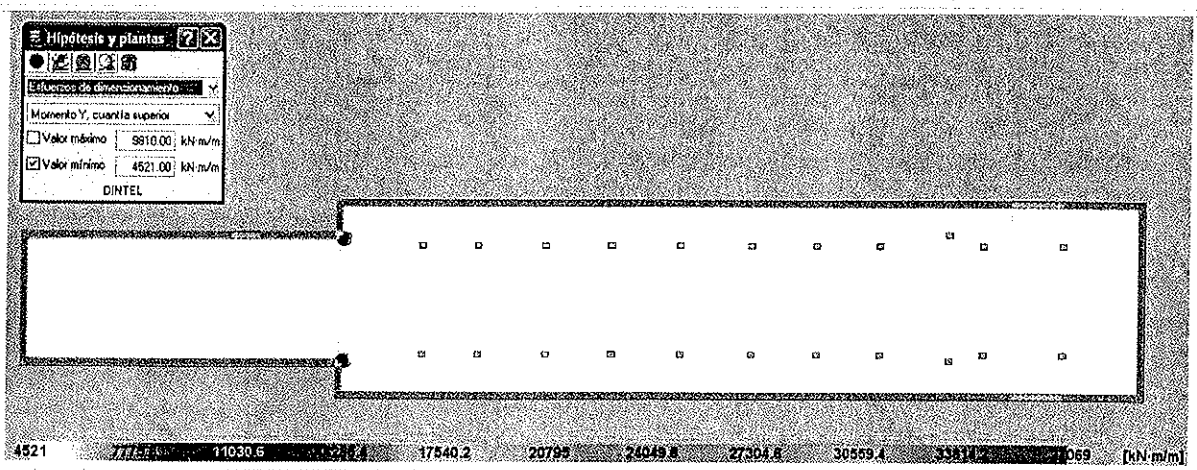
013376

Armadura: Ø 1" c/125 + Ø 1 1/4" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE

Momento Nominal	Mn	5024388507	N·mm
	ϕ·Mn	**4521,95**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,836%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	32	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	8	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	50	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	110,069436	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1239,930564	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	10360,97	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	3,268	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**220,24**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1239,930564	mm
	c/d	0,1776	-
	c/d*	0,1776	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**13,890**	**‰**
		0,014	
Armadura a Tracción	ρ	0,84%	
	ρ*	0,90%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**41,331**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

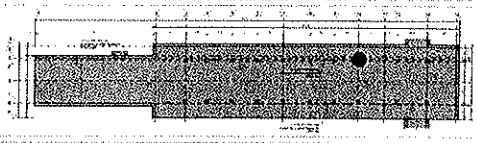


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

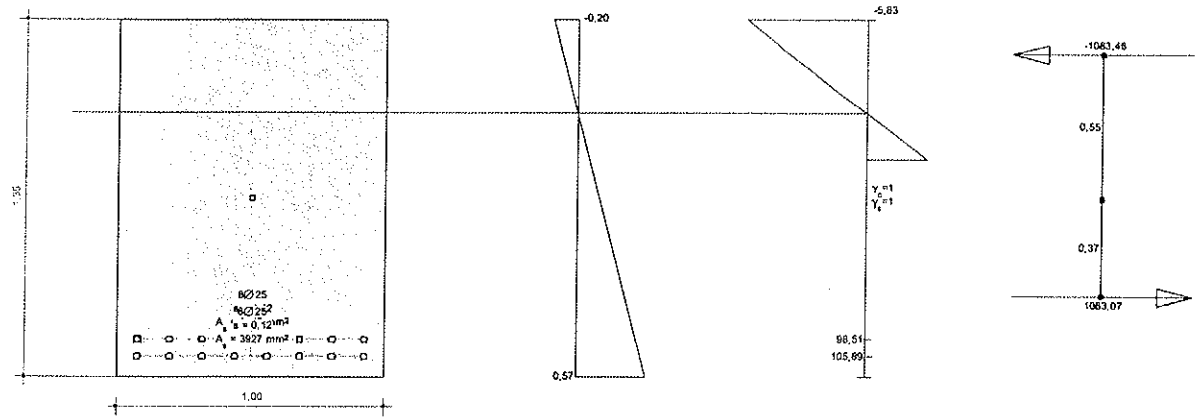
7.4.4.2 Estado Límite de Servicio (fisuración)

013377

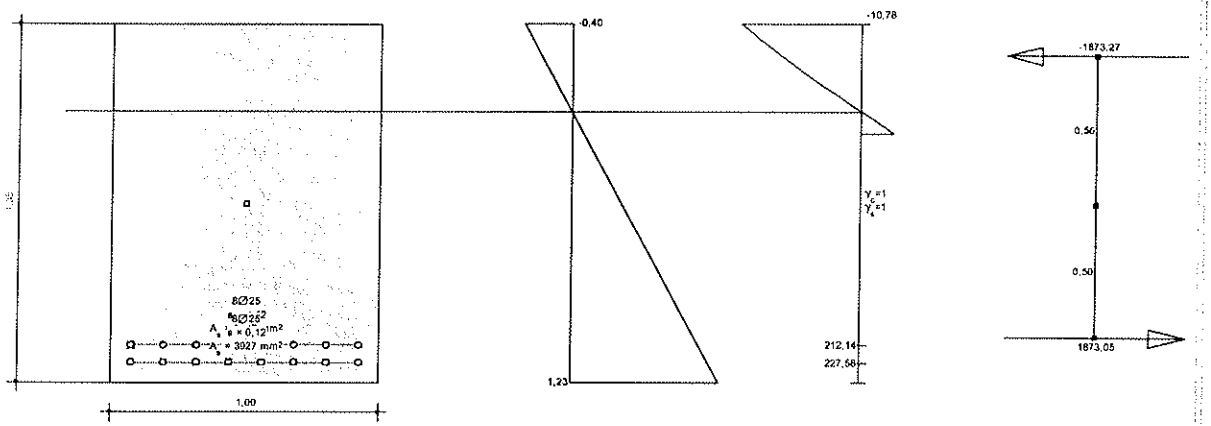
Sección:	A (sobre pila)
Armado:	Ø 1 " c/125 + Ø 1" c/125
$M_{servicio}$:	1986 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

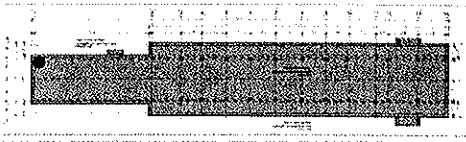
FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,19 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.srm	0,000891675
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	127,747 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	σ.s	**227,6 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	σ.sr	**105,89 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	25 mm
Cuantía efectiva	p.l	3,216%
Armadura de Tracción	A.s	7853,98 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	244250 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	1224,44 mm2
	kc	0,4 -
	k	1 -
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	244250 mm2
	σ.s	239,38 N/mm2
	Sep.Maxima	250 mm

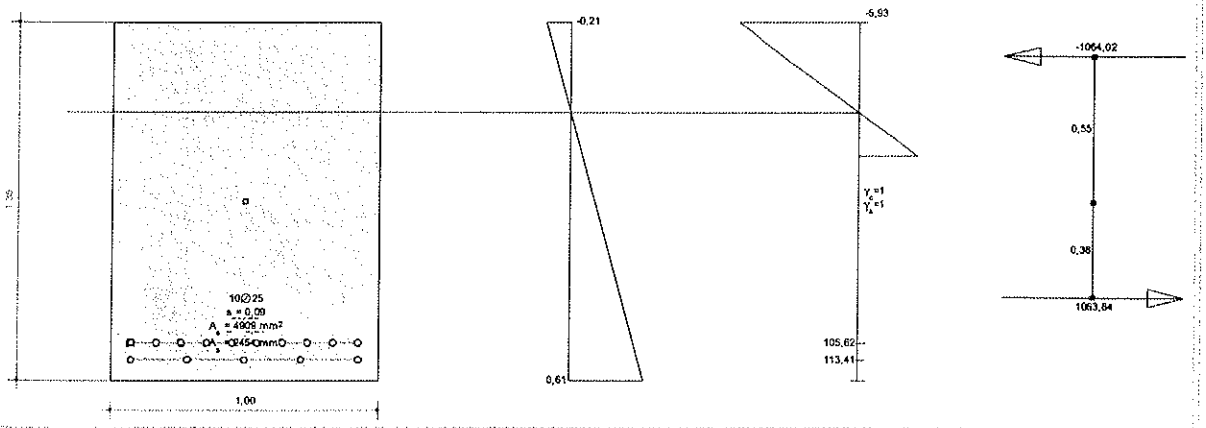
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013378

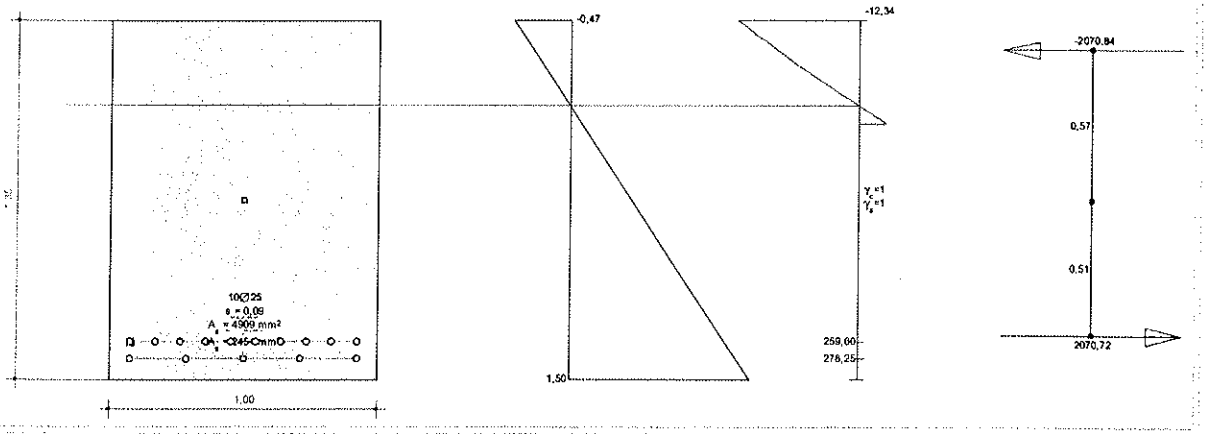
Sección:	B (esquina pantallas)
Armado:	Ø 1 " c/200 + Ø 1" c/100
$M_{servicio}$:	2225 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,28 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,00116013
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	140,060 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**278,25 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**113,41 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	25 mm
Cuantía efectiva	p.l	2,776%
Armadura de Tracción	A.s	7363,11 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	265250 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5

Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	1329,71 mm2
	kc	0,4
	k	1
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	265250 mm2
	σ.s	239,38 N/mm2
	Sep.Maxima	250 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

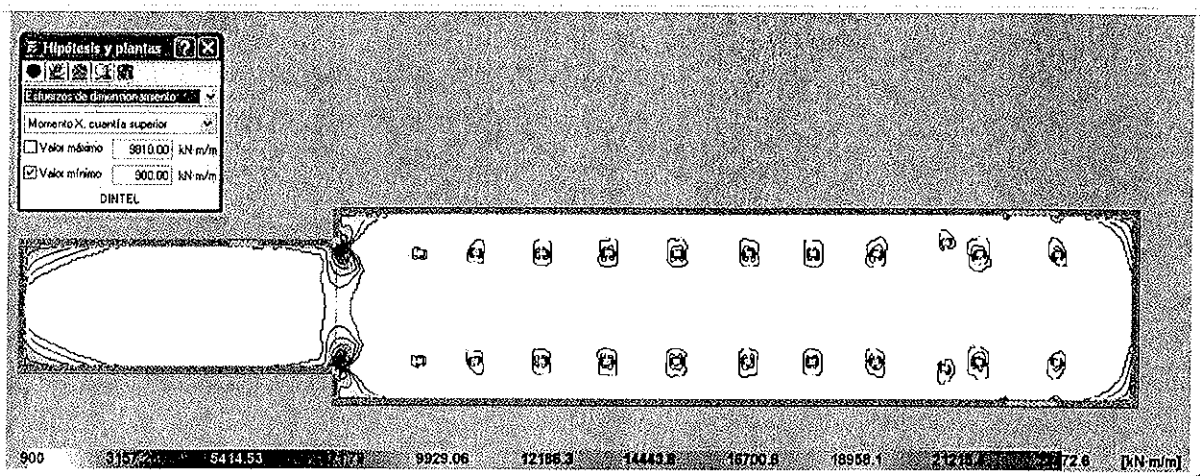
7.4.5 Refuerzo longitudinal superior (L.S)

7.4.5.1 Estado Límite de Resistencia

Armadura: Ø 1" c/250

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	1000594542	N·mm
	ϕ·Mn	**900,54**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,160%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	4	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	120,5	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	1963,50	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	0,662	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	**c**	**54,50**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1229,5	mm
	c/d	0,0443	-
	c/d*	0,0443	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**64,676**	**‰**
		0,065	
Armadura a Tracción	ρ	0,16%	
	ρ*	0,22%	
	β1	0,836	
· Armadura **Mínima** de ACI	As,min	40,983	cm2
	ρs.min	0,333%	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

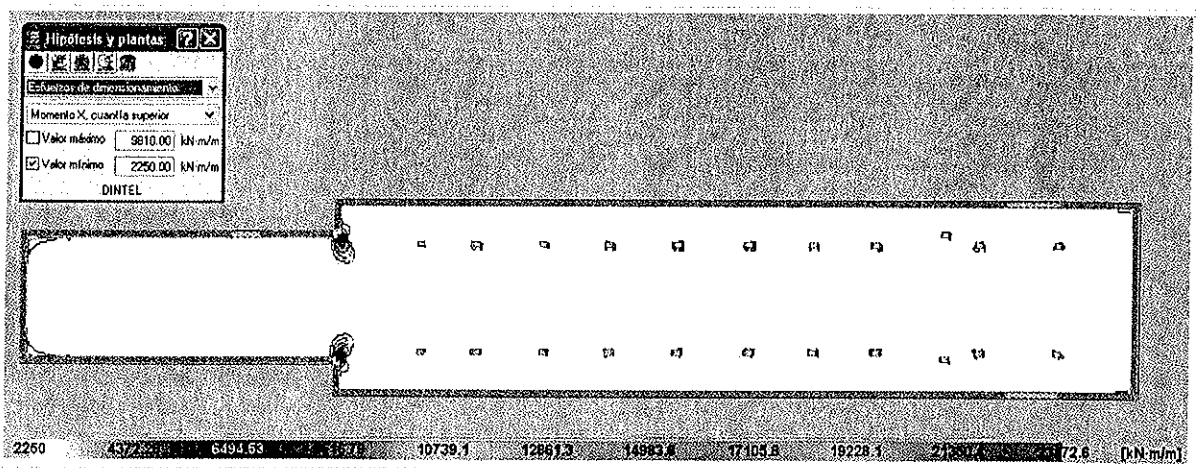


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Armadura: Ø 1" c/250 + Ø 1 1/4" c/250

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	2500581612	N·mm
	ϕ·Mn	**2250,52**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,435%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	4	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	32	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	4	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	158,069436	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1191,93D564	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	5180,49	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,760	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**111,78**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1191,930564	mm
	c/d	0,0938	-
	c/d*	0,0938	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**28,991**	**‰**
		0,029	
Armadura a Tracción	ρ	0,43%	
	ρ*	0,48%	
	β1	0,836	
· **Armadura Mínima de ACI**	**As,min**	**39,731**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)



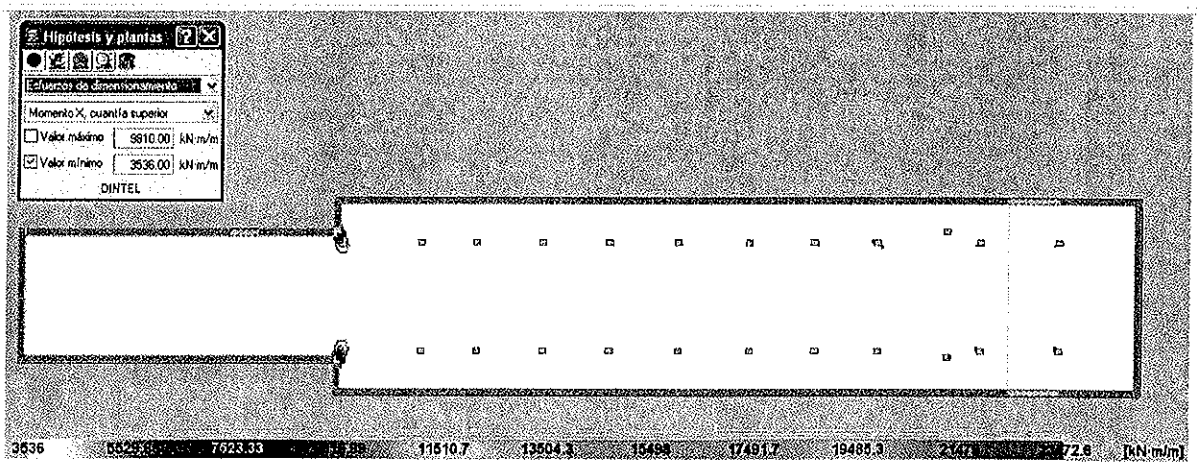
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013881

Armadura: Ø 1" c/250 + Ø 1 1/4" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3928977743	N·mm
	ϕ·Mn	**3536,08**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,710%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	25	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	4	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	32	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	8	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	92	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	166,8539095	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1183,146091	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8397,48	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,807	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**154,30**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1183,146091	mm
	c/d	0,1304	-
	c/d*	0,1304	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**20,004**	**‰**
		0,020	
Armadura a Tracción	ρ	0,71%	
	ρ*	0,66%	
	β1	0,836	
· **Armadura Mínima de ACI**	**As,min**	**39,438**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

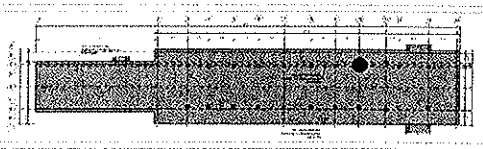


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

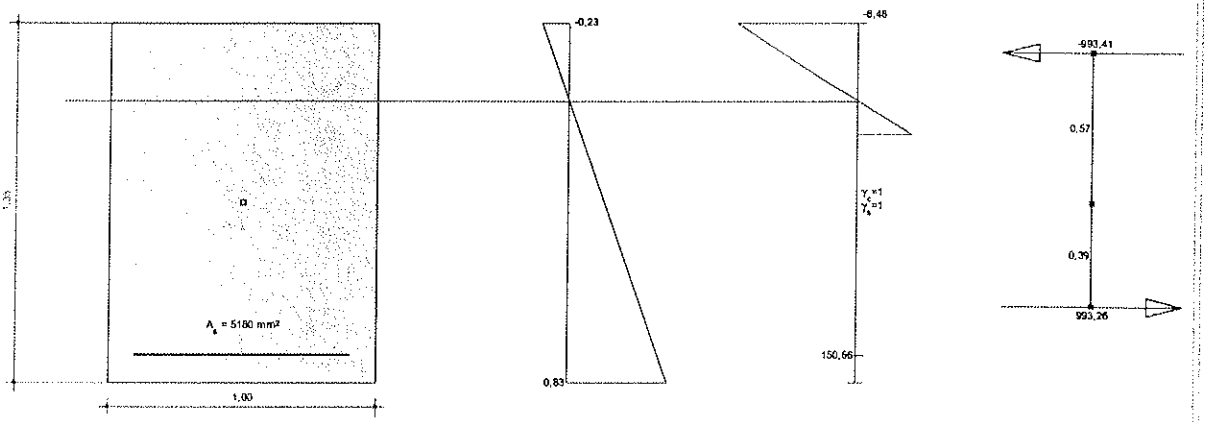
7.4.5.2 Estado Límite de Servicio (fisuración)

013382

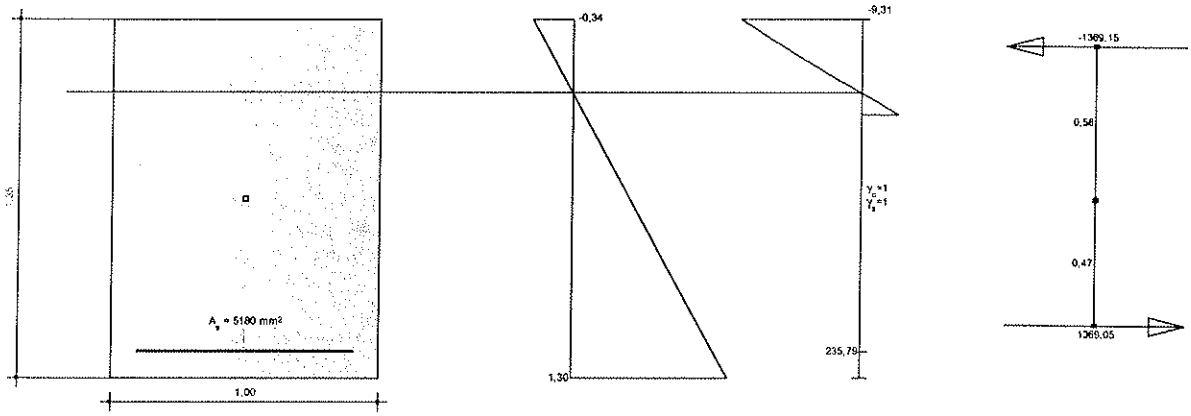
Sección:	A (sobre pila)
Armado:	Ø 1 ¼" c/250 + Ø 1 ¼" c/250
$M_{servicio}$:	1440 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224, APARTADO 4.2.3.2, APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,32 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,000697623
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	269,035 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**235,79 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**150,66 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	28,71410803 mm
Cuantía efectiva	ρ.l	1,311%
Armadura de Tracción	A.s	5180,49 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	395173,5901 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	2963,80 mm2
	kc	0,4 -
	k	1 -
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	395173,5901 mm2
	σ.s	160,00 N/mm2
	Sep.Maxima	300 mm

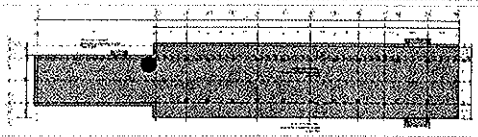
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

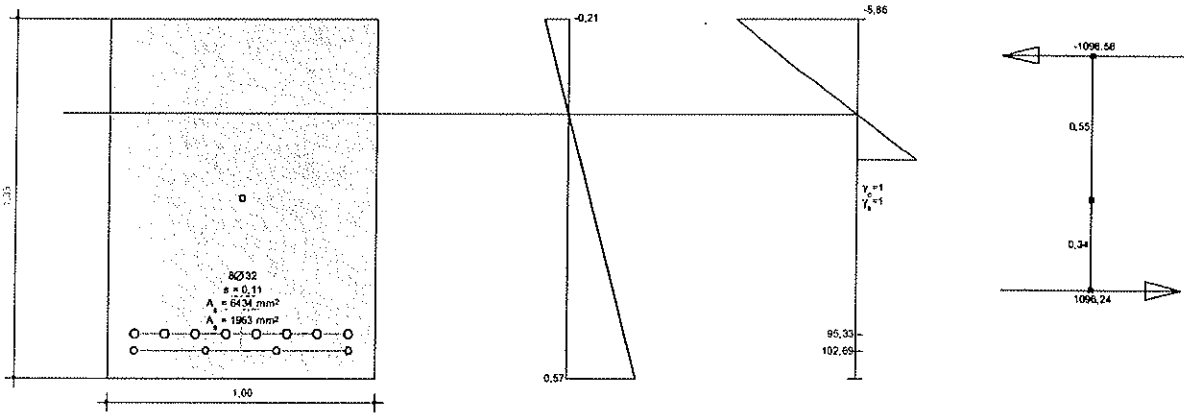
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013383

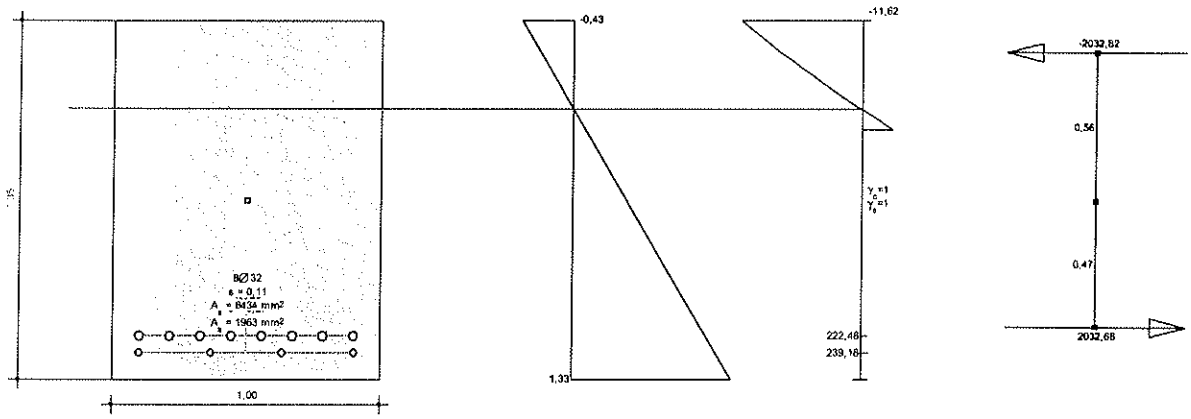
Sección:	B (próximo a esquina pantallas)
Armado:	Ø 1 ¼" c/250 + Ø 1 ¼" c/125
$M_{servicio}$:	2100 KNm/ml



Tensiones en el momento de la fisuración:



Tensiones para el momento de servicio:



Verificación del ancho de fisura (wk)

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224, APARTADO 4.2.3.2, APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño	wk	0,32 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas	ε.sm	0,000947986
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes	Srm	198,274 mm
Coeficiente de Carga	β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante	**σ.s**	**239,18 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.	**σ.sr**	**108,9 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras	β1	1
Coeficiente de Cargas	β2	1
Módulo de Deformación del Acero	Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras	d.b	29,84962311 mm
Cuantía efectiva	ρ.l	2,013%
Armadura de Tracción	A.s	8397,48 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón	A.ct	417134,7737 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.	k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.	k2	0,5

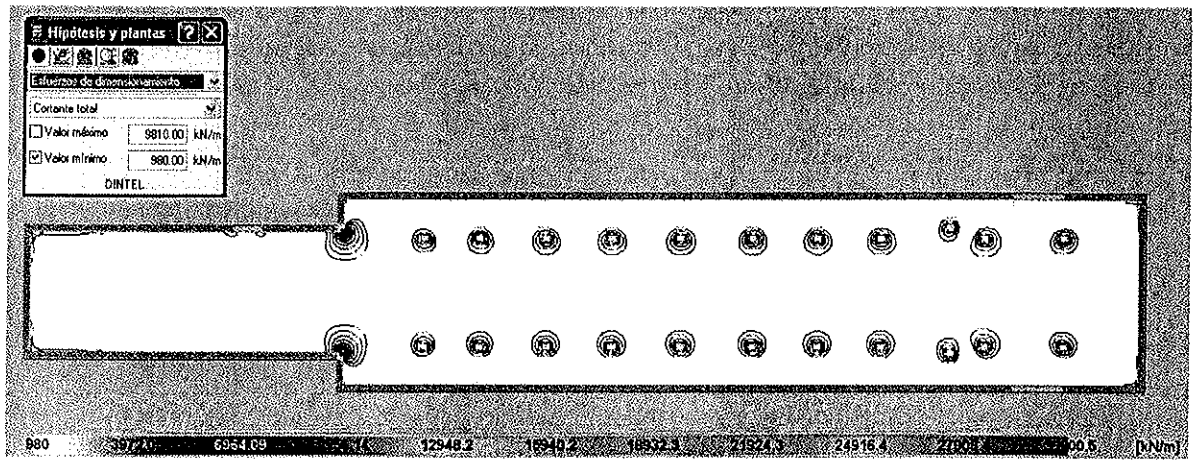
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min	A.s,min	3128,51 mm2
	kc	0,4
	k	1
	fct,eff	3 N/mm2
	Act	417134,7737 mm2
	σ.s	160,00 N/mm2
	Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013384

7.4.6 *Cortante*

La resistencia de la sección a cortante, únicamente considerando la contribución del hormigón, es de aproximadamente ØVc = 980 KN. Las zonas donde se supera dicha resistencia son las siguientes:



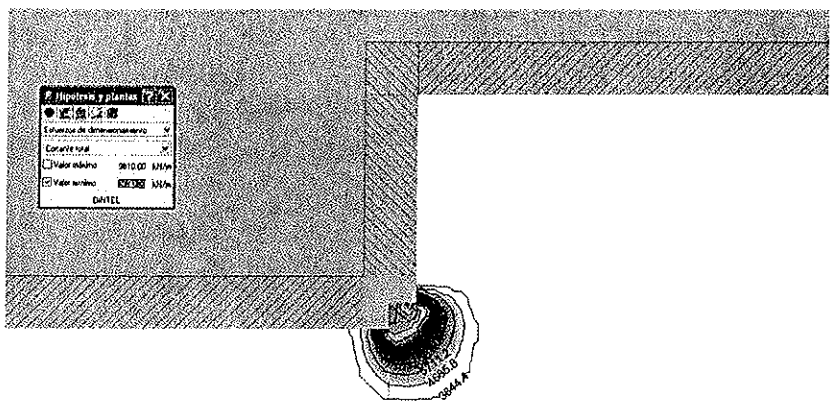
Cortante. Zonas con cortante de cálculo superior a 980 KN.

Las áreas sobre los pilares corresponden a esfuerzos de punzomamiento y por tanto se puede observar que las zonas que requieren armadura de cortante se localizan en la franja próxima a las pantallas de la zona estrecha, la esquina de la intersección de pantallas de la transición zona ancha – zona estrecha y por último, las esquinas de la zona ancha.

Se procede por tanto a disponer armadura de cortante en las tres citadas zonas, cuya justificación es la que sigue:

ESQUINA DE PANTALLAS

De acuerdo al artículo 11.1.3.1. de NTE E.60, el cortante de diseño se puede obtener a una distancia "d" (canto útil) del apoyo, en este caso las pantallas. De esta forma, el esfuerzo obtenido del modelo es de Vu = 3690 KN/ml.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

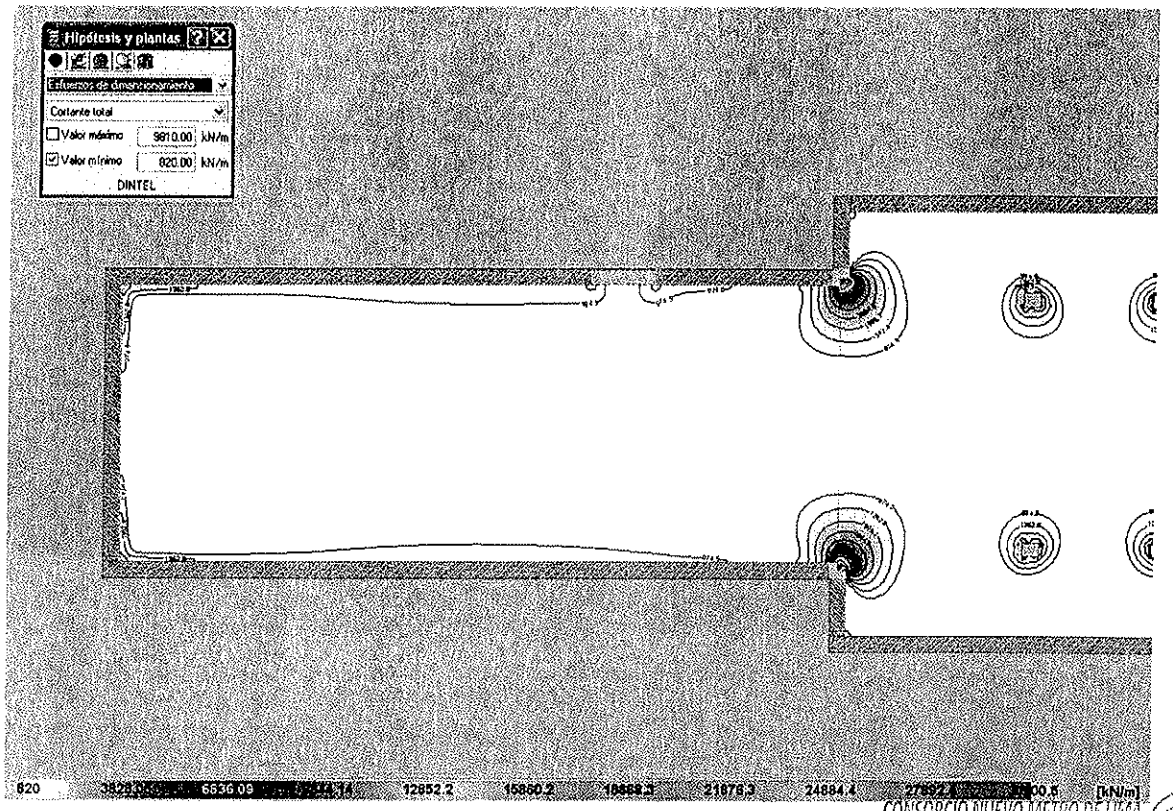
La justificación del armado es:

013385

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1156,46**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**421,77**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕ.cerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	8	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	12,5	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	72,38	cm2/m
			7,238229474	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**3775,75**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**3699,16**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**867,35**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**2831,81**	**kN**

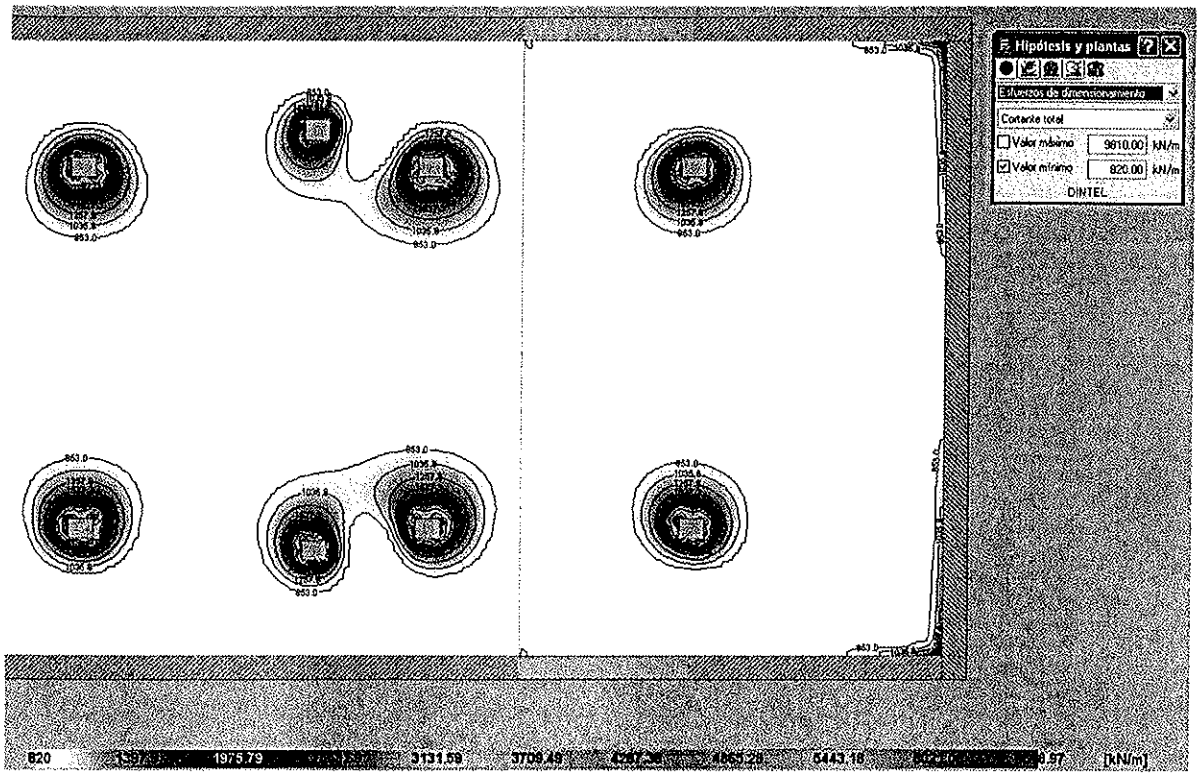
FRANJA PRÓXIMA A LAS PANTALLAS

De la misma forma, de acuerdo al artículo 11.1.3.1. de NTE E.60 el cortante de diseño se puede obtener a una distancia "d" (canto útil) del apoyo, en este caso las pantallas. De esta forma, el esfuerzo obtenido del modelo es de Vu = 820 KN/ml.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras



La justificación del armado es:

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1186,26**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**432,64**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕ.cerco	10	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	25	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	11,36	cm2/m
			1,136	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**607,85**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**1345,58**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**889,69**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**455,89**	**kN**

7.4.7 Punzonamiento

De acuerdo a las Disposiciones Especiales para losas y zapatas recogidas en la NTE E.60, se comprueba la resistencia a cortante de la losa en la cercanía de las columnas.

Del modelo se extraen los esfuerzos característicos de cada hipótesis simple de carga que, convenientemente mayorados por los coeficientes de amplificación, proporcionan el esfuerzo de cálculo para la verificación de la resistencia a cortante en el entorno de las pilas.

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

La siguiente tabla muestra los esfuerzos característicos y el esfuerzo combinado en cabeza de cada una de las columnas:

013387

Soporte	Planta	Dimensión(cm)	Tramo(m)	Hipótesis	Cabeza						Nu (kN)
					N(kN)	Mx(kN·m)	My(kN·m)	Qx(kN)	Qy(kN)	T(kN·m)	
C3	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2916,1	0	0	0	0	0	12182,09
				Cargas muertas	3599,8	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1799,9	0	0	0	0	0	
C4	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3238,2	0	0	0	0	0	13416,62
				Cargas muertas	3948,1	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1974	0	0	0	0	0	
C5	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3442,1	0	0	0	0	0	14245,23
				Cargas muertas	4189,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2094,7	0	0	0	0	0	
C6	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3526,8	0	0	0	0	0	14599,02
				Cargas muertas	4294	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2147	0	0	0	0	0	
C7	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3608,9	0	0	0	0	0	14941,21
				Cargas muertas	4395	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2197,5	0	0	0	0	0	
C8	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3517,5	0	0	0	0	0	14563,36
				Cargas muertas	4283,9	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2142	0	0	0	0	0	
C9	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3405,9	0	0	0	0	0	14098,7
				Cargas muertas	4146,9	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2073,4	0	0	0	0	0	
C10	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3569,8	0	0	0	0	0	14761,82
				Cargas muertas	4339,6	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2169,8	0	0	0	0	0	
C11	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2525,3	0	0	0	0	0	10540,71
				Cargas muertas	3113,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1556,7	0	0	0	0	0	
C12	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3539,8	0	0	0	0	0	14624,28
				Cargas muertas	4297,1	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2148,6	0	0	0	0	0	
C13	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3288,6	0	0	0	0	0	13706,19
				Cargas muertas	4045,4	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2022,7	0	0	0	0	0	
C14	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3282,8	0	0	0	0	0	13682,32
				Cargas muertas	4038,4	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2019,2	0	0	0	0	0	
C15	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3431,9	0	0	0	0	0	14186,12
				Cargas muertas	4169,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2084,8	0	0	0	0	0	
C16	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2821,9	0	0	0	0	0	11722,61
				Cargas muertas	3454,2	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1727,1	0	0	0	0	0	
C17	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3524,8	0	0	0	0	0	14578,81
				Cargas muertas	4286,3	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2143,1	0	0	0	0	0	
C18	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3403,9	0	0	0	0	0	14090,81
				Cargas muertas	4144,6	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2072,3	0	0	0	0	0	
C19	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3517,9	0	0	0	0	0	14564,96
				Cargas muertas	4284,4	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2142,2	0	0	0	0	0	
C20	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3608,9	0	0	0	0	0	14941,21
				Cargas muertas	4395	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2197,5	0	0	0	0	0	
C21	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3526,8	0	0	0	0	0	14599,02
				Cargas muertas	4294	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2147	0	0	0	0	0	
C22	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3442	0	0	0	0	0	14245,09
				Cargas muertas	4189,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2094,7	0	0	0	0	0	
C23	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3238,2	0	0	0	0	0	13416,62
				Cargas muertas	3948,1	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1974	0	0	0	0	0	
C24	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2916,1	0	0	0	0	0	12182,09
				Cargas muertas	3599,8	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1799,9	0	0	0	0	0	

MAX	14941,21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Además, de acuerdo a EC2, en pilares interiores se tiene en cuenta un factor de amplificación (β) debido a excentricidad del axil y que en el caso de pilares interiores toma el valor de 1.05 13388

La justificación del armado dispuesto se recoge a continuación:

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

Canto de la Losa	**h**	**mm**	**1350**
Recubrimiento de Losa	**r**	**mm**	**50**
Canto Útil	d	mm	1300
Dimensión Hor. (X) Pilar	**C1**	**mm**	**1000**
Dimensión Ver. (Y) Pilar	**C2**	**mm**	**800**
Tipología del Pilar			**Interior**

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS Y ÁREAS CRÍTICAS

Perímetro Crítico Interior	U1.1	mm	19936,28
Perímetro Crítico Borde	U1.2x	m	10968,14
	U1.2y	m	10768,14
Perímetro Crítico Esquina	U1.3	m	5884,07
Área Críticas Interior	A.c1	cm2	259171,66
Área Críticas Borde	A.c2x	cm2	142585,83
	A.c2y	cm2	139985,83
Área Críticas Esquina	A.c3	cm2	76492,92

LOSAS SIN ARMADURA DE PUNZONAMIENTO

Tensión Tangencial Nominal de Cálculo en el Perímetro C´ritico	τ.sd	N/mm2	0,663
Esfuerzo Efectivo de Cálculo	F.sd,ef	kN	17183,3
¿Existe Excentricidad de la Carga?	**¿ ?**	**-**	**Si**
Coeficiente de Excentricidad de Carga	β	-	1,15
Esfuerzo de Cálculo	**F.sd**	**kN**	**14942**
Valor de U1·d a usar	U1.d	cm2	259171,66
Tensión Resistente de Cálculo en Perímetro Crítico	**τ.rd**	**N/mm2**	**0,454**
Tensión Máxima Resistente en Perímetro Crítico	τ.rd	N/mm2	0,4538
Tensión Mínima Resistente en Perímetro Crítico	τ.rd,min	N/mm2	0,4499
Resistencia Efectiva del Hormigón	fcv	N/mm2	30

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013389

Resistencia Caracte. Hormigón	**fck**	**N/mm2**	**30**
Coef. Seguridad Hormigón	**γ.c**	**-**	**1,5**
Resistencia Cálculo Hormigón	fcd	N/mm2	20
Cuantía Geométrica de Armadura Longitudinal de Tracción	ρ.l	-	0,00668
Cuantía Dirección X	ρ.x	-	0,00582
Cuantía Dirección Y	ρ.y	-	0,00767
Armadura Base en X	**ϕ.x,b**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Refuerzo en X	**ϕ.x,rf**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Base en Y	**ϕ.y,b**	**mm**	**25**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura de Refuerzo en Y	**ϕ.y,r**	**mm**	**32**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura Dirección X	A.sx	cm2/ml	78,54
Armadura Dirección Y	A.sy	cm2/ml	103,61
	ξ	-	1,39
Tensión Axial Media	σ'.cd	N/mm2	0
Tensión Dirección X	σ'.cdx	N/mm2	0
Tensión dirección **Y**	σ'.cdy	N/mm2	0
Fuerza Longitudinal, Direc. X, en bx	**N.d,x**	**kN**	**0**
Fuerza Longitudinal, Direc. Y, en by	**N.d,y**	**kN**	**0**
	A.x	mm2	8370000
	A.y	mm2	8100000
	bx	mm	6200
	by	mm	6000

LOSAS CON ARMADURA DE PUNZONAMIENTO

Tensión Tangencial Nominal de Cálculo	τ.sd	N/mm2	0,663
Tensión Máxima Resistente	τ.rd	N/mm2	0,454
Área Total en 1er Perímetro Crítico	**A.sw**	**mm2**	**2680,00**
Ángulo Armadura	**α**	**°**	**90**
Resistencia Carcaterística de Acero	**f.yk**	**N/mm2**	**500**
Coef. Seguridad Acero	**γ.s**	**-**	**1,15**
Resistencia Cálculo Acero	f.yd	N/mm2	434,78
Resistencia Cálculo para A.sw	f.yα,d	N/mm2	400
Separación de Barras	**s**	**mm**	**250**
	U1	mm	19936,28

Comprobación Normativa $t.sd < 0,75 \cdot t.rd + 1.5 \cdot Asw \cdot fyd \cdot sen(a)/(s \cdot u1)$

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

013390

ZONA EXTERIOR A LA ARMADURA DE PUNZONAMIENTO

Esfuerzo Efectivo de Cálculo	F.sd,ef	kN	14942,00
Esfuerzo Resitente Efectivo	F.rd.ef	kN	14942,00
			0,00
Perímetro definido en fig 46.5.1	U.n,ef	mm	25325,70
Cuantía Geométrica de Armadura Longitudinal de Tracción	ρ.l	-	0,00668
Cuantía Dirección X	ρ.x	-	0,00582
Cuantía Dirección Y	ρ.y	-	0,00767
Armadura Base en X	**ϕ.x,b**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Refuerzo en X	**ϕ.x,rf**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Base en Y	**ϕ.y,b**	**mm**	**25**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura de Refuerzo en Y	**ϕ.y,r**	**mm**	**32**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura Dirección X	A.sx	cm2/ml	78,54
Armadura Dirección Y	A.sy	cm2/ml	103,61
Resistencia Efectiva del Hormigón	fcv	N/mm2	30
Tensión Axial Media	σ'.cd	N/mm2	0
Tensión Dirección X	σ'.cdx	N/mm2	0
Tensión dirección Y	σ'.cdy	N/mm2	0
Fuerza Longitudinal, Direc. X, en bx	**N.d,x**	**kN**	**0**
Fuerza Longitudinal, Direc. Y, en by	**N.d,y**	**kN**	**0**
	A.x	mm2	11719615,43
	A.y	mm2	11449615,43
	bx	mm	8681,20
	by	mm	8481,20
Número del Perímetro a Comprobar	**n**	**-**	**0,48**
Tensión Tangencial Nominal de Cálculo	τ.sd	N/mm2	0,454
Área Total en Perímetro Crítico	**A.sw***	**mm2**	**1197,28**
		cm2	**11,97**
	U.n,ef	mm	25325,70

DIÑENO DE PUNZONAMIENTO

N° de Brazos	Nb	uds	4
Longitud del Brazo	**L,brazo**	**m**	**1,241**
Armado por Brazo	A,s1.br	cm2	6,700
	A,s2.br	cm2/ml	26,80
N° de Hoquillas	**N.h**	**-**	**8**
Diámetro de la Horquilla	**ϕ.h**	**mm**	**12**
Separación de Horquillas	sep	cm	25
Armado por metro Lineal en Brazos	A,s3.br	cm2/ml	36,19
A,s3.br > A,s2.br			**ok**
Armado en Perímetro Crítico	A,s4.br	cm2	36,191
A,s4.br > A,sw*			**ok**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

7.4.8 Zunchos y vigas

013391

En el dintel se han previsto sendos huecos provisionales durante la ejecución de los niveles inferiores de la estación. Además, las conexiones con las pantallas de accesos generan huecos en las pantallas que se han resuelto asimismo como zunchos de borde.

Se han agrupado las tipologías de las vigas en seis grupos (TIPO 1 a TIPO 6) con las siguientes denominaciones de acuerdo a los listados:

TIPO 1: V-101 y V-109
TIPO 2: V-102, V-104, V-107, V-108
TIPO 3: V-103
TIPO 4: V-105, V-106
TIPO 5: V-110, V-111
TIPO 6: V-113, V-115, V-112, V-114

El resumen de verificación de los Estados Límites de resistencia y fisuración para cada una de las vigas se incluye a continuación. Se acompañan también los listados desarrollados de verificaciones para cada grupo.

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{sl}	T_{sl}	TNM_v	TV_v	$TVys_t$	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-101: B8 - B9	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 38.8	'5.945 m' η = 78.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 78.9
V-102: B20 - B19	Cumple	Cumple	'2.712 m' η = 6.8	'B20' η = 16.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 16.1
V-103: B12 - B13	Cumple	Cumple	'1.119 m' η = 50.6	'2.869 m' η = 78.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 78.3
V-104: B21 - B18	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 18.7	'0.760 m' η = 48.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 48.1
V-105: B16 - B15	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 41.0	'B16' η = 30.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 41.0
V-106: B17 - B14	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 41.2	'B17' η = 30.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 41.2
V-107: B24 - B23	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 18.8	'0.760 m' η = 48.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 48.3
V-108: B25 - B22	Cumple	Cumple	'2.712 m' η = 6.8	'B25' η = 16.0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 16.0
V-109: B10 - B11	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 37.5	'5.945 m' η = 78.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 78.9
V-110: B17 - B16	Cumple	Cumple	'10.912 m' η = 69.0	'4.955 m' η = 63.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 69.0
V-111: B14 - B15	Cumple	Cumple	'10.912 m' η = 47.2	'4.830 m' η = 86.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 86.7
V-112: B25 - B24	Cumple	Cumple	'1.425 m' η = 10.2	'2.050 m' η = 68.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 68.5
V-113: B21 - B20	Cumple	Cumple	'2.275 m' η = 10.2	'0.400 m' η = 68.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 68.6
V-114: B22 - B23	Cumple	Cumple	'1.300 m' η = 6.9	'2.050 m' η = 71.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 71.5
V-115: B18 - B19	Cumple	Cumple	'2.400 m' η = 7.1	'0.400 m' η = 71.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 71.6

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_v: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_v: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
$TVys_t$: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$Sc_{,sup.}$	$Sc_{,Lat.Der.}$	$Sc_{,inf.}$	$Sc_{,Lat.Izq.}$	
V-101: B8 - B9	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	x: 0.945 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	**CUMPLE**
V-102: B20 - B19	x: 0 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	**CUMPLE**
V-103: B12 - B13	x: 3.9 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 1.869 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 0.494 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-104: B21 - B18	N.P.(1)	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-105: B16 - B15	N.P.(1)	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-106: B17 - B14	N.P.(1)	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-107: B24 - B23	N.P.(1)	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-108: B25 - B22	x: 0 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	**CUMPLE**
V-109: B10 - B11	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	x: 0.945 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	**CUMPLE**
V-110: B17 - B16	N.P.(1)	x: 6.205 m Cumple	x: 6.205 m Cumple	x: 6.205 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-111: B14 - B15	N.P.(1)	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	x: 6.08 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-112: B25 - B24	x: 3.3 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 1.288 m Cumple	Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-113: B21 - B20	x: 0.4 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 3.7 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 2.525 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-114: B22 - B23	x: 3.3 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 1.175 m Cumple	Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-115: B18 - B19	x: 0.4 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 3.7 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 2.65 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
- $Z_{C,sup.}$*: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior*
- $Z_{C,Lat.Der.}$*: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha*
- $Z_{C,Inf.}$*: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior*
- $Z_{C,Lat.Izq.}$*: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda*
- $Sc_{,sup.}$*: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior*
- $Sc_{,Lat.Der.}$*: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha*
- $Sc_{,Inf.}$*: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior*
- $Sc_{,Lat.Izq.}$*: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013393

VIGAS TIPO 1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

013394

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 30

5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 42

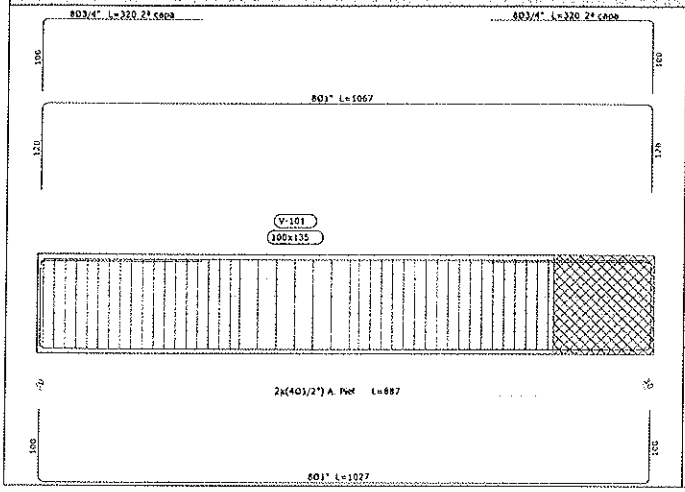
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013395

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 100x135
Luz libre	: 7.0 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-101: B8 - B9	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 38.8	'5.945 m' η = 78.9	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = 78.9

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,Inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,Inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-101: B8 - B9	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	x: 0.945 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,Inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Viga	Estado
V-101: B8 - B9	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013396

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-101: B8 - B9 (B8 - 2.195 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{i,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_i \geq s_{i,min}$ **25 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{i,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{i,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **55.67 cm² ≥ 32.65 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 24.49 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.388** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 767.25 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1978.21 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 2327.30 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013397

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *1326.31* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. **A_s** : *35.87* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *275.24* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. **M_u** : *275.24* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. **N_u** : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *1000.99* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. **A_v** : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN SABABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013398

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **150 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

$s_1 = d/2$ s_1 : 640 mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.27 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.22 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.27 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

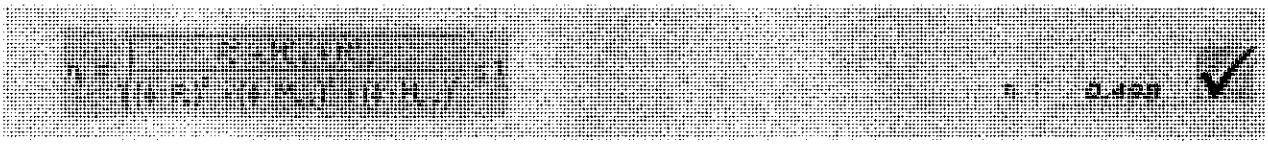
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. $M_{u,x}$: -1235.21 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. $\phi \cdot M_{n,x}$: -2481.96 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

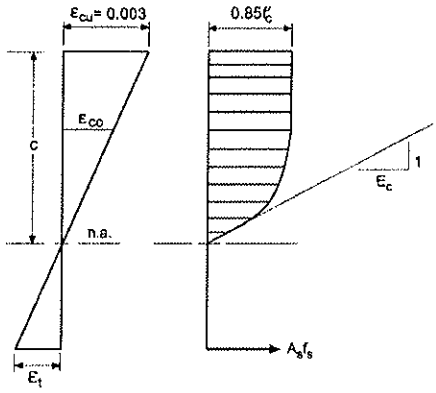
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013400

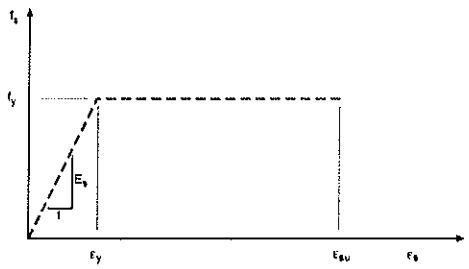


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : 0.0030

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : 0.0020

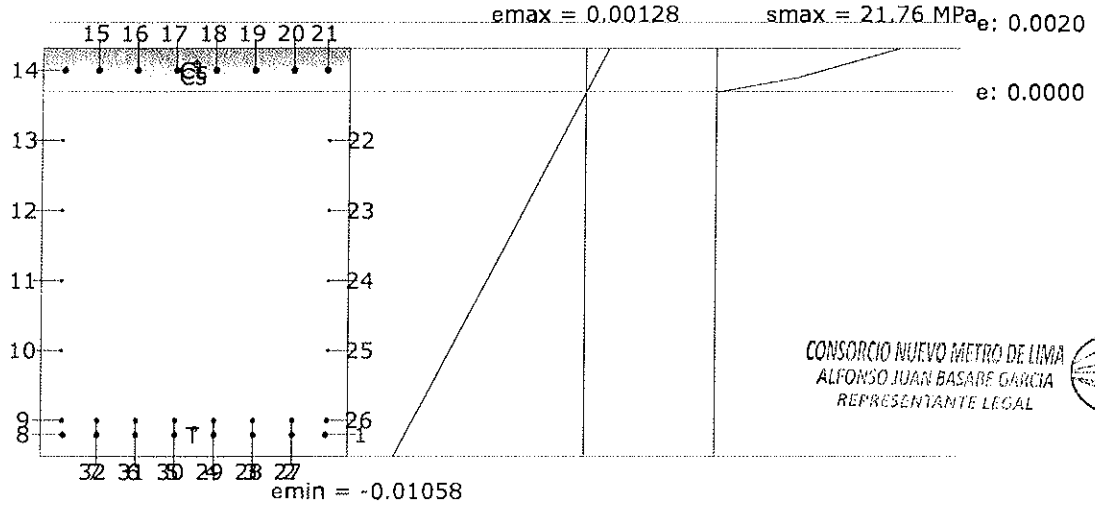
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : 0.0100

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013401

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-412.02	-0.009531
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.007496
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.005461
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.003426
13	Ø1/2"	434.13	-371.19	0.00	-0.001391
14	Ø1"	427.78	-602.77	+128.83	+0.000644
15	Ø1"	318.03	-602.77	+128.83	+0.000644
16	Ø1"	190.82	-602.77	+128.83	+0.000644
17	Ø1"	63.61	-602.77	+128.83	+0.000644
18	Ø1"	-63.61	-602.77	+128.83	+0.000644
19	Ø1"	-190.82	-602.77	+128.83	+0.000644
20	Ø1"	-318.03	-602.77	+128.83	+0.000644
21	Ø1"	-427.77	-602.77	+128.83	+0.000644
22	Ø1/2"	-434.12	-371.19	0.00	-0.001391
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.003426
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.005461
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.007496
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-412.02	-0.009531
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-412.02	-0.009531
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-412.02	-0.009531
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-412.02	-0.009531
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-412.02	-0.009531
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-412.02	-0.009531
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-412.02	-0.009531

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1831.44	0.00	-623.21
Cs	462.15	0.00	-602.77
T	2293.59	0.00	583.27

$P_n = C_c + C_s - T$ — **P_n** : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{n,x}$** : *-2757.73* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{n,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *1831.44* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *462.15* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *2293.59* kN

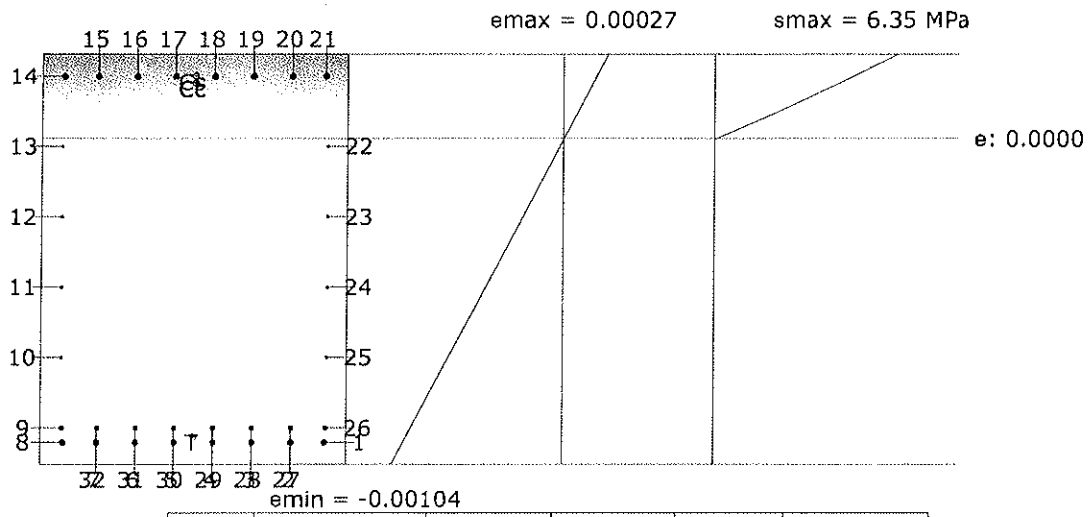
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013402

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-623.21	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	583.27	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0013	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0099	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	21.76	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	412.02	MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-193.88	-0.000969
2	Ø1"	-318.03	602.78	-193.88	-0.000969
3	Ø1"	-190.82	602.78	-193.88	-0.000969
4	Ø1"	-63.61	602.78	-193.88	-0.000969
5	Ø1"	63.61	602.78	-193.88	-0.000969
6	Ø1"	190.82	602.78	-193.88	-0.000969
7	Ø1"	318.03	602.78	-193.88	-0.000969
8	Ø1"	427.78	602.78	-193.88	-0.000969
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-184.62	-0.000923
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000698
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000473
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000248
13	Ø1/2"	434.13	-371.19	0.00	-0.000023
14	Ø1"	427.78	-602.77	+40.49	+0.000202
15	Ø1"	318.03	-602.77	+40.49	+0.000202
16	Ø1"	190.82	-602.77	+40.49	+0.000202
17	Ø1"	63.61	-602.77	+40.49	+0.000202
18	Ø1"	-63.61	-602.77	+40.49	+0.000202
19	Ø1"	-190.82	-602.77	+40.49	+0.000202
20	Ø1"	-318.03	-602.77	+40.49	+0.000202
21	Ø1"	-427.77	-602.77	+40.49	+0.000202

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013403

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_c (MPa)	ε
22	Ø1/2"	-434.12	-371.19	0.00	-0.000023
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000248
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000473
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000698
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-184.62	-0.000923
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-184.62	-0.000923
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-184.62	-0.000923
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-184.62	-0.000923
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-184.62	-0.000923
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-184.62	-0.000923
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-184.62	-0.000923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	912.94	0.00	-580.39
Cs	145.24	0.00	-602.77
T	1058.18	0.00	583.83

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *-1235.21* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *912.94* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *145.24* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *1058.18* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cc,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cc,y}$** : *-580.39* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cs,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cs,y}$** : *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{T,x}$** : *0.00* mm; **$e_{T,y}$** : *583.83* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0003*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0010*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *6.35* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *193.88* MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013404

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013405

V-101: B8 - B9 (B8 - B9, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **25 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **55.67 cm² ≥ 32.65 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 24.49 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : **0.388** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 767.25 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1978.21 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 2327.30 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Viga 1

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *1326.31* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *35.87* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *275.24* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : *275.24* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *1000.99* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013407

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

f'c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$	150 mm ≤ 600 mm	✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. **s_{max}** : 600 mm

s_1 = d/2 **s_1** : 640 mm

s_2 = 600 mm **s_2** : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$	2.85 cm² ≥ 1.27 cm²	✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ **$A_{v,min}$** : 1.22 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ **$A_{v,min}$** : 1.27 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

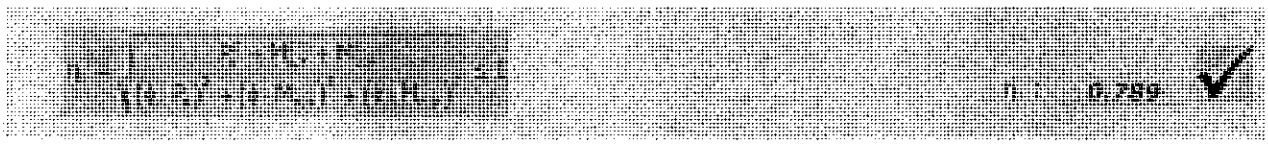
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.945 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.	$\mathbf{P_u}$	0.00	kN
M_u: Momento de cálculo de primer orden.	$\mathbf{M_{u,x}}$	-1456.49	kN·m
	$\mathbf{M_{u,y}}$	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.	$\phi \cdot \mathbf{P_n}$	0.00	kN
$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.	$\phi \cdot \mathbf{M_{n,x}}$	-1847.11	kN·m
	$\phi \cdot \mathbf{M_{n,y}}$	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

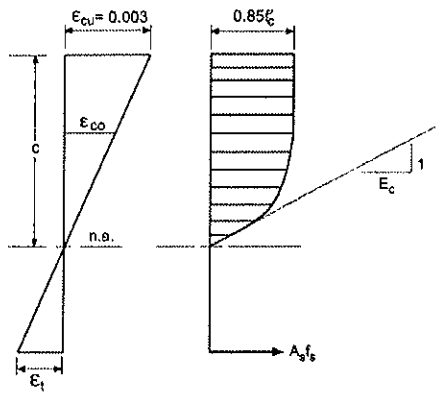
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

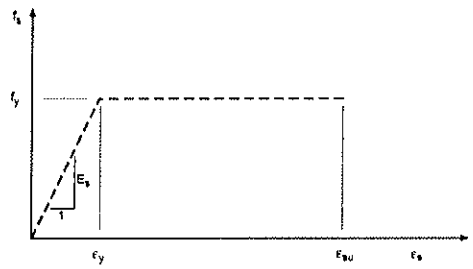


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

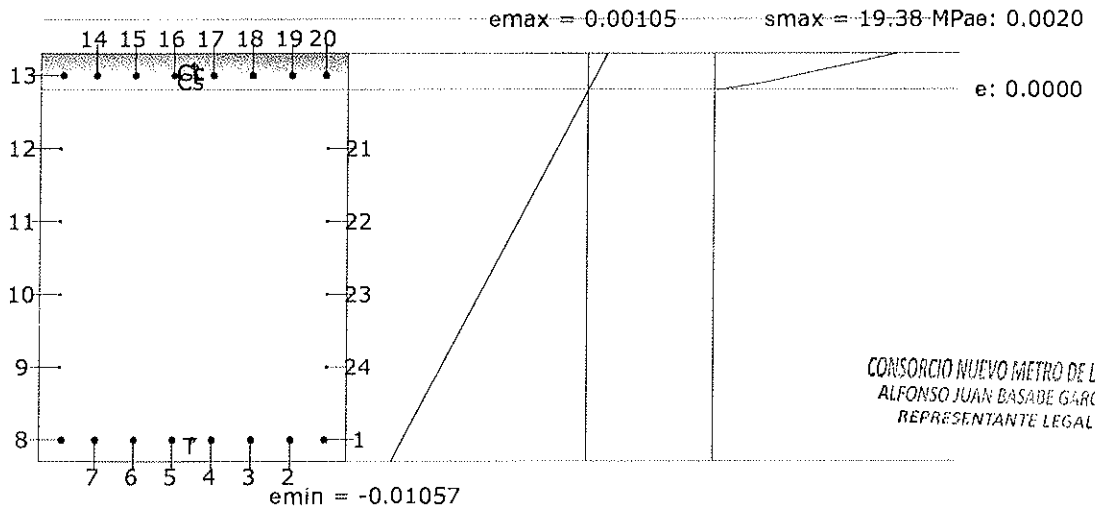
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013410

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

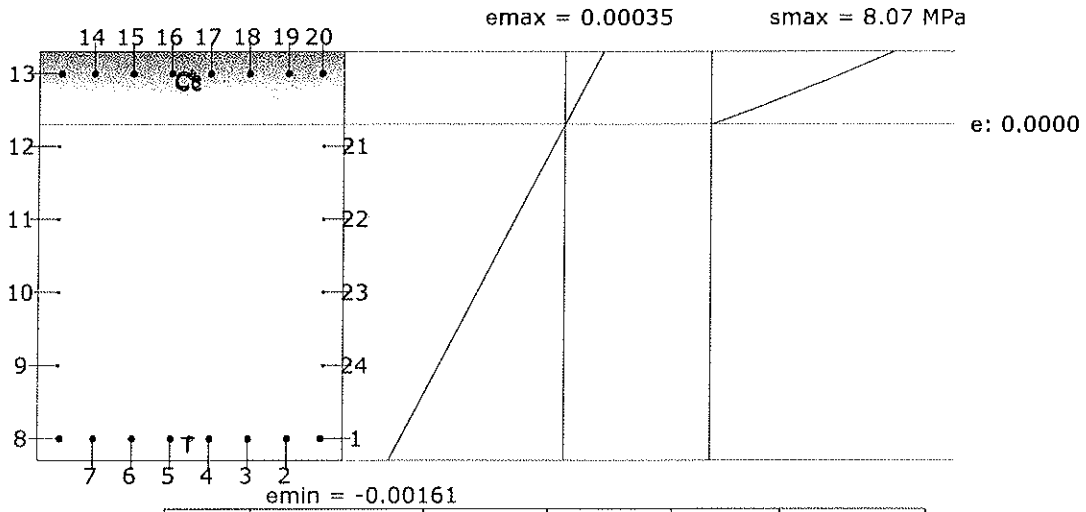
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013411

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : *412.02* MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-300.18	-0.001501
2	Ø1"	-318.03	602.78	-300.18	-0.001501
3	Ø1"	-190.82	602.78	-300.18	-0.001501
4	Ø1"	-63.61	602.78	-300.18	-0.001501
5	Ø1"	63.61	602.78	-300.18	-0.001501
6	Ø1"	190.82	602.78	-300.18	-0.001501
7	Ø1"	318.03	602.78	-300.18	-0.001501
8	Ø1"	427.78	602.78	-300.18	-0.001501
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001151
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000801
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000451
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000101
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.80	+0.000249
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.80	+0.000249
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000101
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000451
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000801
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001151

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1014.98	0.00	-592.48
Cs	201.85	0.00	-602.77
T	1216.83	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013412

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1456.49 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c :	1014.98 kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s :	201.85 kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T :	1216.83 kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00 mm
	$e_{cc,y}$:	-592.48 mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00 mm
	$e_{cs,y}$:	-602.77 mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00 mm
	$e_{T,y}$:	602.78 mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0004
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0015
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	8.07 MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	300.18 MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013413

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-101: B8 - B9 (4.695 m - B9, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 20.19 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 15.14 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.144** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 281.49 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1953.94 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.712 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 2298.76 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *1297.76* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *131.37* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : *131.37* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *1000.99* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. — **s** : 150 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — **b_w** : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ — **150 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. — **s_{max}** : 600 mm

s_1 = d/2 — **s_1** : 640 mm

s_2 = 600 mm — **s_2** : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. — **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ — **2.85 cm² ≥ 1.27 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$

$A_{v,min}$: 1.22 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$

$A_{v,min}$: 1.27 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — **b_w** : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. — **s** : 150 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. — **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

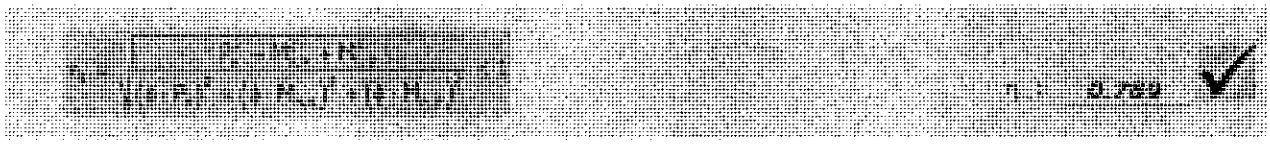
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.945 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.	P_u :	0.00	kN
M_u: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{u,x}$:	-1456.49	kN·m
	$M_{u,y}$:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.	$\phi \cdot P_n$:	0.00	kN
$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.	$\phi \cdot M_{n,x}$:	-1847.11	kN·m
	$\phi \cdot M_{n,y}$:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

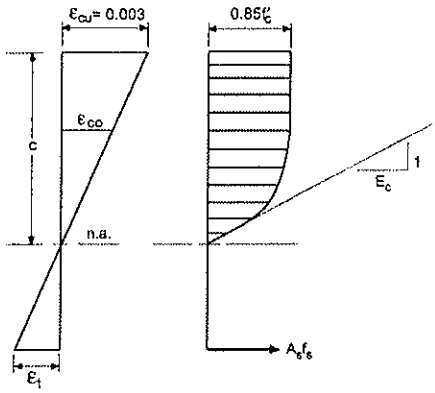
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

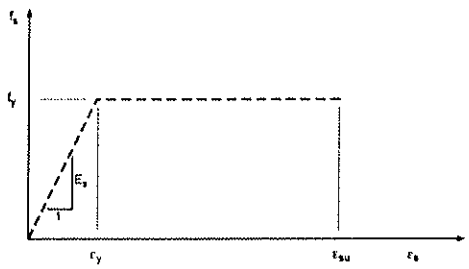


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

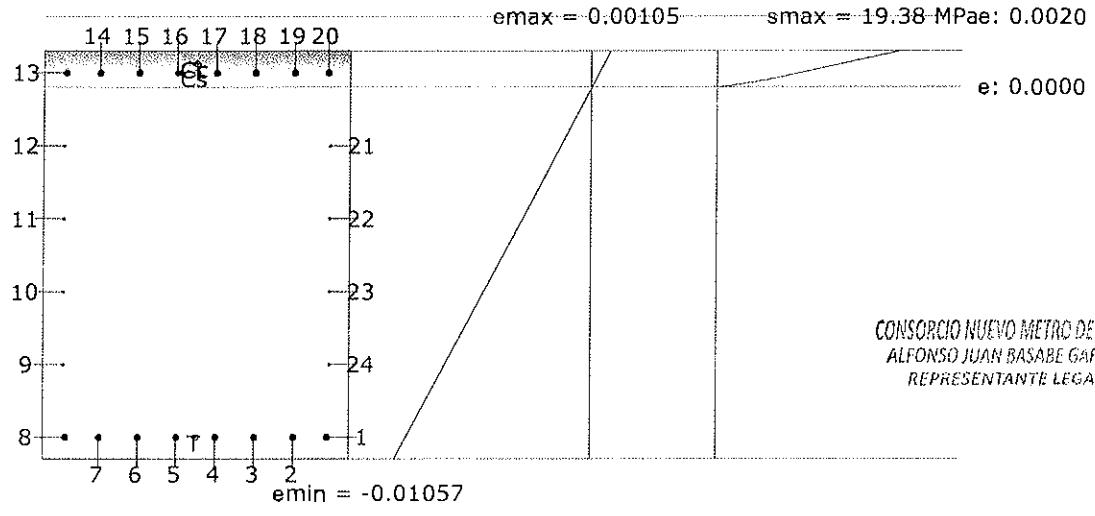
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

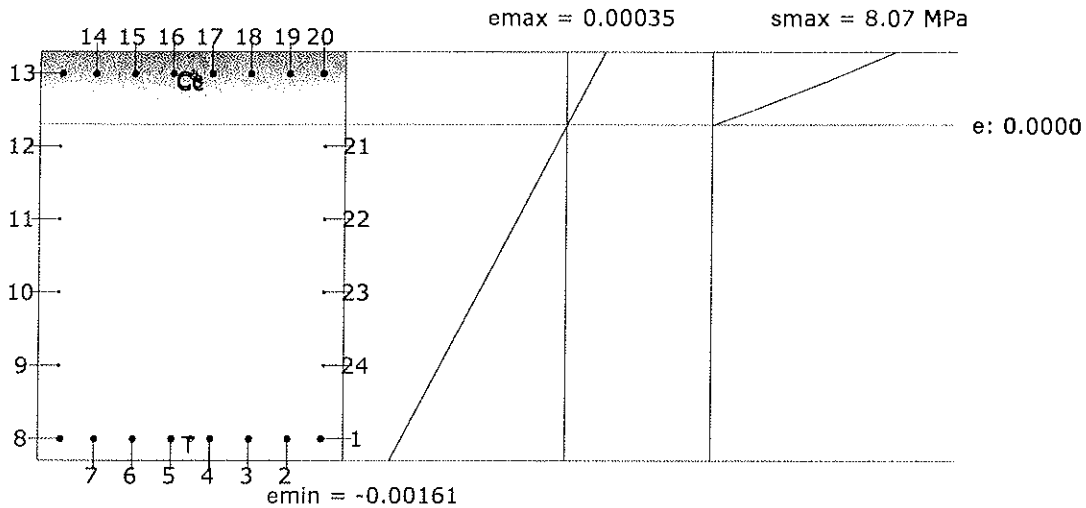
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : *412.02* MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-300.18	-0.001501
2	Ø1"	-318.03	602.78	-300.18	-0.001501
3	Ø1"	-190.82	602.78	-300.18	-0.001501
4	Ø1"	-63.61	602.78	-300.18	-0.001501
5	Ø1"	63.61	602.78	-300.18	-0.001501
6	Ø1"	190.82	602.78	-300.18	-0.001501
7	Ø1"	318.03	602.78	-300.18	-0.001501
8	Ø1"	427.78	602.78	-300.18	-0.001501
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001151
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000801
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000451
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000101
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.80	+0.000249
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.80	+0.000249
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000101
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000451
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000801
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001151

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1014.98	0.00	-592.48
Cs	201.85	0.00	-602.77
T	1216.83	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013421

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1456.49 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c :	1014.98 kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s :	201.85 kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T :	1216.83 kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00 mm
	$e_{cc,y}$:	-592.48 mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00 mm
	$e_{cs,y}$:	-602.77 mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00 mm
	$e_{T,y}$:	602.78 mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0004
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0015
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	8.07 MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	300.18 MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013422

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-101: B8 - B9

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **11.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *11.6* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *120.40* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *12245.10* mm²

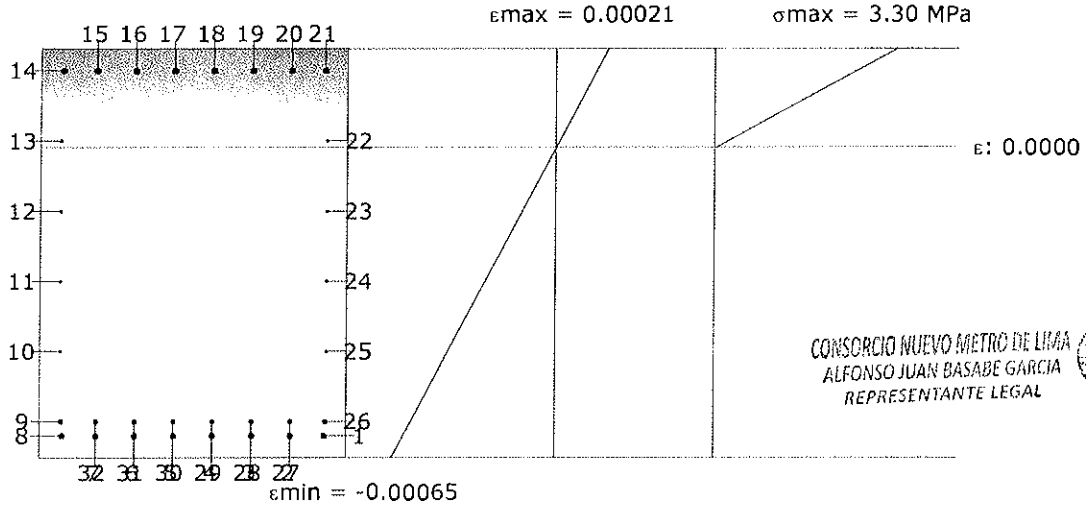
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *-759.06* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-120.40	-0.000602
2	Ø1"	-318.03	602.78	-120.40	-0.000602

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-105: B16 - B15

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **7.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B16, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : 7.3 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 57.60 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : 27960.75 mm²

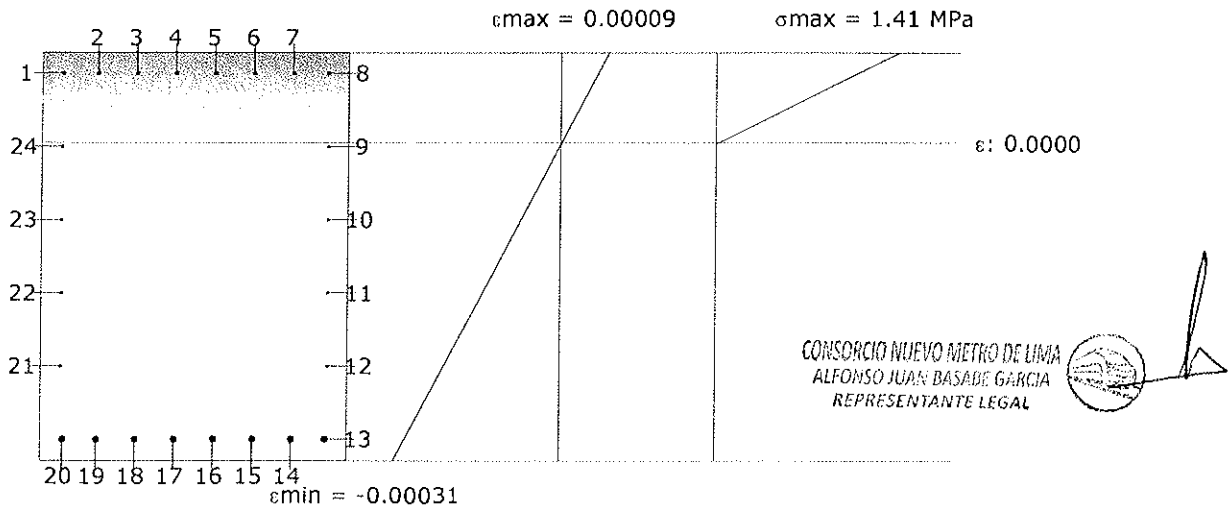
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,x}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,y}$: 275.69 kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013425

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000003
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000074
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000145
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000217
13	Ø1"	427.78	-602.77	-57.60	-0.000288
14	Ø1"	318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
15	Ø1"	190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
16	Ø1"	63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-57.60	-0.000288
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000217
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000145
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000074
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000003

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **6.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B16, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *6.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *57.60* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *18423.75* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

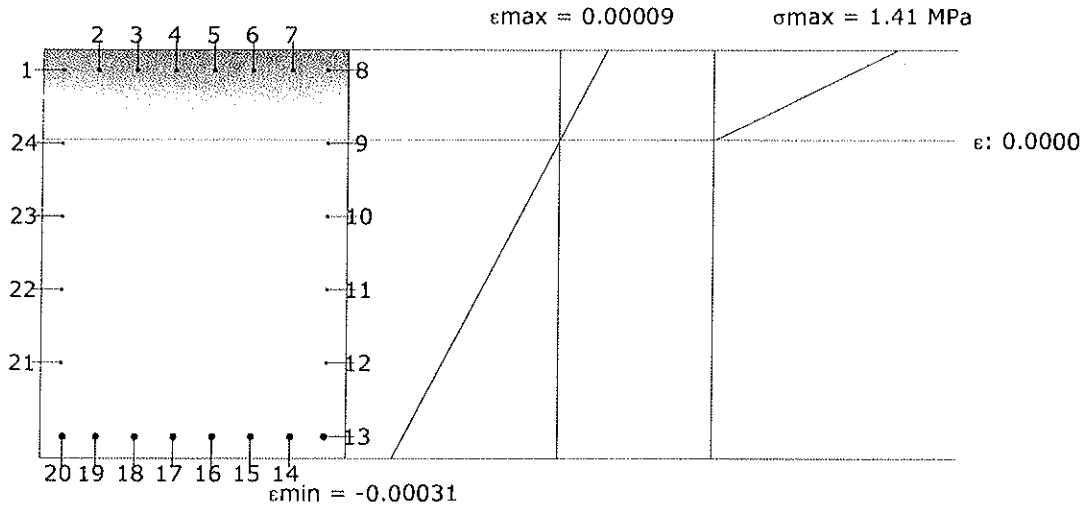
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *275.69* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013426

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000003
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000074
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000145
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000217
13	Ø1"	427.78	-602.77	-57.60	-0.000288
14	Ø1"	318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
15	Ø1"	190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
16	Ø1"	63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-57.60	-0.000288
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000217
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000145
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000074
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000003

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **7.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B16, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}.

Z: Parámetro de control.

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z : 7.3 kN/mm

Viga 1

013427

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *57.60* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : *27960.75* mm²

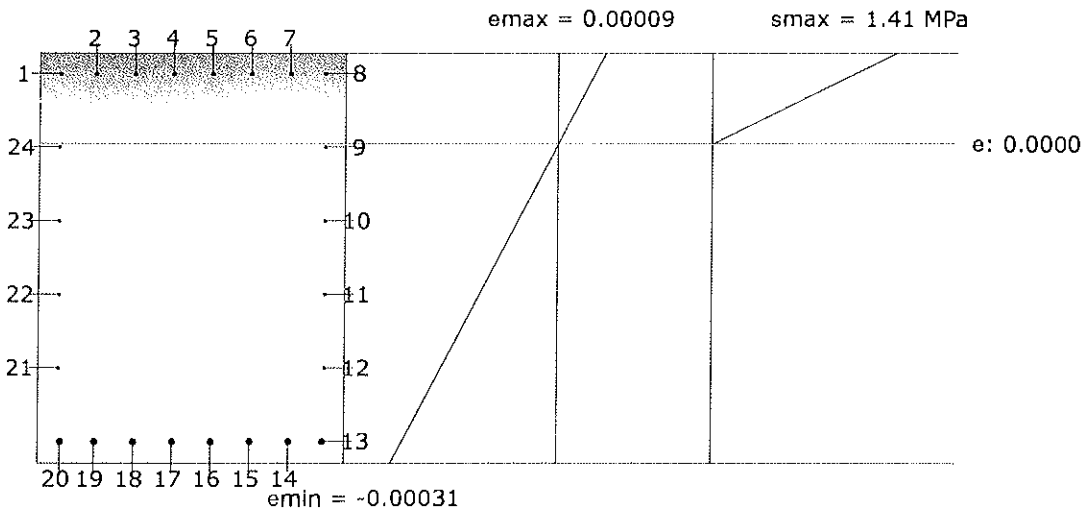
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *275.69* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000003
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000074
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000145
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000217
13	Ø1"	427.78	-602.77	-57.60	-0.000288
14	Ø1"	318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
15	Ø1"	190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
16	Ø1"	63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-57.60	-0.000288
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000217
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000145
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000074
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000003

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013428

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *1725.68* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *1479.87* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *50.68* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

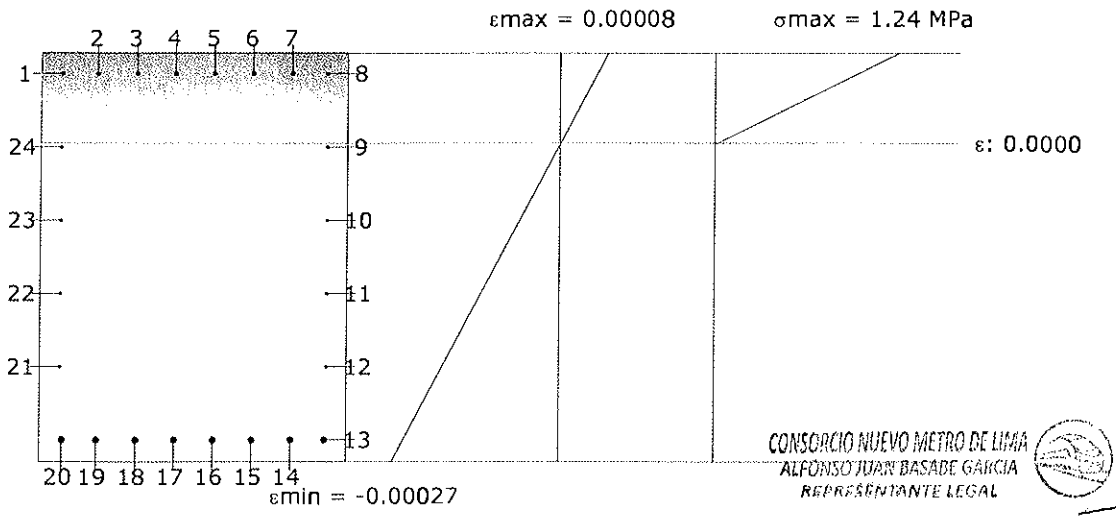
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,x}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,y}$** : *242.57* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013429

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000002
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000128
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000191
13	Ø1"	427.78	-602.77	-50.68	-0.000253
14	Ø1"	318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
15	Ø1"	190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
16	Ø1"	63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-50.68	-0.000253
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000191
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000128
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000065
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ s_1 : *1725.68* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ s_2 : *1479.87* mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *50.68* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

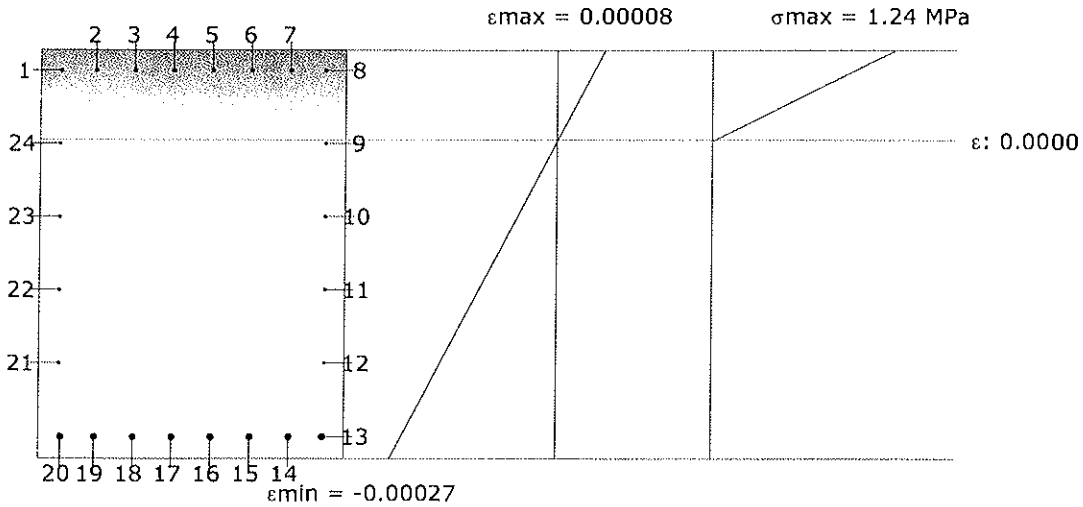
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *242.57* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013430



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000002
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000128
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000191
13	Ø1"	427.78	-602.77	-50.68	-0.000253
14	Ø1"	318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
15	Ø1"	190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
16	Ø1"	63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-50.68	-0.000253
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000191
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000128
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000065
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : *1725.68* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : *1479.87* mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *50.68* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : *59.53* mm

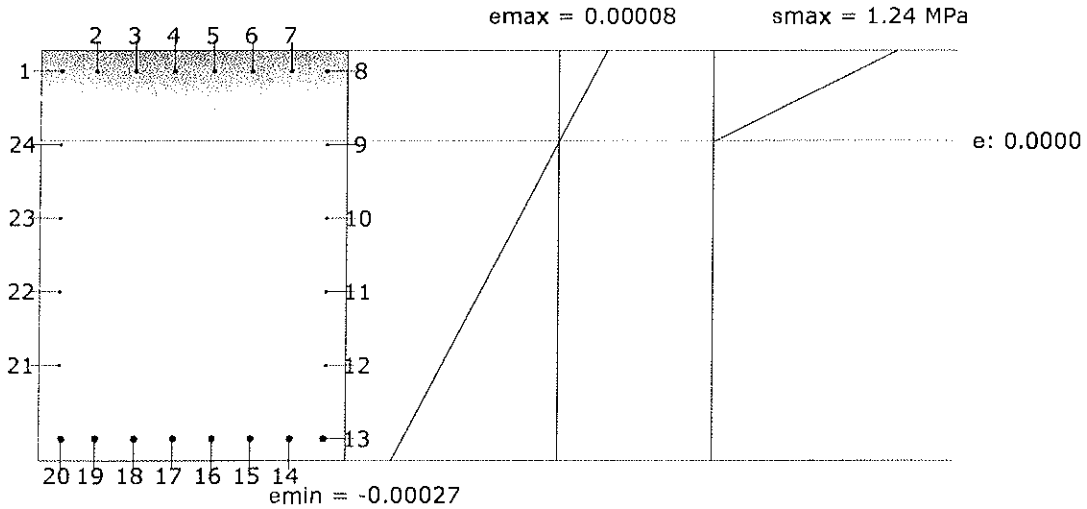
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *242.57* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000002
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000128
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000191
13	Ø1"	427.78	-602.77	-50.68	-0.000253
14	Ø1"	318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
15	Ø1"	190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
16	Ø1"	63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-50.68	-0.000253
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000191
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000128
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000065

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013432

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000002

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

VIGAS TIPO 5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 12

5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 21

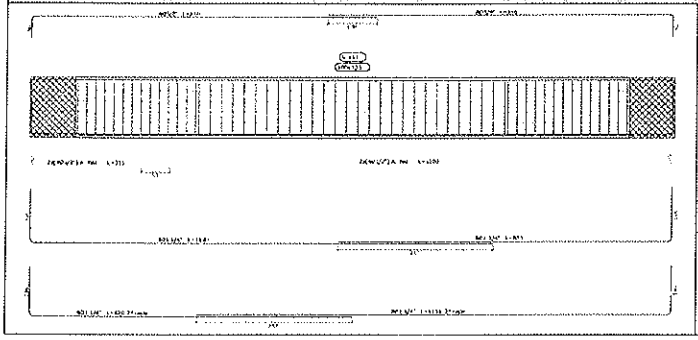
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013435

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría		
Dimensiones	:	100x135
Luz libre	:	12.2 m
Recubrimiento geométrico superior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	:	5.0 cm
Materiales		
Hormigón	:	f'c=300
Armadura longitudinal	:	Grado 60
Armadura transversal	:	Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_w	T_u	TNM_y	TV_y	TV_yS_t	$T,Disp._u$	$T,Disp._w$	$T,Geom._u$	$T,Arm._u$	
V-111: B14 - B15	Cumple	Cumple	'10.912 m' η = 47.2	'4.830 m' η = 86.7	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **86.7**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_w: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_u: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._u$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._w$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._u$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._u$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-111: B14 - B15	N.P.[1]	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	N.P.[1]	Cumple	x: 6.08 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	Estado
V-111: B14 - B15	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013436

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-111: B14 - B15

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **32 mm ≥ 32 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 32 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 32 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 31.8 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **126.67 cm² ≥ 86.36 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 64.77 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : 0.472 ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 752.05 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1592.38 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '10.912 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1873.39 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *1143.16* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *1955.29* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.010*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *126.67* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1243* mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *3126.38* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : *3126.38* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *730.22* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *4494.93* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1243* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : *600* mm

$s_1 = d/2$ s_1 : *625* mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1243* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: *1.63* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: *1.70* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

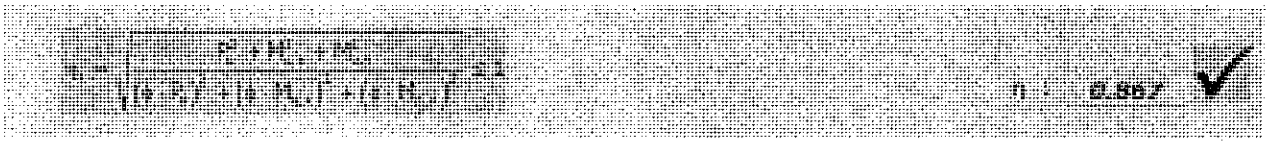
$f_{yt} \not> 420$ MPa

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '4.830 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.	P_u :	0.00	kN
M_u: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{u,x}$:	4673.98	kN·m
	$M_{u,y}$:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.	$\phi \cdot P_n$:	0.00	kN
$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.	$\phi \cdot M_{n,x}$:	5389.12	kN·m
	$\phi \cdot M_{n,y}$:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

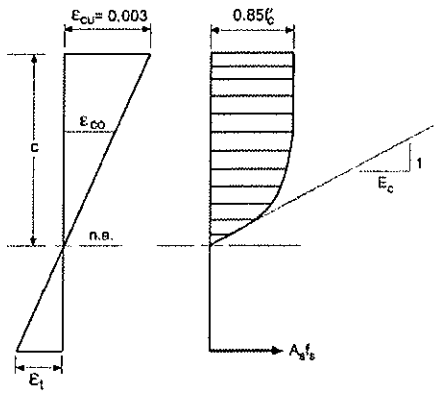
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

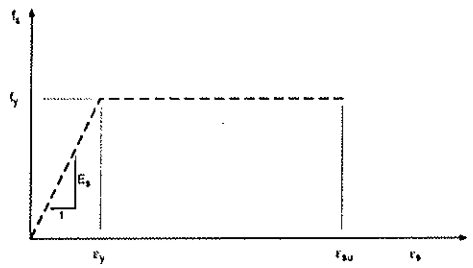


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

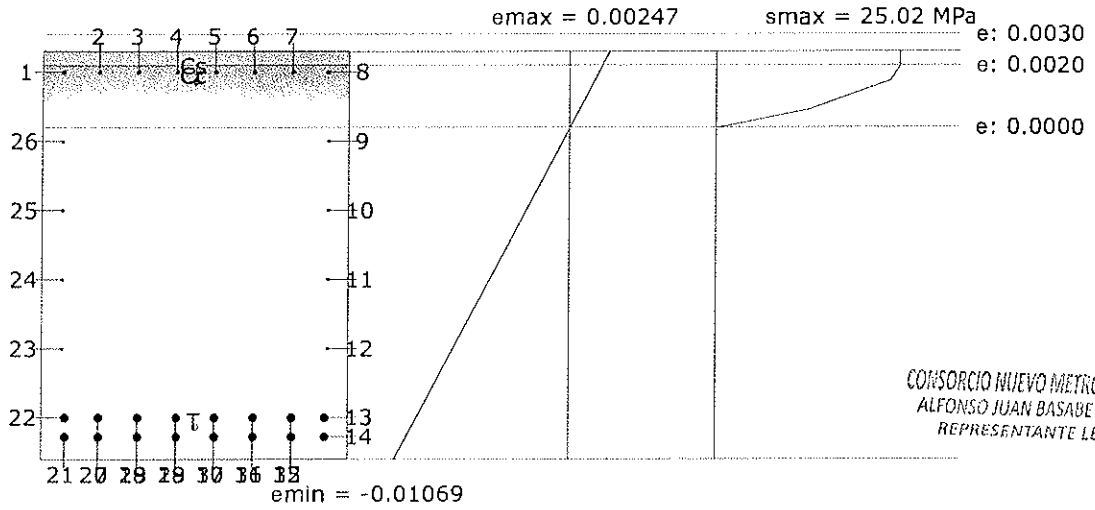
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ϵ
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+363.51	+0.001817
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+363.51	+0.001817
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+363.51	+0.001817
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+363.51	+0.001817
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+363.51	+0.001817
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+363.51	+0.001817
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+363.51	+0.001817
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+363.51	+0.001817
9	Ø1/2"	434.13	378.81	0.00	-0.000412
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.002642
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.004872
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.007101
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-412.02	-0.009331
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-412.02	-0.009950
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-412.02	-0.009950
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-412.02	-0.009950
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-412.02	-0.009950
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-412.02	-0.009950
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-412.02	-0.009950
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-412.02	-0.009950
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-412.02	-0.009950
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-412.02	-0.009331
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.007101
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.004872
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.002642
26	Ø1/2"	-434.12	378.81	0.00	-0.000412
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-412.02	-0.009331
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-412.02	-0.009331
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-412.02	-0.009331
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-412.02	-0.009331
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-412.02	-0.009331
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-412.02	-0.009331

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	4640.43	0.00	575.95
Cs	578.71	0.00	607.54
T	5219.14	0.00	-567.85

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : 0.00 kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: 5987.92 kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : 4640.43 kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : 578.71 kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : 5219.14 kN

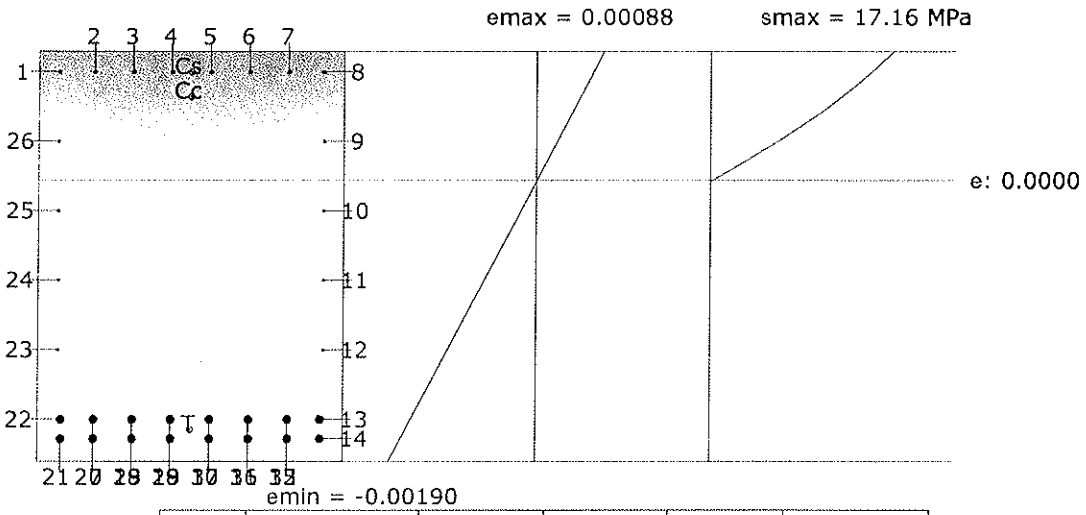
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013442

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	575.95	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-567.85	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0025	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0099	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	25.02	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	412.02	MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+148.15	+0.000741
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+148.15	+0.000741
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+148.15	+0.000741
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+148.15	+0.000741
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+148.15	+0.000741
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+148.15	+0.000741
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+148.15	+0.000741
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+148.15	+0.000741
9	Ø1/2"	434.13	378.81	0.00	+0.000270
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000200
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000671
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.001141
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-322.39	-0.001612
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-348.51	-0.001742
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-348.51	-0.001742
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-348.51	-0.001742
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-348.51	-0.001742
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-348.51	-0.001742
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-348.51	-0.001742
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-348.51	-0.001742
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-348.51	-0.001742

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-322.39	-0.001612
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.001141
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000671
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000200
26	Ø1/2"	-434.12	378.81	0.00	+0.000270
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-322.39	-0.001612
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-322.39	-0.001612
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-322.39	-0.001612
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-322.39	-0.001612
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-322.39	-0.001612
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-322.39	-0.001612

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	4013.37	0.00	526.37
Cs	235.85	0.00	607.54
T	4249.22	0.00	-569.09

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: *4673.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *4013.37* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *235.85* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *4249.22* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *526.37* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-569.09* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0009*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0017*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *17.16* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *348.51* MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013444

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013445

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-111: B14 - B15

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **23.4 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *23.4* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *197.53* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *75.40* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *22121.50* mm²

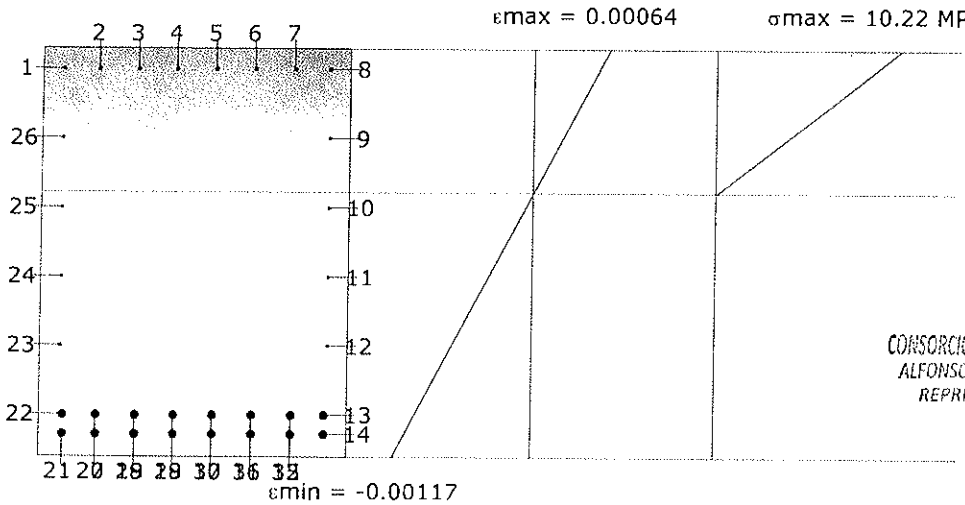
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,x}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,y}$: *2848.85* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013446

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **21.7 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 424.60 mm, Y = -599.60 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *21.7* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *214.61* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *75.40* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *13768.78* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

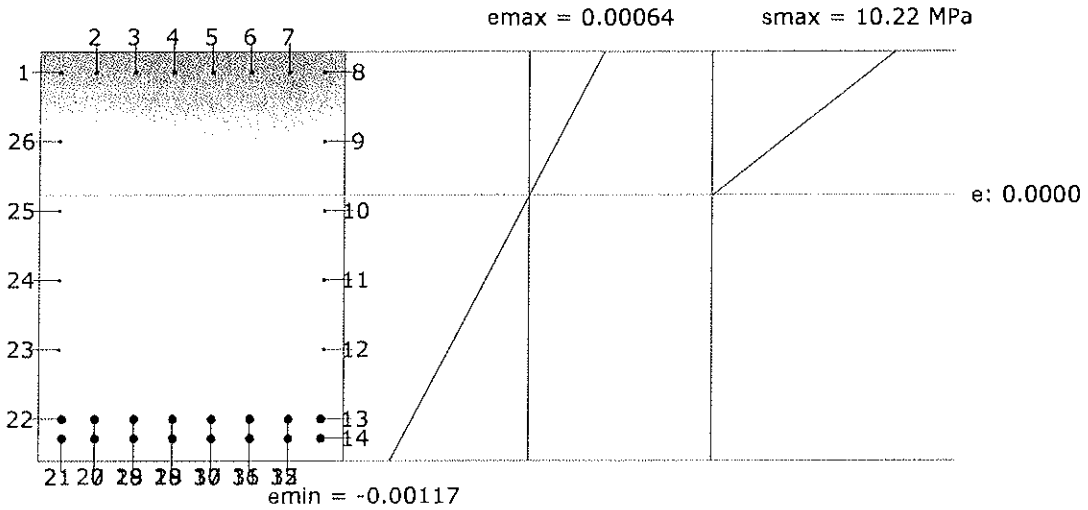
013447

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión).

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'.

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'.

N_{ed}	:	*0.00*	kN
$M_{ed,X}$	:	*0.00*	kN·m
$M_{ed,Y}$	:	*2848.85*	kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f, (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **23.4 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *23.4* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *197.53* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : *75.40* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : *22121.50* mm²

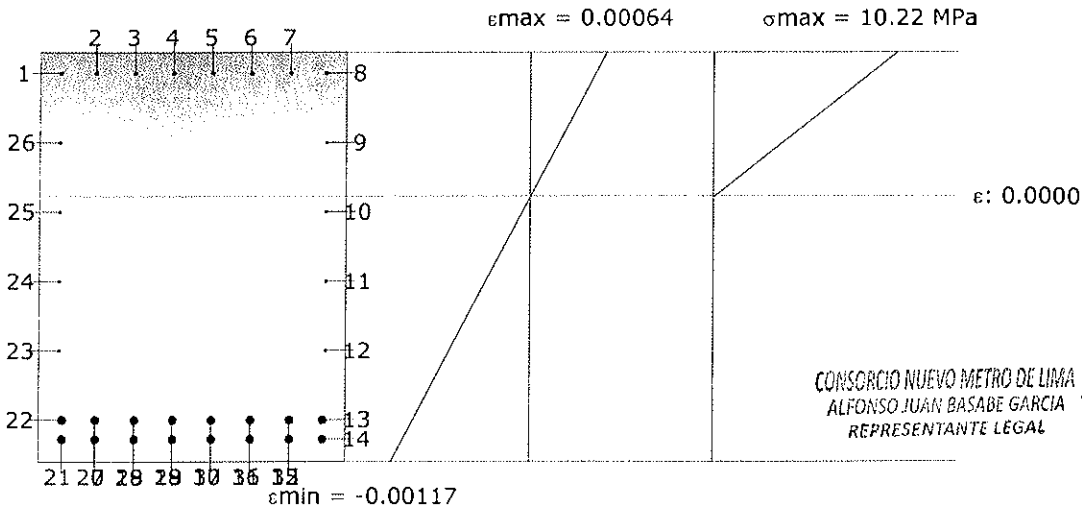
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *2848.85* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680

Viga 1

013449

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **146.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *146.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ s_1 : *995.76* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ s_2 : *903.61* mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *83.00* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : *59.53* mm

Viga 1

013450

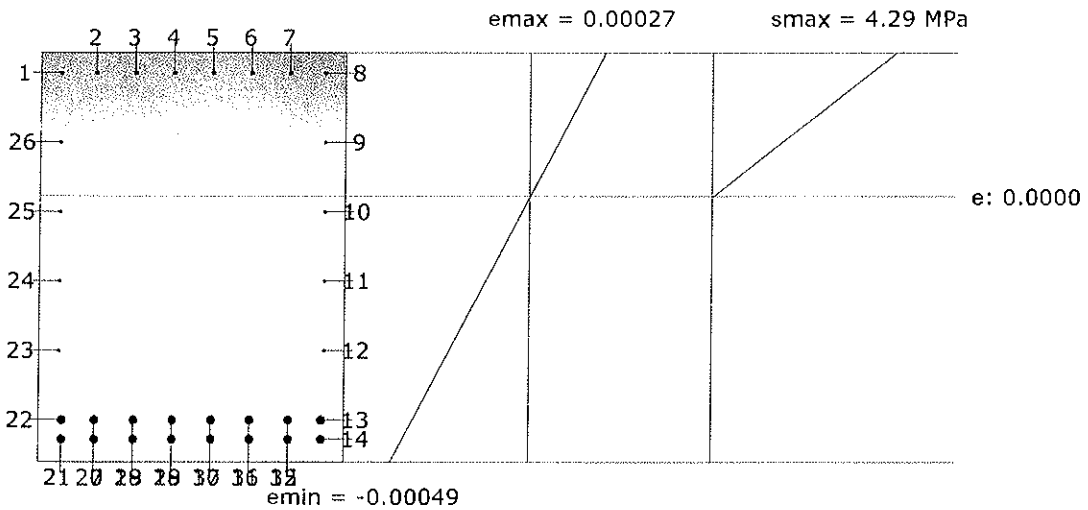
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *1197.08* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000027
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000156
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000286
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000286
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000156
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000027
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-83.00	-0.000415
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-83.00	-0.000415

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 293.86 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -599.60 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *293.86* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *293.86* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *349.48* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *214.61* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

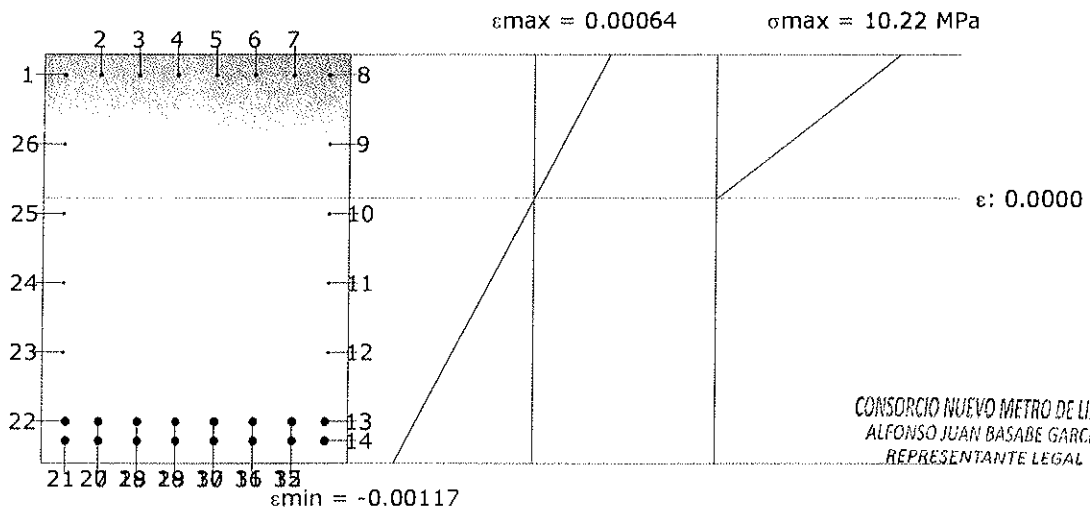
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *2848.85* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **146.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *146.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *995.76* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *903.61* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *83.00* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

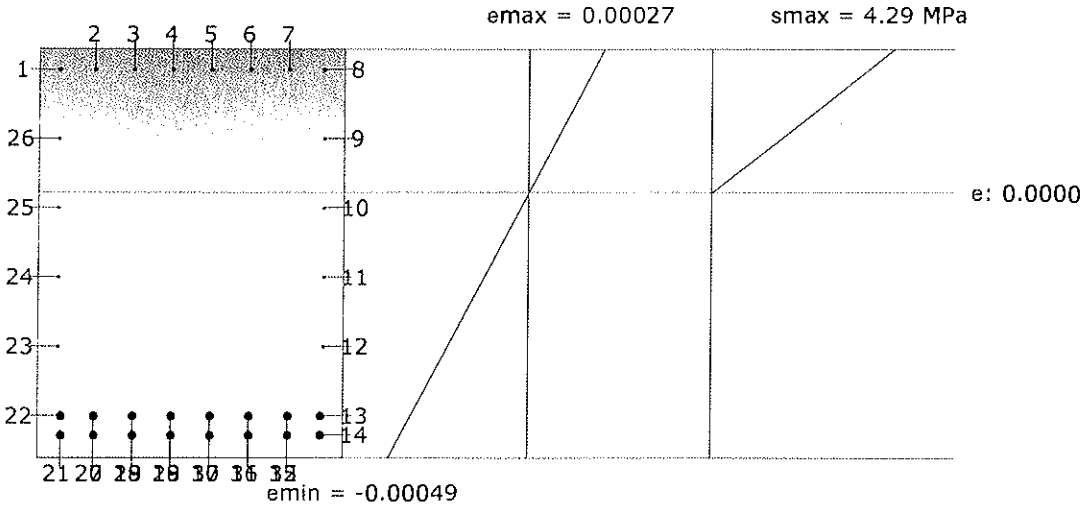
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013453

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 1197.08 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f, (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000027
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000156
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000286
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000286
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000156
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000027
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-83.00	-0.000415
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-83.00	-0.000415

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

VIGAS TIPO 6

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 21

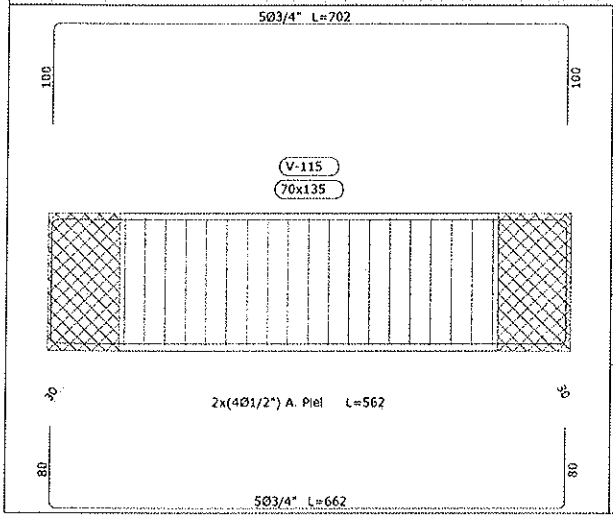
5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 32

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 70x135
Luz libre	: 3.7 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_{St}	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-115: B18 - B19	Cumple	Cumple	'2.400 m' η = 7.1	'0.400 m' η = 71.6	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **71.6**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{St}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-115: B18 - B19	x: 0.4 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 3.7 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 2.65 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Viga	Estado
V-115: B18 - B19	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-115: B18 - B19 (B18 - B19, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **114 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 19 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 19.1 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **14.25 cm² ≥ 11.37 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 8.53 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : 0.071 ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 96.51 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1368.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.400 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 1610.36 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *857.75* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *1410.66* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.002*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *14.25* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *700* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *37.69* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : *-37.69* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *9450.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *752.61* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *3242.90* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *700* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : *600* mm

$s_1 = d/2$ s_1 : *645* mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: *1.14* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: *1.19* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *700* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.400 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.716** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

$\mathbf{P_u}$: Esfuerzo normal de cálculo. — $\mathbf{P_u}$: 0.00 kN

$\mathbf{M_u}$: Momento de cálculo de primer orden. — $\mathbf{M_{u,x}}$: -471.55 kN·m

$\mathbf{M_{u,y}}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot \mathbf{P_n}$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot \mathbf{P_n}$: 0.00 kN

$\phi \cdot \mathbf{M_n}$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot \mathbf{M_{n,x}}$: -658.39 kN·m

$\phi \cdot \mathbf{M_{n,y}}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

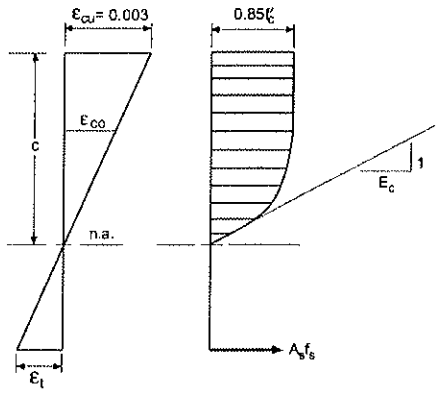
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013461

Viga 1

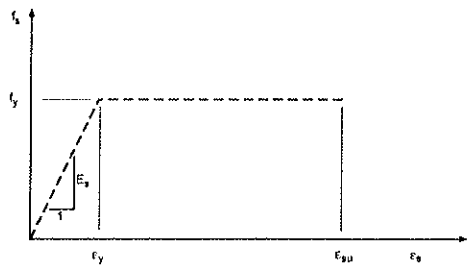


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

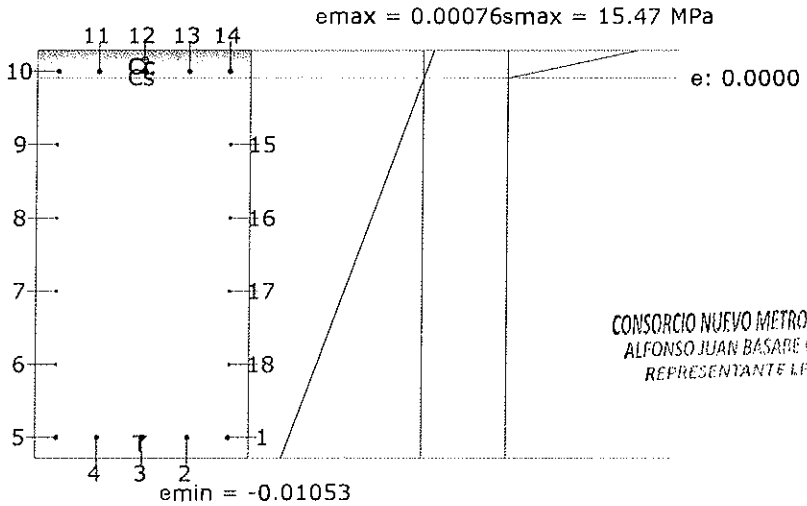
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-412.02	-0.009950
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-412.02	-0.009950
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-412.02	-0.009950
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-412.02	-0.009950
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-412.02	-0.009950
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.007923
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.005895
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.003868
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.001840
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+37.39	+0.000187
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.001840
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.003868
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.005895
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.007923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	533.84	0.00	-643.42
Cs	53.29	0.00	-605.95
T	587.13	0.00	605.95

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-731.55* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

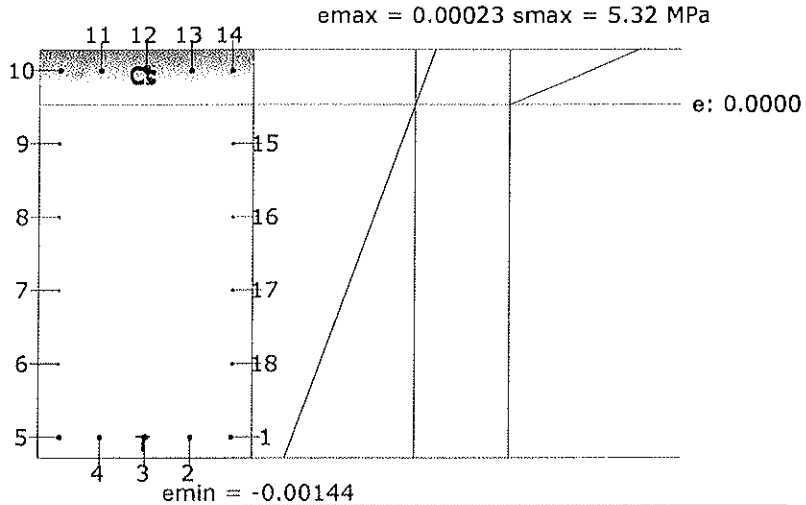
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *533.84* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *53.29* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *587.13* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-643.42* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-605.95* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *605.95* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0008*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *15.47* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013463

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-271.52	-0.001357
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-271.52	-0.001357
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-271.52	-0.001357
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-271.52	-0.001357
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-271.52	-0.001357
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.001058
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000758
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000459
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000159
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+28.05	+0.000140
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000159
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000459
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000758
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.001058

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	346.95	0.00	-613.56
Cs	39.97	0.00	-605.95
T	386.92	0.00	605.95

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *-471.55* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *346.95* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *39.97* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *386.92* kN

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-613.56	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-605.95	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	605.95	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0014	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.32	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	271.52	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-115: B18 - B19 (1.400 m - B19, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **114 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 19 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 19.1 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **14.25 cm² ≥ 12.16 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 9.12 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : 0.071 ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 96.51 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1368.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.400 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1610.36 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *857.75* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *1410.66* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.002*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *14.25* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *700* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *37.69* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : *-37.69* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *9450.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *752.61* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *3242.90* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IDAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. **s_{max}** : 600 mm

s_1 = d/2 **s_1** : 645 mm

s_2 = 600 mm **s_2** : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1281 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ **$A_{v,min}$** : 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ **$A_{v,min}$** : 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

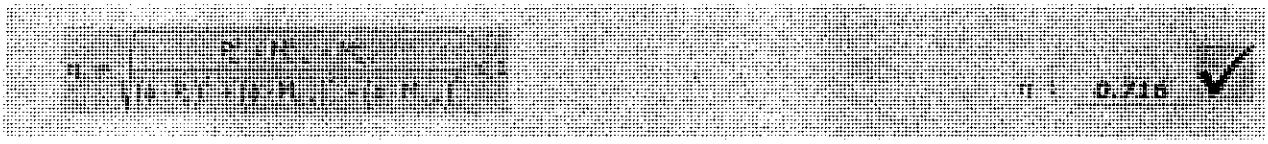
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.400 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. $M_{u,x}$: -471.55 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. $\phi \cdot M_{n,x}$: -658.39 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

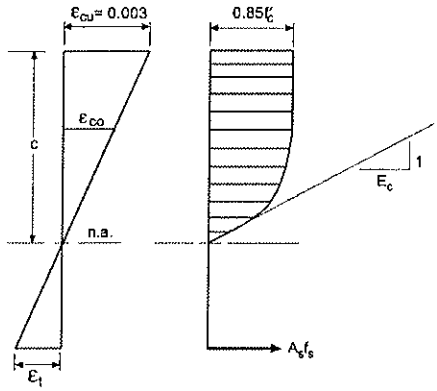
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013470

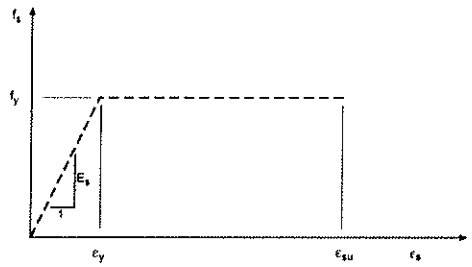


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : 0.0030

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : 0.0020

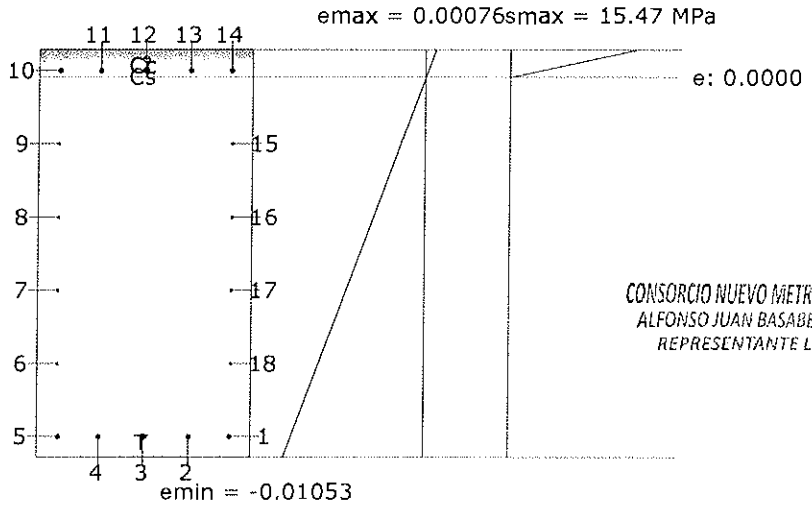
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : 0.0100

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_c (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-412.02	-0.009950
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-412.02	-0.009950
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-412.02	-0.009950
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-412.02	-0.009950
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-412.02	-0.009950
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.007923
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.005895
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.003868
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.001840
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+37.39	+0.000187
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.001840
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.003868
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.005895
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.007923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	533.84	0.00	-643.42
Cs	53.29	0.00	-605.95
T	587.13	0.00	605.95

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-731.55* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *533.84* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *53.29* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : *587.13* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-643.42* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-605.95* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *605.95* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0008*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*

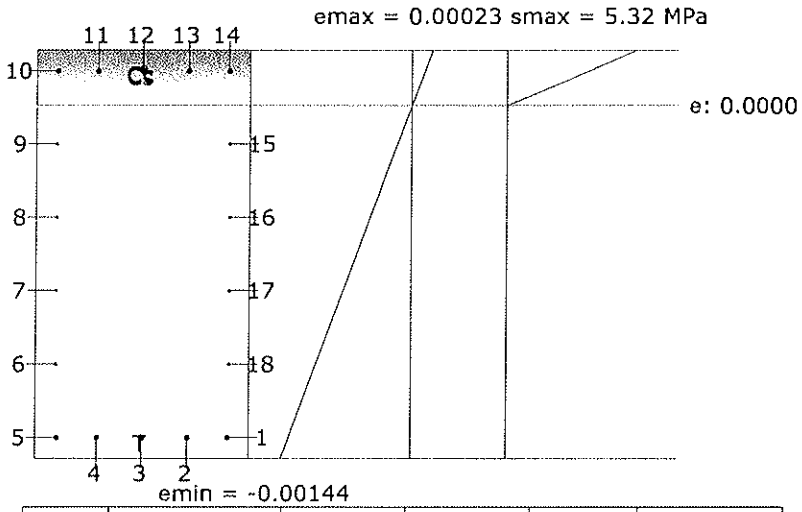
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *15.47* MPa

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-271.52	-0.001357
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-271.52	-0.001357
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-271.52	-0.001357
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-271.52	-0.001357
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-271.52	-0.001357
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.001058
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000758
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000459
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000159
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+28.05	+0.000140
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000159
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000459
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000758
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.001058

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	346.95	0.00	-613.56
Cs	39.97	0.00	-605.95
T	386.92	0.00	605.95

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *-471.55* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *346.95* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *39.97* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *386.92* kN

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-613.56	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-605.95	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	605.95	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0014	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.32	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	271.52	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-115: B18 - B19

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **18.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *18.6* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *165.71* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *69.05* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *20424.00* mm²

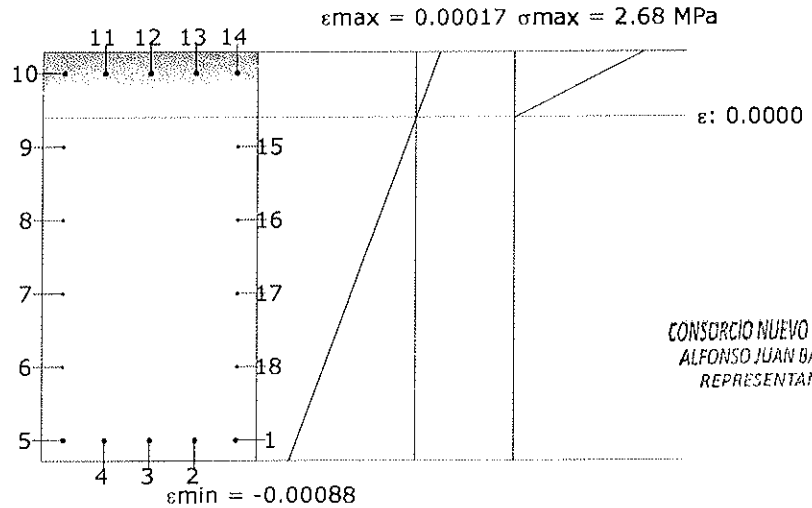
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *-285.53* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-165.71	-0.000828
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-165.71	-0.000828

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-165.71	-0.000828
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-165.71	-0.000828
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-165.71	-0.000828
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000640
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000451
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000263
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000074
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000074
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000263
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000451
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000640

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.2 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *20.2* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *165.71* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *69.05* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *26289.00* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

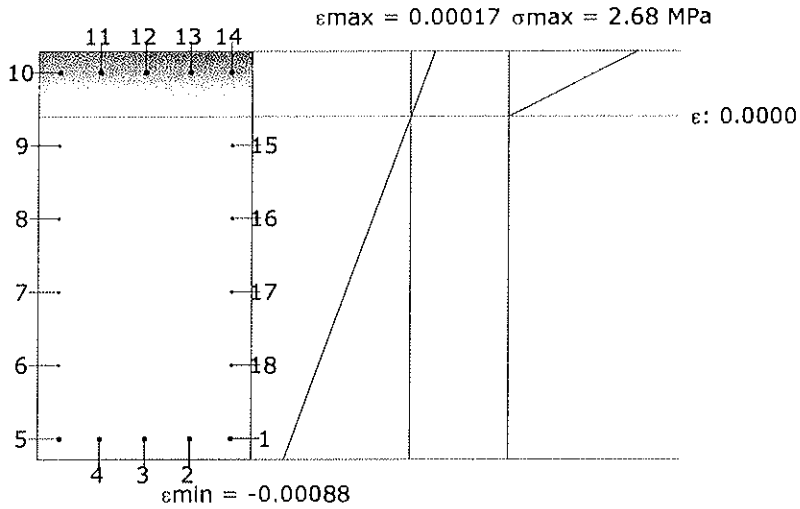
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *-285.53* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-165.71	-0.000828
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-165.71	-0.000828
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-165.71	-0.000828
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-165.71	-0.000828
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-165.71	-0.000828
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000640
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000451
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000263
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000074
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000074
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000263
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000451
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000640

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

<u>Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior</u> (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **6.2 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B19, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *6.2* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *55.55* MPa

Viga 1

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 69.05 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 20424.00 mm²

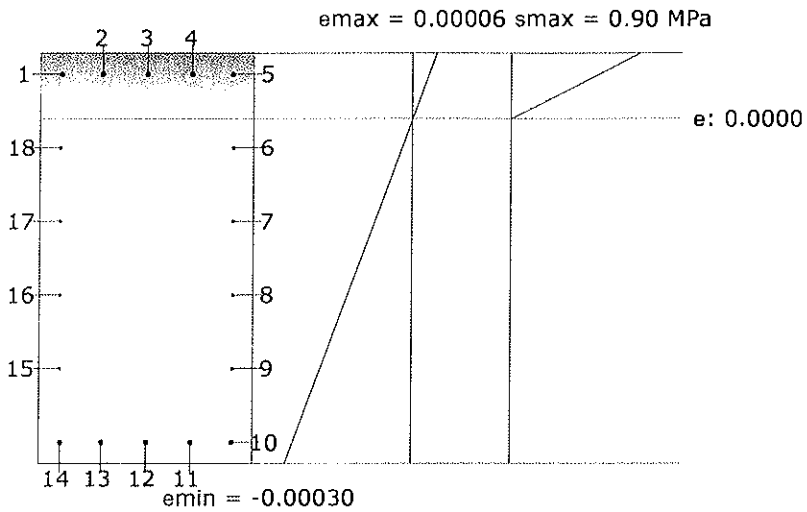
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 95.72 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000025
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000088
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000151
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000214
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	-55.55	-0.000278
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	-55.55	-0.000278
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	-55.55	-0.000278
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	-55.55	-0.000278
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	-55.55	-0.000278
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000214
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000151
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000088
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000025

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.2 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *20.2* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *165.71* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *69.05* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *26289.00* mm²

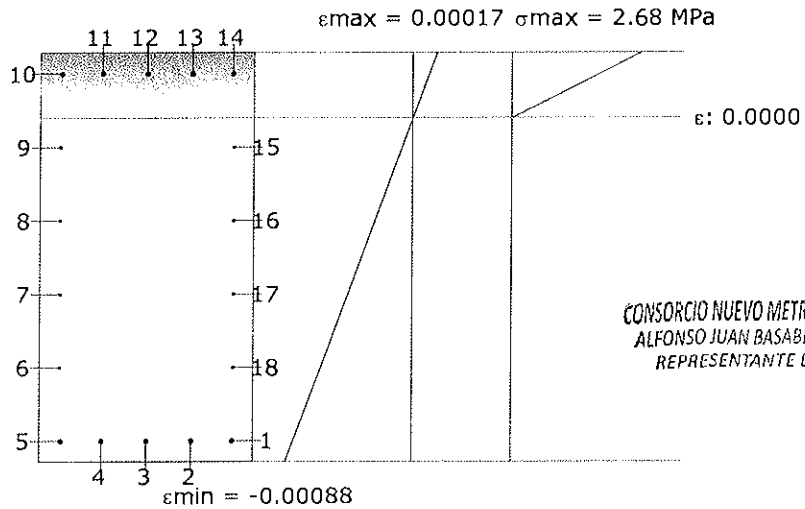
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-285.53* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-165.71	-0.000828
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-165.71	-0.000828
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-165.71	-0.000828

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-165.71	-0.000828
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-165.71	-0.000828
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000640
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000451
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000263
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000074
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000074
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000263
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000451
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000640

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **147.62 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en el nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *147.62* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ **s_1** : *553.52* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ **s_2** : *554.47* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *135.26* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

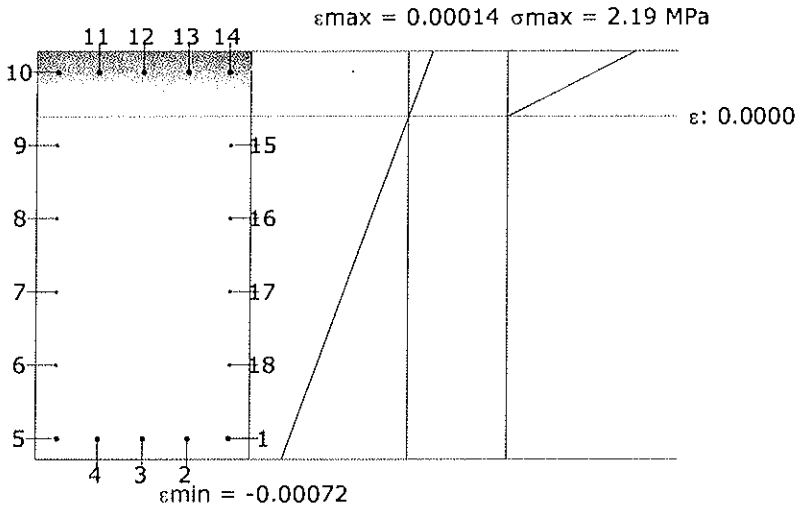
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-233.08* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-135.26	-0.000676
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-135.26	-0.000676
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-135.26	-0.000676
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-135.26	-0.000676
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-135.26	-0.000676
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000522
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000368
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000214
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000060
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000060
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000214
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000368
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000522

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.38 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. — **s** : *242.38* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: — **s_{max}** : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ — **s_1** : *553.52* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ — **s_2** : *554.47* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013482

Viga 1

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 135.26 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

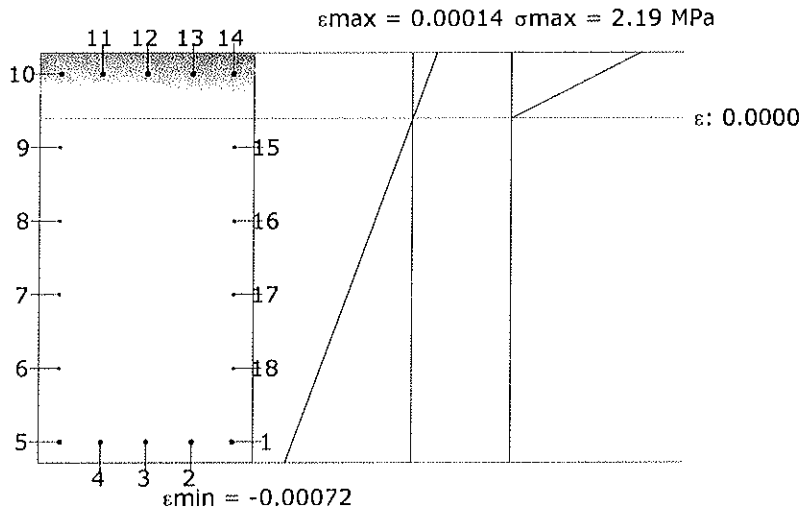
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: -233.08 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-135.26	-0.000676
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-135.26	-0.000676
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-135.26	-0.000676
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-135.26	-0.000676
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-135.26	-0.000676
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000522
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000368
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000214
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000060
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000060
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000214
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000368
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000522

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ — **147.62 mm ≤ 300.00 mm** ✓

Viga 1

013483

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 2.650 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. s : *147.62* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ s_1 : *23322.23* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ s_2 : *18529.77* mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *4.05* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : *59.53* mm

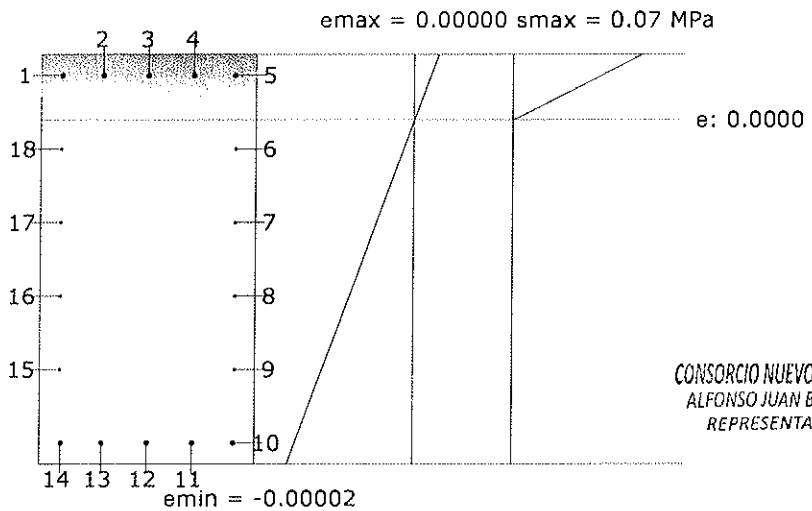
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *6.97* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000006
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000011
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000016
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	-4.05	-0.000020
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	-4.05	-0.000020
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	-4.05	-0.000020

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	-4.05	-0.000020
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	-4.05	-0.000020
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000016
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000011
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000006
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.38 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.38* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *553.52* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *554.47* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *135.26* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

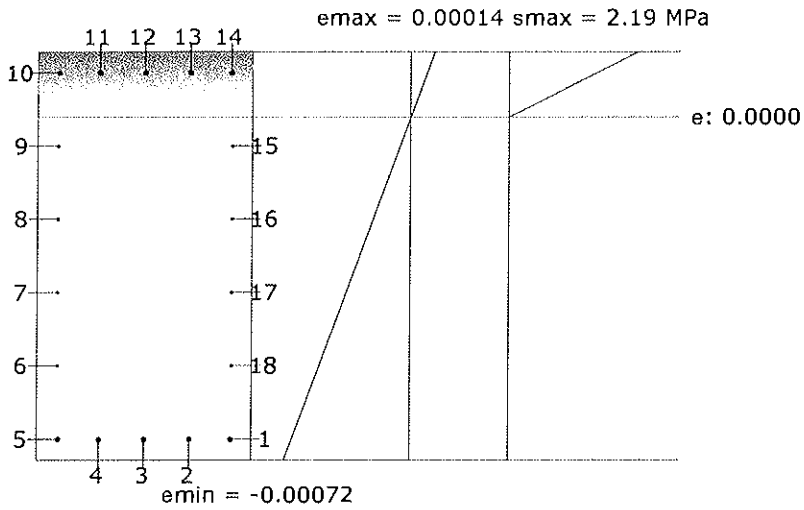
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-233.08* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-135.26	-0.000676
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-135.26	-0.000676
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-135.26	-0.000676
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-135.26	-0.000676
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-135.26	-0.000676
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000522
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000368
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000214
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000060
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000060
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000214
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000368
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000522

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013486

HOJA EN BLANCO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013487

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 1	RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	A.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES
	Apéndice 1: Planos
	A.3. TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO
	Apendice 1: Planos
TOMO 3	A.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO
	Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
	Apéndice 2: Registros de calicatas
	Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ
	Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
	Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
	Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5. TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1. Diseño del Trazado
	Apéndice 1:Planos
TOMO 6	A.5.2 Tipo de Superestructura de vía
	Apéndice 1:Planos
	A.5.3. Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas
	Apéndice 1: Planos
	A.5.4. Estudio funcional de la superestructura de vía
	Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5. Estudio de ruido y vibraciones
	Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6. TUNEL
	A.6.1. Memoria descriptiva general de túneles
	Apéndice 1: Planos
	A.6.2. Selección del diámetro del túnel
	Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos
	Apéndice 2. Planos de secciones tipo
	Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3. Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal
	Apéndice1.Planos
	A.6.4. Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes
	Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario
	Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
	Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea
	Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
	A.6.5. Selección de TBM
TOMO 8	A.6.6. Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1. Pozos de ataque para TBM
	Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
	Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
	Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
	Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2. Logística TBM
	Apéndice 1: Planos
	A.6.7. Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.
	Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
	Apendice 2: Cálculos de subsidancias de la L4
	Apéndice 3. Planos
	A.6.8. Sistema de Monitoreo y Auscultación.
	Apendice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9. Excavación en trinchera (método Cut & Cover)
	Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
	Apendice 2. CálculosTerceras Vías
	Apendice 3. Cálculos ramales Santa Anita
	Apéndice 4. Planos
	A.6.10. Excavación en caverna
	Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
	Apéndice 2.Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013488

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavernas
	Apéndice 4. Planos
	A.7. ESTACIONES DE PASAJEROS
	A.7.1. Memoria Descriptiva General por estación
TOMO 10	Apéndice 1: Planos definición funcional
	A.7.2. Arquitectura por tipología de estación.
	Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
	A.7.3. Excavación y tratamiento de consolidación por tipología
	Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
	A.7.4. Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.
TOMO 11	Apendice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
	Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
	Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.
	A.7.5. Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
	Apéndice 1.Cálculos de evacuación
	Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
	Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
TOMO 12	**A.7.6. Instalaciones ferroviarias en estación**
	A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5 Sistema de señalización
	A.7.6.6 Dimensionamiento de torniquetes
	A.7.7. Simulaciónes del flujo de pasajeros
	Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
	Apéndice 2.Informes de simulación
	A.7.8 Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación
	A.7.8.1. Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2. Hidrología y drenaje
TOMO 13	Apéndice 1: Planos
	A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA
	A.8. Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana
	Apendico 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1. Estaciones Línea 2
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
	A.8.2. Estacionea Línea 4
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
	A.8.3. Soluciones de ingenieria
	A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidaa de Emergencia Línea 2
	A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
	A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)
TOMO 14	Apéndice 1: Planos
	A.9. PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA
	A.9.1. Memoria descriptiva general
	A.9.2. Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller
	Apéndice 1: Equipos
	Apéndice 2: Planos generales
	A.9.3 Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia
	A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia
TOMO 15	Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4 Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia
	A.9.4.1. Estructuras de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2. Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia
	Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5 Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes
	A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller
	A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos
	Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
	Apendice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freatico
	Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatico
	A.9.6. Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres
	A.9.6.1. Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 16	Apéndice 1: Planos
	A.9.6.2. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.
	A.9.6.3. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.
	A.9.7. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia
	A.10. DESVÍOS
	Apéndice 1: Planos macrodesvíos
	B DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1 Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento
	Equipos
	B.1.a.1 Selección de procedencia y tecnología
	B.1.a.2 Seguridad, oportunidad y optimización
	B.1.a.3 Gestiones y ruta crítica
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
	Materiales
	B.1.b.1 Selección de procedencia y tecnología
	B.1.b.2 Seguridad, oportunidad y optimización
	B.1.b.3 Gestiones y ruta crítica
	Gestiones. Transporte a pie de obra
	Gestiones. Importación
	Gestiones. Acopios
	Ruta crítica.Cronograma de suministro
TOMO 17	C DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1 INSTALACIONES FERROVIARIAS
	C.1.1. Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía
	Apéndice 1: Planos
	C.1.2. Instalaciones ferroviarias
	Diseño
	C.1.2.1 Señalización y control
	C.1.2.2 Puertas de andén
	C.1.2.3 Mando y control centralizado
	C.1.2.3.1 SCADA-DWH
	C.1.2.3.2 IWS
	C.1.2.3.3 Servica Aveilability
	C.1.2.4 Control de pasajeros
	C.1.2.5 Sistema de Alimentación
	C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica
	C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones
	C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9 Subsistema Data Communication System (DCS)
	C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11 Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo
	C.1.2.8 Puesto Central de comando y control
	C.1.2.9 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA
	Suministro e instalación
	C.1.2.10 Suministro e istalación
TOMO 18	**C.2 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS**
	C.2.1. Diseño de lae instalaciones no ferroviarias
	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos
	Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013490

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO				CONTENIDO
TOMO 22		C.2.2.		Suministro e instalacion
TOMO 23	D			DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1			DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
		D.1.1.		Configuración del tren
		D.1.2.		Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
		D.1.3.		Gálibo
		D.1.4.		Capacidad de transporte del tren
		D.1.5.		Características de los trenes
		D.1.6.		Prestaciones de los trenes
		D.1.7.		Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
		D.1.8.		Salidas de emergencia del tren
		D.1.9.		Composición estructural de las cajas
		D.1.10.		Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
		D.1.11.		Design Book
TOMO 24	E			METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.			METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
		E.1.a		Memoria descriptiva
			E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles
				Metodología constructiva de las obras civiles
				Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles
				Metodología constructiva con tuneladora
				Estratagia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
			E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
		E.1.b		Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
		E.1.c		Listado de equipos y herramientas especiales
		E.1.d		Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2			RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3			LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F			ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.			Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H			PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1			PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2			TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3			CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4			FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5			PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6			FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7			PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8			PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9			DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10			PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11			PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I			PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1			ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2			INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3			TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4			EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5			TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6			AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL
				IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA.
				DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7			PERSONAL REQUERIDO
	I.8			LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013491

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	I.9 OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1. Plan General de Calidad.
	Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2. Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3. Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4. Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5. Plan de Calidad del Material Rodante
	J.1.6. Plan de Calidad en Explotación
	J.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1. Gestión Ambiental
	K.1.1.1 Gestión Ambiental Diseño y Construcción
	Apendice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
	Apendice 2: Matrices embientales
	Apendice 3: Fichas ambientales
	Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
	Apendice 5: Plan de gestión de residuos
	Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
	Apendice 7: Informe de evaluación arqueológice
	Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos
	Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica
	Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
	Subepéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
	Apendice 8: Planos de gestión ambiental
	Apendice 9: Planos arqueología
TOMO 28	K.1.1.2 Gestión Ambiental Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
	K.1.2. Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1 Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
	Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2 Plan de Seguridad y Salud en Explotación
	Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.
	M.2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS
	N.2.	HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.	ESTUDIOS BÁSICOS
	O.1.1.	Topografía de detalle
TOMO 30		Apéndice 1: Planos
	O.1.2	Estudio geotécnico
		Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
		Apendice 2: Registro de calicata
		Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apendice 5: Planos
	O.1.3.	Análisis de riesgo sísmico
		Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
		Apéndice 2: Curvas de probabilidad da excendencia para aceleración espectral T=0 s.
		Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme
TOMO 31		Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico
		Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias
		Apéndice 1: Planos
	O.2.	GEOMETRIA (Trazado)
	O.2.1.	Trazado de las vías
		Apéndice 1: Planos
	O.3	TÚNELES
	O.3.1.	Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos
	O.3.2.	Diseño de las secciones tipo de túnel
		Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
		Apéndica 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimianto por métodos analíticos.
		Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
		Apéndica 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de linea
		Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles.
		Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias.
		Apéndice 7. Planos
TOMO 32	O.3.3	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres)
		Apéndice 1:Cálculos de ramales Santa Anita
		Apéndice 2:Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación)
		Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1.	Memoria descriptiva de las estaciones
		Apéndice 1. Planos
	O.4.2.	Arquitectura de estaciones
	O.4.3.	Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
		Apéndice 1. Cálculos de evacuación
		Apéndice 2: Planos
		Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
TOMO 33	O.4.4.	Estructuras
		Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34		Apéndice 2: Memoria de cálculo estructural. Estación Óvalo Santa Anita
		Apéndice 3: Planos
	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional
		Apéndice 1: Planos
	O.5.2	Excavaciones y muros de contención. Estructuras
TOMO 35		Apéndice 1:Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita
		Apéndice 1:Planos
	O.5.4	Plan de movimiento de tierras
	O.6	CRONOGRAMA
	O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013493

O.4.4	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.4. ESTRUCTURAS

APÉNDICE 2. MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Índice

1 Introducción 1
2 Geometría estación. 1
3 Parámetros geotécnicos. 3
4 Dimensionamiento estructural. 4
4.1 Propiedades de los materiales 4
4.1.1 Concreto 4
4.1.2 Acero de refuerzo. 4
4.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo. 5
4.2 Estados de cargas. 5
4.2.1 Cargas muertas y cargas vivas 5
4.2.2 Carga de tren 6
4.2.2.1 Cargas vivas verticales de tren 6
4.2.2.2 Cargas vivas horizontales de tren 6
4.2.2.3 Cargas dinámicas 6
4.2.3 Cargas térmicas 7
4.2.4 Viento 7
4.2.5 Carga sísmica 7
4.2.6 Construcción y montaje 7
4.2.7 Presión de tierra 7
4.2.8 Presión de agua 9
4.2.8.1 Empuje lateral y subpresión 9
4.2.9 Sobrecargas por edificación existente 9
4.3 Combinaciones de carga 9
4.3.1 Denominación de cargas 9
4.3.2 Combinaciones ELU. 10
4.3.3 Combinaciones ELS. 10
4.4 Verificación estructural. 11
4.4.1 Criterios de deflexión. 11
4.4.1.1 Losas de piso y techos. 11
4.4.1.2 Muros de contención. 11
4.4.2 Durabilidad 11
4.4.2.1 Clases de exposición 11
4.4.2.2 Ancho de las fisuras. 11
4.4.3 Resistencia a fuego. 12
4.5 Bibliografía y referencias. 12
5 Dimensionamiento de pantallas 12
5.1 Pantallas tipo 1 14
5.1.1 Envolvente de esfuerzos 14
5.1.1.1 Momento flector de diseño 14
5.1.1.2 Momento flector de servicio 15
5.1.1.3 Esfuerzo cortante 16
5.1.2 Dimensionamiento del refuerzo 17
5.2 Pantallas tipo 2 34

5.2.1 Envolvente de esfuerzos. 34
5.2.1.1 Momento flector de diseño. 34
5.2.1.2 Momento flector de servicio. 35
5.2.1.3 Esfuerzo cortante. 36
5.2.2 Dimensionamiento del refuerzo. 37
6 Dimensionamiento del dintel 51
6.1 Generalidades. 51
6.2 Bases de cálculo. 51
6.2.1 Cargas. 51
6.2.2 Combinaciones. 51
6.2.3 Modelo de cálculo. 52
6.3 Esfuerzos de cálculo. 52
6.3.1 Momento Y, cuantía inferior. 53
6.3.2 Momento X, cuantía inferior. 54
6.3.3 Momento Y, cuantía superior. 55
6.3.4 Momento X, cuantía superior. 56
6.3.5 Cortante total 57
6.4 Justificación de refuerzos. 58
6.4.1 Metodología 58
6.4.2 Refuerzo transversal inferior (T.I) 59
6.4.2.1 Estado Límite de Resistencia 59
6.4.2.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 63
6.4.3 Refuerzo longitudinal inferior (L.I) 66
6.4.3.1 Estado Límite de Resistencia 66
6.4.3.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 71
6.4.4 Refuerzo transversal superior (T.S) 73
6.4.4.1 Estado Límite de Resistencia 73
6.4.4.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 78
6.4.5 Refuerzo longitudinal superior (L.S) 80
6.4.5.1 Estado Límite de Resistencia 80
6.4.5.2 Estado Límite de Servicio (fisuración) 83
6.4.6 Cortante 85
6.4.7 Punzonamiento 87
6.4.8 Zunchos y vigas 92

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

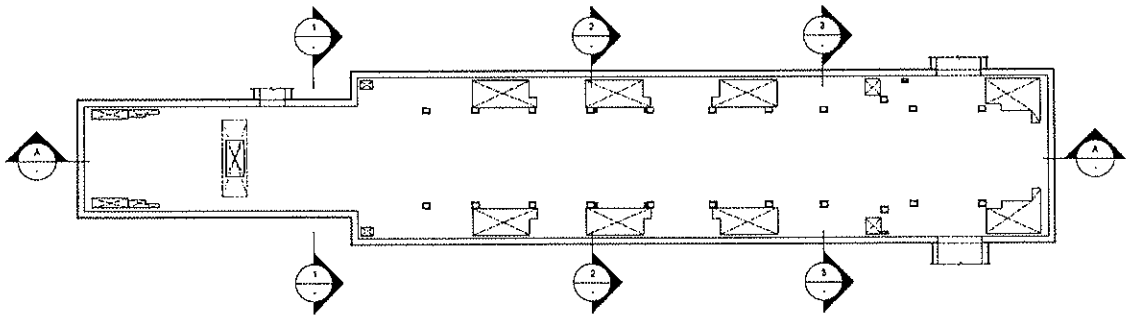
013496

1 INTRODUCCIÓN.

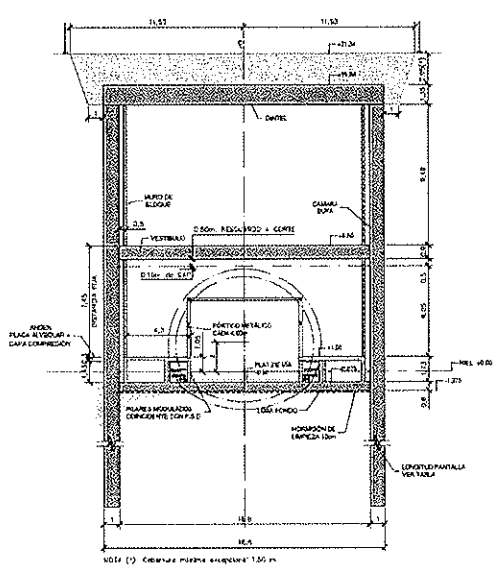
El presente documento tiene como objeto definir el procedimiento de cálculo seguido para el dimensionamiento de los distintos tipos de pantallas y dintel de la Estación Óvalo Sta. Anita, incluida en el proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambeta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao". Provincias de Lima y Callao. Región Lima.

2 GEOMETRÍA ESTACIÓN.

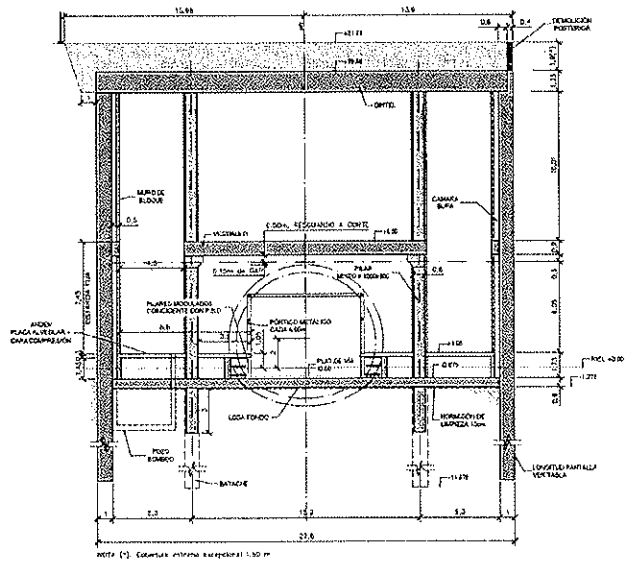
A continuación se muestra una serie de capturas para aclarar la geometría de la estación, la ubicación y extensión de las zonas con distinto gálibo horizontal así como las cotas en las que se encuentran los distintos niveles de forjado (dintel, vestíbulo y andén).



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A



SECCIÓN 1-1



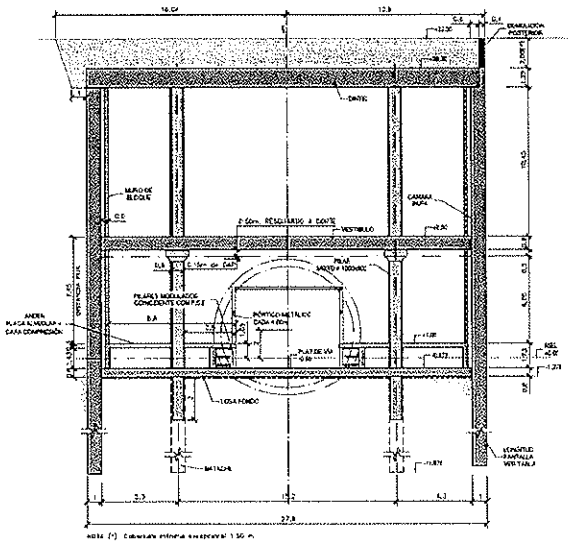
SECCIÓN 2-2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

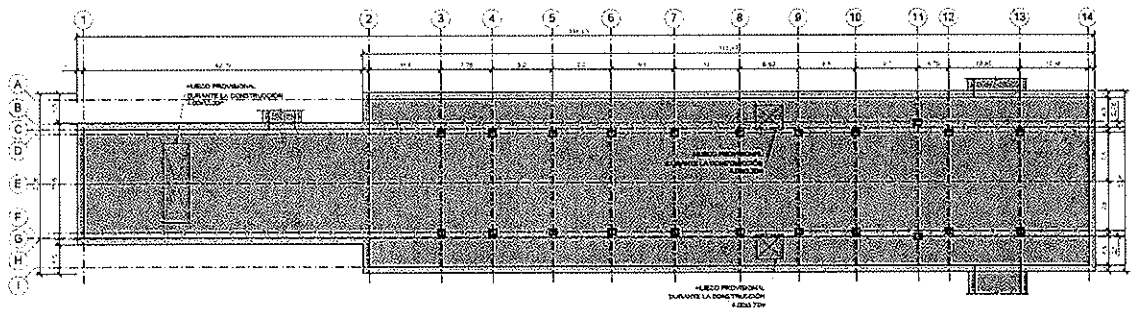
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.4.2. Estructuras

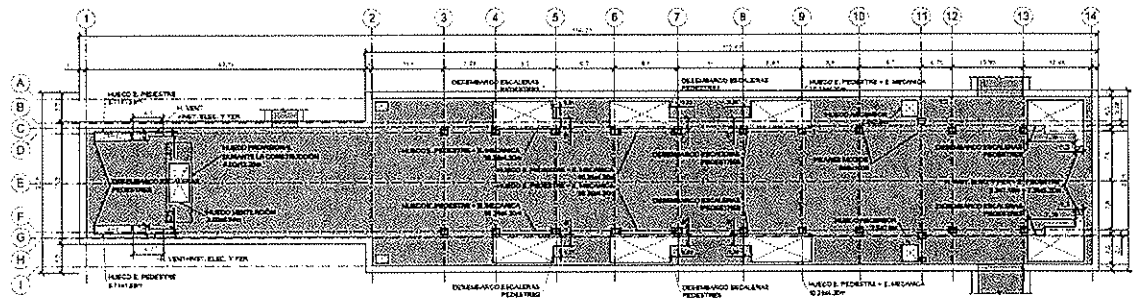
013497



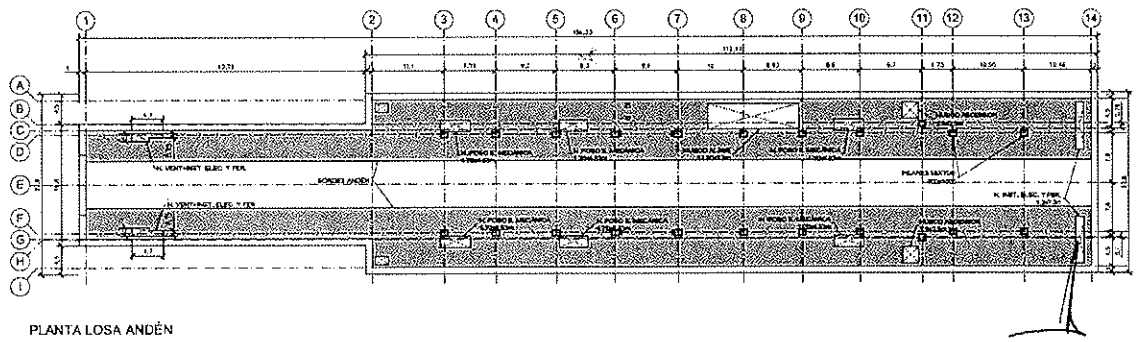
SECCIÓN 3-3



PLANTA LOSA DINTEL



PLANTA LOSA VESTÍBULO

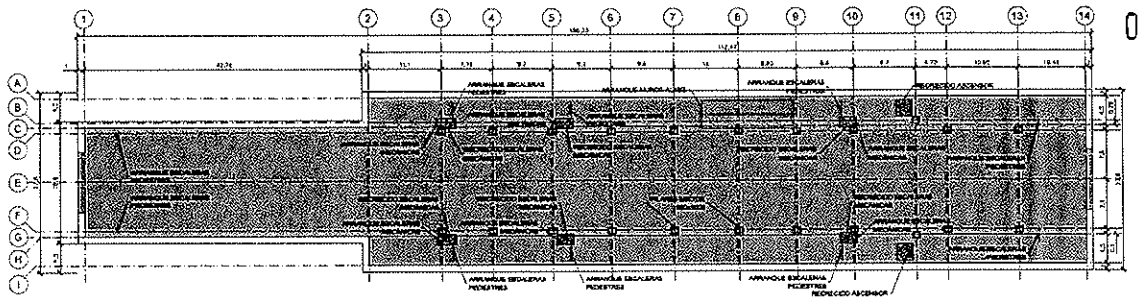


PLANTA LOSA ANDÉN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013498

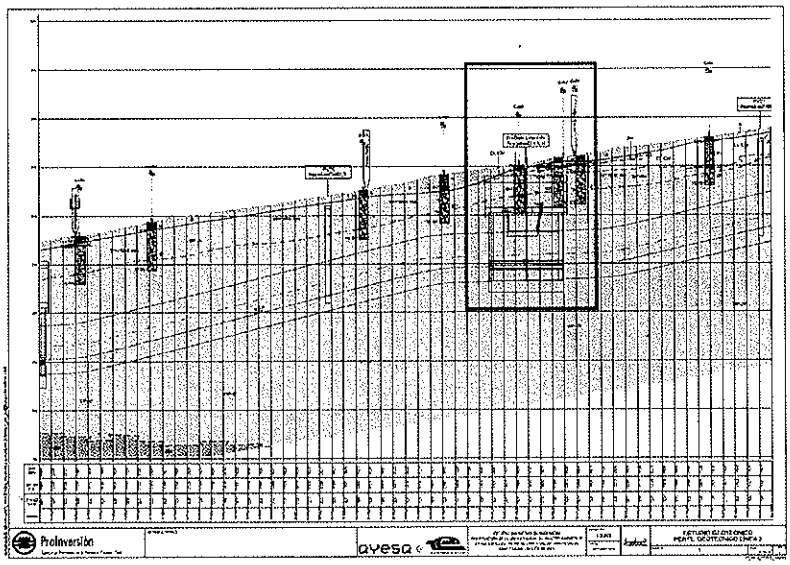


PLANTA LOSA BAJO ANDÉN

El gálibo horizontal entre pantallas en la estación Óvalo Sta. Anita puede ser de 16.80m en la zona de la sección 1 y 25.80m en la zona de las secciones 2 y 3.

3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.

A partir del documento: 01_GEO_PERFIL_L2 en el que se muestra el perfil geotécnico de la línea 2, se identifica en la ubicación de la estación el perfil estratigráfico de dicho área para su identificación y caracterización.



El perfil estratigráfico considerado utilizado en el estudio y dimensionamiento de las pantallas es: (ver apartado 4.2.7)

R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

R	0.00	-1.50
GP-S s	-1.50	-5.00
GP-s f	-5.00	-50.00

4 DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL.

En el presente apartado se describen las bases de cálculo a considerar en el cálculo de las estructuras de las estaciones enterradas. Estas bases han sido redactadas siguiendo las Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6).

4.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Atendiendo a A6-18.2.8., se emplean los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado.

4.1.1 Concreto.

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto:

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado A B	 34,3 MPa (350 Kg/cm^2) 31,4 Mpa (320 Kg/cm^2)
Concreto reforzado C D E	 27,4 MPa (280 Kg/cm^2) 20,6 MPa (210 Kg/cm^2) 17,2 MPa (175 Kg/cm^2)
Concreto simple F	 13,7 MPa (140 Kg/cm^2)
Concreto ciclópeo G H	 17,2 MPa (175 Kg/cm^2) 13,7 MPa (140 Kg/cm^2) Se compone de concreto simple Clase E y F, y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo.

Clase de Concreto y Resistencia minina a la Compresión, Normas MTC E704

4.1.2 Acero de refuerzo.

Para el diseño de hormigón reforzado se proyectan varillas corrugadas (ASTM A-706), como se puede observar en la siguiente tabla:

Grado	ASTM	fy min (kg/cm2)	fy max (kg/cm2)	fu min (kg/cm2)	fu/fy (min)
40	A 615	2,800	--	4,200	--
60	A 615	4,200	--	6,300	--
75	A 615	5,300	--	7,000	--
60	A 706	4,200	5,500	5,600	1.25

Calidades del acero de refuerzo que cubre la Normas ASTM

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.1.3 Recubrimiento mínimo de refuerzo.

Se atiende a lo establecido en A6-18.2.10.

El recubrimiento mínimo para el refuerzo no debe ser menor al mínimo entre el recubrimiento requerido por resistencia al fuego (de acuerdo con la Norma A.130 Requisitos de Seguridad) y los siguientes:

a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar:75 mm (3)
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
   - Barras de diámetro 5/8" o menores 40 mm
   - Barras de diámetro 3/4" o mayores 50 mm
c) Concreto no expuesto al ambiente:
   - Losas o aligerados
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm (2)
     - Barras de 1 3/8" y menores 30 mm (1) (*)
   - Muros o muros de corte
     - Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm (2)
     - Barras de 1 3/8" y menores 30 mm (1) (*)
   - Vigas y columnas (*) 40 mm
   - Cáscaras y láminas plegadas 30 mm (1) (*)

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.

(1) Recubrimiento mínimo por fuego

(2) E.60 2009

(3) condicionado por pliego Anejo 6 – 6.20 – 3.5

4.2 ESTADOS DE CARGAS.

4.2.1 Cargas muertas y cargas vivas

Las cargas muertas y cargas vivas a aplicar en el cálculo de las estaciones según las Especificaciones Técnicas del Concurso (A6 - 18.1.3, 18.1.17), son las siguientes:

Pública	6	5	5
No públicas (oficinas, salas personal, baños, etc). No salas de máquinas.	6	3,5	5
Debajo de plataforma	2,5	10	10
Escaleras y rellanos	2,5	5	5
Salas de máquinas	2,5	10	10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

En el caso de las losas de techo, las cargas vivas uniformes se definen atendiendo a A6-18.1.3.2 c), y A6-18.1.16:

Bajo zonas verdes	H x 20 KN/m^3 (1)	10 (2) (3)	100
Bajo vías con tráfico	H x 20 KN/m^3 (1)	20 (2)	100

(1) Se considera un espesor mínimo de tierras de 2 m según norma OS.060 6.3.2. f5, y a A3-18.3.2 Se considera una densidad de tierras de 20 KN/m^3

(2) Aplicada en toda la superficie

(3) (3) Para los techos bajo zonas verdes, en caso de duda sobre futuro tráfico, se emplea la sobrecarga de 20 KN/m^2 para el cálculo.

4.2.2 Carga de tren

4.2.2.1 Cargas vivas verticales de tren

Se ha considerado una carga vertical equivalente al tren de cargas de 750 kN/m^2.

4.2.2.2 Cargas vivas horizontales de tren

No se consideran en losas apoyadas en el terreno, ya que no generarán ningún esfuerzo apreciable en la losa.

4.2.2.3 Cargas dinámicas

Se obtiene usando, del lado de la seguridad, el valor más desfavorable de entre los obtenidos entre estos dos criterios:

EC 1-2 6.4:

(b) Para vías con mantenimiento normal:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \qquad (6.5)$$

con $1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$

Fórmula de Eisenmann:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

As per Railway literature the impact load is dependent of the train speed and track quality.

The dynamic factor can therefore be calculated by Eisenmann formula :

$$\gamma = t \cdot \varphi \cdot \left(1 + \frac{V - 60}{140}\right) = 2 \cdot 0.2 \cdot \left(1 + \frac{80 - 60}{140}\right) \approx 0.46$$

Where :

t: multiplication factor of standard deviation =2 :

φ: factor depending of track quality = 0.2 (good quality) :

V : train speed = 80 km/h.

4.2.3 Cargas térmicas

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

4.2.4 Viento

No se consideran al tratarse de una estructura enterrada.

4.2.5 Carga sísmica

Se aplica la formulación de Word siguiendo:

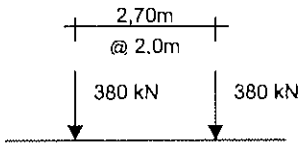
- Carga uniforme de valor: $\Delta Pd' = \alpha \cdot S \cdot Y \cdot H$

A continuación se justifican los parámetros a adoptar para la definición del valor de la carga:

- Se adopta como valor de ag/g=Z=0.40 al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- En base al Anexo I04-GEN-GEO-I-001-2.docx, en el cual se recoge una microzonificación de Lima y alrededores, se concluye que en el peor de los caso el suelo se clasifica como S2, de manera que el factor de suelo, S=1.20
- En la formulación de Wood, se entiende el valor de H, como la altura del marco enterrado. Del lado de la seguridad, se considerara la diferencia de alturas entre el TN y la máxima excavación.

4.2.6 Construcción y montaje

Dado el proceso constructivo planteado, en el que la tuneladora cruza las estaciones en vacío apoyada en la losa de fondo, se considera un tren de cargas correspondiente a dos cargas puntuales de 380 kN separadas 2.70m entre sí en el sentido transversal, y cada 2.00m en el sentido longitudinal:



4.2.7 Presión de tierra

Los empujes de tierras se consideran en el cálculo a partir de los parámetros geotécnicos que se indican a continuación. Al tratarse de material granular, no existe distinción de estos parámetros entre el corto y el largo plazo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

R	RELLENOS	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados.	15.2	16.7	0	28	0.3	17	-	3,500
CL/CM	ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad.	13.25	17.38	8	26	0.25	23	-	10,000
SM	ARENA	Arenas limosas.	14.6	16.95	5	30	0.3	35	-	12,000
GP-Ss	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	19	20	15	34	0.3	42	-	12,500
GP-S f	GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	21	22	32	39	0.3	183	10,000-15,000	55,000
D	ARCILLAS Y LIMOS	Dioritas y tonalitas	-	-	-	-	-	-		-

Parámetros Recomendados

R	16.7	6.7	0.331	0.531	3.546	0	28	0.33	0.33	3500
CL/CM	17.38	7.38	0.359	0.562	3.19	8	26	0.33	0.33	10000
SM	16.95	6.95	0.305	0.500	3.955	5	30	0.33	0.33	12000
GP-S s	20	10	0.257	0.441	4.989	15	34	0.33	0.33	12500
GP-s f	22	12	0.206	0.371	6.869	32	39	0.33	0.33	55000

Parámetros RIDO

Se entiende como corto plazo (CP), las acciones derivadas del proceso constructivo. Estas acciones se obtiene de un modelo de Winkler en el que las leyes de empujes de obtienen en cada fase. A CP no se considera los efectos derivados de la acción sísmica, y si se considera la acción de las sobrecargas y cargas permanentes en el trasdós de las pantallas. Las leyes

de esfuerzos que se derivan de estos empujes deben ser asumidas, íntegramente, por las 013504 pantallas (muros colados / diafragmas).

A largo plazo (LP) para el material granular presente en la traza, se considera un empuje de tierras en reposo, atendiendo a A6-18.1.14. Este empuje se considera actuando sobre la sección teórica conjunta y terminada (A6-19.2.1). En esta fase se considera la posible actuación del sobre-empuje sísmico.

4.2.8 Presión de agua

4.2.8.1 Empuje lateral y subpresión

Según A6-18.1.14, se considera el empuje de agua en los muros laterales y una subpresión en la losa de fondo calculado con un peso unitario de 10 KN/m3, para una posición de nivel freático definido según el siguiente criterio:

- Si el nivel freático, dado por la información disponible, se encuentra a nivel del suelo o hasta una profundidad de 3 m por debajo del nivel natural del suelo; se considerará para el diseño, un nivel freático que coincide con el nivel del terreno natural.
- Si de la información disponible se demuestra la ausencia de nivel freático o su presencia a una profundidad tal que no influya en las obras permanentes (profundidades mayores a 2L donde L es la profundidad de la obra interesada), podrá considerarse para el diseño la ausencia de dicho nivel freático.

De acuerdo con esto, las estaciones en las que aparezca nivel freático (estaciones húmedas) se calculan con presión de agua desde cota de terreno natural. Las estaciones sin nivel freático (estaciones secas) se calculan sin empuje de aguas.

En las estaciones húmedas se realizan las pertinentes comprobaciones de flotabilidad.

Para ello sólo se considera como acción estabilizadora el peso propio de la estructura, el rozamiento con el terreno, el relleno sobre el techo (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m), y del concreto de la primera vía (si existe en la fase de comprobación) descontando 1 m). Como acción desestabilizadora se considera la subpresión.

La comprobación de flotabilidad se realiza para situaciones temporales y permanentes.

La comprobación realizada es (según Eurocódigo 7):

- 0,9xFuerzas estabilizadoras > 1,0x Fuerzas desestabilizadoras

A la tangente del ángulo de rozamiento efectivo se le aplica un coeficiente de seguridad de 1,25.

4.2.9 Sobrecargas por edificación existente

Se aplica una carga de 50 KN/m^2 en el trasdós de las pantallas para tener en cuenta el efecto de la edificación existente. En el caso de que no exista actualmente edificación y se tenga constancia de que no puede existir en el fututo, se aplicará una sobrecarga de 20 KN/m^2.

4.3 COMBINACIONES DE CARGA.

De acuerdo con A6-18.1.20, se adoptan las combinaciones definidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con las observaciones que se indican a continuación.

4.3.1 Denominación de cargas

A continuación se presenta la simbología que adopta la norma peruana para la designación de cargas.

CM=D Peso Propios y Cargas Muertas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CV=L Sobrecargas de Uso. Cargas Vivas, incluida la Nieve.

Cvi=W Carga de Viento.

CS=E Carga Sísmica.

CE Empuje de Suelos, incluido el Agua.

CL Empuje de Líquidos de altura bien definida.

CT=T Temperatura, Fluencia, Retracción, Asientos....

Se indican las nomenclaturas que usan las normas E.60 y E.20, que denominan de diferente forma a las mismas acciones (Nombre E.60 = Nombre E.20). Las cargas CE y CL no aparecen explícitamente como cargas muertas o sobrecargas en E.20, sino como "Otras Cargas".

4.3.2 Combinaciones ELU.

A continuación se recogen las combinaciones asociadas a los estados límites últimos, tanto para ELU SIN SISMO como ELU CON SISMO. Se basan en lo establecido para ELU en la norma E.60. No obstante, el RNE está orientado a edificación sobre rasante, de manera que no contemple la simultaneidad de la acción sísmica con los empuje CE y CL.

Por ello, se completa en base a las normas (ENV-UNE y AASHTO) a las que hace referencia las Especificaciones Técnicas Prestacionales:

9.2.1	1.40	1.70					
9.2.2	1.25	1.25	1.25	1.25			
	1.25	1.25	-1.25	1.25			
	0.90		1.25				
	0.90		-1.25				
9.2.3	1.25	1.25		1.25			1.00
	1.25	1.25		1.25			-1.00
	0.90						1.00
	0.90						-1.00
9.2.5	1.40	1.70		1.70			
	0.90			1.70			
9.2.6	1.40	1.70			1.40		
9.2.9	1.05	1.25		1.25		1.05	
	1.40					1.40	

(1) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(2) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

4.3.3 Combinaciones ELS.

A continuación se muestra las combinaciones para los diferentes Estados Límites de Servicio, en base a la norma E.020:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

28	1.00						
29	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	
30	1.00						0.70
31	0.75	0.75		0.75	0.75	0.75	0.525
32	0.75	0.75		0.75	0.75		
33	0.75						0.525
34	0.67	0.67		0.67	0.67	0.67	0.469

(3) Se considera Situación a Corto y a Largo Plazo según lo enunciado en el epígrafe 3.7.

(4) El empuje de terreno a considerar en las combinaciones sísmicas (interviene CS) es el empuje al reposo (Largo Plazo).

4.4 VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL.

Las diferentes estructuras y elementos estructurales se diseñan para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño por lo menos iguales a las resistencias requeridas, calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones anteriormente descritas.

Adicionalmente, se verifica que todas las estructuras y elementos estructurales garantizan un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio. A tales efectos, se definen a continuación los criterios seguidos de deflexión y durabilidad.

Por último, se aportan los criterios seguidos para garantizar también la resistencia al fuego requerida durante 120 minutos.

4.4.1 Criterios de deflexión.

4.4.1.1 Losas de piso y techos.

Según establece A6-122.6, para las losas horizontales, la deflexión final debido a todas las cargase, medida desde el nivel bruto de colada de los soportes de pisos, techos y todos los otros miembros horizontales, se limita a la siguiente proporción: (luz libre) / 250.

4.4.1.2 Muros de contención.

Para los muros se establece la siguiente limitación de deformaciones, en función de la tipología de edificación existente en cada zona:

- Pantallas con edificios a más de 20m, un desplazamiento permitido de 35mm
- Pantallas con edificios entre 10 y 20m, un desplazamiento permitido de 25mm.
- Pantallas con edificios entre 2 y 10m, un desplazamiento permitido de 20mm.

4.4.2 Durabilidad.

Se establecen los criterios de exposición y ancho de fisura según A6-18.2

4.4.2.1 Clases de exposición.

Clase + XC2 XA2 (ambiente húmedo de agresividad moderada): todas las estructuras en contacto con tierra.

Clase XC3 + XA1 (ambiente de humedad moderada y débil agresión): para las estructuras interiores.

4.4.2.2 Ancho de las fisuras.

Atendiendo a A6-18.2.12.2, el ancho máximo de fisura se calcula para que no sobrepase el valor máximo correspondiente definido en esta tabla para las dos clases de exposiciones consideradas:

Superficie de hormigón en directo contacto con el terreno/relleno	0,33
Elementos internos de hormigón	0,40

4.4.3 *Resistencia a fuego.*

En base a la norma A-130 – Requisitos de Seguridad (versión aprobada por el Comité Permanente de del RNE), el tiempo de resistencia al fuego será 120 minutos:

Tabla 44-1

TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PÓRTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS

Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 5m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
Líquidos inflamables y combustibles (3)	NO	NP	NP	120	180	NP	NP
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES							
Edificaciones de transporte	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
Estaciones de radio y televisión	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES	NO	NP	NP	30	60	90	120
	SI	120	90	30	60	90	120
CUALQUIER EDIFICIO CUYO USO COMPLETO O PARCIAL NO HAYA SIDO DESCRITO EN ESTA TABLA	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180

Para conseguir que la estructura se pueda clasificar como "Resistente al fuego" según la A-130 de junio de 2006, se aplicarán los recubrimientos mínimos indicados en el artículo 47 de dicha norma (han sido considerados en el apartado de definición de recubrimientos del presente documento).

4.5 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

Adicionalmente a las ya mencionadas Especificaciones Técnicas del Concurso de Proyecto (Anexo 6, en adelante A6) utilizadas para establecer las bases del cálculo, para el diseño de elementos de hormigón y acero se tienen en cuenta las siguientes normas:

a) Norma Peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones"
b) Norma Euro (EN)
c) Norma ACI (USA)
d) Norma ASTM (USA)
e) Estándares internacionales, Códigos y otros.

5 DIMENSIONAMIENTO DE PANTALLAS

Como puede observarse en la siguiente imagen, se considera dos tipologías de pantalla según su ubicación.

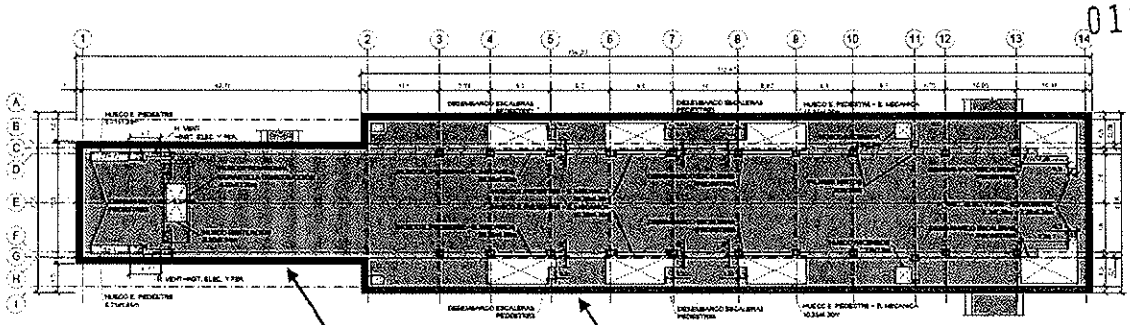
- Pantalla tipo 1: sección 1.
- Pantalla tipo 2: sección 2 y 3.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

0.4.2. Estructuras

013508



PLANTA LOSA VESTÍBULO

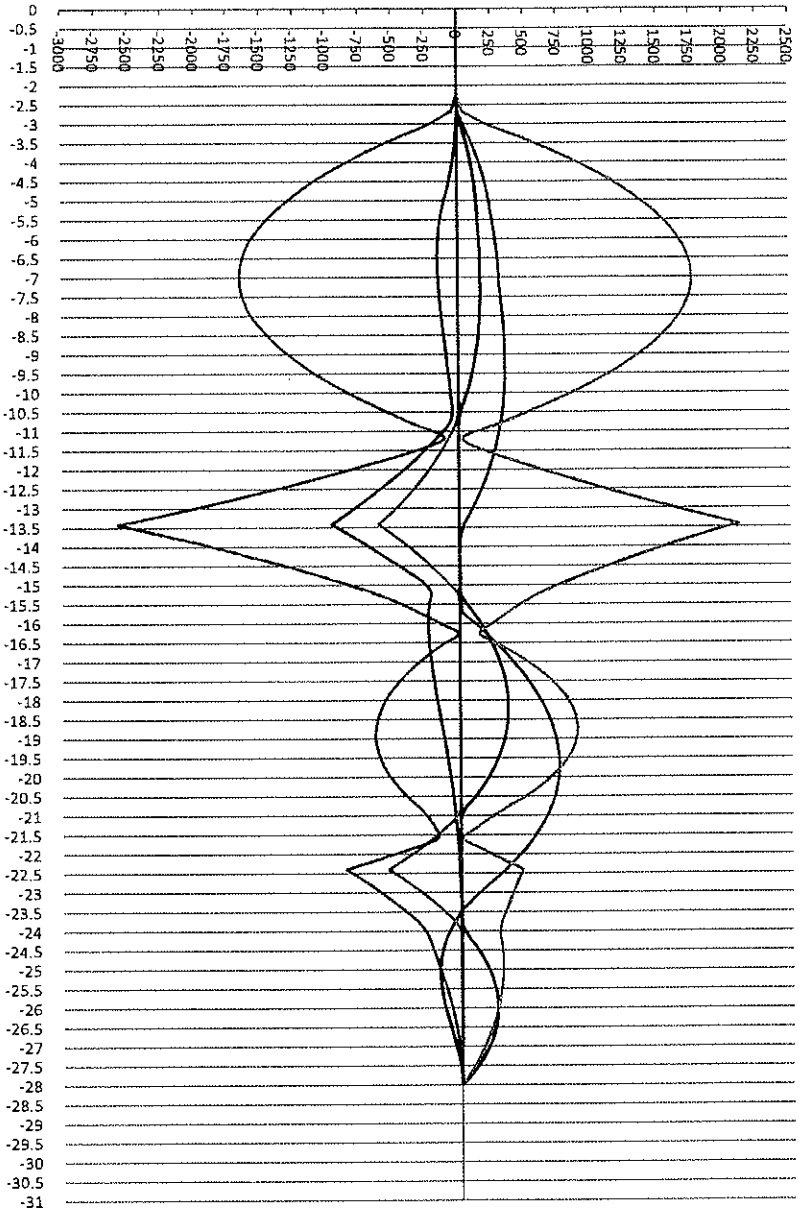
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.1 PANTALLAS TIPO 1.

013509

5.1.1 Envolvente de esfuerzos.

5.1.1.1 Momento flector de diseño.

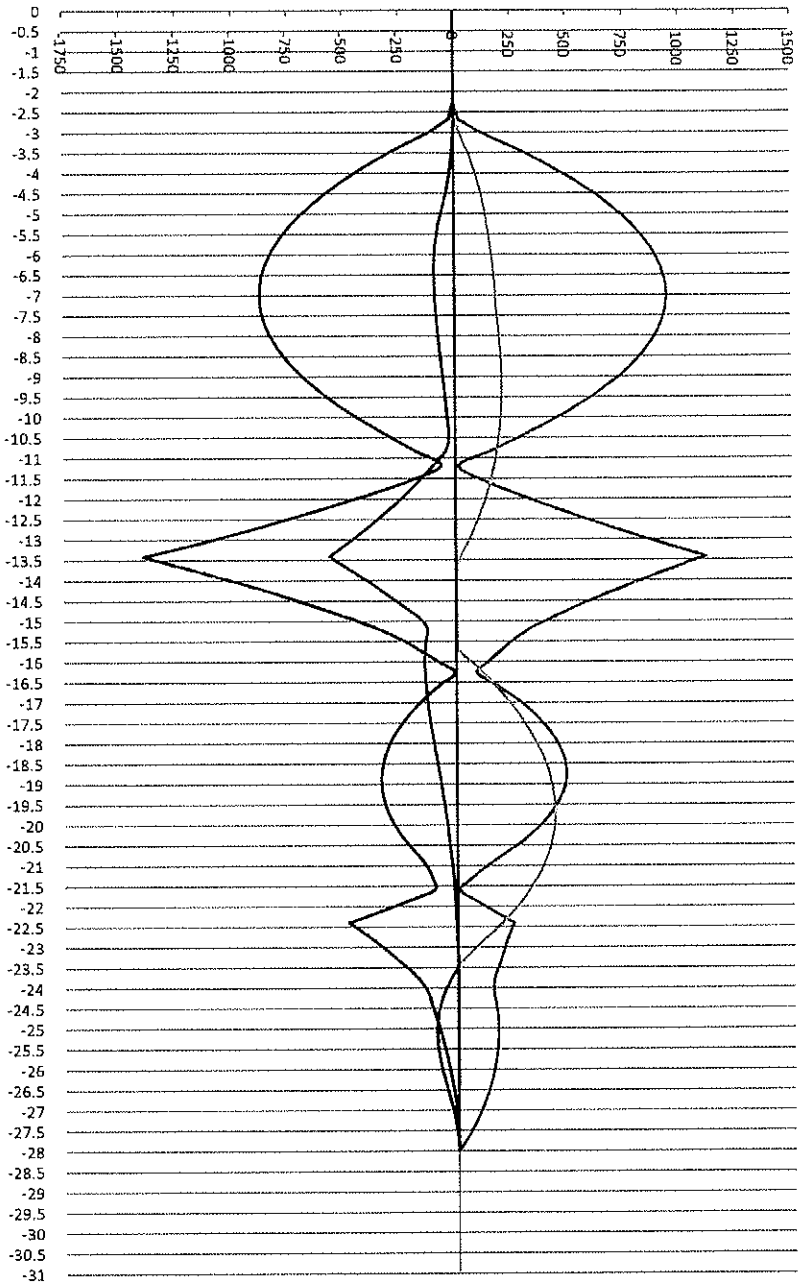


M+ corto plazo
M+ largo plazo
M+ largo plazo y sismo
M- corto plazo
M- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.1.1.2 Momento flector de servicio.

013510



M+ largo plazo

M- largo plazo

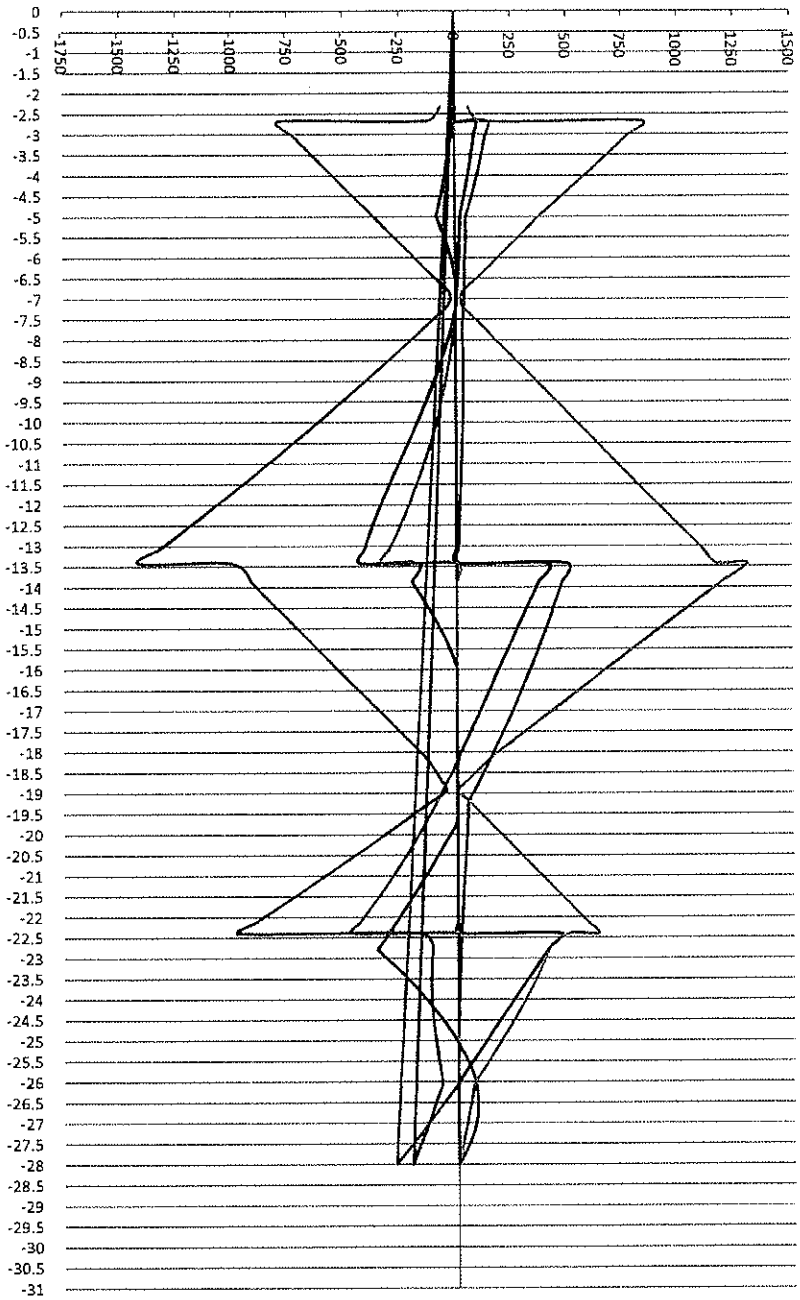
M+ corto plazo

M- corto plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.1.1.3 Esfuerzo cortante.

013511



——— V+ corto plazo
——— V+ largo plazo
——— V+ largo plazo y sismo
——— V- corto plazo
——— V- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.1.2 *Dimensionamiento del refuerzo*

- Refuerzo: 7ϕ32pml + 7ϕ16pml:

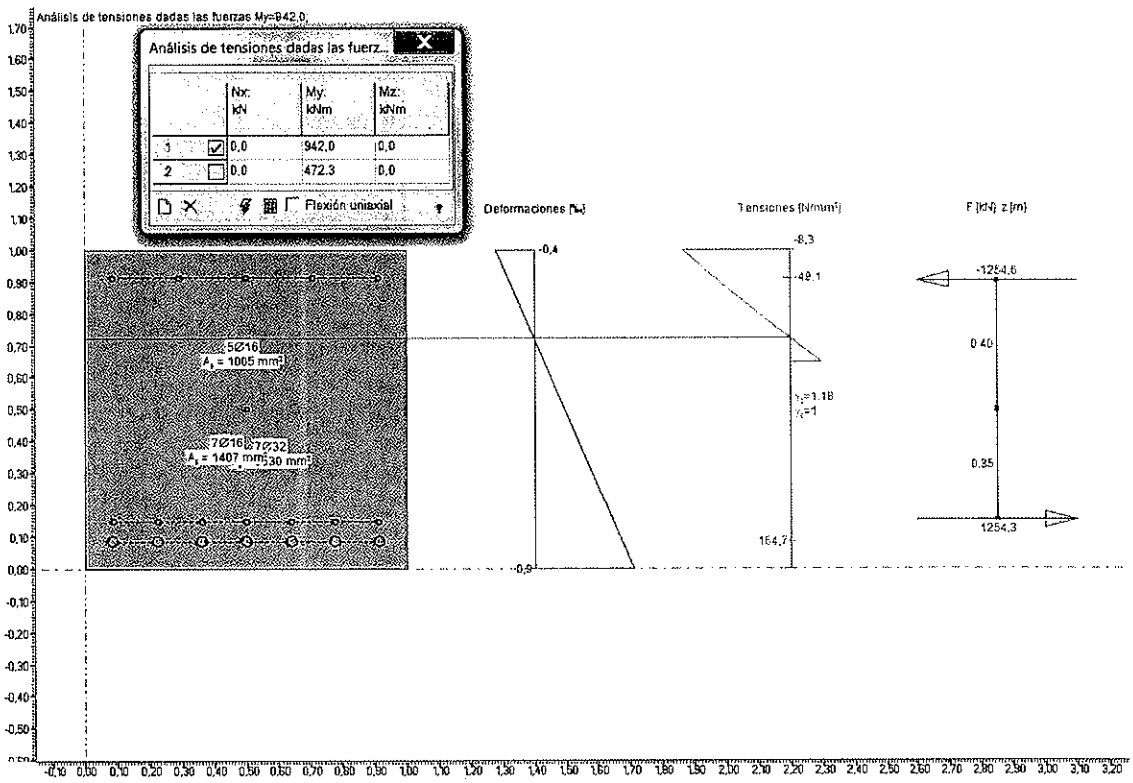
COMPROBACION A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	2449748360	N·mm
	ϕMn	**2204,77**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1000	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible]	
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	[illegible]	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	[illegible]	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	56	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	113,2	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	886,8	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	7037,17	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	3,115	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**127,28**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	886,8	mm
	c/d	0,1435	-
	c/d*	0,1435	-
Deformación a Traccíón	ε.t	**17,901**	**‰**
		0,018	
Armadura a Tracción	ρ	0,79%	
	ρ*	0,73%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**29,560**	**cm2**
	ρ s.min	**0,333%**	

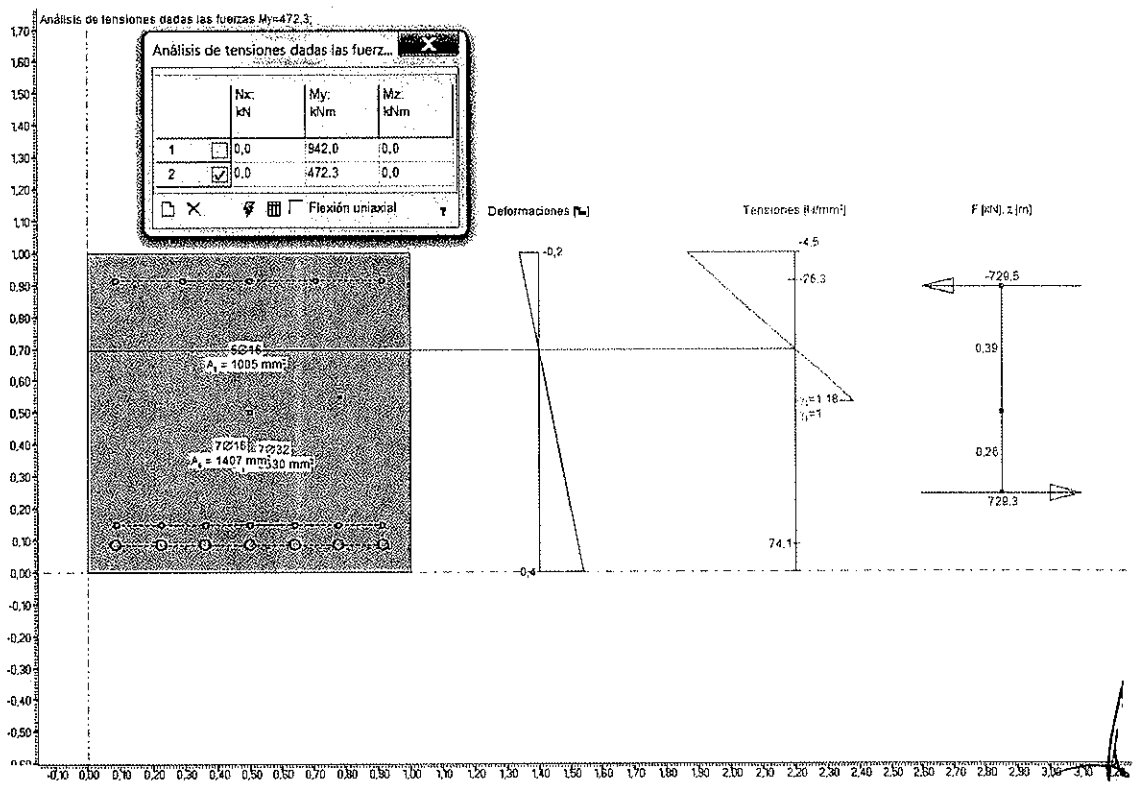
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013513





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

013514

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,17 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000656809
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	151,737 mm
Coeficiente de Carga		β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	164,7 N/mm2
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	74,1 N/mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1
Coeficiente de Cargas		β2	1
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	25,29822128 mm
Cuantía efectiva		ρ.l	2,487%
Armadura de Tracción		A.s	7037,17 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	283000 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2122,50 mm2
		kc	0,4 -
		k	1 -
	R11.2.1.1	fct,eff	3 N/mm2
		Act	283000 mm2
		σ.s	160,00 N/mm2
		Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

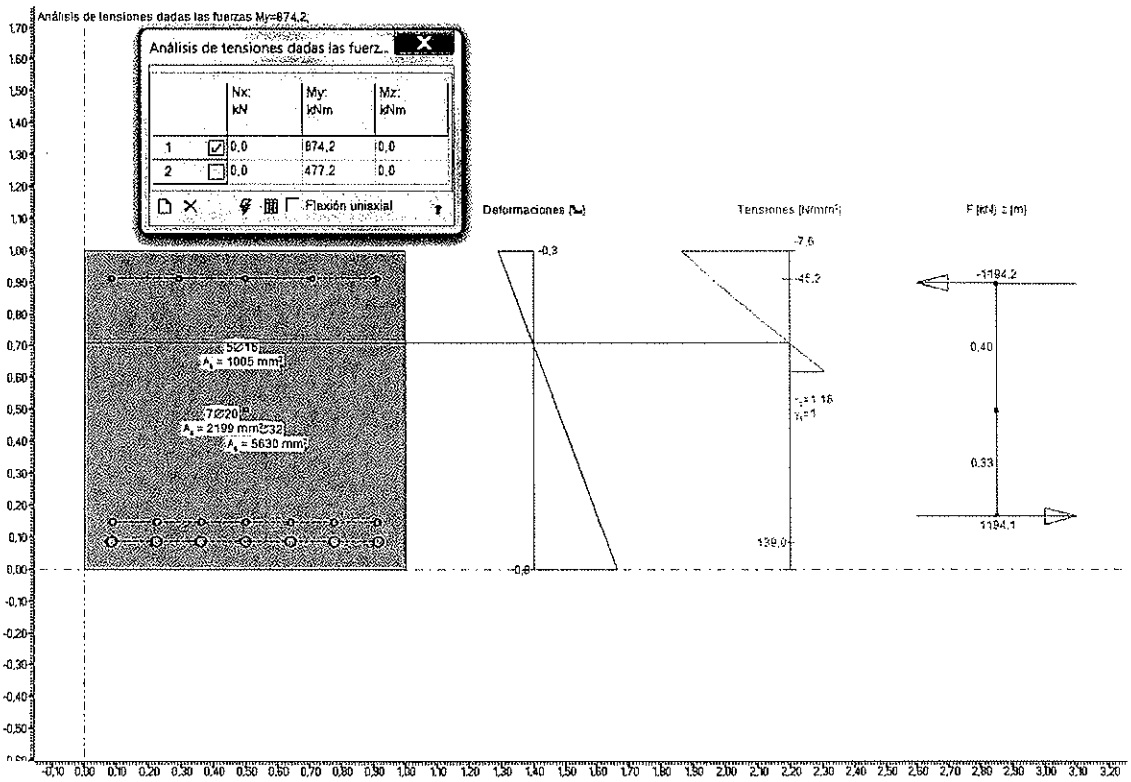
- Refuerzo: 7ϕ32pml + 7ϕ20pml:

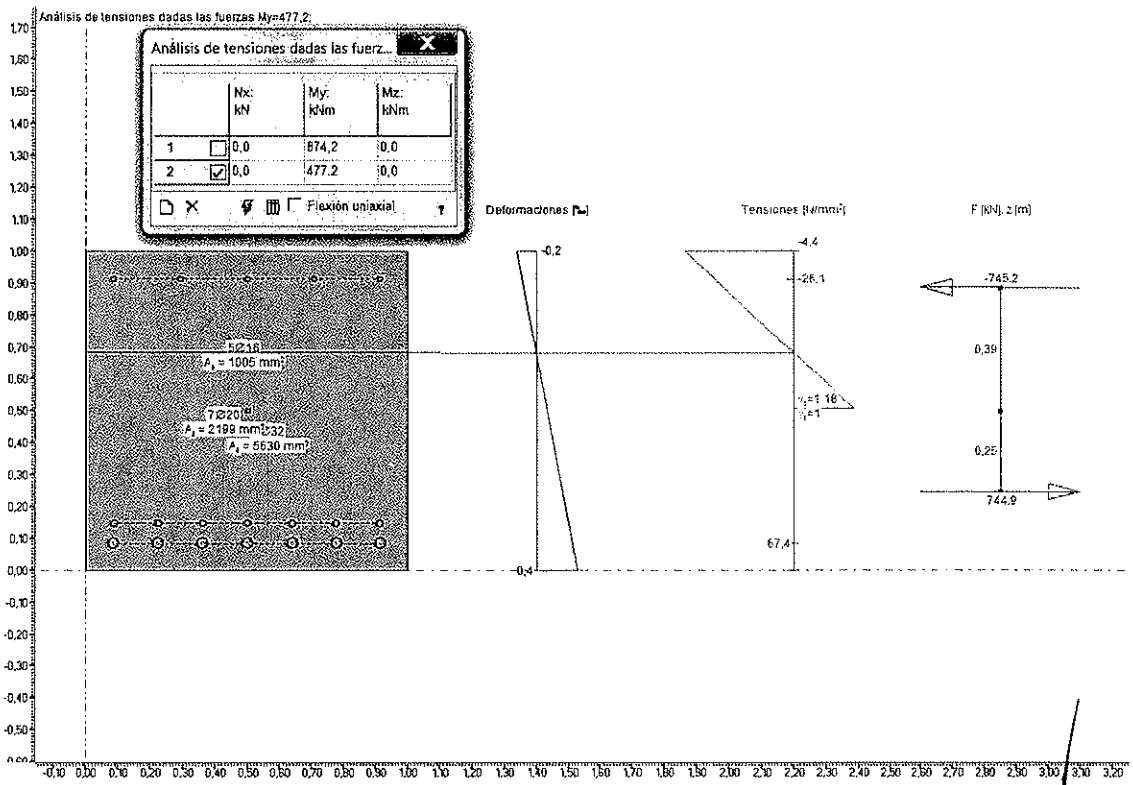
COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	2687163890 N·mm
	ϕMn	**2418,45 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1000 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	32 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	58 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	118,2921348 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	881,7078652 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	7828,85 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	3,457 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**139,72 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	881,7078652 mm
	c/d	0,1585 -
	c/d*	0,1585 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**15,932 ‰**
		0,016
Armadura a Tracción	ρ	0,89%
	ρ*	0,80%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**29,390 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

013516





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

013517

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,14	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000531591	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	150,795	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	139	N/mm2
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	67,4	N/mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	26,68332813	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	2,647%	
Armadura de Tracción		A.s	7828,85	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	295730,3371	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-1.4) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2217,98	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	295730,3371	mm2
		σ.s	160,00	N/mm2
		Sep.Maxima	300	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

- Refuerzo: 7ϕ32pml + 7ϕ25pml:

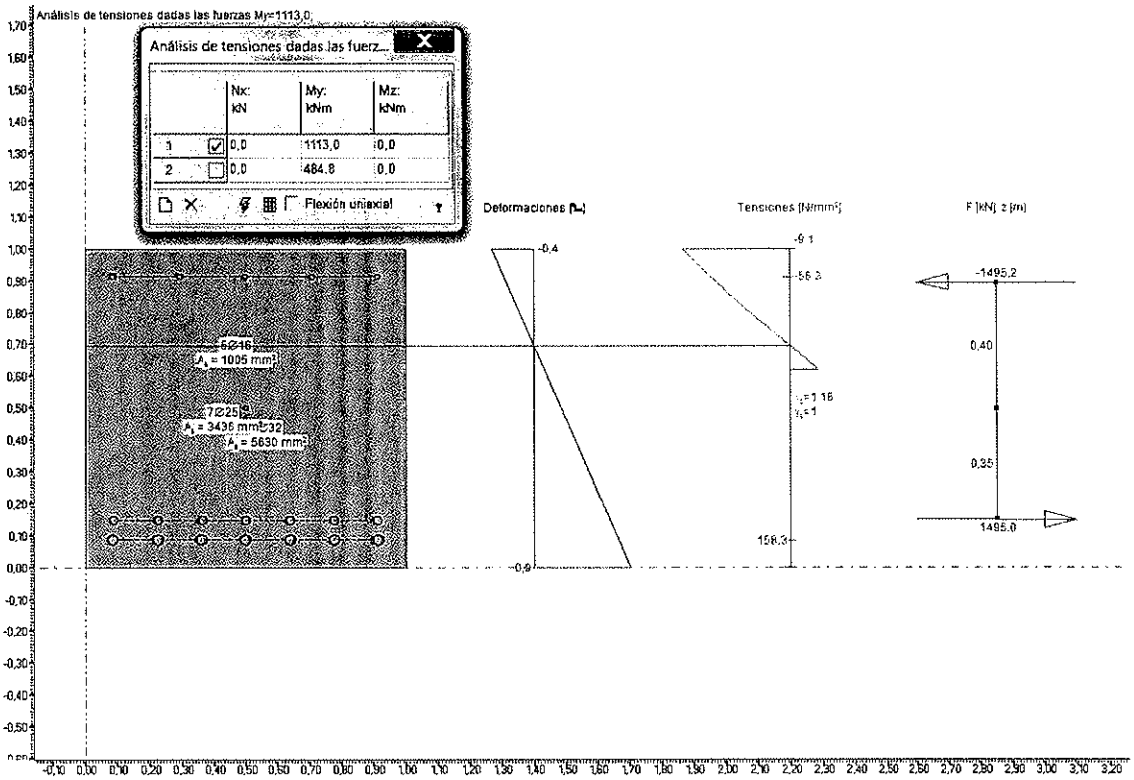
COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	3047685121 N·mm
	ϕMn	**2742,92 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1000 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible]
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	[illegible]
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	[illegible]
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]
Separación entre Capas	sep.capas	32 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	124,930564 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	875,069436 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	9065,85 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	3,980 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**187,48 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	875,069436 mm
	c/d	0,2143 -
	c/d*	0,2143 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**11,002 ‰**
		0,011
Armadura a Tracción	ρ	1,04%
	ρ*	1,09%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**29,169 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

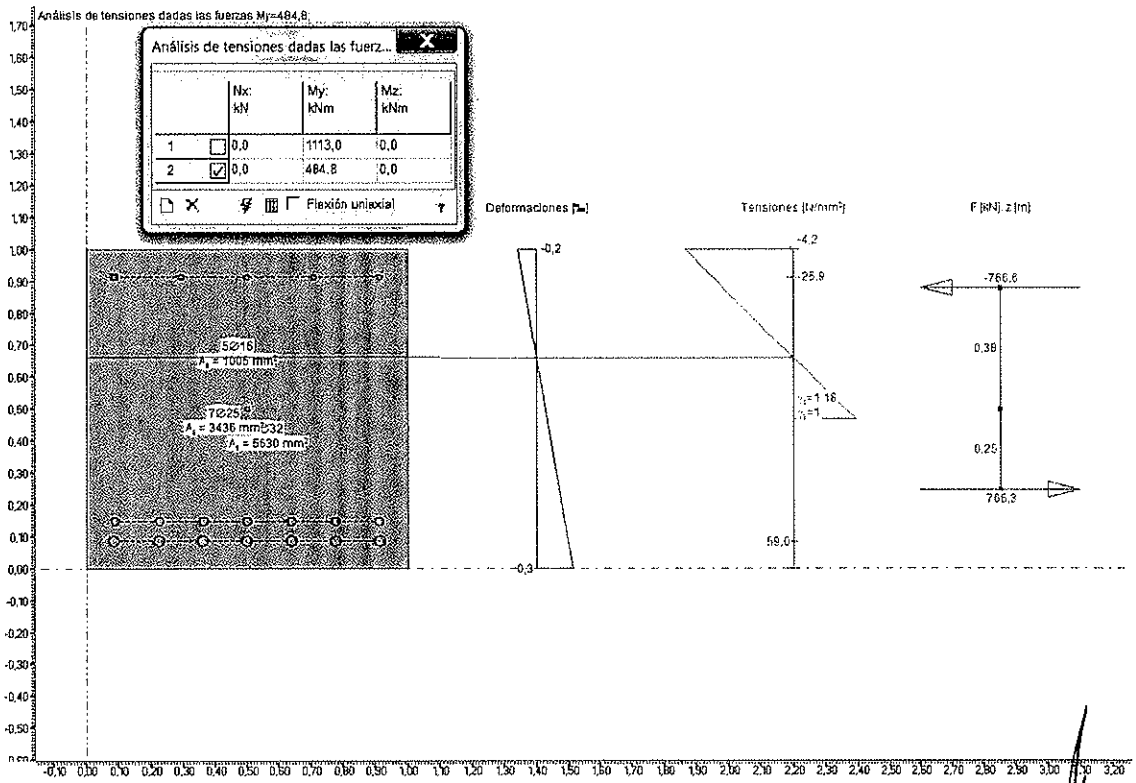
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013519





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCODIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,17	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000681551	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	148,923	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	158,3	N/mm2
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	59	N/mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	28,71410803	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	2,903%	
Armadura de Tracción		A.s	9065,85	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	312326,4099	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2342,45	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	312326,4099	mm2
		σ.s	160,00	N/mm2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Refuerzo: 7ϕ32pml + 7ϕ32pml:

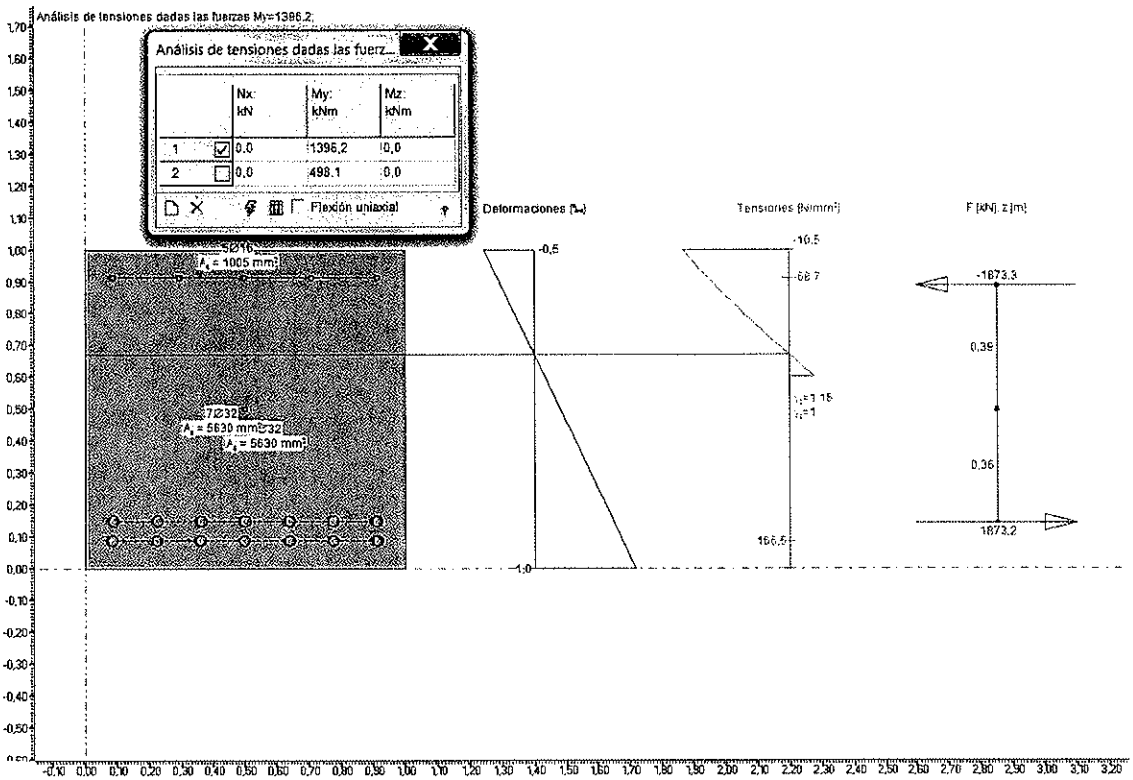
COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3656799225	N·mm
	ϕMn	**3291,12**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1000	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	1,300%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	32	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	7	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	32	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	7	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	70	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	64	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	134	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	866	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	11259,47	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	4,876	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	**c**	**225,81**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	866	mm
	c/d	0,2607	-
	c/d*	0,2607	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**8,505**	**‰**
		0,009	
Armadura a Tracción	ρ	1,30%	
	ρ*	1,32%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**28,867**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

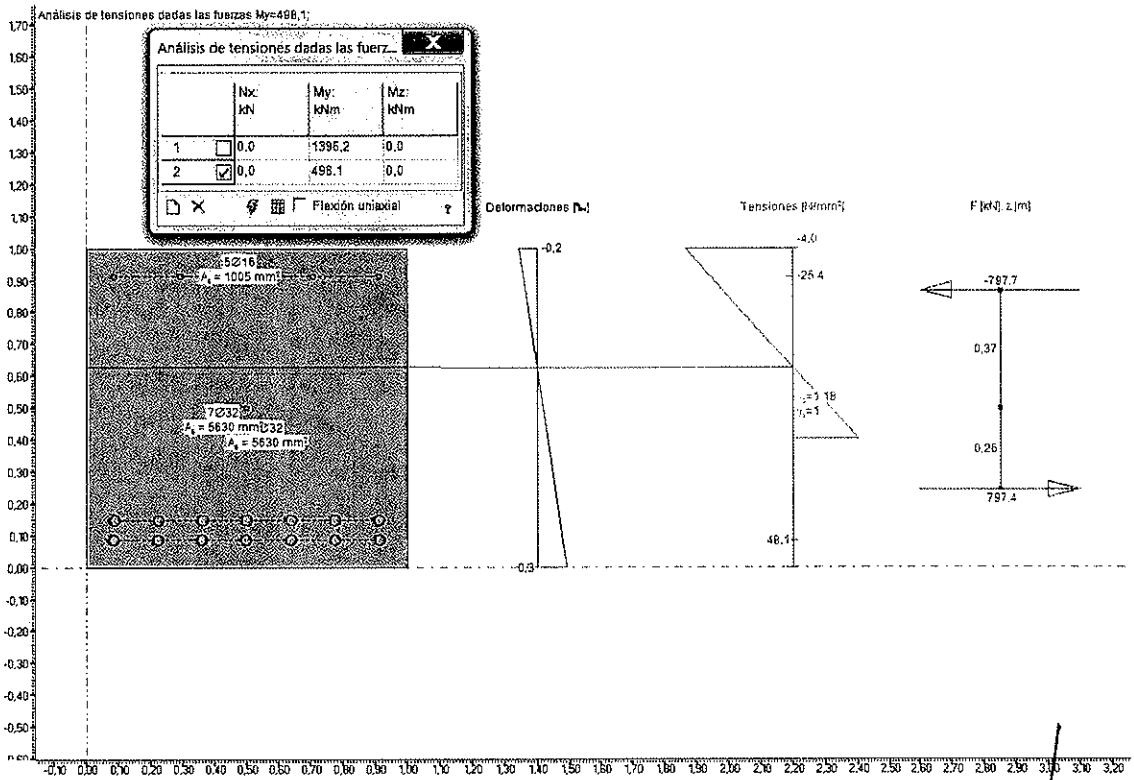
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

O.4.2. Estructuras

013522





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013523

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,19 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		e.sm	0,000763022
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	145,209 mm
Coeficiente de Carga		β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**166,5 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**48,1 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1
Coeficiente de Cargas		β2	1
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	32 mm
Cuantía efectiva		p.l	3,361%
Armadura de Tracción		A.s	11259,47 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	335000 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2512,50 mm2
		kc	0,4 -
		k	1 -
	R11.2.1.1	fct,eff	3 N/mm2
		Act	335000 mm2
		σ.s	160,00 N/mm2
		Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013524

- Refuerzo: 7ϕ25pml + 7ϕ16pml:

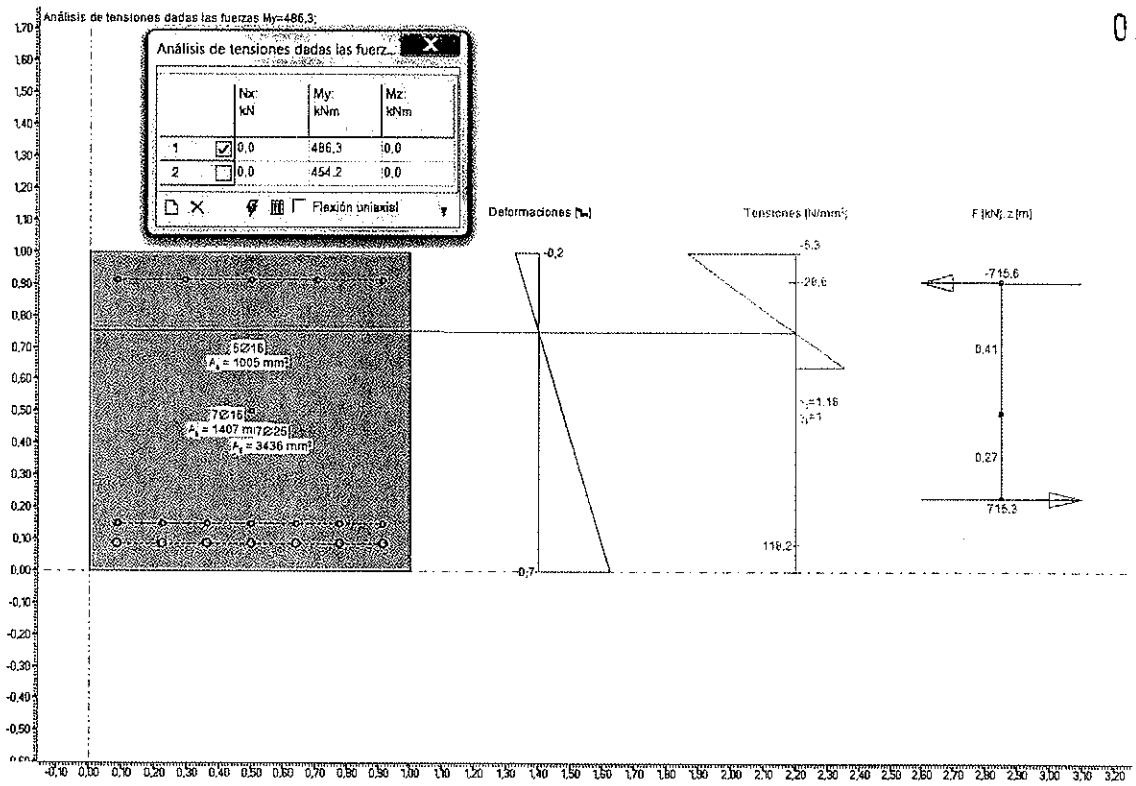
COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	1725637078 N·mm
	ϕMn	**1553,07 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1000 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	25,4 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	45,9 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	111,8375709 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	888,1624291 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	4843,55 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,188 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**102,43 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	888,1624291 mm
	c/d	0,1153 -
	c/d*	0,1153 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**23,012 ‰**
		0,023
Armadura a Tracción	ρ	0,55%
	ρ*	0,59%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**29,605 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

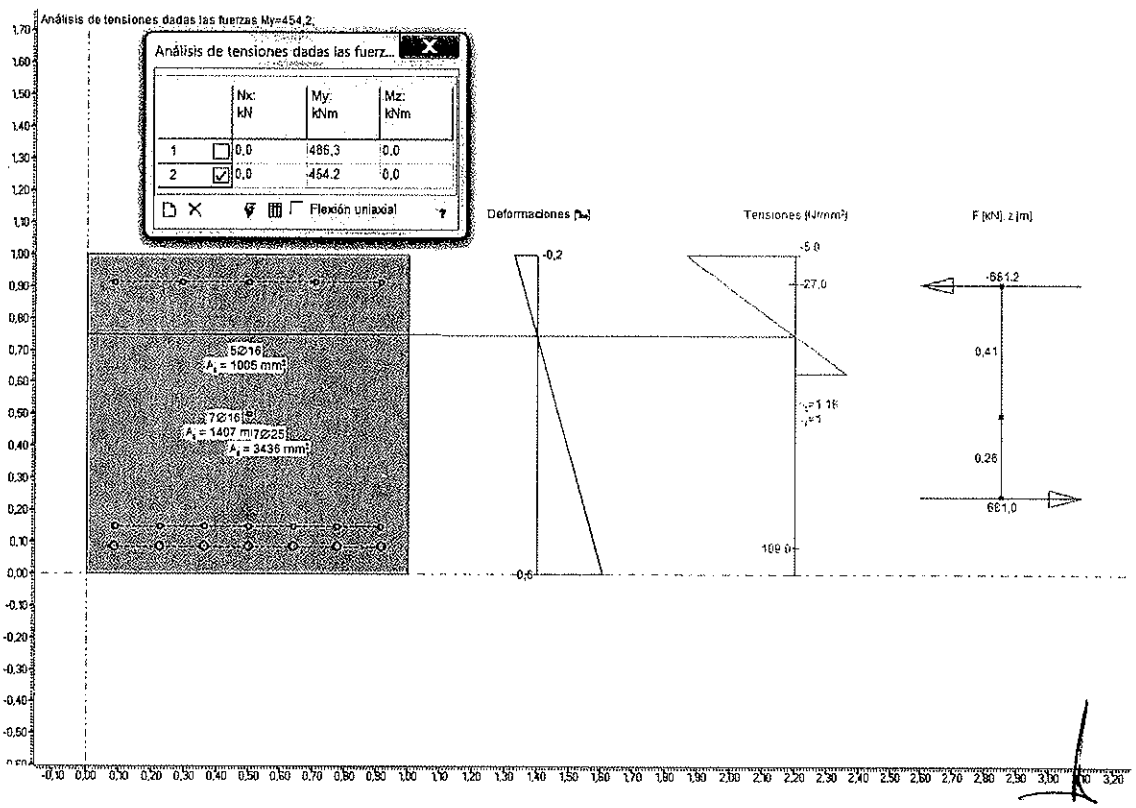
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013525





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCODIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,03	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	8,84196E-05	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	171,154	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	118,2	N/mm2
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	109	N/mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	20,98809186	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	1,732%	
Armadura de Tracción		A.s	4843,55	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	279593,9274	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1398,69	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	279593,9274	mm2
		σ.s	239,88	N/mm2
		Sep.Maxima	250	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Refuerzo transversal: 4 ramas ϕ10 a 20 (para un refuerzo de 7ϕ25pml)

COMPROBACION A CORTANTE

Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	Vc	839,41	kN
Armadura de Cortante Mínima		Av,min/S	8,085	cm2/m
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		Vs.min	306,14	kN
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	10	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	15,71	cm2/m
			1,570796327	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		Vs	594,75	kN
Factor de Resistencia por Cortante		ϕ	0,75	-
Cortante Total Resistido		ϕ(Vc+Vs)	1075,62	kN
Cortante Total Resistido		ϕ(Vc)	629,56	kN
Cortante Total Resistido		ϕ(Vs)	446,06	kN

- Refuerzo transversal: 4 ramas ϕ12 a 20 (para un refuerzo de 7ϕ25pml)

COMPROBACION A CORTANTE

Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	Vc	839,41	kN
Armadura de Cortante Mínima		Av,min/S	8,085	cm2/m
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		Vs.min	306,14	kN
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	22,62	cm2/m
			2,261946711	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		Vs	856,44	kN
Factor de Resistencia por Cortante		ϕ	0,75	-
Cortante Total Resistido		ϕ(Vc+Vs)	1271,89	kN
Cortante Total Resistido		ϕ(Vc)	629,56	kN
Cortante Total Resistido		ϕ(Vs)	642,33	kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013528

- Refuerzo transversal: 6 ramas ϕ12 a 20 (para un refuerzo de 7ϕ25pmi)

COMPROBACIÓN A CORTANTE

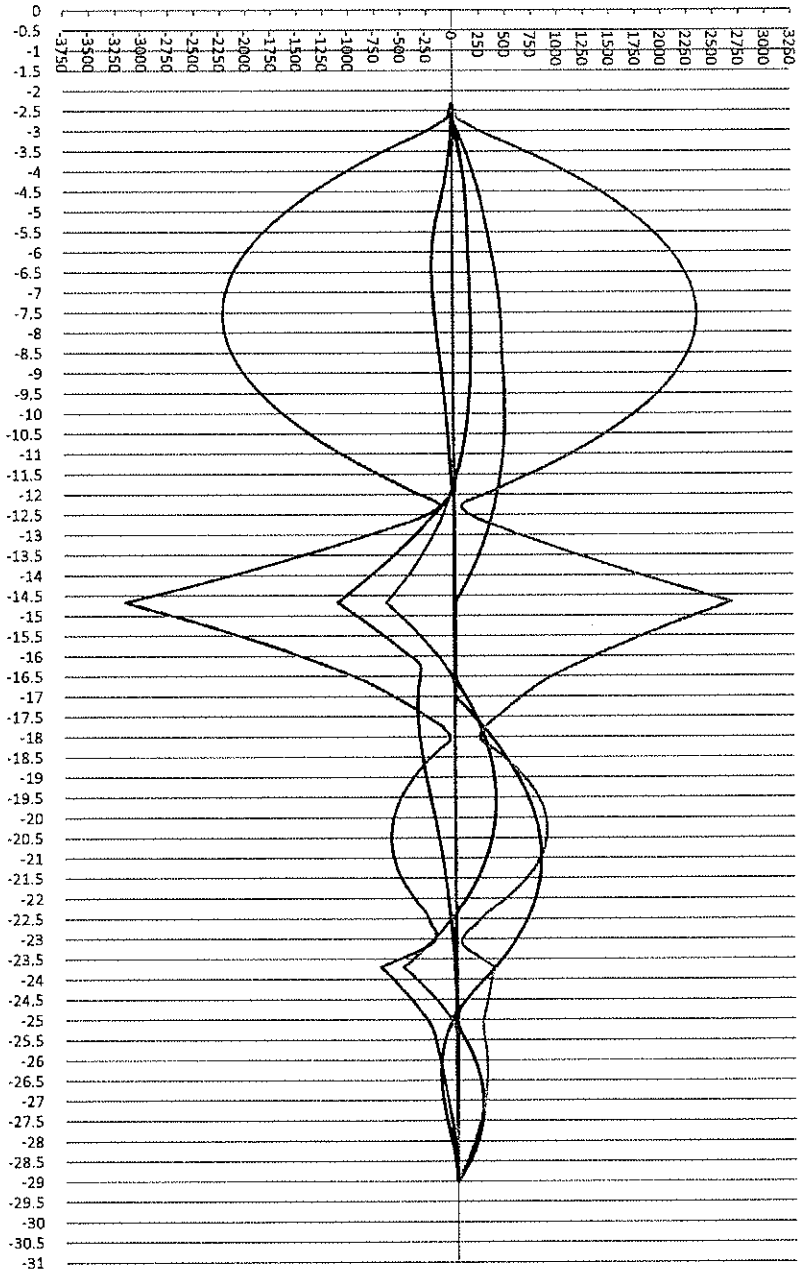
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**839,41**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**306,14**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	6	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	33,93	cm2/m
			3,392920066	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**1284,66**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**1593,06**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**629,56**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**963,50**	**kN**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

5.2 PANTALLAS TIPO 2.

5.2.1 Envolvente de esfuerzos.

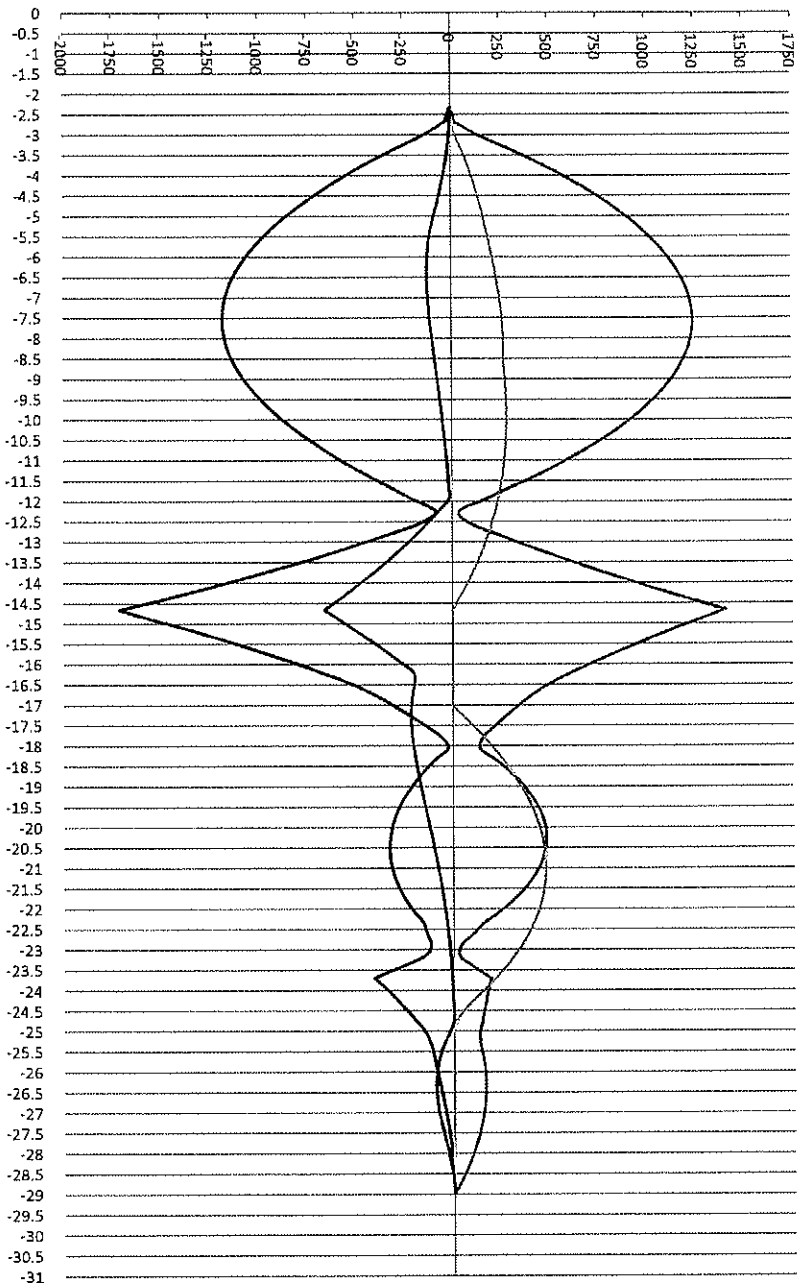
5.2.1.1 Momento flector de diseño.



——M+ corto plazo
——M+ largo plazo
——M+ largo plazo y sismo
——M- corto plazo
——M- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

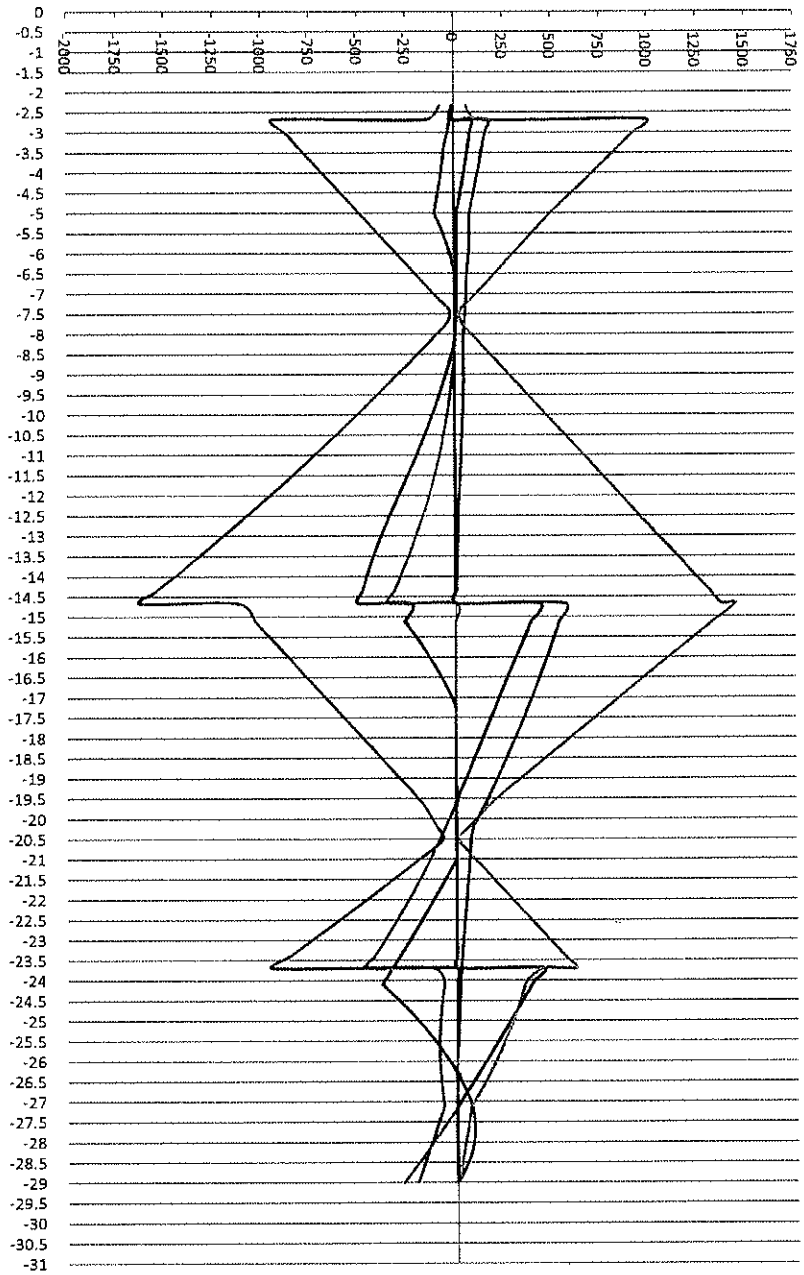
5.2.1.2 Momento flector de servicio.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013531

5.2.1.3 Esfuerzo cortante.



V+ corto plazo
V+ largo plazo
V+ largo plazo y sismo
V- corto plazo
V- largo plazo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013532

5.2.2 *Dimensionamiento del refuerzo.*

- Refuerzo: 8ϕ32pml + 8ϕ20pml:

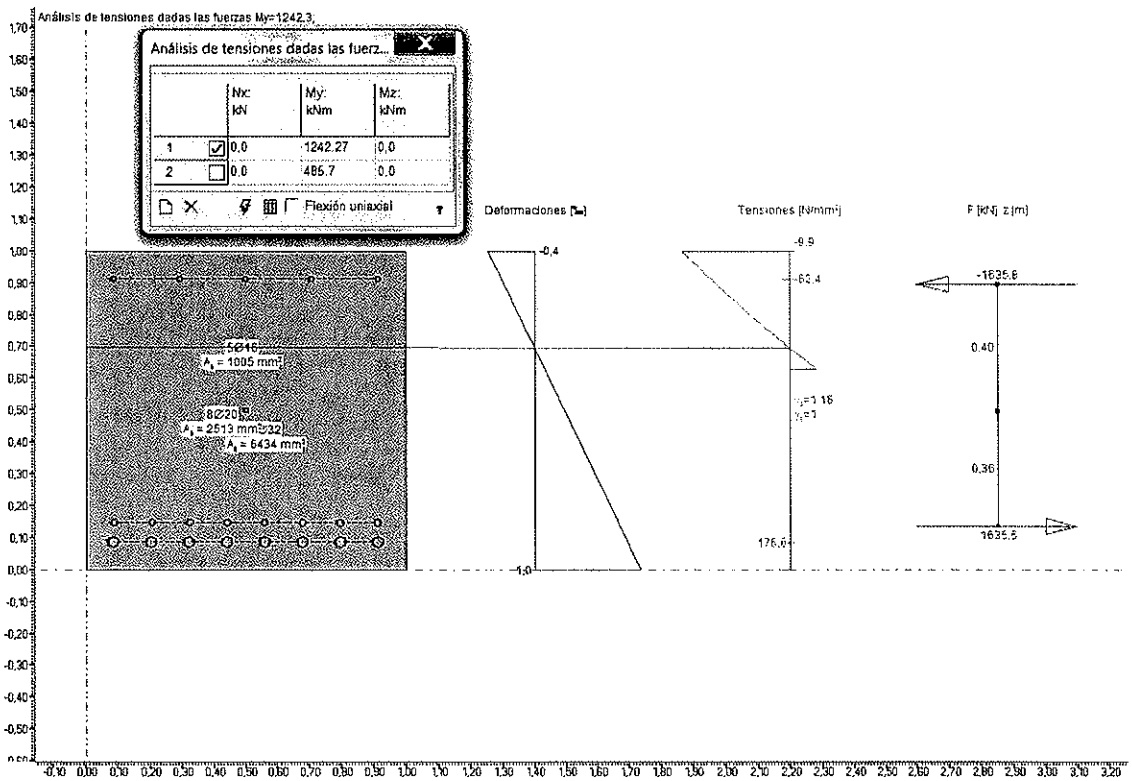
COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3036433128	N·mm
	ϕMn	**2732,79**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1000	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible]	
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]	[illegible]
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]	[illegible]
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]	[illegible]
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	[illegible]	[illegible]
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]	[illegible]
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	[illegible]	[illegible]
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]	[illegible]
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]	[illegible]
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	58	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	118,2921348	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	881,7078652	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8947,26	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	3,906	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	**c**	**171,59**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	881,7078652	mm
	c/d	0,1946	-
	c/d*	0,1946	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**12,416**	**‰**
		0,012	
Armadura a Tracción	ρ	1,01%	
	ρ*	0,99%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**29,390**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

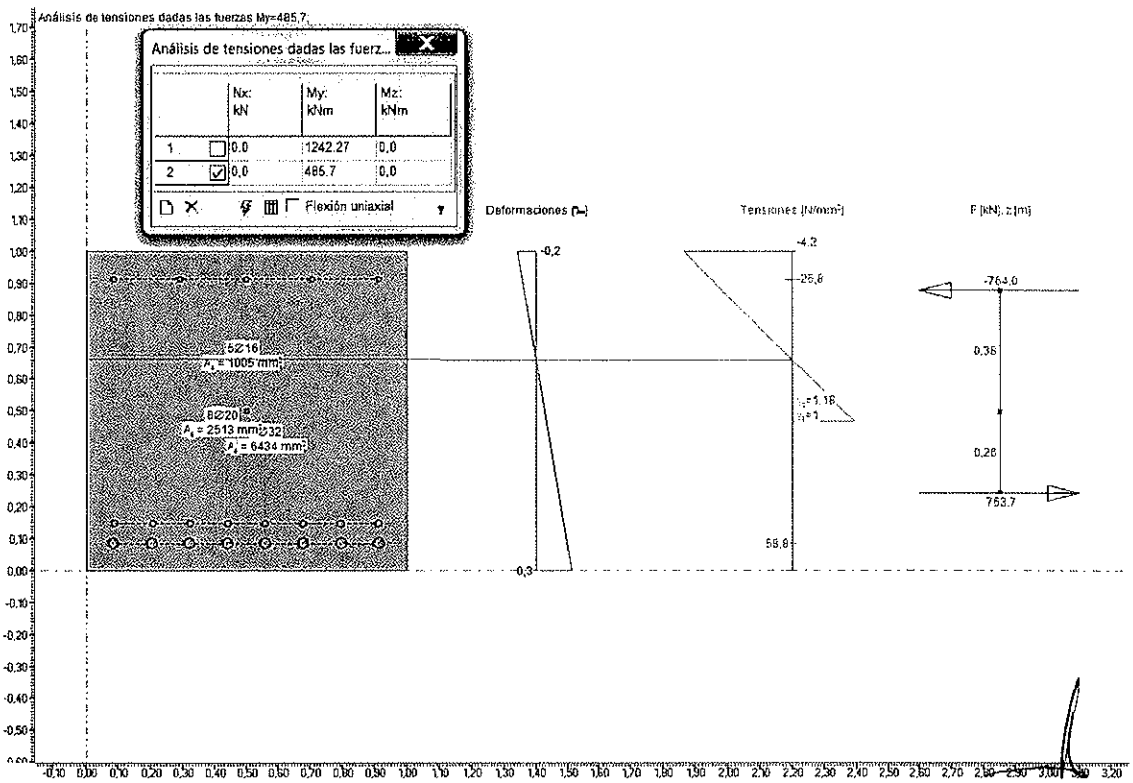
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013533





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.4.2. Estructuras

013534

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,18 mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000785111
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	138,195 mm
Coeficiente de Carga		β	1,7
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**176,6 N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**58,8 N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1
Coeficiente de Cargas		β2	1
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000 N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	26,68332813 mm
Cuantía efectiva		ρ.l	3,025%
Armadura de Tracción		A.s	8947,26 mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	295730,3371 mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2217,98 mm2
		kc	0,4 -
		k	1 -
	R11.2.1.1	fct,eff	3 N/mm2
		Act	295730,3371 mm2
		σ.s	160,00 N/mm2
		Sep.Maxima	300 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

013535

- Refuerzo: 8ϕ32pml + 8ϕ25pml:

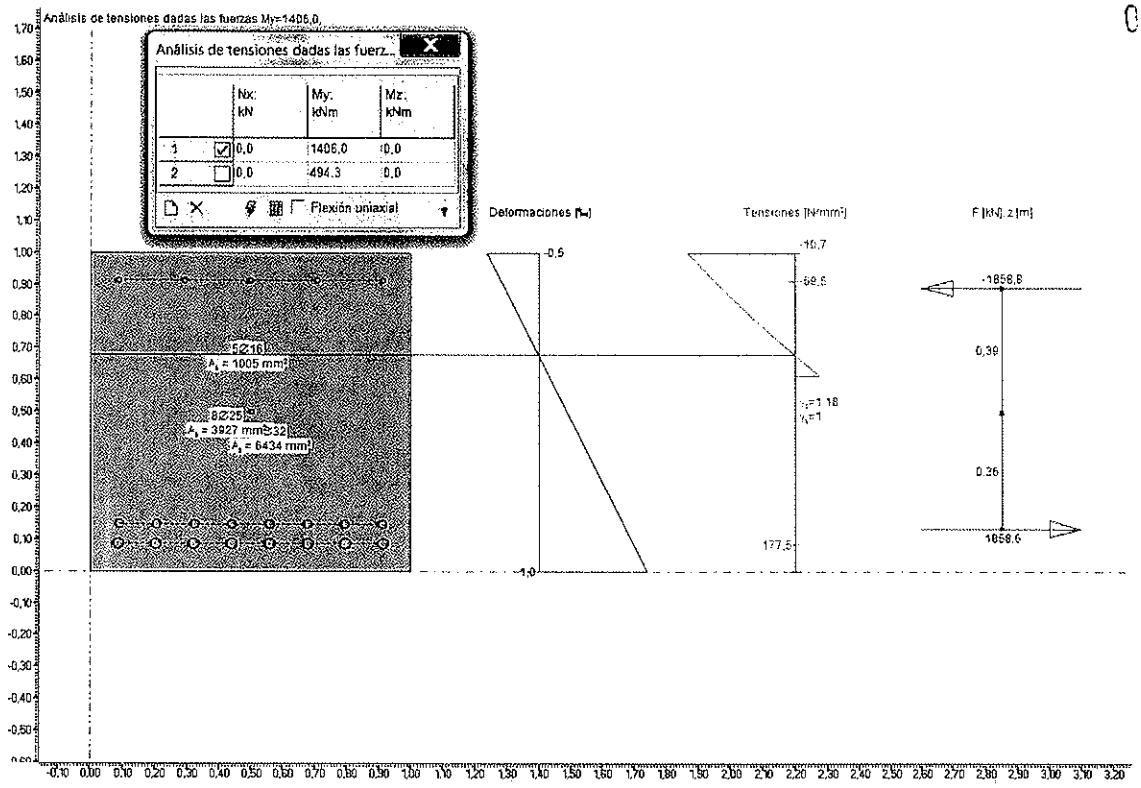
COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3436655728	N·mm
	ϕ·Mn	**3092,99**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1000	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	1,184%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	32	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	25	mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	8	ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	70	mm
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	60,5	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	124,930564	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	875,069436	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	10360,97	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318º08	Kn	4,488	N/mm2
Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**207,85**	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	875,069436	mm
	c/d	0,2375	-
	c/d*	0,2375	-
Deformación a Tracción	ε.t	**9,630**	**‰**
		0,010	
Armadura a Tracción	ρ	1,18%	
	ρ*	1,21%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**29,169**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

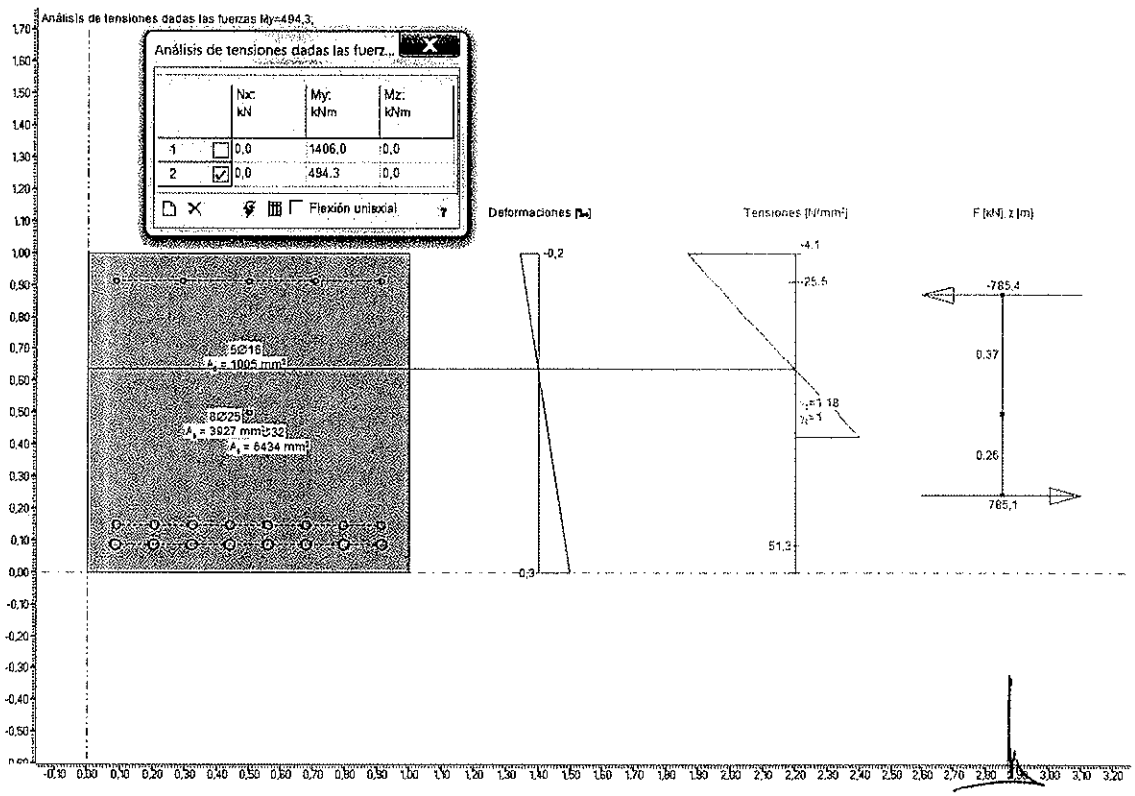
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013536





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,19	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000813368	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	136,557	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	177,5	N/mm2
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	51,3	N/mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	28,71410803	mm
Cuantía efectiva		p.l	3,317%	
Armadura de Tracción		A.s	10360,97	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	312326,4099	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2342,45	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	312326,4099	mm2
		σ.s	160,00	N/mm2
		Sep.Maxima	300	mm

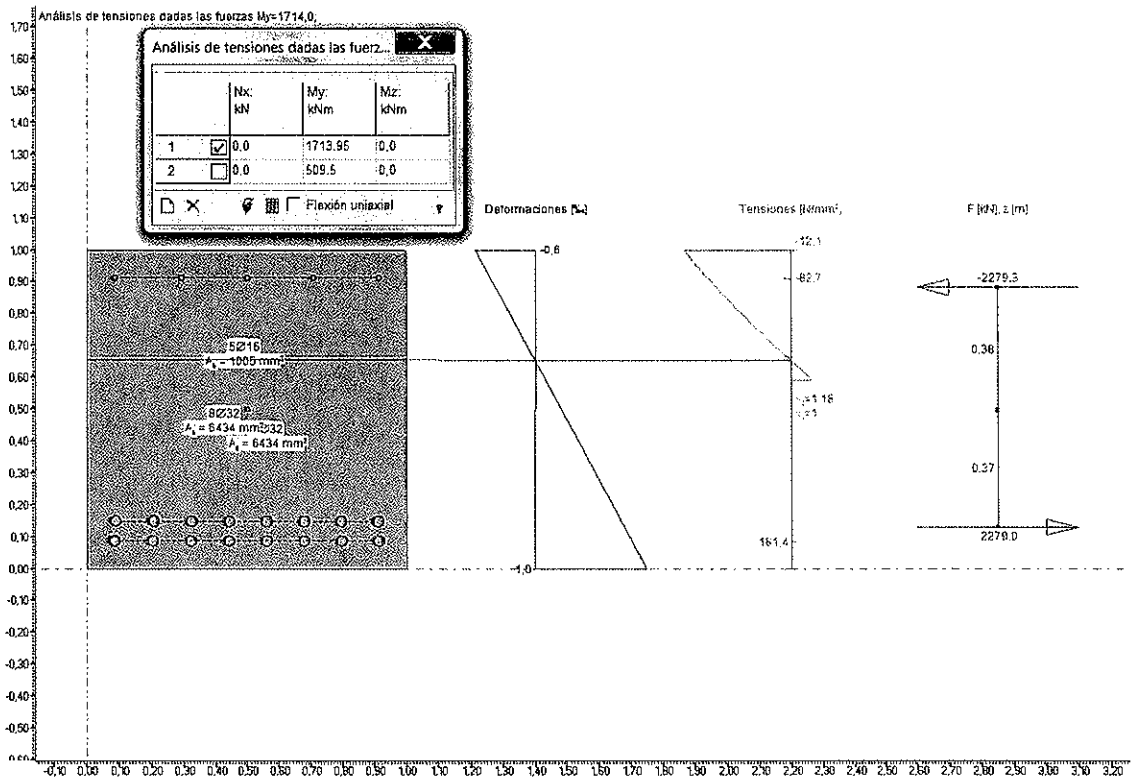
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

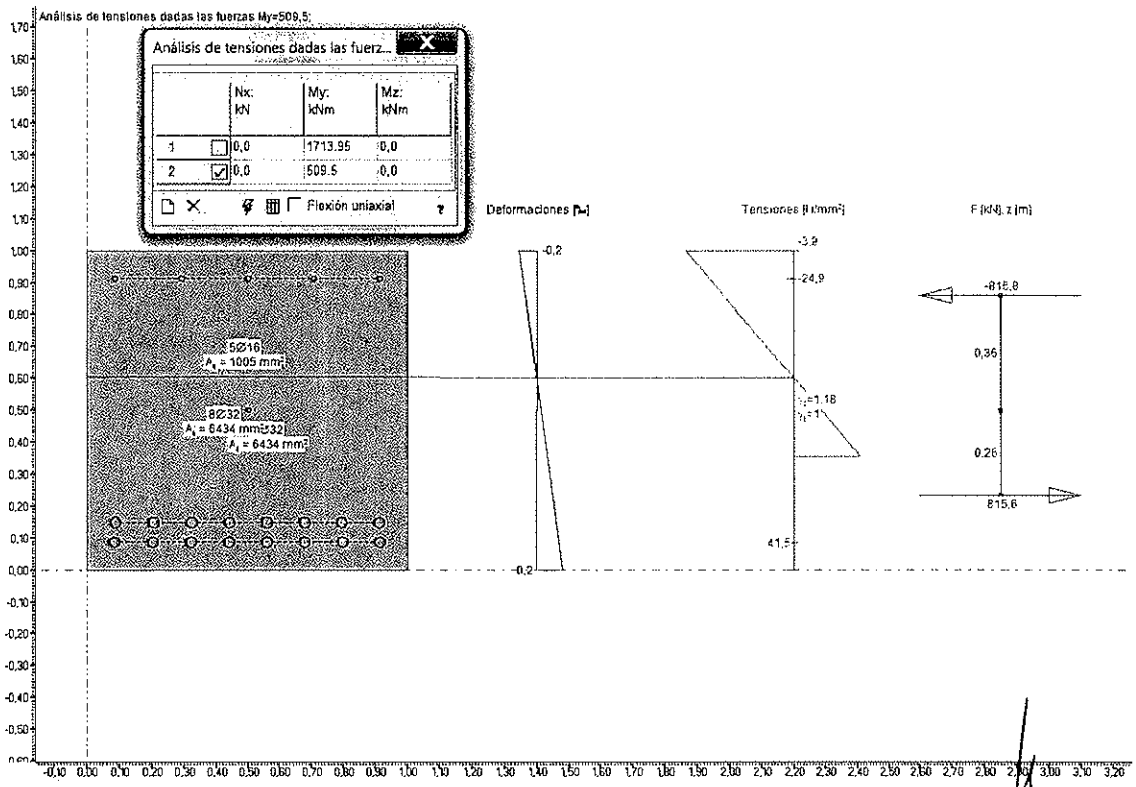
- Refuerzo: 8ϕ32pml + 8ϕ32pml:

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	4107608175 N·mm
	ϕMn	**3696,85 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1000 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	[illegible]
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	[illegible]
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	[illegible]
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]
Separación entre Capas	sep.capas	32 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	64 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	134 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	866 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	12867,96 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	5,477 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t		
Fibra Neutra	c	**266,38 mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	866 mm
	c/d	0,3076 -
	c/d*	0,3076 -
Deformación a Tracción	**ε.t**	**6,753 ‰**
		0,007
Armadura a Tracción	ρ	1,49%
	ρ*	1,56%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**28,867 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,19	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	0,000859529	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	133,308	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**181,4**	**N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**41,5**	**N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	32	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	3,841%	
Armadura de Tracción		A.s	12867,96	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	335000	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	2512,50	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	335000	mm2
		σ.s	160,00	N/mm2
		Sep.Maxima	300	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

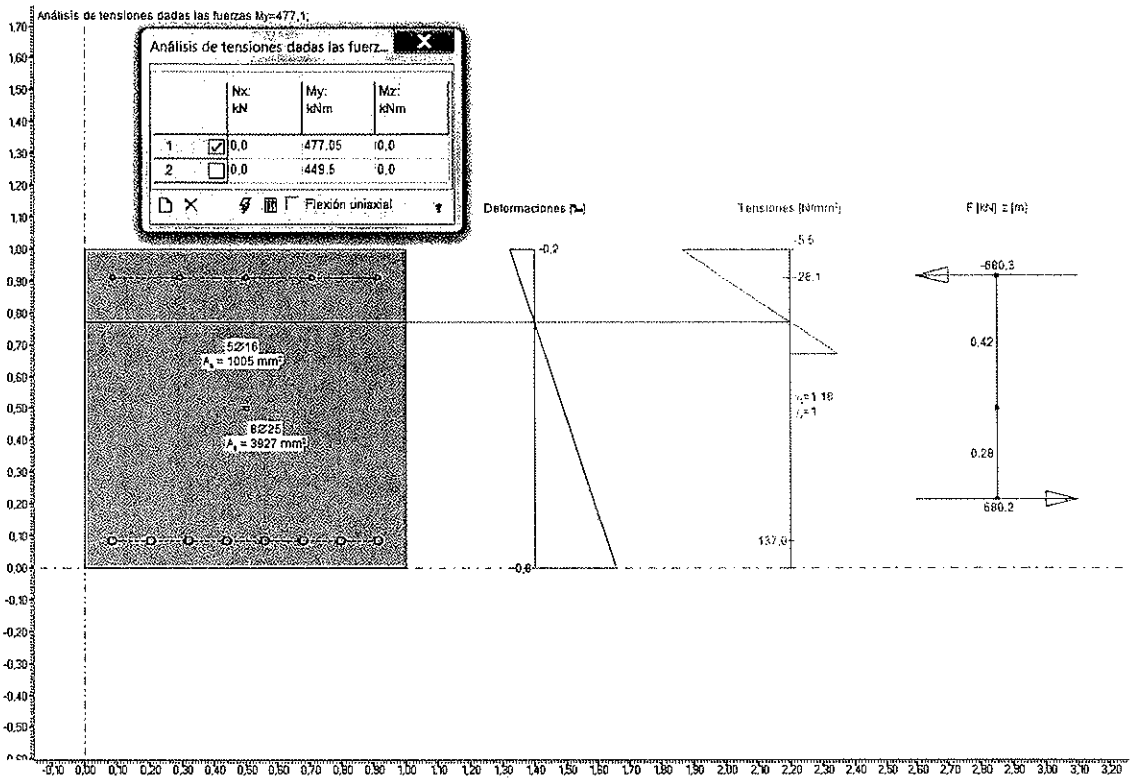
- Refuerzo: 8ϕ25pml:

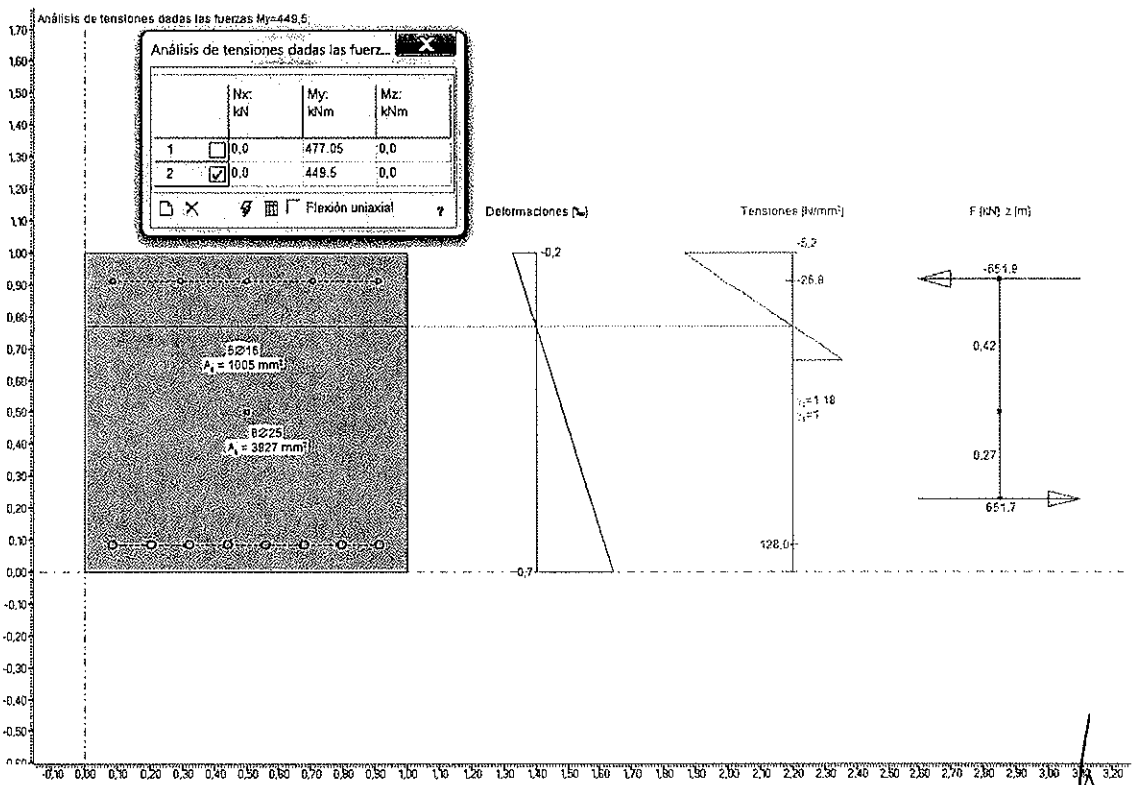
COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE		
Momento Nominal	Mn	1433537127 N·mm
	ϕ·Mn	**1290,18 kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000 mm
Canto de la Sección	h	1000 mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	
Resistencia del Acero de Armas	fy	
Resistencia del Hormigón	f'c	
Tamaño del Arido del Hormigón	a	
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ1º	
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ2º	
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	
Recurbimiento de las Armaduras	r	
Separación entre Capas	sep.capas	0 mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0 mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕcerco	16 mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	98,5 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	901,5 mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	3926,99 mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	1,764 N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ϵ.t		
Fibra Neutra	c	86,71 mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	901,5 mm
	c/d	0,0962 -
	c/d*	0,0962 -
Deformación a Tracción	**ϵ.t**	**28,189 ‰**
		0,028
Armadura a Tracción	ρ	0,44%
	ρ*	0,49%
	β1	0,836
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**30,050 cm2**
	ρs.min	**0,333%**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

0.4.2. Estructuras





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

FISURACIÓN SEGÚN ACI 224. APARTADO 4.2.3.2. APLICACIÓN DEL EUROCÓDIGO2

Ancho de la Fisura de Diseño		wk	0,03	mm
Separación Media de Fisuras Estabilizadas		ε.sm	8,70438E-05	
Deformación de las Armaduras con los Esfuerzos Actuantes		Srm	206,768	mm
Coeficiente de Carga		β	1,7	
Tensión de las Armaduras Ante carga Actuante		**σ.s**	**137**	**N/mm2**
Tensión de las Armaduras en el momento de la Fisuración.		**σ.sr**	**128**	**N/mm2**
Coeficiente de Tipologías de Barras		β1	1	
Coeficiente de Cargas		β2	1	
Módulo de Deformación del Acero		Es	200000	N/mm2
Diámetro Equivalente de las Barras		d.b	25	mm
Cuantía efectiva		ρ.l	1,595%	
Armadura de Tracción		A.s	3926,99	mm2
Armadura Efectiva del Hormigón		A.ct	246250	mm2
Coeficiente de Tipologías de Barras.		k1	0,8	
Coeficiente dependiente del Estado de Carga.		k2	0,5	
Según la ecuación (4-14) se puede estimar el A.s,min		A.s,min	1234,46	mm2
		kc	0,4	-
		k	1	-
	R11.2.1.1	fct,eff	3	N/mm2
		Act	246250	mm2
		σ.s	239,38	N/mm2
		Sep.Maxima	250	mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

- Refuerzo transversal: 4 ramas φ10 a 20 (para un refuerzo de 8φ25pml)

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**839,41**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**306,14**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	10	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	15,71	cm2/m
			1,570796327	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**594,75**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**1075,62**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**629,56**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**446,06**	**kN**

- Refuerzo transversal: 4 ramas φ12 a 20 (para un refuerzo de 8φ25pml)

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**839,41**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**306,14**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	20	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	22,62	cm2/m
			2,261946711	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**856,44**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**1271,89**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**629,56**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**642,33**	**kN**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Refuerzo transversal: 4 ramas φ12 a 20 (para un refuerzo de 8φ25pml)

COMPROBACIÓN A CORTANTE

Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**839,41**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**306,14**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕcerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	6	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	10	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	67,86	cm2/m
			6,785840132	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**2569,32**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		**ϕ**	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**2556,55**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**629,56**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**1926,99**	**kN**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6 DIMENSIONAMIENTO DEL DINTEL

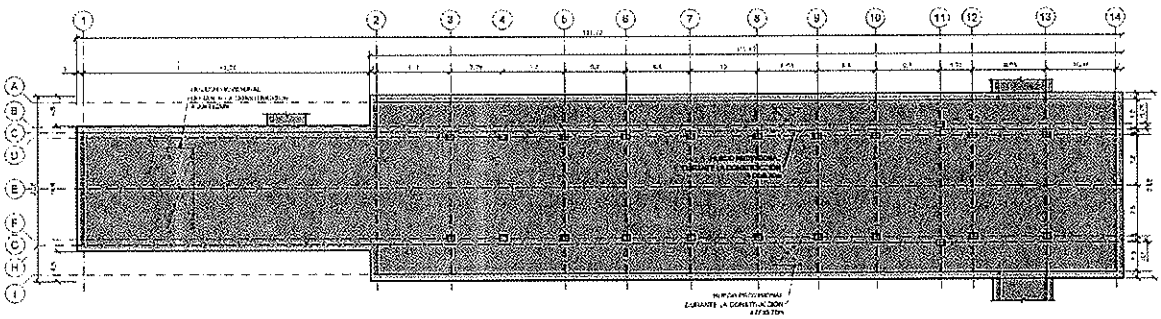
6.1 GENERALIDADES.

La losa de cubrición de la estación se materializa mediante losa maciza de concreto armado de 135 cm de espesor, ejecutada in situ apoyada en el terreno.

Desde el punto de vista estructural la losa se comporta como un elemento simplemente apoyado en las pantallas perimetrales y en dos líneas de pilas ubicadas en la zona de mayor luz de la estación.

Las luces de cálculo de la losa, medidas a ejes de pantalla, son de 26.80 m en la zona ancha y de 17.80 m en la zona estrecha.

Se prevén en el dintel tres huecos provisionales durante la fase de construcción.



PLANTA LOSA DINTEL

6.2 BASES DE CÁLCULO.

6.2.1 Cargas.

De acuerdo a las Bases de Cálculo generales desarrolladas en el presente documento, los valores característicos de las cargas consideradas en el cálculo de la losa de cubrición son:

- Peso propio (PP)
  - De acuerdo a la densidad del hormigón armado (25 KN/m3) y al espesor de la losa, resulta una carga distribuida de 25 x 1.35 = 33.75 KN/m2. El valor de la carga de peso propio se considera de forma automática en el programa de cálculo.

- Cargas muertas (CM)
  - Según lo expuesto, se considera un espesor de tierras sobre el dintel de 2.00 m de espesor máximo con una densidad de 20 KN/m3, lo que supone una carga distribuida de 20 x 2.00 = 40 KN/m2.

- Cargas vivas (Qa)
  - La carga viva considerada es de 20 KN/m2.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.2.2 Combinaciones.

Las combinaciones asociadas a Estados Últimos de resistencia consideradas se basan en lo establecido en el capitulo 9 de NTE E.60, siendo la combinatoria la siguiente:

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.400	1.400	
2	1.400	1.400	1.700

A los efectos de Estados de Servicio, las combinaciones consideradas son:

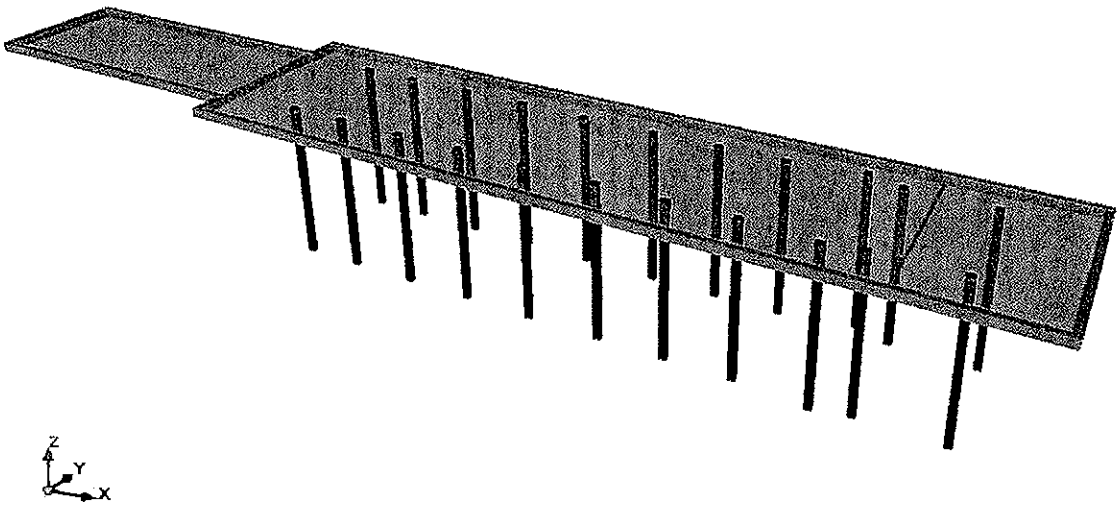
Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

6.2.3 Modelo de cálculo.

Se ha empleado el software CYPECAD para modelar el elemento estructural, consistente en un modelo de elementos finitos tipo "shell" y "beam".

Las pantallas se modelan como apoyos libres al giro, con el mismo espesor que las pantallas perimetrales, de forma que la luz de cálculo del dintel es la distancia entre ejes de pantallas.

Los pilares se consideran como apoyos cuya rigidez axial se obtiene de forma automática a partir de la sección y longitud del elemento. A estos efectos, en el modelo se ha considerado la longitud del pilar más largo.

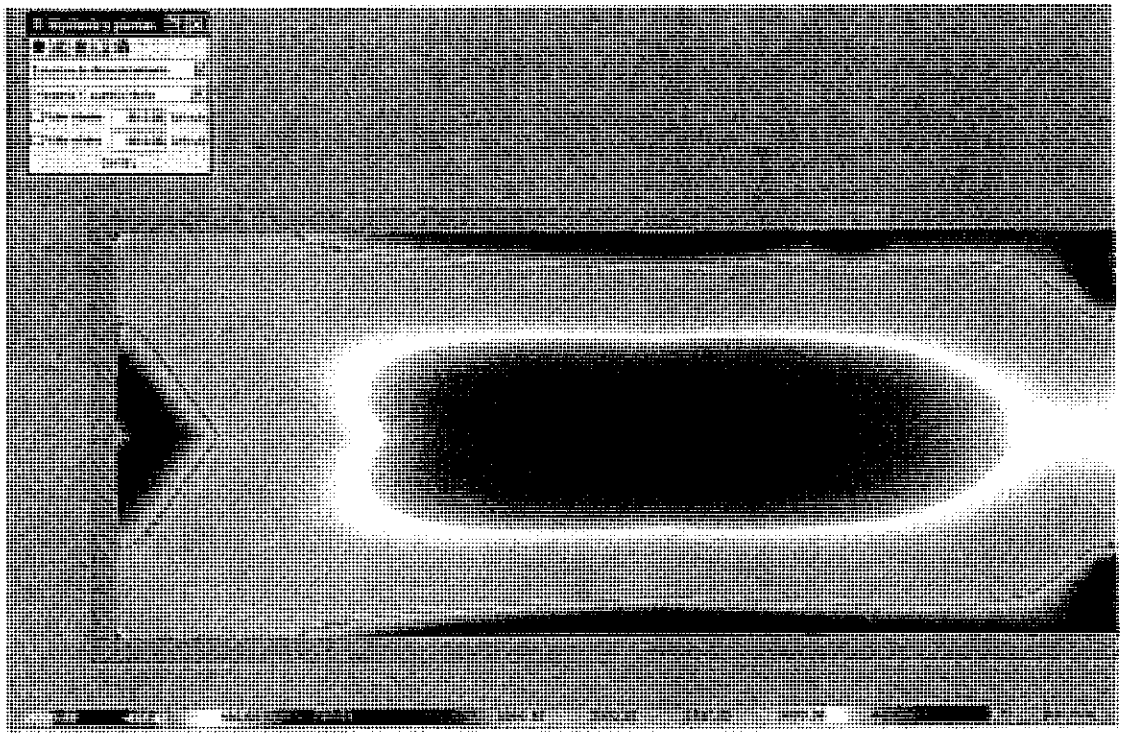


6.3 ESFUERZOS DE CÁLCULO.

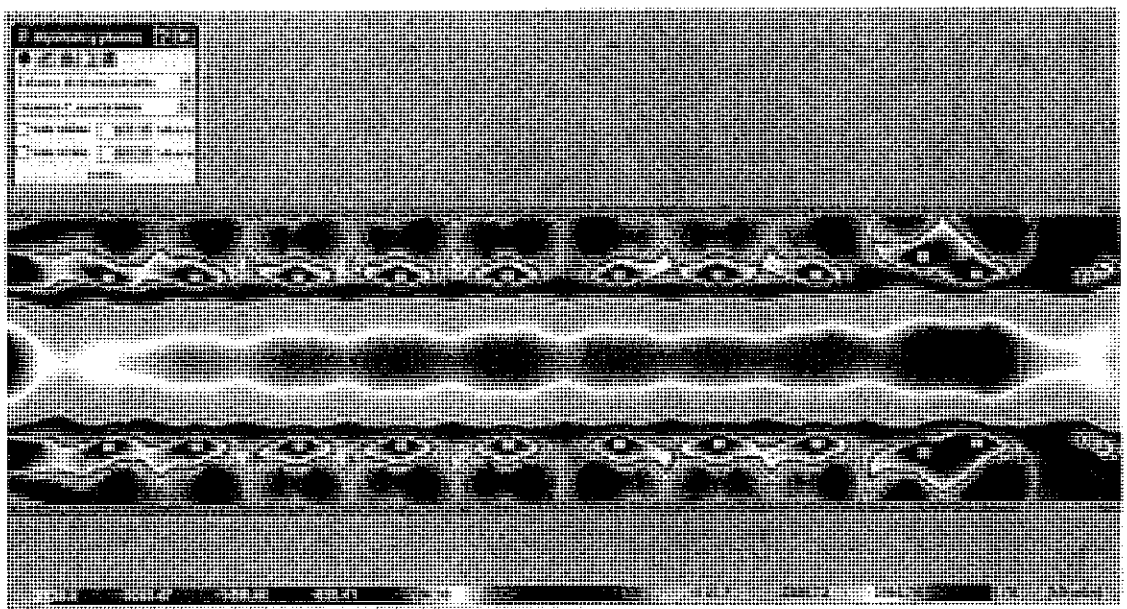
Se muestran a continuación las distribuciones de esfuerzos de cálculo (momentos flectores y esfuerzos cortantes) obtenidos del modelo. Los valores se muestran por metro lineal de losa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.3.1 *Momento Y, cuantía inferior*



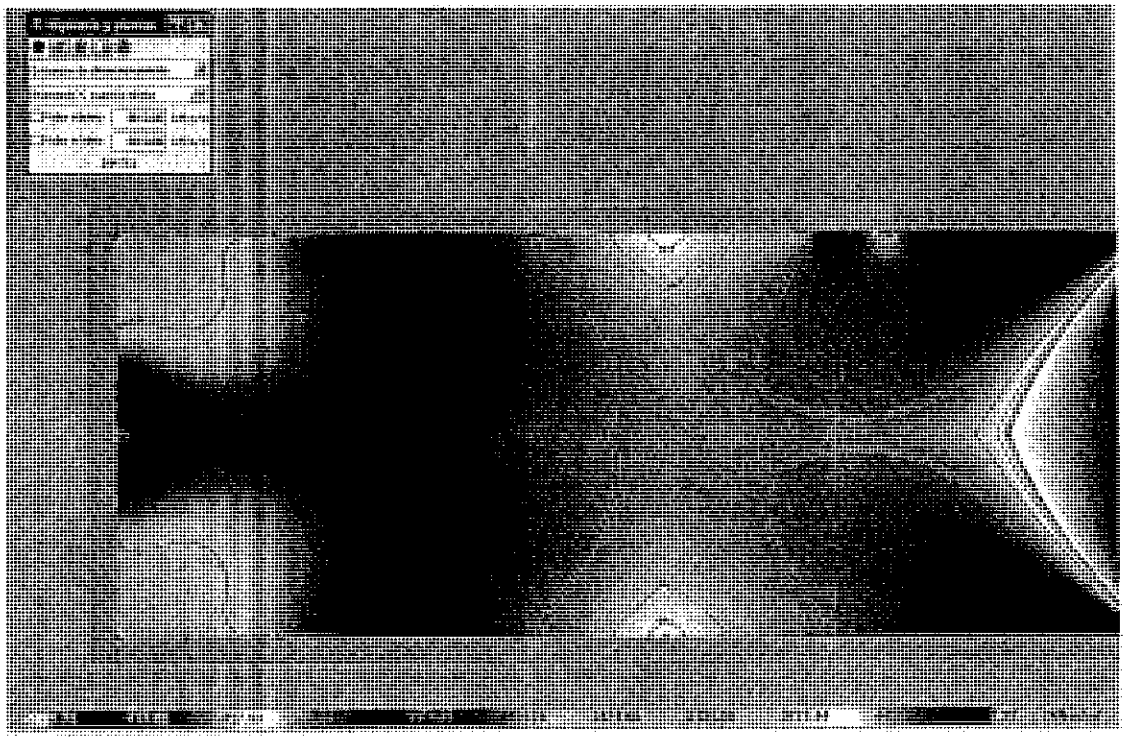
My (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona estrecha.



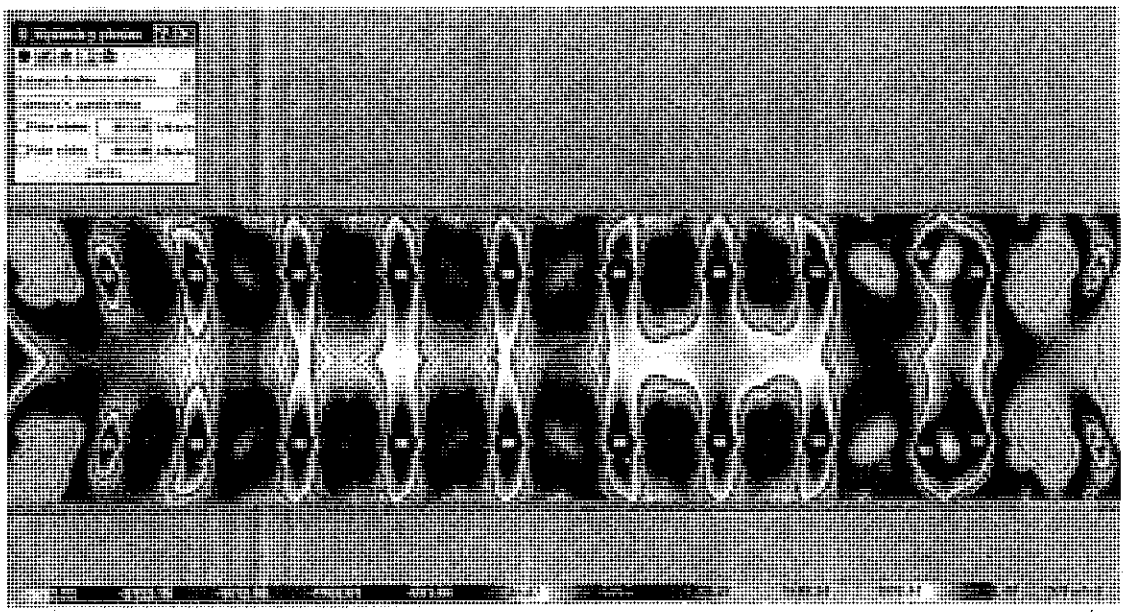
My (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona ancha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.3.2 *Momento X, cuantía inferior*



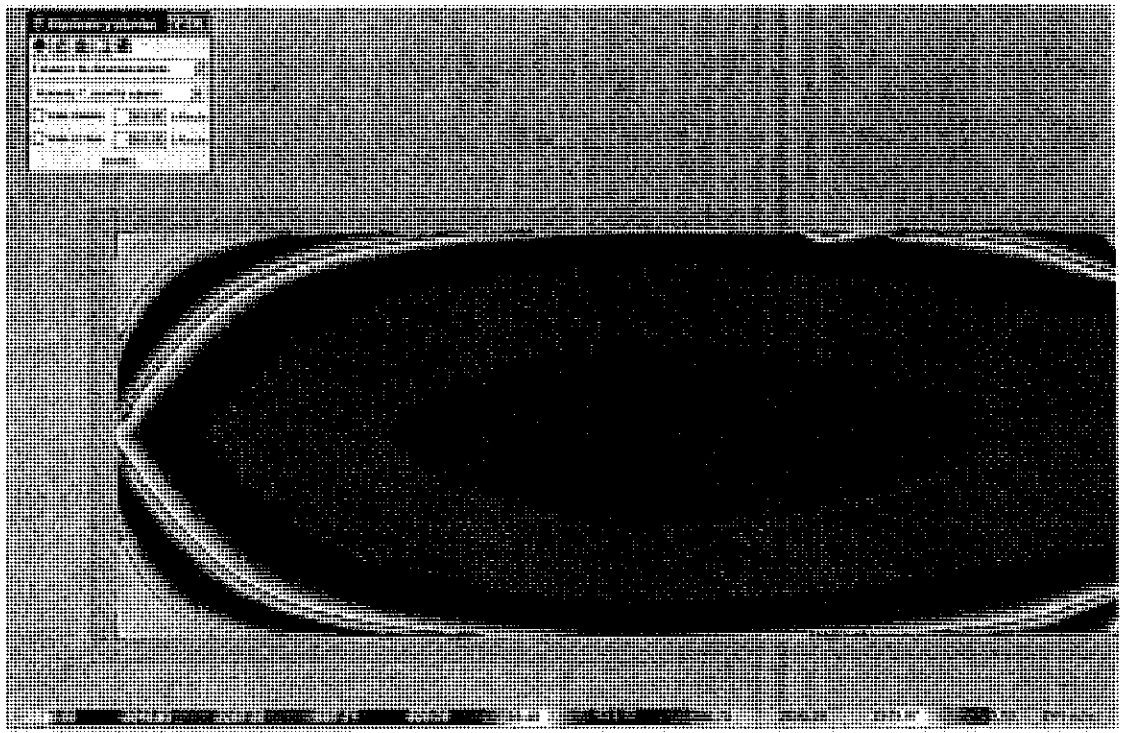
Mx (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona estrecha.



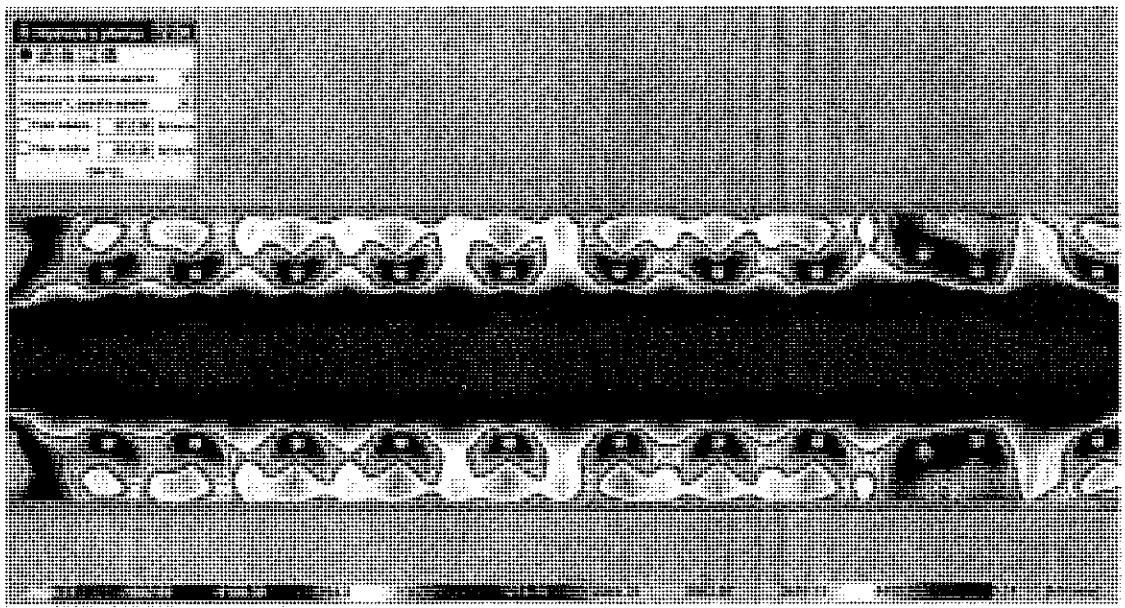
Mx (KNm/ml). Cuantía inferior. Zona ancha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.3.3 *Momento Y, cuantía superior*



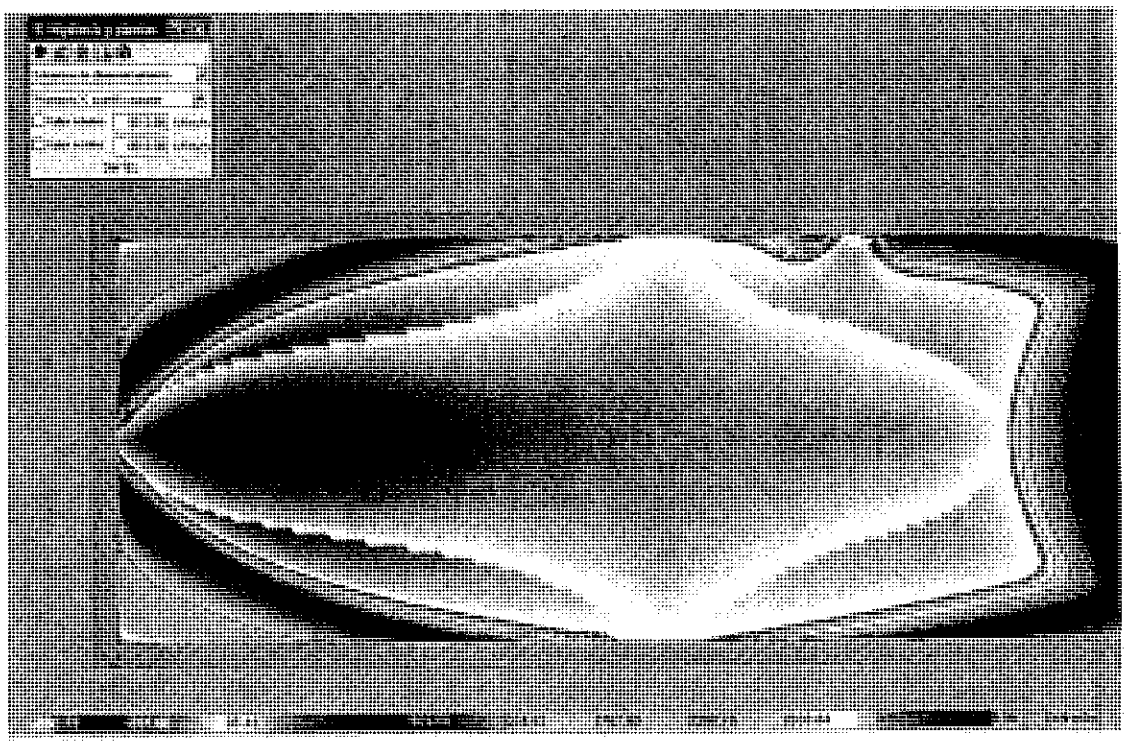
My (KNm/ml). Cuantía superior. Zona estrecha.



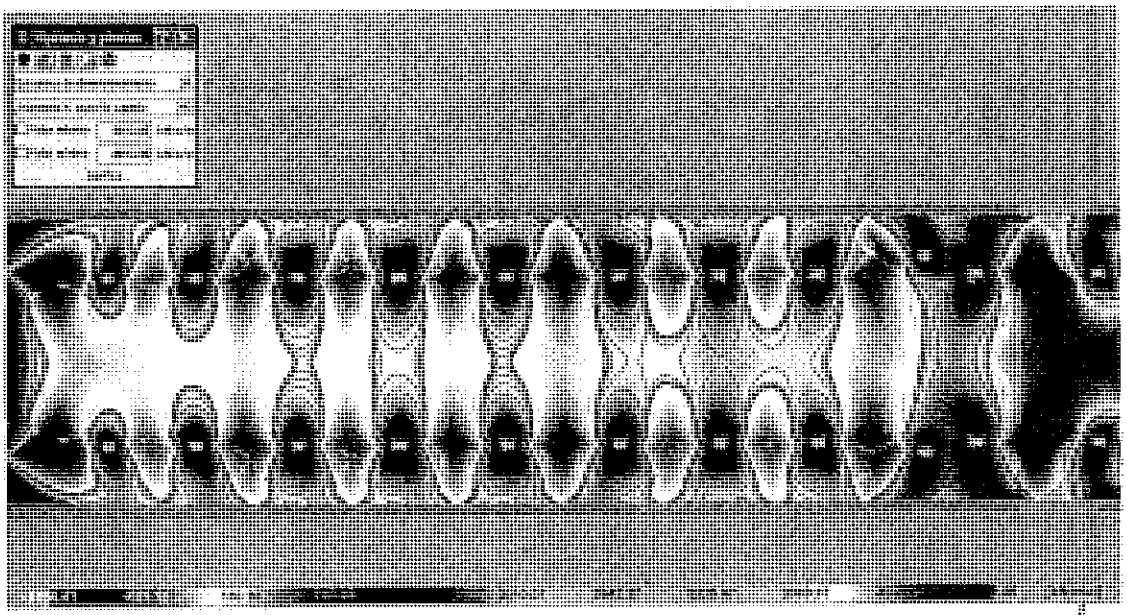
My (KNm/ml). Cuantía superior. Zona ancha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.3.4 *Momento X, cuantía superior*



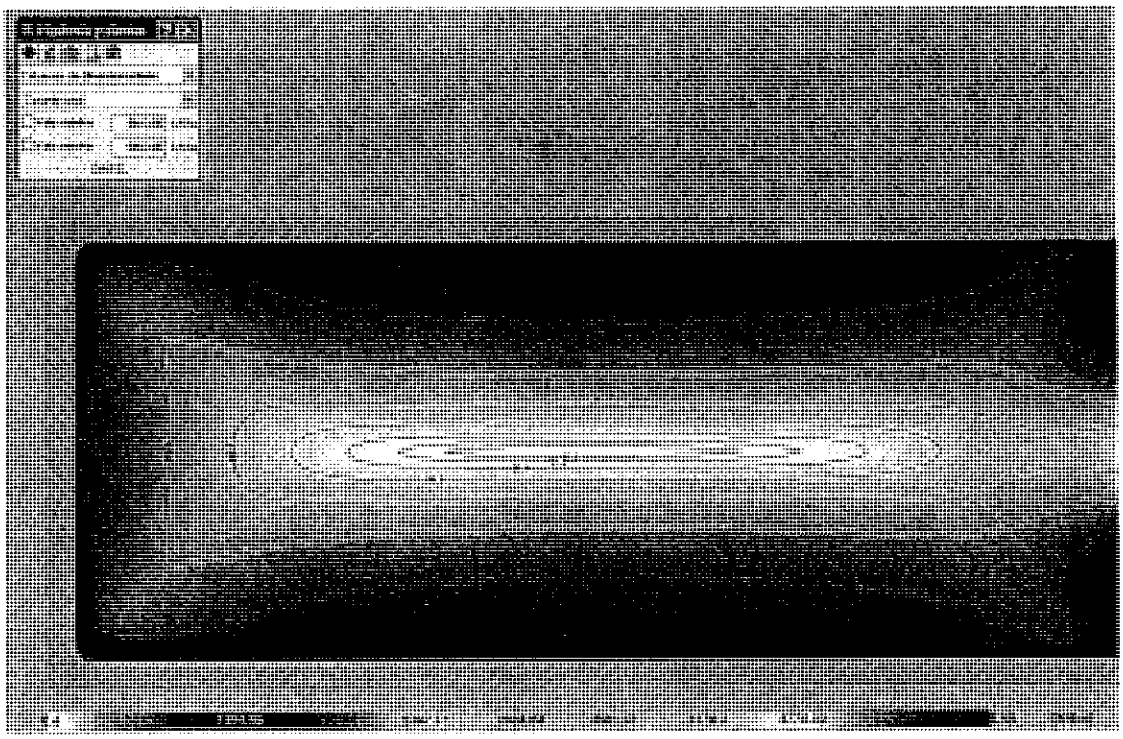
Mx (KNm/ml). Cuantía superior. Zona estrecha.



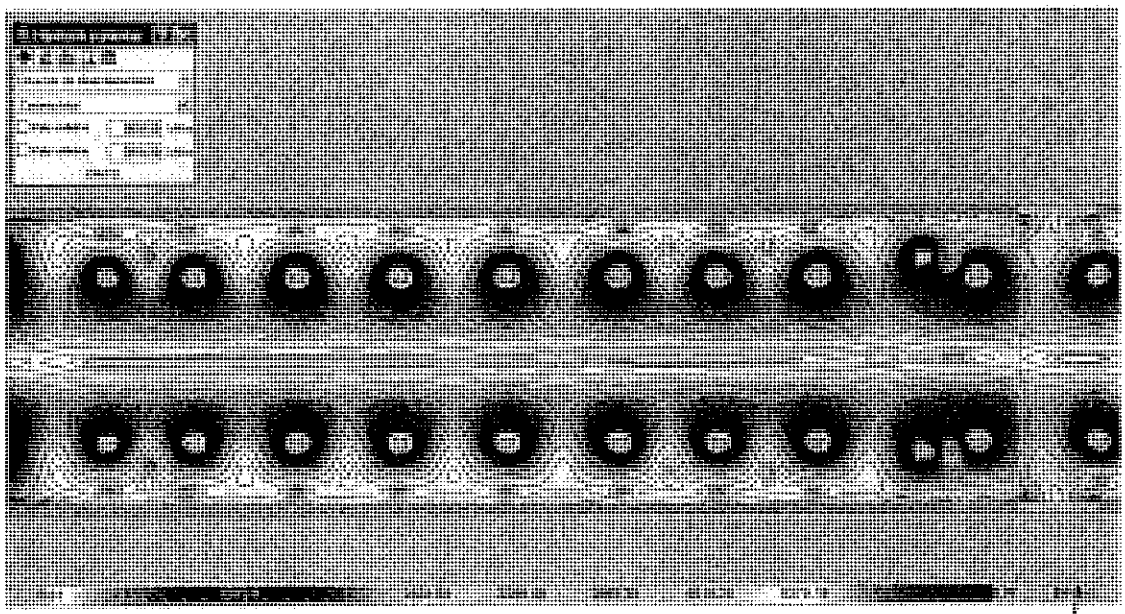
Mx (KNm/ml). Cuantía superior. Zona media.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.3.5 Cortante total



V (KN/ml). Zona estrecha.



V (KN/ml). Zona ancha.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.4 JUSTIFICACIÓN DE REFUERZOS.

6.4.1 Metodología

Se incluyen en este capítulo las justificaciones de los armados dispuestos en la losa.

En el caso de la verificación del cumplimiento de la sección frente a Estado Límite de resistencia se recoge el cálculo de la resistencia de la sección de acuerdo a ACI 318S-08 para las secciones principales (armadura base y refuerzos). Una vez obtenida la resistencia de la sección frente al esfuerzo analizado (momento o cortante), se complementa con el gráfico de isolíneas de esfuerzos, indicando las zonas de cumplimiento de cada refuerzo.

Para la verificación de la abertura de fisura en Estado Límite de Servicio, se incluye el análisis tensional de las secciones representativas de la losa. Del análisis tensional de la sección, realizado con el programa CUBUS FAGUS, se obtienen las tensiones en el refuerzo sometido al momento de servicio y al momento inmediatamente posterior a la fisuración. Dichas tensiones permiten obtener la abertura de fisura empleando la formulación recogida en el Eurocódigo 2.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

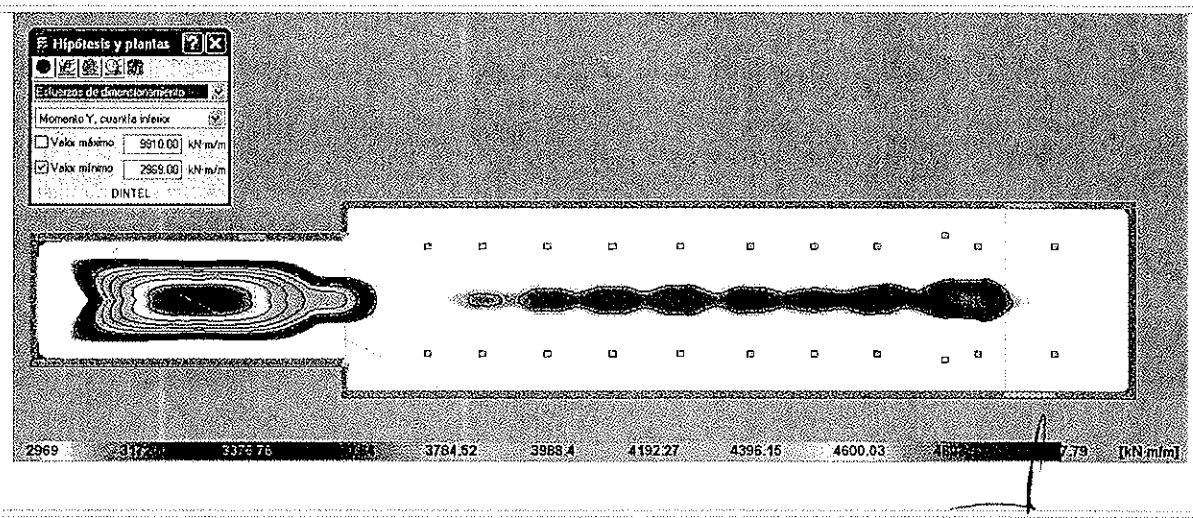
6.4.2 Refuerzo transversal inferior (T.I)

6.4.2.1 Estado Límite de Resistencia

Armadura: Ø 1 ¼" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	3299513079	N·mm
	ϕ·Mn	**2969,56**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,505%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	32	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	8	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	50	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	76	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	6433,98	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,033	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	146,51	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274	mm
	c/d	0,1150	-
	c/d*	0,1150	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**23,087**	**‰**
		0,023	
Armadura a Tracción	ρ	0,51%	
	ρ*	0,58%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**42,467**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

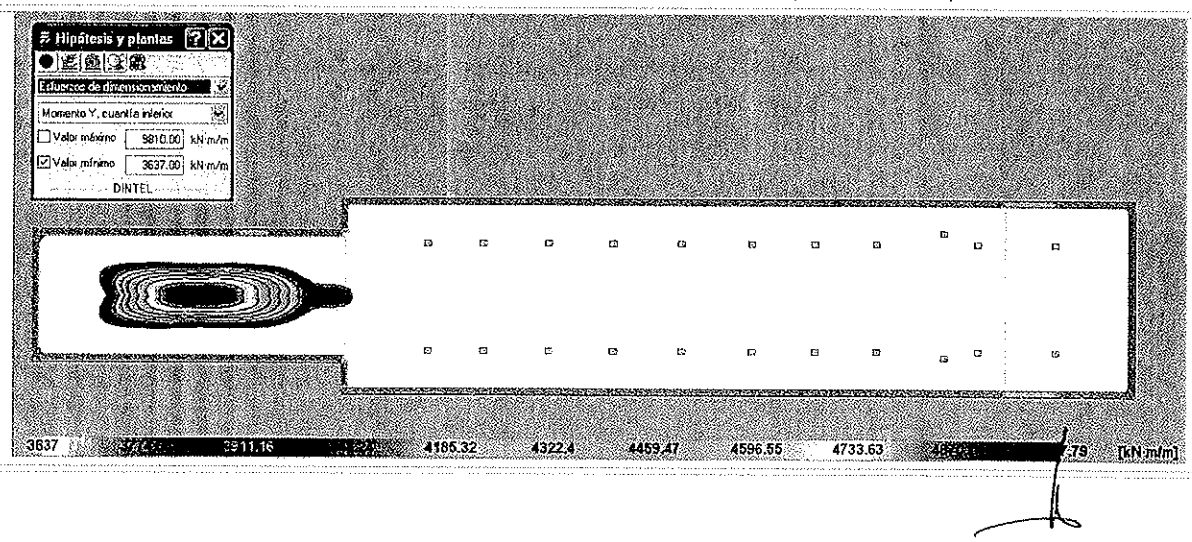


Armadura: Ø 1 ¼" c/125 + Ø 5/8" c/125

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE

Momento Nominal	Mn	4041815199	N·mm
	ϕ·Mn	**3637,63**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,637%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]	[illegible]
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]	[illegible]
Tamaño del Árido del Hormigón	a	[illegible]	[illegible]
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	[illegible]	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	[illegible]	[illegible]
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]	[illegible]
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	[illegible]	[illegible]
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]	[illegible]
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]	[illegible]
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	56	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	87,2	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1262,8	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8042,48	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,535	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**134,32**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1262,8	mm
	c/d	0,1064	-
	c/d*	0,1064	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**25,205**	**‰**
		0,025	
Armadura a Tracción	ρ	0,64%	
	ρ*	0,54%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**42,093**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

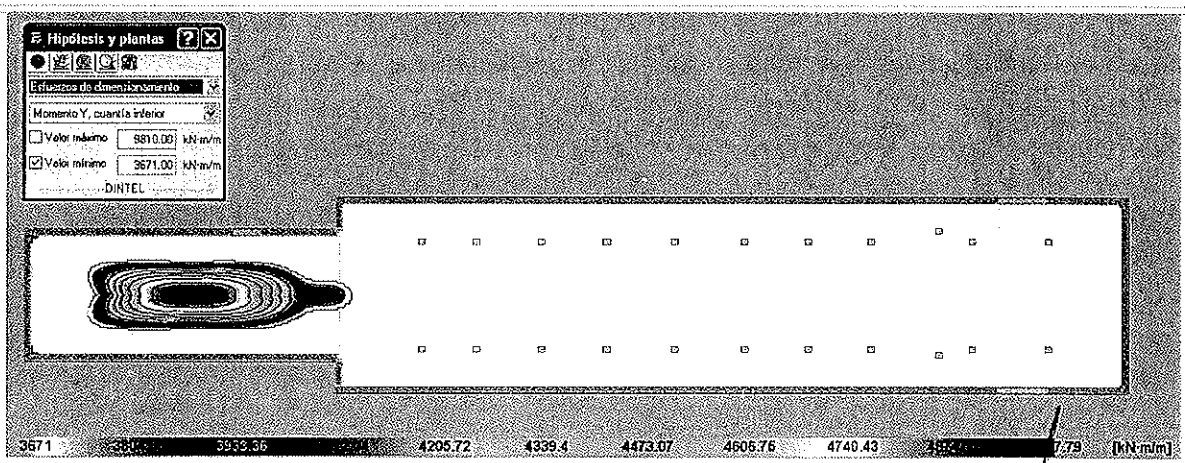


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Armadura: Ø 1 ¼" c/100

COMPROBACIÓN A FLEXION SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	4079647012	N·mm
	ϕ·Mn	**3671,68**	**kN·m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	0,631%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	420	N/mm2
Resistencia del Hormigón	f'c	30	N/mm2
Tamaño del Arido del Hormigón	a	20	mm
Coeficiente Reductor de Flexión	**ϕ**	0,9	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	32	mm
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	10	ud
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º		mm
Nº Barras en Segunda Capa	N2º		ud
Recurbimiento de las Armaduras	r	50	mm
Separación entre Capas	sep.capas	0	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	0	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	76	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	8042,48	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	2,514	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra [c] y la ε.t			
Fibra Neutra	c	**135,51**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1274	mm
	c/d	0,1064	-
	c/d*	0,1064	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**25,205**	**‰**
		0,025	
Armadura a Tracción	ρ	0,63%	
	ρ*	0,54%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**42,467**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona blanca)

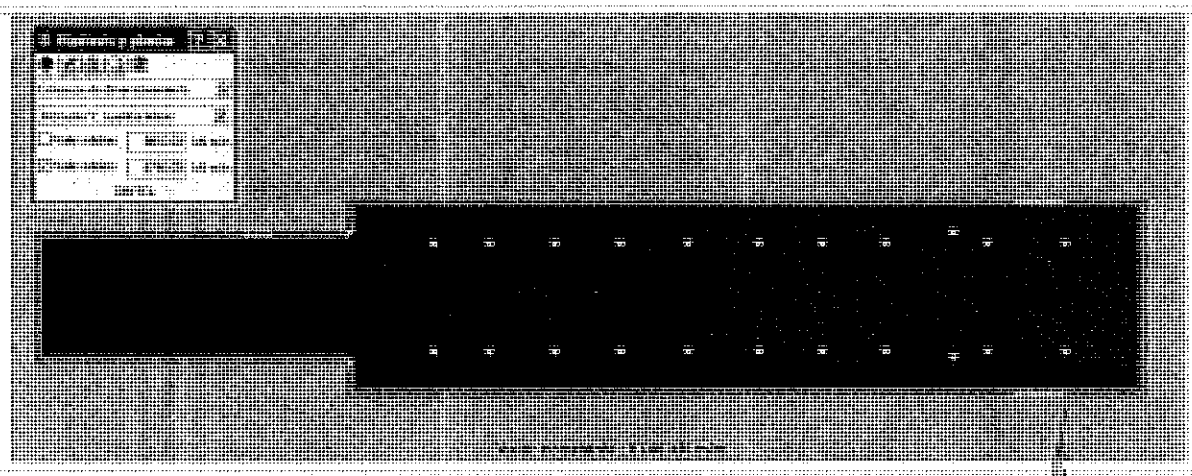


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Armadura: Ø 1 ¼" c/100 + Ø 1 ¼" c/100

COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE			
Momento Nominal	Mn	7495668868	N-mm
	ϕ·Mn	**6746,10**	**kN-m**
Ancho de la Sección	b	1000	mm
Canto de la Sección	h	1350	mm
Cuantía de la Armaudra a Tracción	ρ	1,295%	
Resistencia del Acero de Armas	fy	[illegible]	[illegible]
Resistencia del Hormigón	f'c	[illegible]	[illegible]
Tamaño del Arido del Hormigón	a	[illegible]	[illegible]
Coeficiente Reductor de Flexión	ϕ	[illegible]	-
Armadura Dispuesta en Primera Capa	ϕ.1º	[illegible]	[illegible]
Nº de Barras en Primera Capa	N1º	[illegible]	[illegible]
Armadura Dispuesta en Segtunda Capa	ϕ.2º	[illegible]	[illegible]
Nº Barras en Segunda Capa	N2º	[illegible]	[illegible]
Recurbimiento de las Armaduras	r	[illegible]	[illegible]
Separación entre Capas	sep.capas	32	mm
Separación de Ejes de Capas	sep.Eje.capa	64	mm
Diámetro del Cerco Dispuesto	ϕ.cerco	10	mm
distancia del Baricentro a la Fibra Más Traccionada	do	108	mm
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1242	mm
Área Total dispuesta a Tracción	As	16084,95	mm2
Parámetro Kn de la ACI 318-08	Kn	4,859	N/mm2
· Procedemos a Obtener las fibra Neutra (c) y la ε.t			
Fibra Neutra	**c**	**313,53**	**mm**
Distancia del Baricentro de las Armaduras a la Fibra Comprimida	d	1242	mm
	c/d	0,2524	-
	c/d*	0,2524	-
Deformación a Tracción	**ε.t**	**8,884**	**‰**
		0,009	
Armadura a Tracción	ρ	1,30%	
	ρ*	1,28%	
	β1	0,836	
· Armadura Mínima de ACI	**As,min**	**41,400**	**cm2**
	ρs.min	**0,333%**	

ZONAS CUBIERTAS POR EL REFUERZO (zona gris)

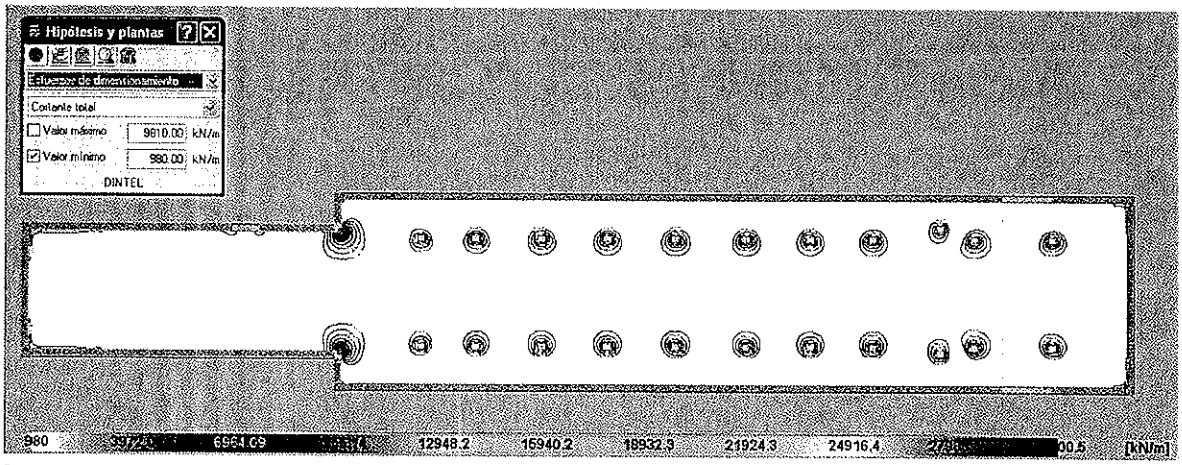


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013530

6.4.6 *Cortante*

La resistencia de la sección a cortante, únicamente considerando la contribución del hormigón, es de aproximadamente ØVc = 980 KN. Las zonas donde se supera dicha resistencia son las siguientes:



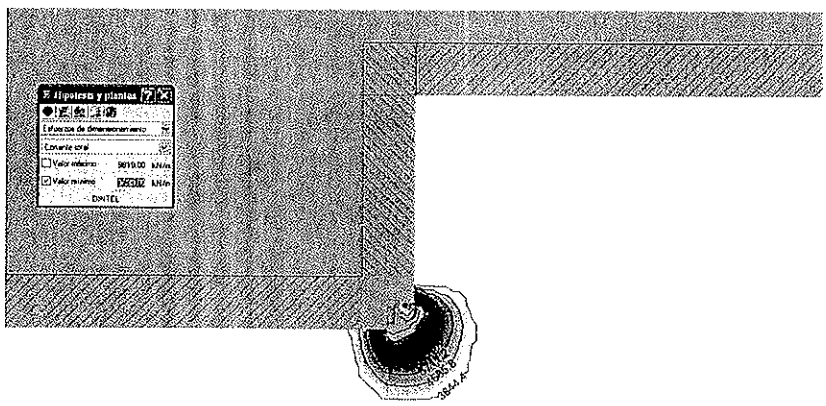
Cortante. Zonas con cortante de cálculo superior a 980 KN.

Las áreas sobre los pilares corresponden a esfuerzos de punzomamiento y por tanto se puede observar que las zonas que requieren armadura de cortante se localizan en la franja próxima a las pantallas de la zona estrecha, la esquina de la intersección de pantallas de la transición zona ancha – zona estrecha y por último, las esquinas de la zona ancha.

Se procede por tanto a disponer armadura de cortante en las tres citadas zonas, cuya justificación es la que sigue:

ESQUINA DE PANTALLAS

De acuerdo al artículo 11.1.3.1. de NTE E.60, el cortante de diseño se puede obtener a una distancia "d" (canto útil) del apoyo, en este caso las pantallas. De esta forma, el esfuerzo obtenido del modelo es de Vu = 3690 KN/ml.



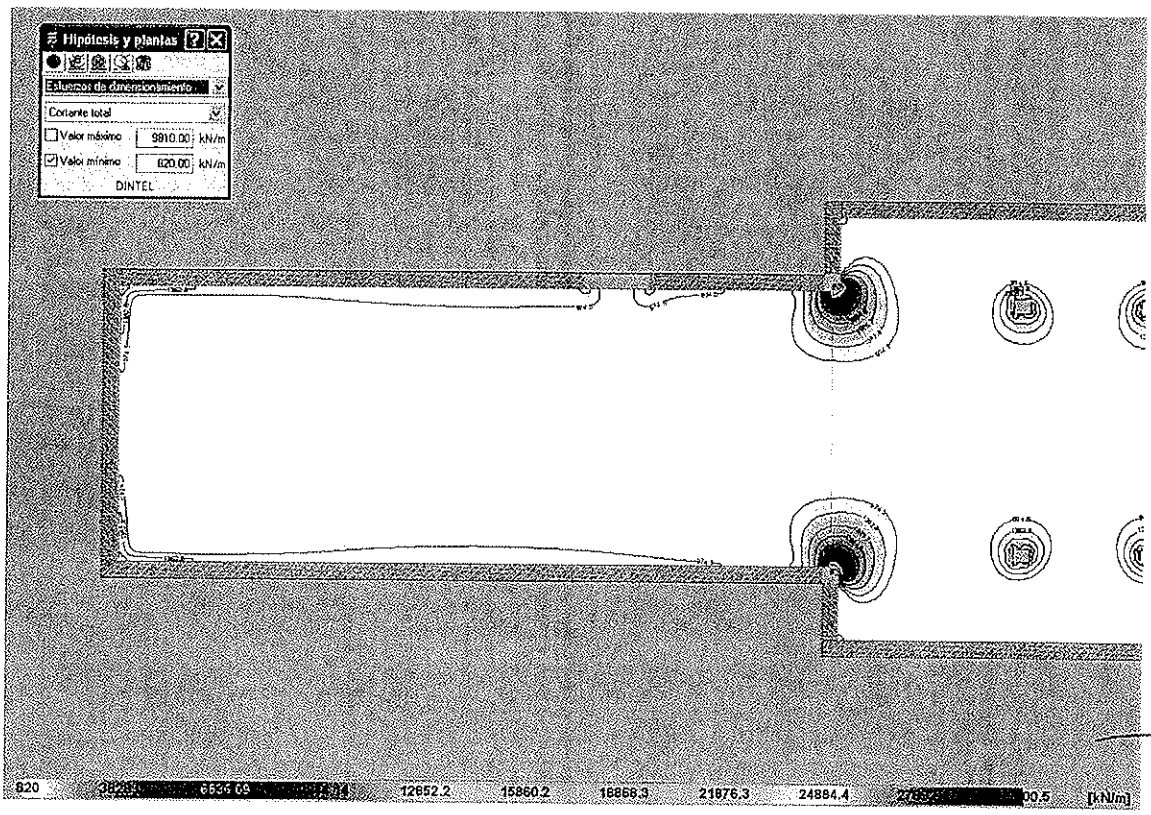
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La justificación del armado es:

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	**Vc**	**1156,46**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		**Av,min/S**	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		**Vs.min**	**421,77**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕ.cerco	12	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	8	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	12,5	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	72,38	cm2/m
			7,238229474	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		**Vs**	**3775,75**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		ϕ	0,75	-
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc+Vs)**	**3699,16**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vc)**	**867,35**	**kN**
Cortante Total Resistido		**ϕ.(Vs)**	**2831,81**	**kN**

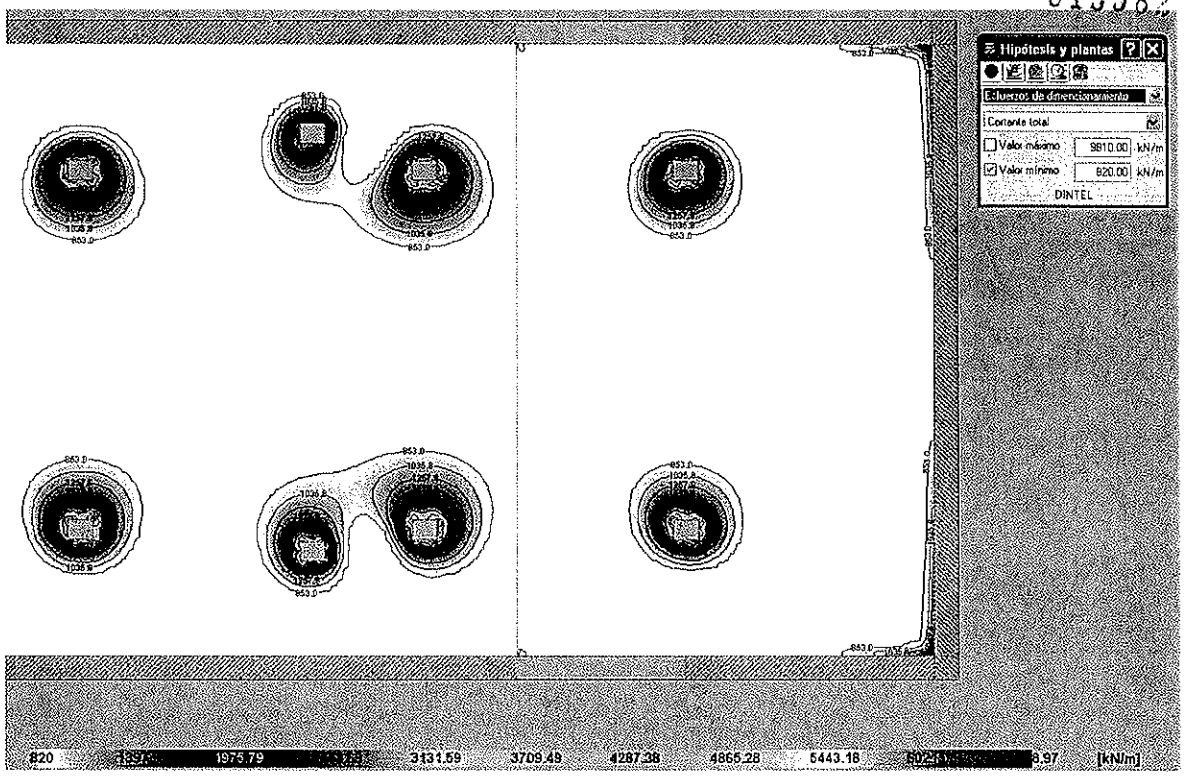
FRANJA PRÓXIMA A LAS PANTALLAS

De la misma forma, de acuerdo al artículo 11.1.3.1. de NTE E.60 el cortante de diseño se puede obtener a una distancia "d" (canto útil) del apoyo, en este caso las pantallas. De esta forma, el esfuerzo obtenido del modelo es de Vu = 820 KN/ml.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013582



La justificación del armado es:

COMPROBACIÓN A CORTANTE				
Valor Máximo de √f'c		√f'c	5,477	N/mm2
Valor de Relación de Densidades		λ	1	-
Resistencia del Concreto a Cortante	(11-3)	Vc	**1186,26**	**kN**
Armadura de Cortante Mínima		Av,min/S	**8,085**	**cm2/m**
			0,809	mm2/mm
Resistencia a Tracción del Acero		fyt	420	N/mm2
Cortante Mínimo Resistido por el Av,min/S		Vs.min	**432,64**	**kN**
Diámetro del Cerco de Cortante		ϕ.cerco	10	mm
Nº de Ramas a Colocar en un Mismo Plano		N.ramas	4	uds
Separación entre Ramas		S.ramas	25	cm
Armadura Colocada a Cortante		Acortante	11,36	cm2/m
			1,136	mm2/mm
Cortante Resitido por el Armado de Cortante-ACERO		Vs	**607,85**	**kN**
Factor de Resistencia por Cortante		ϕ	0,75	-
Cortante Total Resistido		ϕ.(Vc+Vs)	**1345,58**	**kN**
Cortante Total Resistido		ϕ.(Vc)	**889,69**	**kN**
Cortante Total Resistido		ϕ.(Vs)	**455,89**	**kN**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.4.7 *Punzonamiento*

De acuerdo a las Disposiciones Especiales para losas y zapatas recogidas en la NTE E.60, se comprueba la resistencia a cortante de la losa en la cercanía de las columnas.

Del modelo se extraen los esfuerzos característicos de cada hipótesis simple de carga que, convenientemente mayorados por los coeficientes de amplificación, proporcionan el esfuerzo de cálculo para la verificación de la resistencia a cortante en el entorno de las pilas.

0.4.2. Estructuras

La siguiente tabla muestra los esfuerzos característicos y el esfuerzo combinado en cabeza de cada una de las columnas:

Soporte	Planta	Dimensión(cm)	Tramo(m)	Hipótesis	Cabeza						Nu (kN)
					N(kN)	Mx(kN·m)	My(kN·m)	Qx(kN)	Qy(kN)	T(kN·m)	
C3	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2916,1	0	0	0	0	0	12182,09
				Cargas muertas	3599,8	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1799,9	0	0	0	0	0	
C4	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3238,2	0	0	0	0	0	13416,62
				Cargas muertas	3948,1	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1974	0	0	0	0	0	
C5	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3442,1	0	0	0	0	0	14245,23
				Cargas muertas	4189,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2094,7	0	0	0	0	0	
C6	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3526,8	0	0	0	0	0	14599,02
				Cargas muertas	4294	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2147	0	0	0	0	0	
C7	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3608,9	0	0	0	0	0	14941,21
				Cargas muertas	4395	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2197,5	0	0	0	0	0	
C8	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3517,5	0	0	0	0	0	14563,36
				Cargas muertas	4283,9	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2142	0	0	0	0	0	
C9	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3405,9	0	0	0	0	0	14098,7
				Cargas muertas	4146,9	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2073,4	0	0	0	0	0	
C10	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3569,8	0	0	0	0	0	14761,82
				Cargas muertas	4339,6	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2169,8	0	0	0	0	0	
C11	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2525,3	0	0	0	0	0	10540,71
				Cargas muertas	3113,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1556,7	0	0	0	0	0	
C12	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3539,8	0	0	0	0	0	14624,28
				Cargas muertas	4287,1	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2148,6	0	0	0	0	0	
C13	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3288,6	0	0	0	0	0	13706,19
				Cargas muertas	4045,4	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2022,7	0	0	0	0	0	
C14	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3282,8	0	0	0	0	0	13682,32
				Cargas muertas	4038,4	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2019,2	0	0	0	0	0	
C15	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3431,9	0	0	0	0	0	14186,12
				Cargas muertas	4169,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2084,8	0	0	0	0	0	
C16	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2821,9	0	0	0	0	0	11722,61
				Cargas muertas	3454,2	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1727,1	0	0	0	0	0	
C17	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3524,8	0	0	0	0	0	14578,81
				Cargas muertas	4286,3	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2143,1	0	0	0	0	0	
C18	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3403,9	0	0	0	0	0	14090,81
				Cargas muertas	4144,6	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2072,3	0	0	0	0	0	
C19	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3517,9	0	0	0	0	0	14564,96
				Cargas muertas	4284,4	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2142,2	0	0	0	0	0	
C20	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3608,9	0	0	0	0	0	14941,21
				Cargas muertas	4395	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2197,5	0	0	0	0	0	
C21	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3526,8	0	0	0	0	0	14599,02
				Cargas muertas	4294	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2147	0	0	0	0	0	
C22	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3442	0	0	0	0	0	14245,09
				Cargas muertas	4189,5	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	2094,7	0	0	0	0	0	
C23	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	3238,2	0	0	0	0	0	13416,62
				Cargas muertas	3948,1	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1974	0	0	0	0	0	
C24	DINTEL	100x80	0,00/20,65	Peso propio	2916,1	0	0	0	0	0	12182,09
				Cargas muertas	3599,8	0	0	0	0	0	
				Sobrecarga de uso	1799,9	0	0	0	0	0	

MAX	14941,21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Además, de acuerdo a EC2, en pilares interiores se tiene en cuenta un factor de amplificación (β) debido a excentricidad del axil y que en el caso de pilares interiores toma el valor de 1.15.

La justificación del armado dispuesto se recoge a continuación:

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

Canto de la Losa	**h**	**mm**	**1350**
Recubrimiento de Losa	**r**	**mm**	**50**
Canto Útil	d	mm	1300
Dimensión Hor. (X) Pilar	**C1**	**mm**	**1000**
Dimensión Ver. (Y) Pilar	**C2**	**mm**	**800**
Tipología del Pilar			**Interior**

DETERMINACIÓN DE PERÍMETROS Y ÁREAS CRÍTICAS

Perímetro Crítico Interior	U1.1	mm	19936,28
Perímetro Crítico Borde	U1.2x	m	10968,14
	U1.2y	m	10768,14
Perímetro Crítico Esquina	U1.3	m	5884,07
Área Críticas Interior	A.c1	cm2	259171,66
Área Críticas Borde	A.c2x	cm2	142585,83
	A.c2y	cm2	139985,83
Área Críticas Esquina	A.c3	cm2	76492,92

LOSAS SIN ARMADURA DE PUNZONAMIENTO

Tensión Tangencial Nominal de Cálculo en el Perímetro C´ritico	τ.sd	N/mm2	0,663
Esfuerzo Efectivo de Cálculo	F.sd,ef	kN	17183,3
¿Existe Excentricidad de la Carga?	**¿ ?**	**-**	**Si**
Coeficiente de Excentricidad de Carga	β	-	1,15
Esfuerzo de Cálculo	**F.sd**	**kN**	**14942**
Valor de U1·d a usar	U1.d	cm2	259171,66
Tensión Resistente de Cálculo en Perímetro Crítico	**τ.rd**	**N/mm2**	**0,454**
Tensión Máxima Resistente en Perímetro Crítico	τ.rd	N/mm2	0,4538
Tensión Mínima Resistente en Perímetro Crítico	τ.rd,min	N/mm2	0,4498
Resistencia Efectiva del Hormigón	fcv	N/mm2	30

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013535

Resistencia Caracte. Hormigón	**fck**	**N/mm2**	**30**
Coef. Seguridad Hormigón	**γ.c**	**-**	**1,5**
Resistencia Cálculo Hormigón	fcd	N/mm2	20
Cuantía Geométrica de Armadura Longitudinal de Tracción	ρ.l	-	0,00668
Cuantía Dirección X	ρ.x	-	0,00582
Cuantía Dirección Y	ρ.y	-	0,00767
Armadura Base en X	**ϕ.x,b**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Refuerzo en X	**ϕ.x,rf**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Base en Y	**ϕ.y,b**	**mm**	**25**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura de Refuerzo en Y	**ϕ.y,r**	**mm**	**32**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura Dirección X	A.sx	cm2/ml	78,54
Armadura Dirección Y	A.sy	cm2/ml	103,61
	ξ	-	1,39
Tensión Axial Media	σ'.cd	N/mm2	0
Tensión Dirección X	σ'.cdx	N/mm2	0
Tensión dirección Y	σ'.cdy	N/mm2	0
Fuerza Longitudinal, Direc. X, en bx	**N.d,x**	**kN**	**0**
Fuerza Longitudinal, Direc. Y, en by	**N.d,y**	**kN**	**0**
	A.x	mm2	8370000
	A.y	mm2	8100000
	bx	mm	6200
	by	mm	6000

LOSAS CON ARMADURA DE PUNZONAMIENTO

Tensión Tangencial Nominal de Cálculo	τ.sd	N/mm2	0,663
Tensión Máxima Resistente	τ.rd	N/mm2	0,454
Área Total en 1er Perímetro Crítico	**A.sw**	**mm2**	**2680,00**
Ángulo Armadura	**α**	**°**	**90**
Resistencia Carcaterística de Acero	**f.yk**	**N/mm2**	**500**
Coef. Seguridad Acero	**γ.s**	**-**	**1,15**
Resistencia Cálculo Acero	f.yd	N/mm2	434,78
Resistencia Cálculo para A.sw	f.yα,d	N/mm2	400
Separación de Barras	**s**	**mm**	**250**
	U1	mm	19936,28

Comprobación Normativa $t.sd < 0,75 \cdot t.rd + 1.5 \cdot Asw \cdot fyd \cdot sen(a)/(s \cdot u1)$

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ZONA EXTERIOR A LA ARMADURA DE PUNZONAMIENTO

Esfuerzo Efectivo de Cálculo	F.sd,ef	kN	14942,00
Esfuerzo Resitente Efectivo	F.rd.ef	kN	14942,00
			0,00
Perímetro definido en fig 46.5.1	U.n,ef	mm	25325,70
Cuantía Geométrica de Armadura Longitudinal de Tracción	ρ.l	-	0,00668
Cuantía Dirección X	ρ.x	-	0,00582
Cuantía Dirección Y	ρ.y	-	0,00767
Armadura Base en X	**ϕ.x,b**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Refuerzo en X	**ϕ.x,rf**	**mm**	**25**
	sep.x	**cm**	**12,5**
Armadura Base en Y	**ϕ.y,b**	**mm**	**25**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura de Refuerzo en Y	**ϕ.y,r**	**mm**	**32**
	sep.y	**cm**	**12,5**
Armadura Dirección X	A.sx	cm2/ml	78,54
Armadura Dirección Y	A.sy	cm2/ml	103,61
Resistencia Efectiva del Hormigón	fcv	N/mm2	30
Tensión Axial Media	σ'.cd	N/mm2	0
Tensión Dirección X	σ'.cdx	N/mm2	0
Tensión dirección Y	σ'.cdy	N/mm2	0
Fuerza Longitudinal, Direc. X, en bx	**N.d,x**	**kN**	**0**
Fuerza Longitudinal, Direc. Y, en by	**N.d,y**	**kN**	**0**
	A.x	mm2	11719615,43
	A.y	mm2	11449615,43
	bx	mm	8681,20
	by	mm	8481,20
Número del Perímetro a Comprobar	**n**	**-**	**0,48**
Tensión Tangencial Nominal de Cálculo	τ.sd	N/mm2	0,454
Área Total en Perímetro Crítico	**A.sw***	**mm2**	**1197,28**
		cm2	**11,97**
	U.n,ef	mm	25325,70

DIÑENO DE PUNZONAMIENTO

N° de Brazos	Nb	uds	4
Longitud del Brazo	**L,brazo**	**m**	**1,241**
Armado por Brazo	A,s1.br	cm2	6,700
	A,s2.br	cm2/ml	26,80
N° de Hoquillas	**N.h**	**-**	**8**
Diámetro de la Horquilla	**ϕ.h**	**mm**	**12**
Separación de Horquillas	sep	cm	25
Armado por metro Lineal en Brazos	A,s3.br	cm2/ml	36,19
A,s3.br > A,s2.br			**ok**
Armado en Perímetro Crítico	A,s4.br	cm2	36,191
A,s4.br > A,sw*			**ok**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

6.4.8 Zunchos y vigas

013537

En el dintel se han previsto sendos huecos provisionales durante la ejecución de los niveles inferiores de la estación. Además, las conexiones con las pantallas de accesos generan huecos en las pantallas que se han resuelto asimismo como zunchos de borde.

Se han agrupado las tipologías de las vigas en seis grupos (TIPO 1 a TIPO 6) con las siguientes denominaciones de acuerdo a los listados:

TIPO 1: V-101 y V-109

TIPO 2: V-102, V-104, V-107, V-108

TIPO 3: V-103

TIPO 4: V-105, V-106

TIPO 5: V-110, V-111

TIPO 6: V-113, V-115, V-112, V-114

El resumen de verificación de los Estados Límites de resistencia y fisuración para cada una de las vigas se incluye a continuación. Se acompañan también los listados desarrollados de verificaciones para cada grupo.

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_ySt	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-101: B8 - B9	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 38.8	'5.945 m' η = 78.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 78.9
V-102: B20 - B19	Cumple	Cumple	'2.712 m' η = 6.8	'B20' η = 16.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 16.1
V-103: B12 - B13	Cumple	Cumple	'1.119 m' η = 50.6	'2.869 m' η = 78.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 78.3
V-104: B21 - B18	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 18.7	'0.760 m' η = 48.1	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 48.1
V-105: B16 - B15	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 41.0	'B16' η = 30.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 41.0
V-106: B17 - B14	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 41.2	'B17' η = 30.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 41.2
V-107: B24 - B23	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 18.8	'0.760 m' η = 48.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 48.3
V-108: B25 - B22	Cumple	Cumple	'2.712 m' η = 6.8	'B25' η = 16.0	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 16.0
V-109: B10 - B11	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 37.5	'5.945 m' η = 78.9	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 78.9
V-110: B17 - B16	Cumple	Cumple	'10.912 m' η = 69.0	'4.955 m' η = 63.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 69.0
V-111: B14 - B15	Cumple	Cumple	'10.912 m' η = 47.2	'4.830 m' η = 86.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 86.7
V-112: B25 - B24	Cumple	Cumple	'1.425 m' η = 10.2	'2.050 m' η = 68.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 68.5
V-113: B21 - B20	Cumple	Cumple	'2.275 m' η = 10.2	'0.400 m' η = 68.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 68.6
V-114: B22 - B23	Cumple	Cumple	'1.300 m' η = 6.9	'2.050 m' η = 71.5	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 71.5
V-115: B18 - B19	Cumple	Cumple	'2.400 m' η = 7.1	'0.400 m' η = 71.6	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	CUMPLE η = 71.6

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_ySt: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0.4.2. Estructuras

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013588

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-101: B8 - B9	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	x: 0.945 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	**CUMPLE**
V-102: B20 - B19	x: 0 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	**CUMPLE**
V-103: B12 - B13	x: 3.9 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 1.869 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 0.494 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-104: B21 - B18	N.P.(1)	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-105: B16 - B15	N.P.(1)	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-106: B17 - B14	N.P.(1)	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-107: B24 - B23	N.P.(1)	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-108: B25 - B22	x: 0 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 2.135 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	x: 0.26 m Cumple	**CUMPLE**
V-109: B10 - B11	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	x: 0.945 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	**CUMPLE**
V-110: B17 - B16	N.P.(1)	x: 6.205 m Cumple	x: 6.205 m Cumple	x: 6.205 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-111: B14 - B15	N.P.(1)	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	x: 6.08 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-112: B25 - B24	x: 3.3 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 1.288 m Cumple	Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-113: B21 - B20	x: 0.4 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 3.7 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 2.525 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-114: B22 - B23	x: 3.3 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3.3 m Cumple	x: 1.175 m Cumple	Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**
V-115: B18 - B19	x: 0.4 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 3.7 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 2.65 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:

$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,Inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013539

VIGAS TIPO 1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013510

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 30

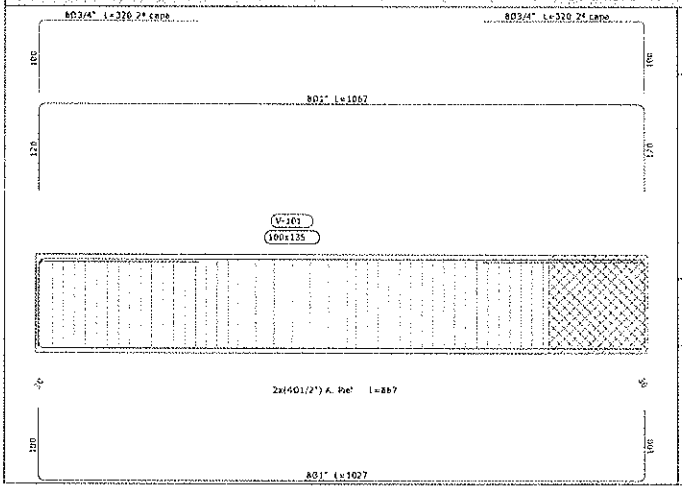
5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 42

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 100x135
Luz libre	: 7.0 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-101: B8 - B9	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 38.8	'5.945 m' η = 78.9	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **78.9**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,Inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,Inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-101: B8 - B9	x: 0 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 3.195 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	x: 0.945 m Cumple	x: 2.32 m Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,Inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Viga	Estado
V-101: B8 - B9	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-101: B8 - B9 (B8 - 2.195 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **25 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **55.67 cm² ≥ 32.65 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 24.49 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : **0.388** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 767.25 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1978.21 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 2327.30 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: 1326.31 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: 2010.24 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. — $\mathbf{A_s}$: 35.87 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — $\mathbf{b_w}$: 1000 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. — **d** : 1278 mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: 275.24 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. — $\mathbf{M_u}$: 275.24 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. — $\mathbf{N_u}$: 0.00 kN

h: Altura de un elemento. — **h** : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. — $\mathbf{A_g}$: 13500.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: 1000.99 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: 4621.24 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. — $\mathbf{A_v}$: 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. — $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *150* mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **150 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : *600* mm

$s_1 = d/2$ s_1 : *640* mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.27 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: *1.22* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: *1.27* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *150* mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.498** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.	P_u :	0.00	kN
M_u: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{u,x}$:	-1235.21	kN·m
	$M_{u,y}$:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.	$\phi \cdot P_n$:	0.00	kN
$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.	$\phi \cdot M_{n,x}$:	-2481.96	kN·m
	$\phi \cdot M_{n,y}$:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

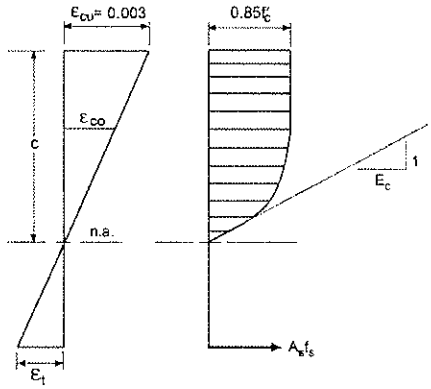
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

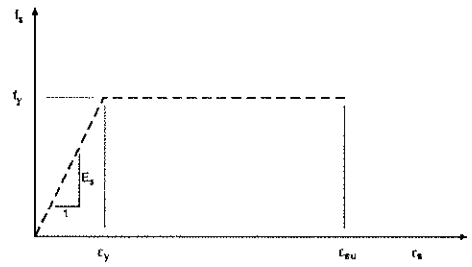


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

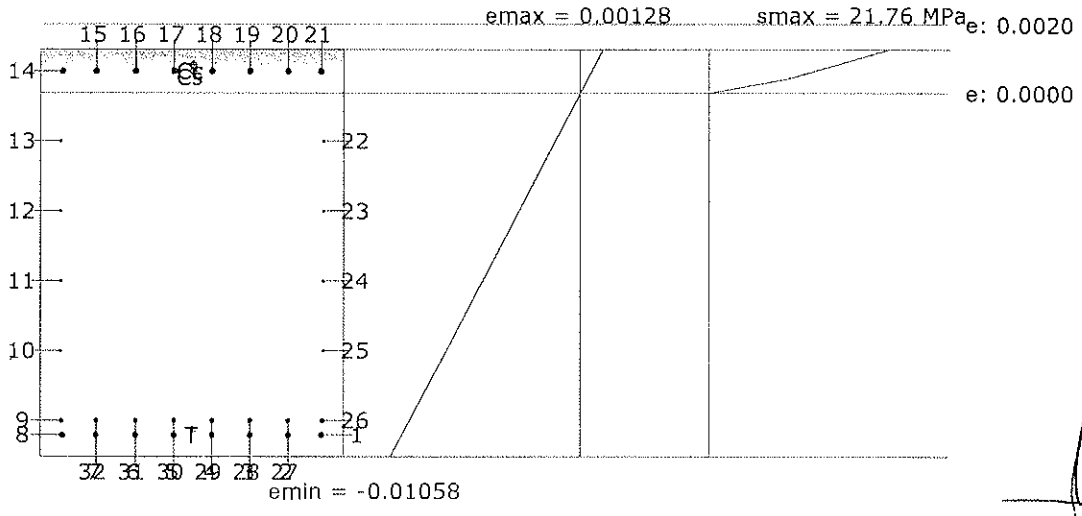
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-412.02	-0.009531
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.007496
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.005461
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.003426
13	Ø1/2"	434.13	-371.19	0.00	-0.001391
14	Ø1"	427.78	-602.77	+128.83	+0.000644
15	Ø1"	318.03	-602.77	+128.83	+0.000644
16	Ø1"	190.82	-602.77	+128.83	+0.000644
17	Ø1"	63.61	-602.77	+128.83	+0.000644
18	Ø1"	-63.61	-602.77	+128.83	+0.000644
19	Ø1"	-190.82	-602.77	+128.83	+0.000644
20	Ø1"	-318.03	-602.77	+128.83	+0.000644
21	Ø1"	-427.77	-602.77	+128.83	+0.000644
22	Ø1/2"	-434.12	-371.19	0.00	-0.001391
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.003426
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.005461
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.007496
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-412.02	-0.009531
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-412.02	-0.009531
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-412.02	-0.009531
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-412.02	-0.009531
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-412.02	-0.009531
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-412.02	-0.009531
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-412.02	-0.009531

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1831.44	0.00	-623.21
Cs	462.15	0.00	-602.77
T	2293.59	0.00	583.27

$P_n = C_c + C_s - T$ — **P_n** : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{n,x}$** : *-2757.73* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{n,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *1831.44* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *462.15* kN

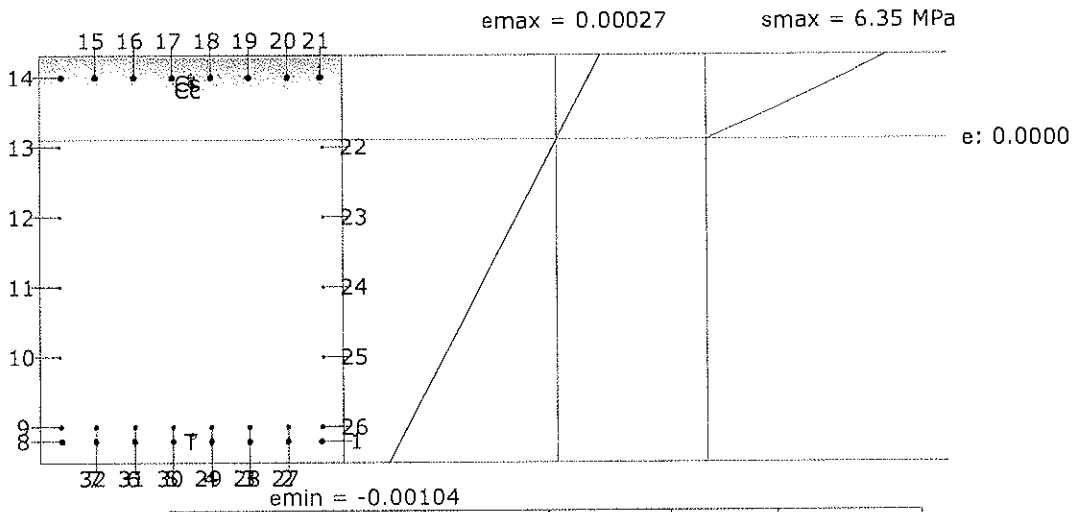
T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *2293.59* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	:	-623.21	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	:	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	:	0.00	mm
	$e_{T,y}$	:	583.27	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	:	0.0013	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	:	0.0099	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	:	21.76	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	:	412.02	MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-193.88	-0.000969
2	Ø1"	-318.03	602.78	-193.88	-0.000969
3	Ø1"	-190.82	602.78	-193.88	-0.000969
4	Ø1"	-63.61	602.78	-193.88	-0.000969
5	Ø1"	63.61	602.78	-193.88	-0.000969
6	Ø1"	190.82	602.78	-193.88	-0.000969
7	Ø1"	318.03	602.78	-193.88	-0.000969
8	Ø1"	427.78	602.78	-193.88	-0.000969
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-184.62	-0.000923
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000698
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000473
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000248
13	Ø1/2"	434.13	-371.19	0.00	-0.000023
14	Ø1"	427.78	-602.77	+40.49	+0.000202
15	Ø1"	318.03	-602.77	+40.49	+0.000202
16	Ø1"	190.82	-602.77	+40.49	+0.000202
17	Ø1"	63.61	-602.77	+40.49	+0.000202
18	Ø1"	-63.61	-602.77	+40.49	+0.000202
19	Ø1"	-190.82	-602.77	+40.49	+0.000202
20	Ø1"	-318.03	-602.77	+40.49	+0.000202
21	Ø1"	-427.77	-602.77	+40.49	+0.000202

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
22	Ø1/2"	-434.12	-371.19	0.00	-0.000023
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000248
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000473
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000698
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-184.62	-0.000923
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-184.62	-0.000923
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-184.62	-0.000923
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-184.62	-0.000923
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-184.62	-0.000923
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-184.62	-0.000923
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-184.62	-0.000923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	912.94	0.00	-580.39
Cs	145.24	0.00	-602.77
T	1058.18	0.00	583.83

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *-1235.21* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *912.94* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *145.24* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *1058.18* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cc,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cc,y}$** : *-580.39* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cs,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cs,y}$** : *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{T,x}$** : *0.00* mm; **$e_{T,y}$** : *583.83* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0003*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0010*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *6.35* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *193.88* MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-101: B8 - B9 (B8 - B9, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{i,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_i \geq s_{i,min}$ — **25 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{i,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{i,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **55.67 cm² ≥ 32.65 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 24.49 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : **0.388** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 767.25 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1978.21 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 2327.30 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *1326.31* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *35.87* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *275.24* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *275.24* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *1000.99* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$\mathbf{s \leq s_{max}}$ **150 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

$\mathbf{s_{max}}$: Valor mínimo de s_1, s_2. $\mathbf{s_{max}}$: 600 mm

$\mathbf{s_1}$ = d/2 $\mathbf{s_1}$: 640 mm

$\mathbf{s_2}$ = 600 mm $\mathbf{s_2}$: 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$\mathbf{A_v \geq A_{v,min}}$ **2.85 cm² ≥ 1.27 cm²** ✓

Donde:

$$\mathbf{A_{v,min}} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.22 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$\mathbf{A_{v,min}} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.27 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

$\mathbf{f_{yt}}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.945 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.789** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.

M_u: Momento de cálculo de primer orden.

P_u	:	0.00	kN
$M_{u,x}$	:	-1456.49	kN·m
$M_{u,y}$	:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot \mathbf{P_n}$: Axil de agotamiento.

$\phi \cdot \mathbf{M_n}$: Momentos de agotamiento.

$\phi \cdot P_n$	:	0.00	kN
$\phi \cdot M_{n,x}$	:	-1847.11	kN·m
$\phi \cdot M_{n,y}$	:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

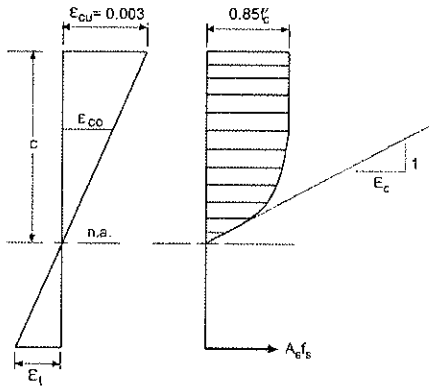
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

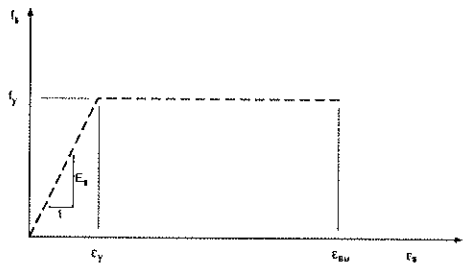


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : 0.0030

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : 0.0020

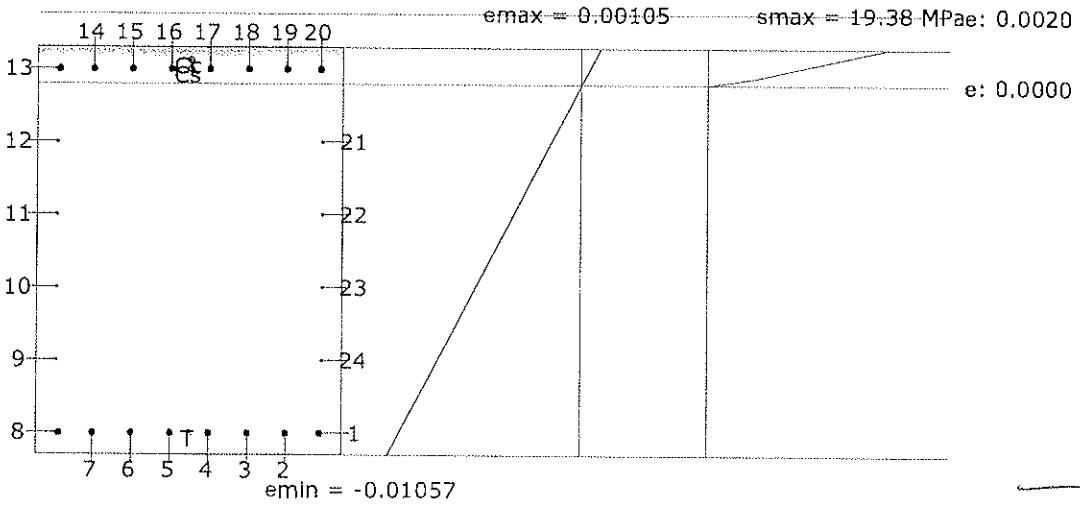
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : 0.0100

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

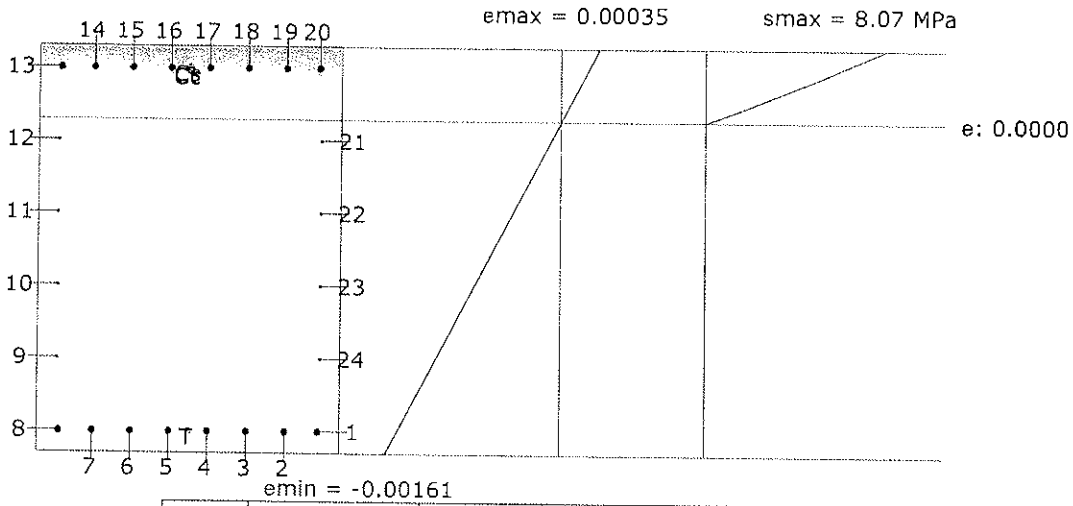
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-300.18	-0.001501
2	Ø1"	-318.03	602.78	-300.18	-0.001501
3	Ø1"	-190.82	602.78	-300.18	-0.001501
4	Ø1"	-63.61	602.78	-300.18	-0.001501
5	Ø1"	63.61	602.78	-300.18	-0.001501
6	Ø1"	190.82	602.78	-300.18	-0.001501
7	Ø1"	318.03	602.78	-300.18	-0.001501
8	Ø1"	427.78	602.78	-300.18	-0.001501
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001151
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000801
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000451
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000101
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.80	+0.000249
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.80	+0.000249
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000101
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000451
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000801
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001151

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1014.98	0.00	-592.48
Cs	201.85	0.00	-602.77
T	1216.83	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1456.49 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	1014.98	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	201.85	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	1216.83	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-592.48	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0004	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0015	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	8.07	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	300.18	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-101: B8 - B9 (4.695 m - B9, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 20.19 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 15.14 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.144** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 281.49 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1953.94 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.712 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 2298.76 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : 1297.76 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : 2010.24 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

A_s : 40.54 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 1000 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 1278 mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : 131.37 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección.

M_u : 131.37 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal.

N_u : 0.00 kN

h: Altura de un elemento.

h : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón.

A_g : 13500.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : 1000.99 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : 4621.24 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s.

A_v : 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal.

f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 1278 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$\mathbf{s \leq s_{max}}$ **150 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

$\mathbf{s_{max}}$: Valor mínimo de s_1, s_2. $\mathbf{s_{max}}$: 600 mm

$\mathbf{s_1}$ = d/2 $\mathbf{s_1}$: 640 mm

$\mathbf{s_2}$ = 600 mm $\mathbf{s_2}$: 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$\mathbf{A_v \geq A_{v,min}}$ **2.85 cm² ≥ 1.27 cm²** ✓

Donde:

$$\mathbf{A_{v,min}} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.22 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$\mathbf{A_{v,min}} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.27 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 150 mm

$\mathbf{f_{yt}}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

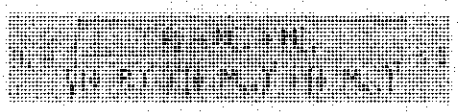
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '5.945 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : 0.789 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.	P_u :	0.00	kN
M_u: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{u,x}$:	-1456.49	kN·m
	$M_{u,y}$:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento.	$\phi \cdot P_n$:	0.00	kN
$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento.	$\phi \cdot M_{n,x}$:	-1847.11	kN·m
	$\phi \cdot M_{n,y}$:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

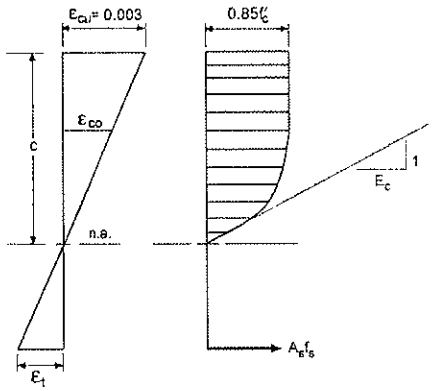
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

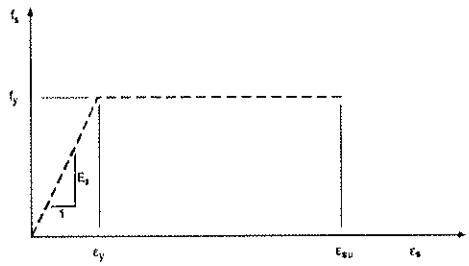


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

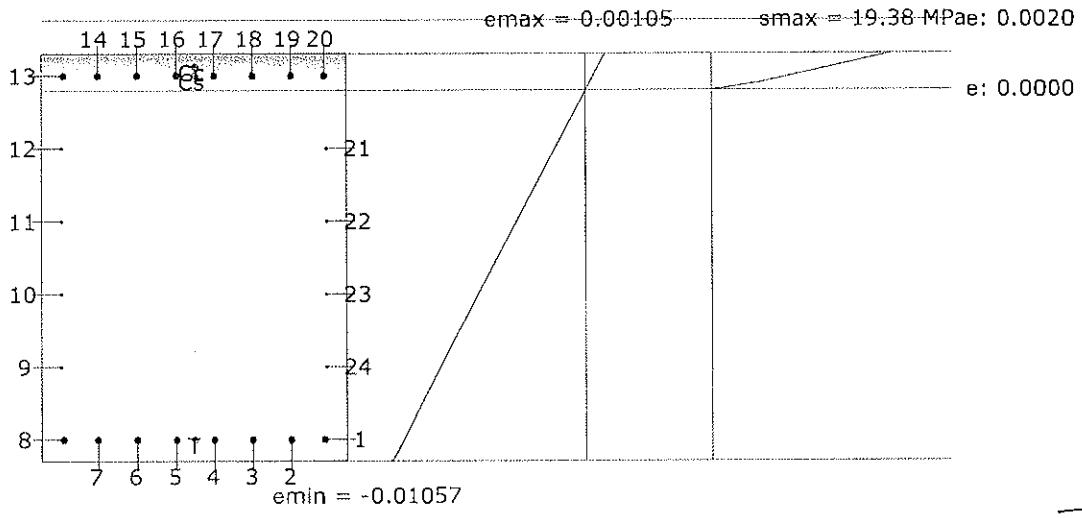
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

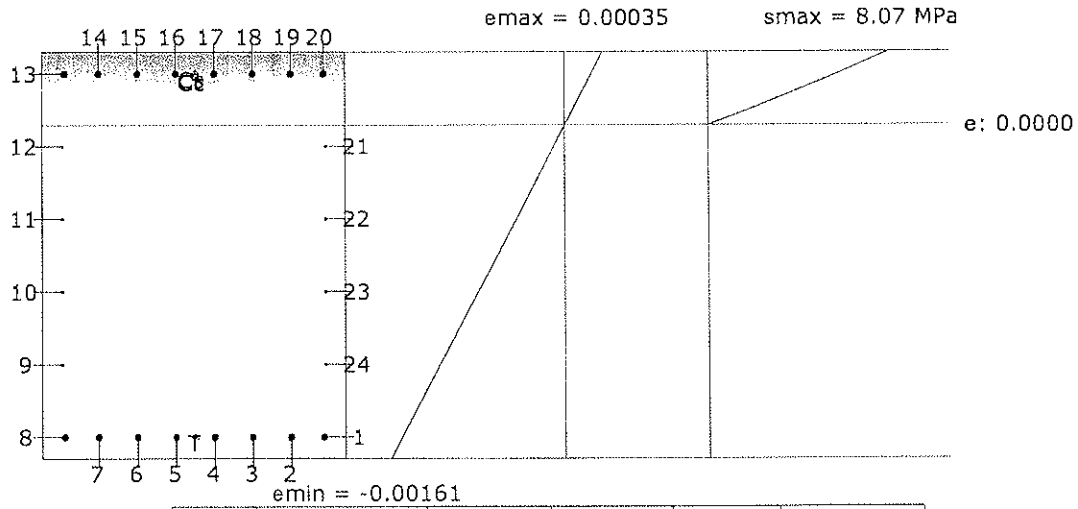
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-300.18	-0.001501
2	Ø1"	-318.03	602.78	-300.18	-0.001501
3	Ø1"	-190.82	602.78	-300.18	-0.001501
4	Ø1"	-63.61	602.78	-300.18	-0.001501
5	Ø1"	63.61	602.78	-300.18	-0.001501
6	Ø1"	190.82	602.78	-300.18	-0.001501
7	Ø1"	318.03	602.78	-300.18	-0.001501
8	Ø1"	427.78	602.78	-300.18	-0.001501
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001151
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000801
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000451
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000101
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.80	+0.000249
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.80	+0.000249
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.80	+0.000249
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.80	+0.000249
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.80	+0.000249
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000101
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000451
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000801
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001151

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1014.98	0.00	-592.48
Cs	201.85	0.00	-602.77
T	1216.83	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1456.49 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	1014.98	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	201.85	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	1216.83	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-592.48	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0004	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0015	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	8.07	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	300.18	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-101: B8 - B9

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **11.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : 11.6 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 120.40 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 12245.10 mm²

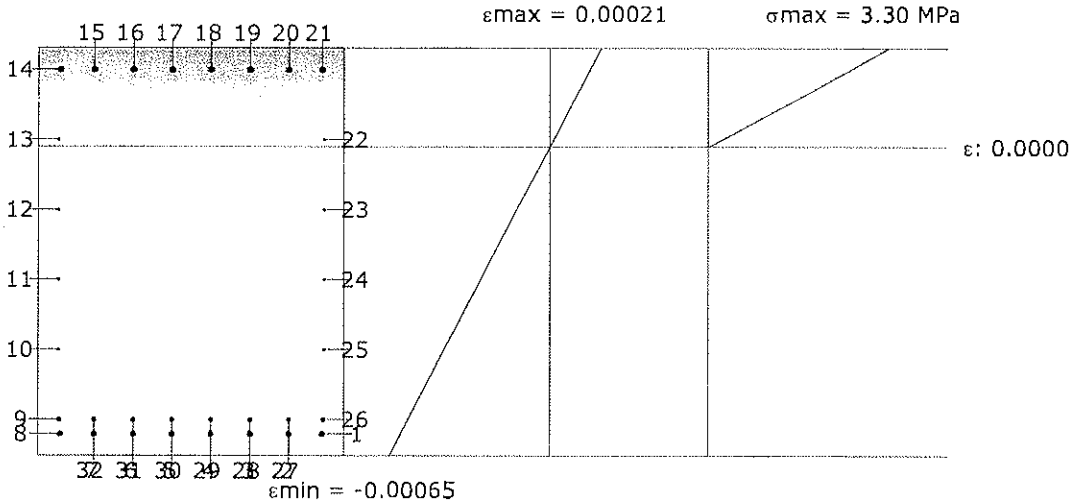
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: -759.06 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-120.40	-0.000602
2	Ø1"	-318.03	602.78	-120.40	-0.000602

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
3	Ø1"	-190.82	602.78	-120.40	-0.000602
4	Ø1"	-63.61	602.78	-120.40	-0.000602
5	Ø1"	63.61	602.78	-120.40	-0.000602
6	Ø1"	190.82	602.78	-120.40	-0.000602
7	Ø1"	318.03	602.78	-120.40	-0.000602
8	Ø1"	427.78	602.78	-120.40	-0.000602
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-114.37	-0.000572
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000425
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000278
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000132
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000132
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000278
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000425
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-114.37	-0.000572
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-114.37	-0.000572
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-114.37	-0.000572
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-114.37	-0.000572
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-114.37	-0.000572
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-114.37	-0.000572
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-114.37	-0.000572

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **12.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 3.195 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 12.6 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 99.92 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 27888.50 mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

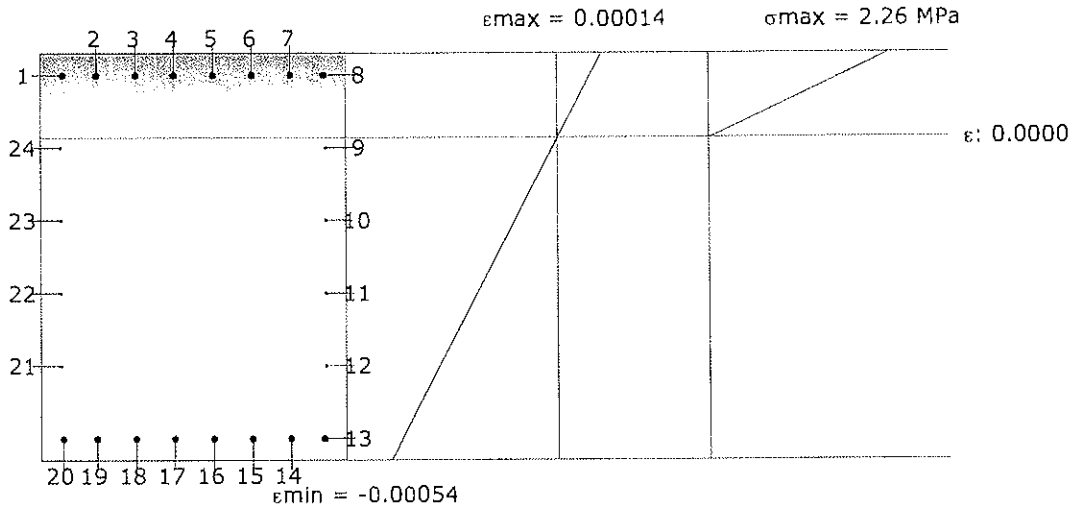
N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión).
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'.
$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'.

N_{ed} :	0.00	kN
$M_{ed,X}$:	0.00	kN·m
$M_{ed,Y}$:	481.28	kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000015
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000136
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000257
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000379
13	Ø1"	427.78	-602.77	-99.92	-0.000500
14	Ø1"	318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
15	Ø1"	190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
16	Ø1"	63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-99.92	-0.000500
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000379
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000257
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000136
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000015

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **11.0 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 3.195 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 11.0 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 99.92 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 18423.75 mm²

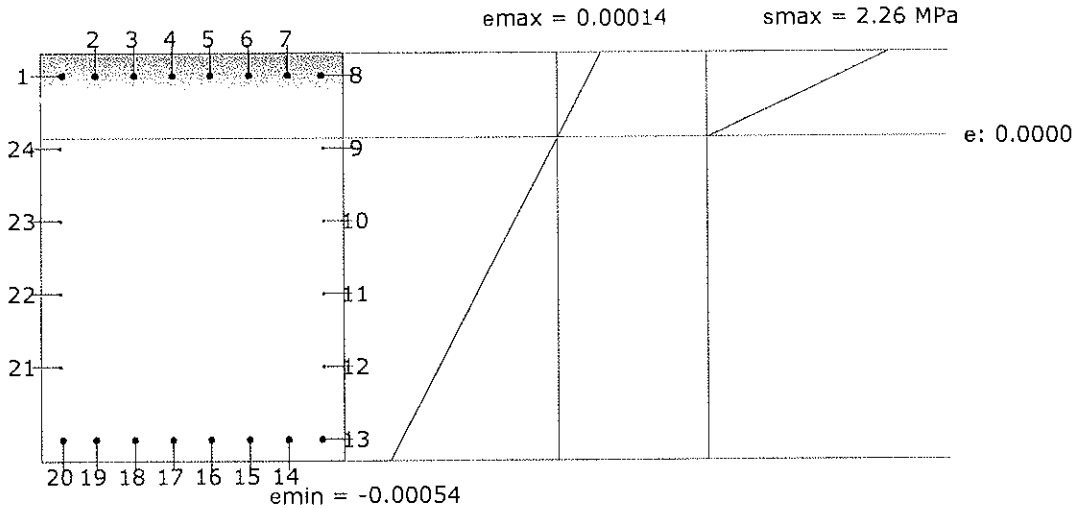
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 481.28 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000015
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000136
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000257
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000379
13	Ø1"	427.78	-602.77	-99.92	-0.000500
14	Ø1"	318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
15	Ø1"	190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
16	Ø1"	63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-99.92	-0.000500
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000379

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000257
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000136
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000015

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **12.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 3.195 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *12.6* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *99.92* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : *27888.50* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

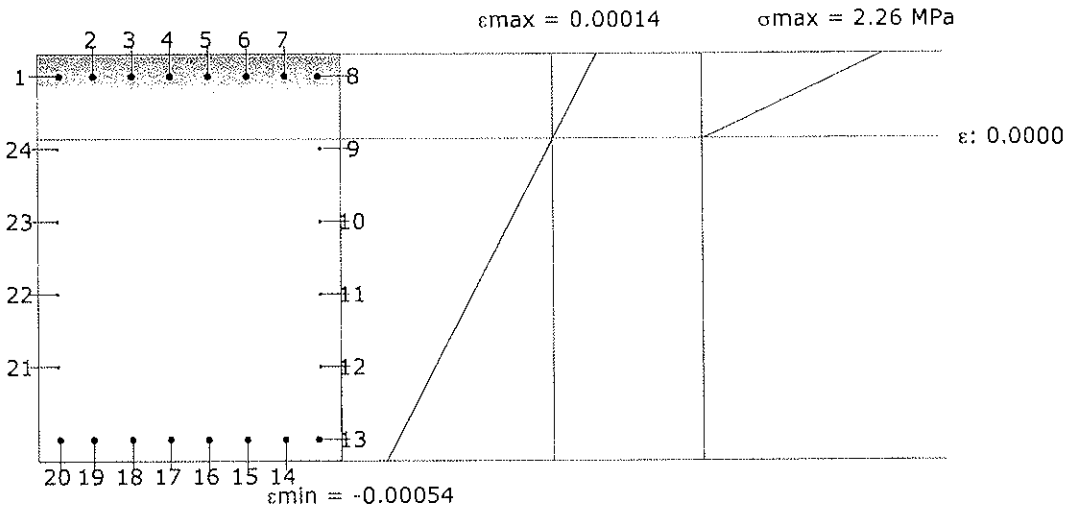
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *481.28* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000015
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000136
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000257
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000379
13	Ø1"	427.78	-602.77	-99.92	-0.000500
14	Ø1"	318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
15	Ø1"	190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
16	Ø1"	63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-99.92	-0.000500
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000379
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000257
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000136
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000015

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en el nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : 127.21 mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : 300.00 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ s_1 : 741.38 mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ s_2 : 702.79 mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 106.72 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : 59.53 mm

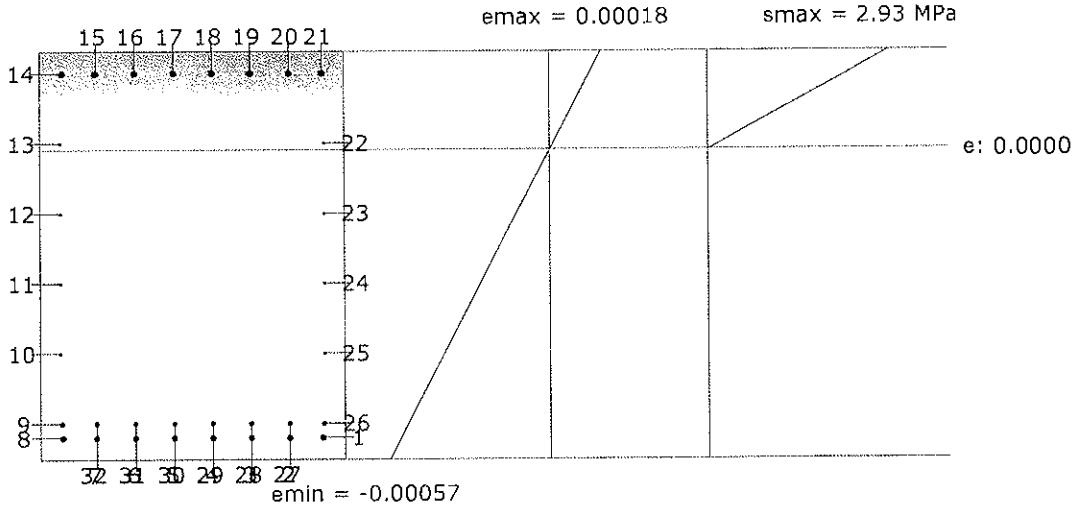
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: -672.81 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-106.72	-0.000534
2	Ø1"	-318.03	602.78	-106.72	-0.000534
3	Ø1"	-190.82	602.78	-106.72	-0.000534
4	Ø1"	-63.61	602.78	-106.72	-0.000534
5	Ø1"	63.61	602.78	-106.72	-0.000534
6	Ø1"	190.82	602.78	-106.72	-0.000534
7	Ø1"	318.03	602.78	-106.72	-0.000534
8	Ø1"	427.78	602.78	-106.72	-0.000534
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-101.37	-0.000507
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000377
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000247
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000117
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000247
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000377

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-101.37	-0.000507
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-101.37	-0.000507
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-101.37	-0.000507
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-101.37	-0.000507
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-101.37	-0.000507
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-101.37	-0.000507
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-101.37	-0.000507

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 2.320 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *1077.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *968.25* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *77.46* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

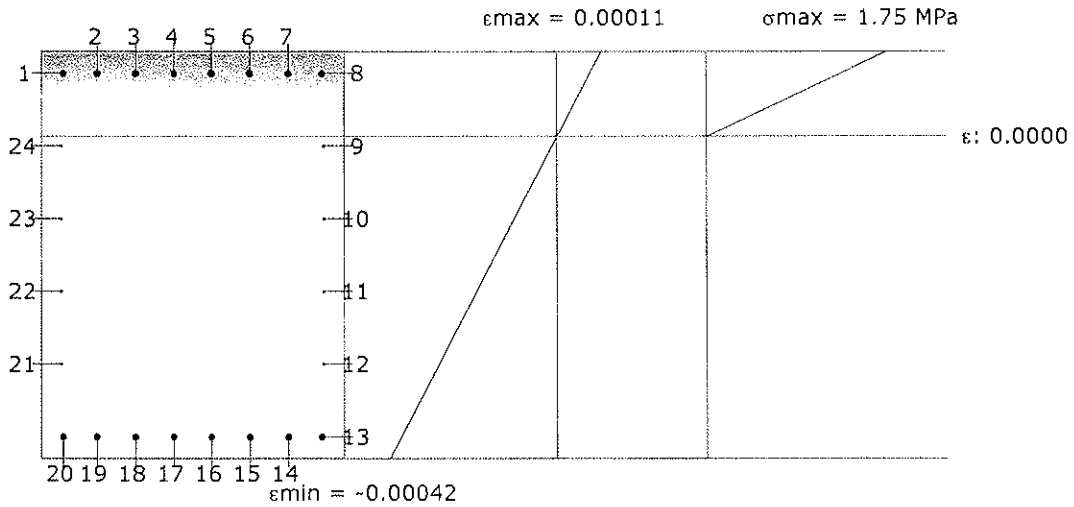
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *373.09* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000012
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000106
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000200
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000293
13	Ø1"	427.78	-602.77	-77.46	-0.000387
14	Ø1"	318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
15	Ø1"	190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
16	Ø1"	63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-77.46	-0.000387
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000293
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000200
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000106
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000012

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 0.945 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : 25311.71 mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : 20100.41 mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 3.73 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

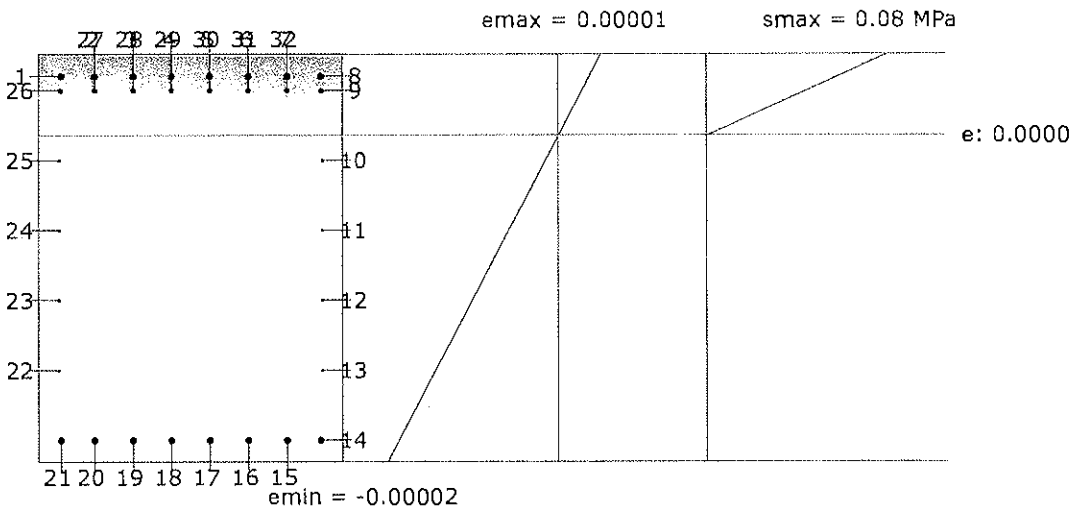
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: 17.98 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000001
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000006
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000010
13	Ø1/2"	434.13	-371.19	0.00	-0.000014
14	Ø1"	427.78	-602.77	-3.73	-0.000019
15	Ø1"	318.03	-602.77	-3.73	-0.000019
16	Ø1"	190.82	-602.77	-3.73	-0.000019
17	Ø1"	63.61	-602.77	-3.73	-0.000019
18	Ø1"	-63.61	-602.77	-3.73	-0.000019
19	Ø1"	-190.82	-602.77	-3.73	-0.000019
20	Ø1"	-318.03	-602.77	-3.73	-0.000019
21	Ø1"	-427.77	-602.77	-3.73	-0.000019
22	Ø1/2"	-434.12	-371.19	0.00	-0.000014
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000010

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000006
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000001

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 2.320 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. s : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ s_1 : *1077.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ s_2 : *968.25* mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *77.46* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

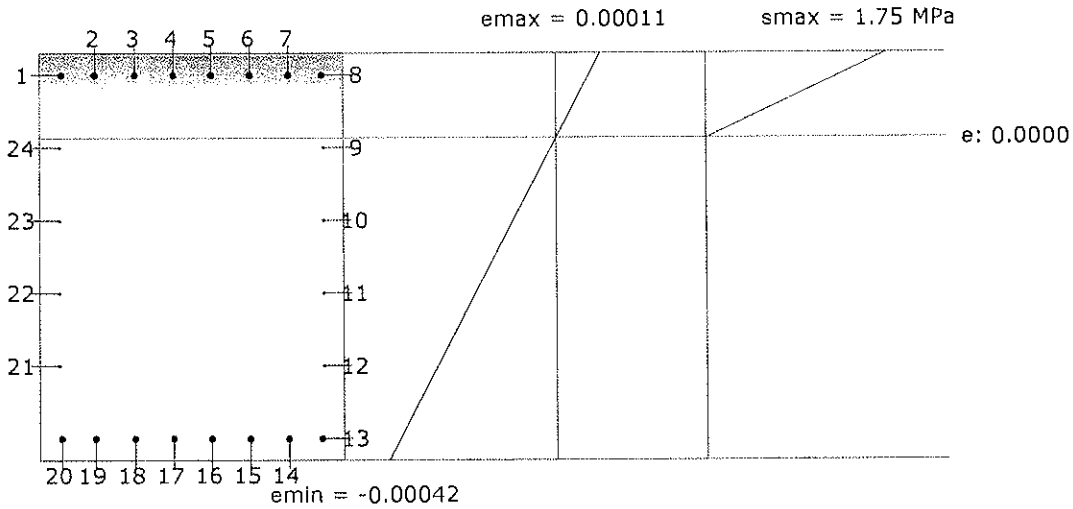
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *373.09* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000012
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000106
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000200
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000293
13	Ø1"	427.78	-602.77	-77.46	-0.000387
14	Ø1"	318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
15	Ø1"	190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
16	Ø1"	63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-77.46	-0.000387
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000293
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000200
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000106
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000012

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

VIGAS TIPO 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 30

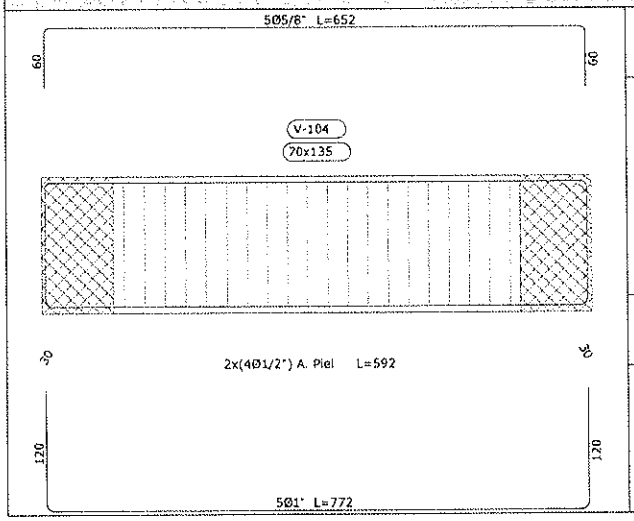
5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 38

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 70x135
Luz libre	: 4.0 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{sl}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	$TV_y s_t$	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-104: B21 - B18	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 18.7	'0.760 m' η = 48.1	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **48.1**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
$TV_y s_t$: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,Inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,Inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-104: B21 - B18	N.P.[1]	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	N.P.[1]	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,Inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	Estado
V-104: B21 - B18	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-104: B21 - B18 (B21 - 1.010 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **105 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **25.34 cm² ≥ 13.12 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 9.84 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.187** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 246.74 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1320.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1553.89 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *803.15* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *1407.17* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *25.34* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *700* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *507.05* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *507.05* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *9450.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *3234.87* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

$s_1 = d/2$ s_1 : 640 mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

bw: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

fyt: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.760 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : 0.481 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.

M_u: Momento de cálculo de primer orden.

P_u	:	0.00	kN
$M_{u,x}$	:	556.98	kN·m
$M_{u,y}$	:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$\phi \cdot P_n$	:	0.00	kN
$\phi \cdot M_{n,x}$	:	1157.57	kN·m
$\phi \cdot M_{n,y}$	:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

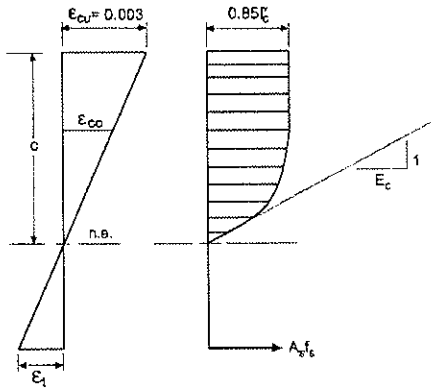
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

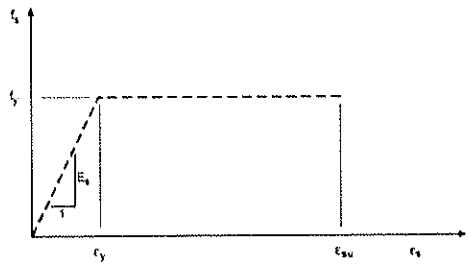


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

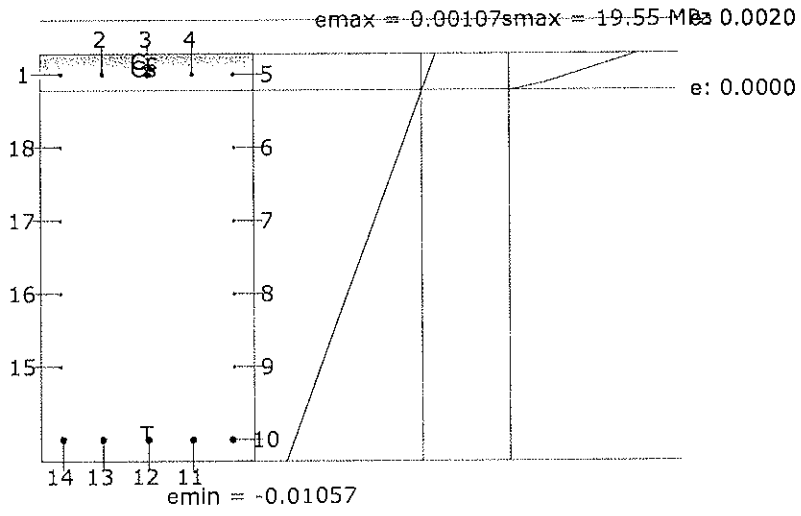
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+96.72	+0.000484
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+96.72	+0.000484
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+96.72	+0.000484
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+96.72	+0.000484
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+96.72	+0.000484
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.001603
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.003690
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.005777
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.007863
10	Ø1"	277.78	-602.77	-412.02	-0.009950
11	Ø1"	147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
12	Ø1"	0.00	-602.77	-412.02	-0.009950
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.007863
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.005777
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.003690
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.001603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	947.62	0.00	631.59
Cs	96.23	0.00	607.54
T	1043.85	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *1286.19* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

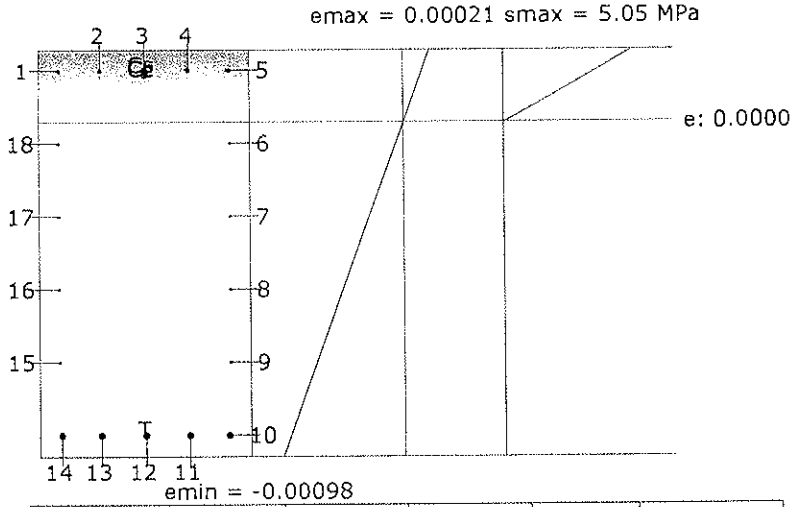
Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *947.62* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *96.23* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1043.85* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *631.59* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-602.77* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.55* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+30.75	+0.000154
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+30.75	+0.000154
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+30.75	+0.000154
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+30.75	+0.000154
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+30.75	+0.000154
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000061
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000275
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000489
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000703
10	Ø1"	277.78	-602.77	-183.58	-0.000918
11	Ø1"	147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
12	Ø1"	0.00	-602.77	-183.58	-0.000918
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-183.58	-0.000918
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000703
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000489
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000275
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000061

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	434.50	0.00	593.90
Cs	30.59	0.00	607.54
T	465.09	0.00	-602.77

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *556.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *434.50* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *30.59* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *465.09* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	593.90	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0009	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.05	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	183.58	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-104: B21 - B18 (B21 - B18, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **105 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **25.34 cm² ≥ 13.12 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 9.84 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.187** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 246.74 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1320.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1553.89 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : 803.15 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : 1407.17 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : 25.34 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 700 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : 507.05 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : 507.05 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : 0.00 kN

h: Altura de un elemento. **h** : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : 9450.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : 750.74 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : 3234.87 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

s_1 = d/2 s_1 : 640 mm

s_2 = 600 mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

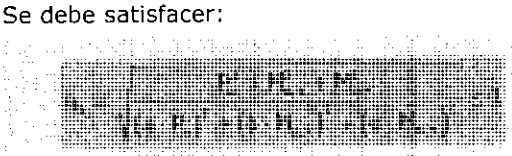
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.760 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : **0.481** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.

M_u: Momento de cálculo de primer orden.

P_u	:	0.00	kN
$M_{u,x}$	:	556.98	kN·m
$M_{u,y}$	:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.

$\phi \cdot P_n$	:	0.00	kN
$\phi \cdot M_{n,x}$	:	1157.57	kN·m
$\phi \cdot M_{n,y}$	:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

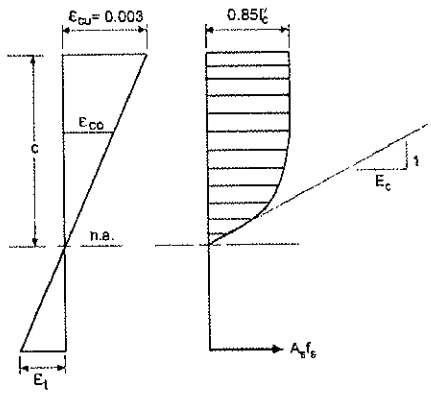
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

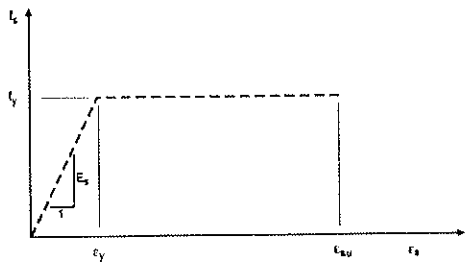


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

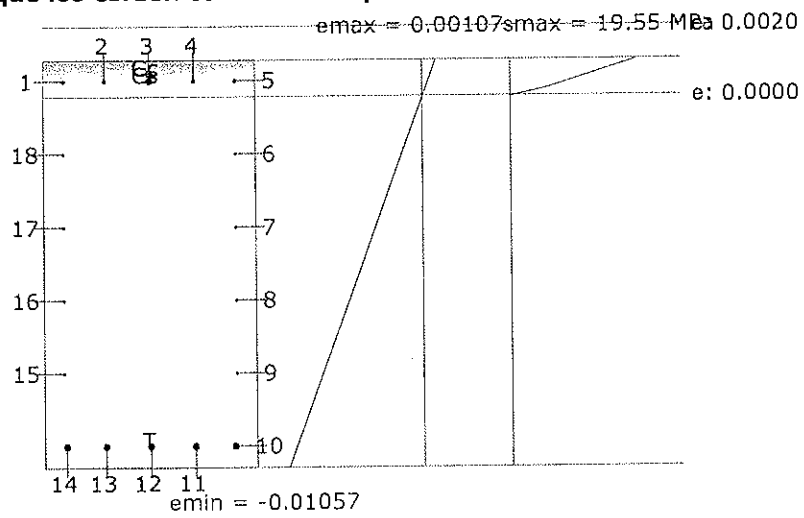
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+96.72	+0.000484
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+96.72	+0.000484
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+96.72	+0.000484
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+96.72	+0.000484
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+96.72	+0.000484
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.001603
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.003690
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.005777
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.007863
10	Ø1"	277.78	-602.77	-412.02	-0.009950
11	Ø1"	147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
12	Ø1"	0.00	-602.77	-412.02	-0.009950
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.007863
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.005777
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.003690
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.001603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	947.62	0.00	631.59
Cs	96.23	0.00	607.54
T	1043.85	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *1286.19* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

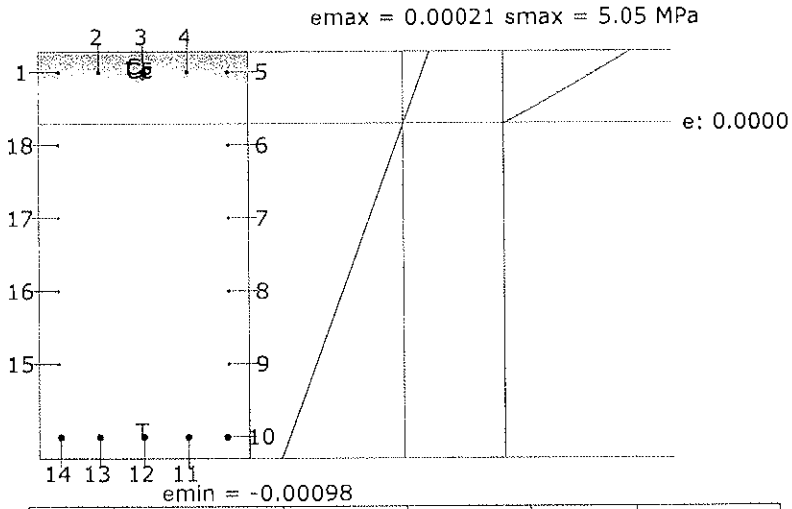
Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *947.62* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *96.23* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *1043.85* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *631.59* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-602.77* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.55* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+30.75	+0.000154
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+30.75	+0.000154
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+30.75	+0.000154
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+30.75	+0.000154
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+30.75	+0.000154
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000061
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000275
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000489
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000703
10	Ø1"	277.78	-602.77	-183.58	-0.000918
11	Ø1"	147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
12	Ø1"	0.00	-602.77	-183.58	-0.000918
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-183.58	-0.000918
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000703
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000489
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000275
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000061

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	434.50	0.00	593.90
Cs	30.59	0.00	607.54
T	465.09	0.00	-602.77

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *556.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *434.50* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *30.59* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *465.09* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	593.90	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0009	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.05	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	183.58	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-104: B21 - B18 (2.885 m - B18, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s \geq s_{l,min}$ **105 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **25.34 cm² ≥ 14.43 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 10.82 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.161** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 212.83 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1317.90 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.885 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1550.47 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *799.72* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *1407.17* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$P_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *25.34* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *700* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *501.51* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *501.51* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *9450.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *3234.87* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. — **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — b_w : 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ — **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. — s_{max} : 600 mm

$s_1 = d/2$ — s_1 : 640 mm

$s_2 = 600$ mm — s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. — **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ — **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ — $A_{v,min}$: 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ — $A_{v,min}$: 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — b_w : 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. — **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. — f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.885 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : 0.481 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: 556.98 kN·m; $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: 1157.57 kN·m; $\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

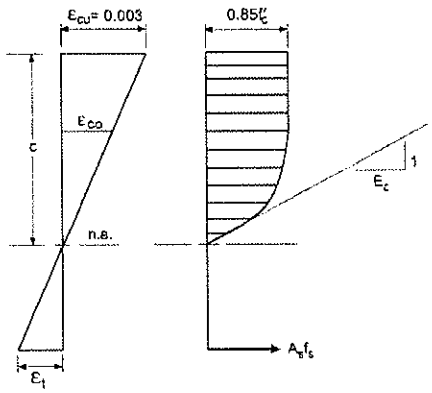
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

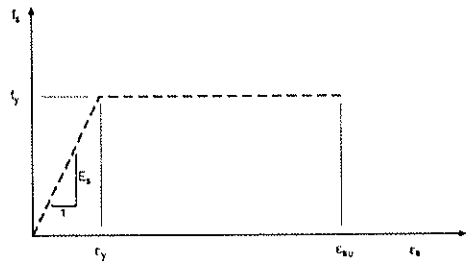


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : *0.0020*

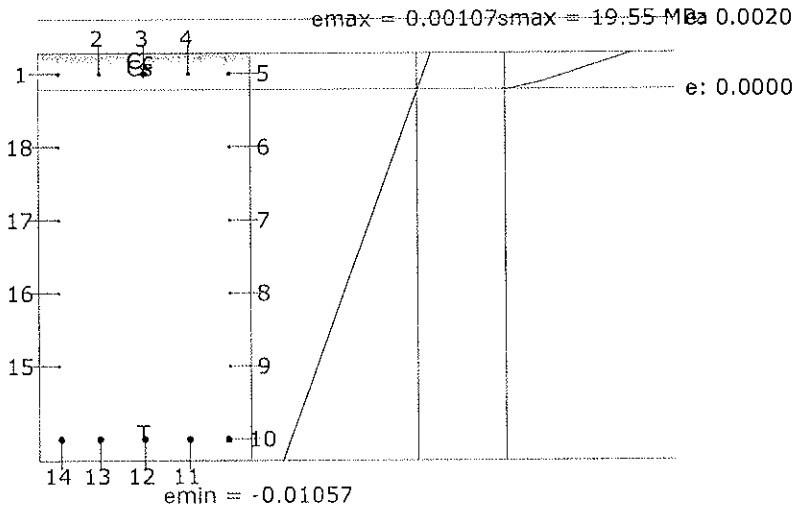
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+96.72	+0.000484
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+96.72	+0.000484
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+96.72	+0.000484
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+96.72	+0.000484
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+96.72	+0.000484
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.001603
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.003690
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.005777
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.007863
10	Ø1"	277.78	-602.77	-412.02	-0.009950
11	Ø1"	147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
12	Ø1"	0.00	-602.77	-412.02	-0.009950
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.007863
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.005777
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.003690
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.001603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	947.62	0.00	631.59
Cs	96.23	0.00	607.54
T	1043.85	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *1286.19* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

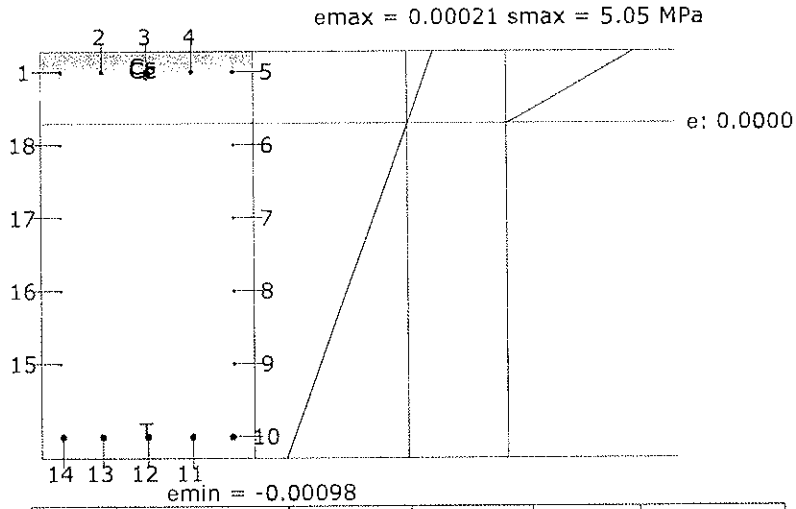
Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *947.62* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *96.23* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1043.85* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *631.59* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-602.77* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.55* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+30.75	+0.000154
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+30.75	+0.000154
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+30.75	+0.000154
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+30.75	+0.000154
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+30.75	+0.000154
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000061
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000275
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000489
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000703
10	Ø1"	277.78	-602.77	-183.58	-0.000918
11	Ø1"	147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
12	Ø1"	0.00	-602.77	-183.58	-0.000918
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-183.58	-0.000918
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000703
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000489
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000275
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000061

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	434.50	0.00	593.90
Cs	30.59	0.00	607.54
T	465.09	0.00	-602.77

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *556.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *434.50* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *30.59* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *465.09* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	593.90	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0009	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.05	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	183.58	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-104: B21 - B18

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **14.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 2.010 m del nudo B21, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 277.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *14.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *113.25* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *27960.75* mm²

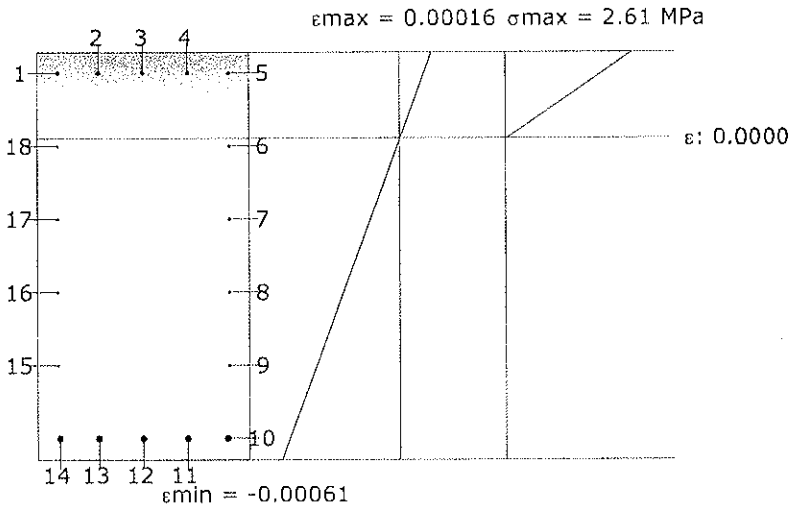
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *339.91* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013662

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000013
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000151
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000290
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000428
10	Ø1"	277.78	-602.77	-113.25	-0.000566
11	Ø1"	147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
12	Ø1"	0.00	-602.77	-113.25	-0.000566
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-113.25	-0.000566
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000428
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000290
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000151
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000013

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **13.1 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 2.010 m del nudo B21, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *13.1* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *113.25* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *21386.00* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

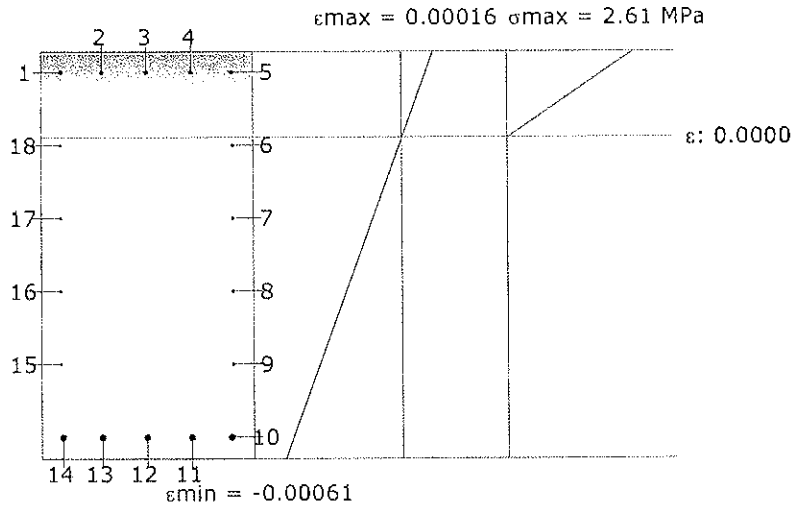
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *339.91* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000013
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000151
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000290
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000428
10	Ø1"	277.78	-602.77	-113.25	-0.000566
11	Ø1"	147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
12	Ø1"	0.00	-602.77	-113.25	-0.000566
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-113.25	-0.000566
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000428
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000290
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000151
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000013

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **14.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 2.010 m del nudo B21, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -277.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *14.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *113.25* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *27960.75* mm²

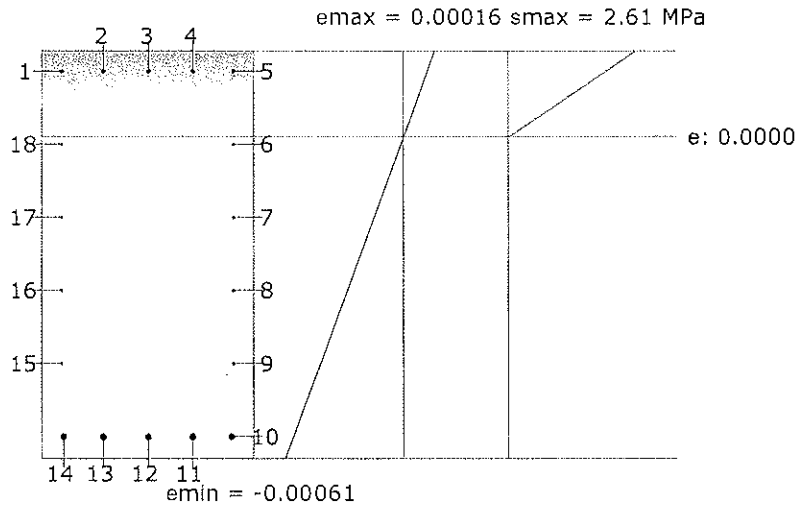
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *339.91* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000013
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000151
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000290
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000428
10	Ø1"	277.78	-602.77	-113.25	-0.000566
11	Ø1"	147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
12	Ø1"	0.00	-602.77	-113.25	-0.000566
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-113.25	-0.000566
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000428
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000290
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000151
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013665

Viga 1

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 277.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *5028.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *4087.46* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *18.35* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

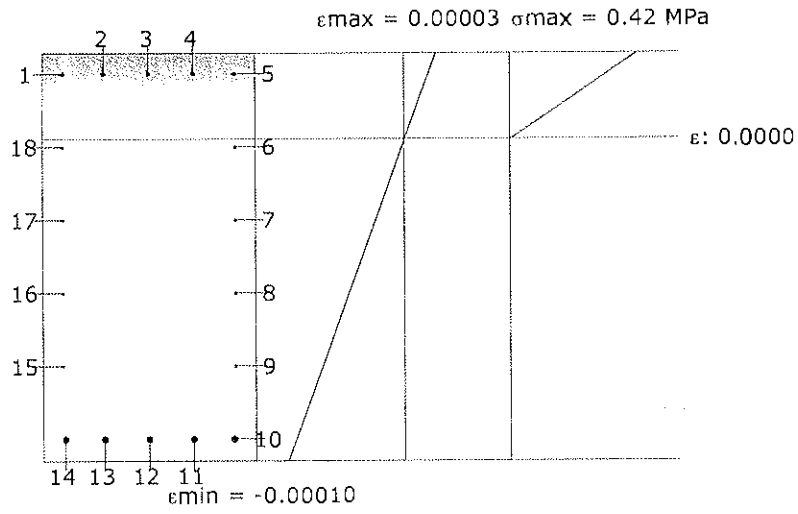
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *55.07* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000025
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000047
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000069
10	Ø1"	277.78	-602.77	-18.35	-0.000092
11	Ø1"	147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
12	Ø1"	0.00	-602.77	-18.35	-0.000092
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-18.35	-0.000092
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000069
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000047
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000025
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **147.62 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *147.62* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *5028.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *4087.46* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *18.35* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

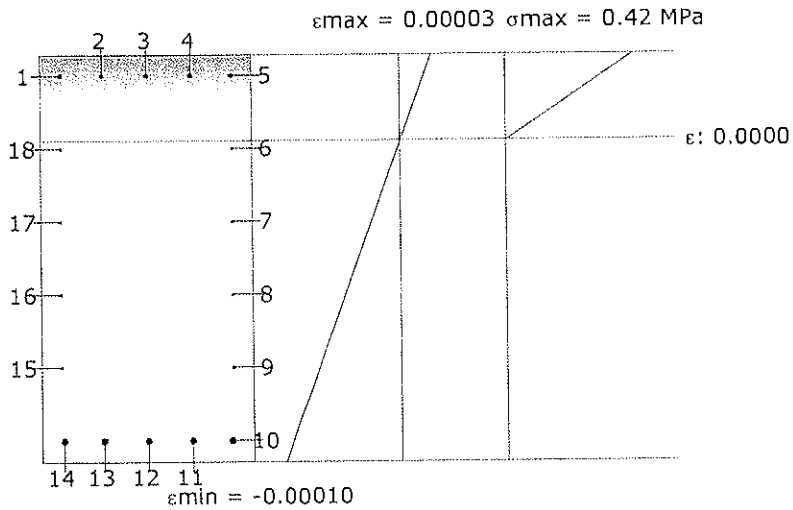
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *55.07* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000025
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000047
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000069
10	Ø1"	277.78	-602.77	-18.35	-0.000092
11	Ø1"	147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
12	Ø1"	0.00	-602.77	-18.35	-0.000092
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-18.35	-0.000092
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000069
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000047
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000025
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -277.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot \left(\frac{250}{f_s}\right) - 2.5 \cdot c_c$$ s_1 : *5028.64* mm

$$s_2 = 300 \cdot \left(\frac{250}{f_s}\right)$$ s_2 : *4087.46* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013666

s_3 = 300mm — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 18.35 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

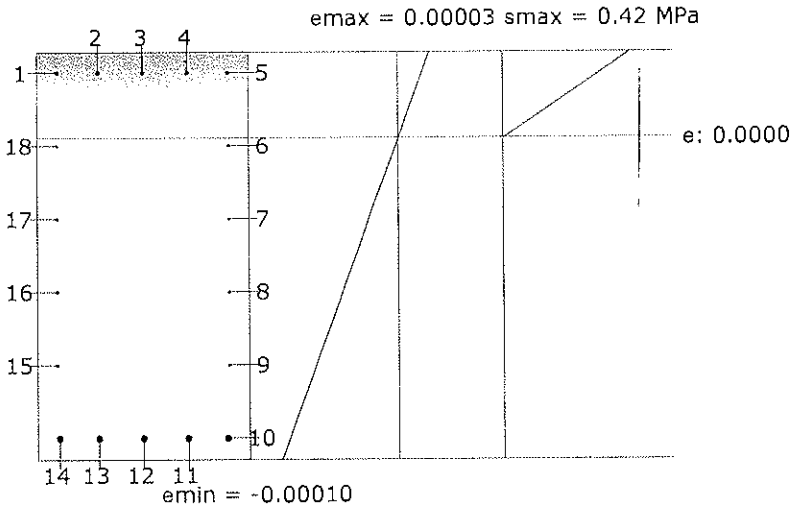
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: 55.07 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000025
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000047
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000069
10	Ø1"	277.78	-602.77	-18.35	-0.000092
11	Ø1"	147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
12	Ø1"	0.00	-602.77	-18.35	-0.000092
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-18.35	-0.000092
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000069
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000047
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000025
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000002

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013669

VIGAS TIPO 3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 30

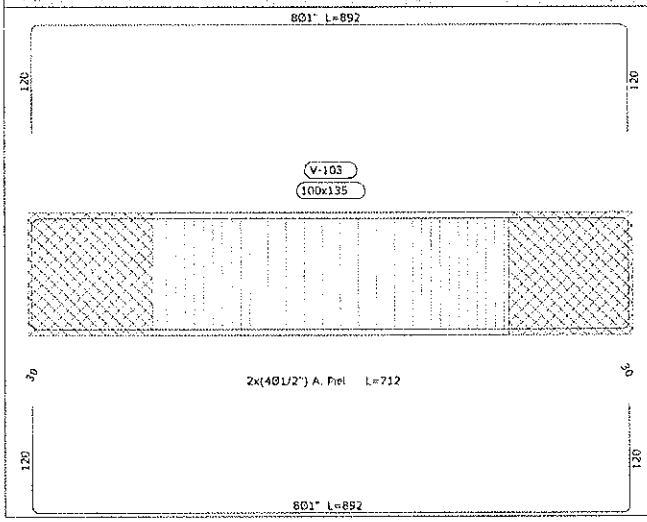
5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 41

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 100x135
Luz libre	: 3.9 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-103: B12 - B13	Cumple	Cumple	'1.119 m' η = 50.6	'2.869 m' η = 78.3	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **78.3**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,Inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,Inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-103: B12 - B13	x: 3.9 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 1.869 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 0.494 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,Inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Viga	Estado
V-103: B12 - B13	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-103: B12 - B13 (B12 - 1.744 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 28.34 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 21.26 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.506** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 858.72 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1698.05 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.119 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1997.71 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *1246.97* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. — $\mathbf{A_s}$: *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — $\mathbf{b_w}$: *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. — **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *548.44* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. — $\mathbf{M_u}$: *548.44* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. — $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. — **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. — $\mathbf{A_g}$: *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. — $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. — $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : *600* mm

$s_1 = d/2$ s_1 : *640* mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: *1.63* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: *1.70* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

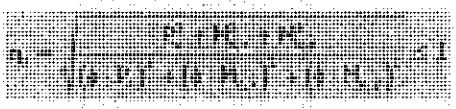
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'B12', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : **0.590** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: -1089.44 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: -1847.11 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

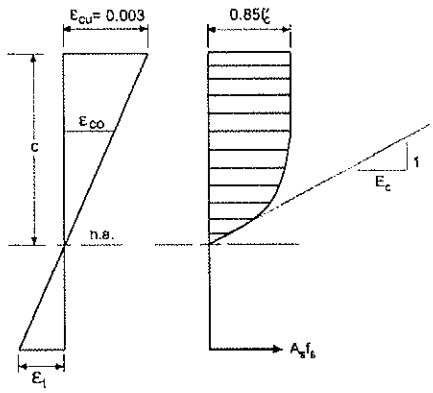
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

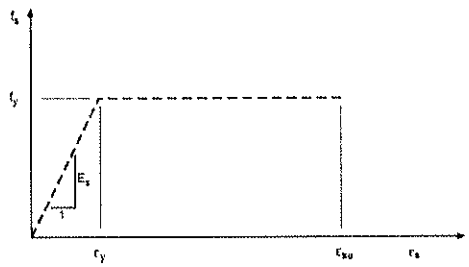


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

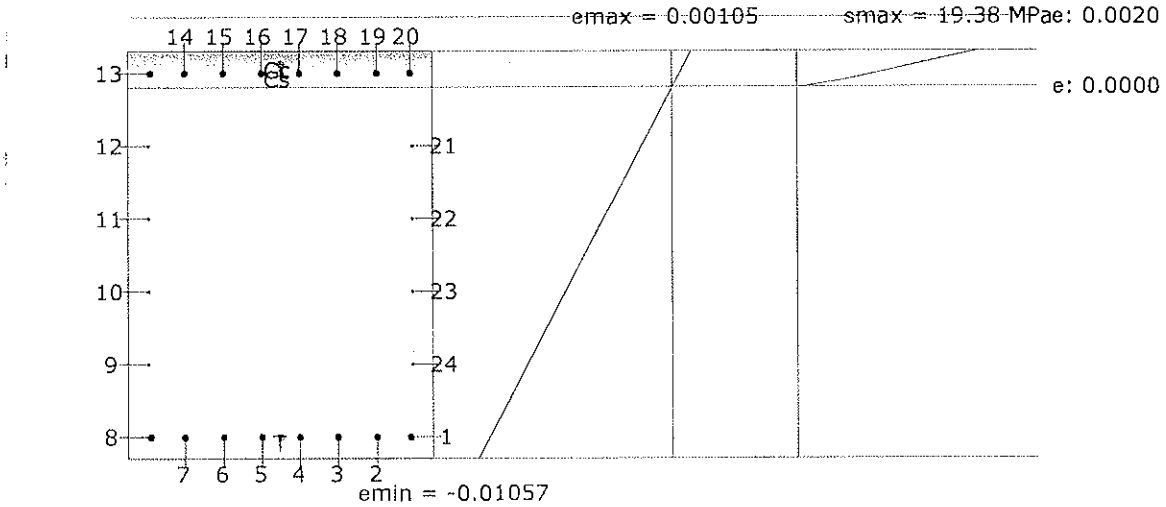
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *1670.17* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*

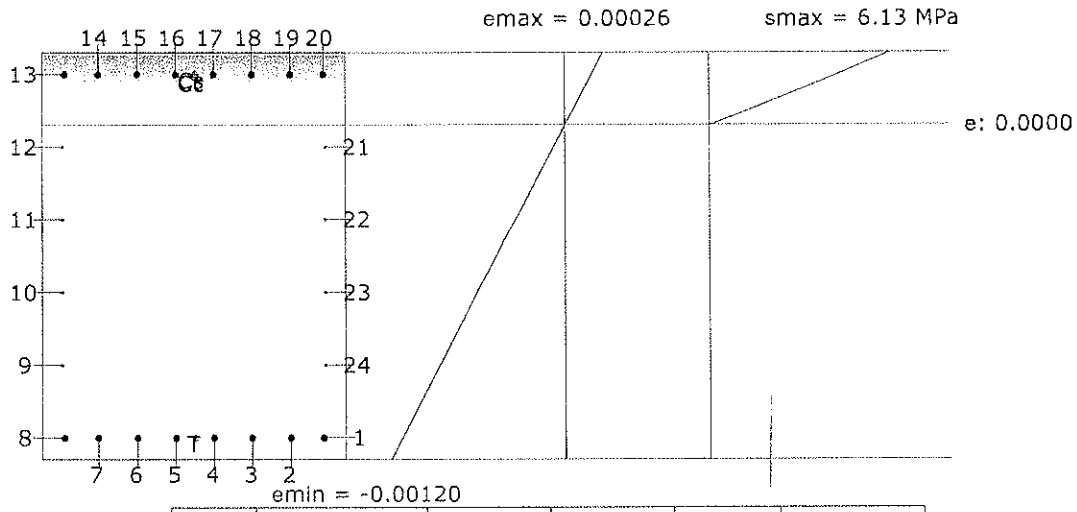
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-224.40	-0.001122
2	Ø1"	-318.03	602.78	-224.40	-0.001122
3	Ø1"	-190.82	602.78	-224.40	-0.001122
4	Ø1"	-63.61	602.78	-224.40	-0.001122
5	Ø1"	63.61	602.78	-224.40	-0.001122
6	Ø1"	190.82	602.78	-224.40	-0.001122
7	Ø1"	318.03	602.78	-224.40	-0.001122
8	Ø1"	427.78	602.78	-224.40	-0.001122
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000861
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000599
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000338
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000077
13	Ø1"	427.78	-602.77	+36.84	+0.000184
14	Ø1"	318.03	-602.77	+36.84	+0.000184
15	Ø1"	190.82	-602.77	+36.84	+0.000184
16	Ø1"	63.61	-602.77	+36.84	+0.000184
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+36.84	+0.000184
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+36.84	+0.000184
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+36.84	+0.000184
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+36.84	+0.000184
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000077
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000338
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000599
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000861

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	760.30	0.00	-593.33
Cs	149.34	0.00	-602.77
T	909.64	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1089.44 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	760.30	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	149.34	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	909.64	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-593.33	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0003	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0011	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	6.13	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	224.40	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-103: B12 - B13 (B12 - B13, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{i,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 28.34 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 21.26 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,Y}}{\phi \cdot V_{n,Y}} \leq 1$ η : **0.506** ✓

Donde:

$V_{u,Y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,Y}$: 858.72 kN

$\phi \cdot V_{n,Y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,Y}$: 1698.05 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.119 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1997.71 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *1246.97* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$ ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$ $\mathbf{M_m}$: *548.44* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *548.44* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$ $\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$ $\mathbf{V_s}$: *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. **s_{max}** : 600 mm

s_1 = d/2 **s_1** : 640 mm

s_2 = 600 mm **s_2** : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ **$A_{v,min}$** : 1.63 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ **$A_{v,min}$** : 1.70 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.869 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : 0.783 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: -1445.87 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: -1847.11 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

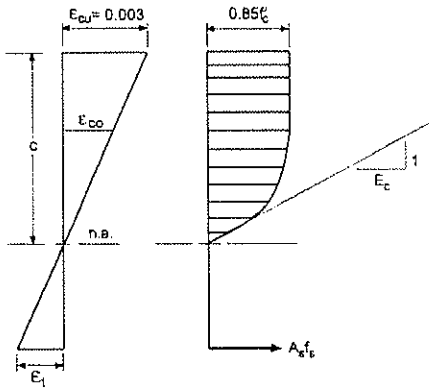
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

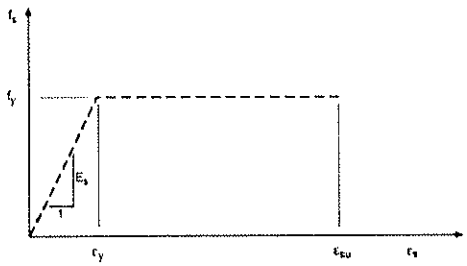


$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : *0.0020*

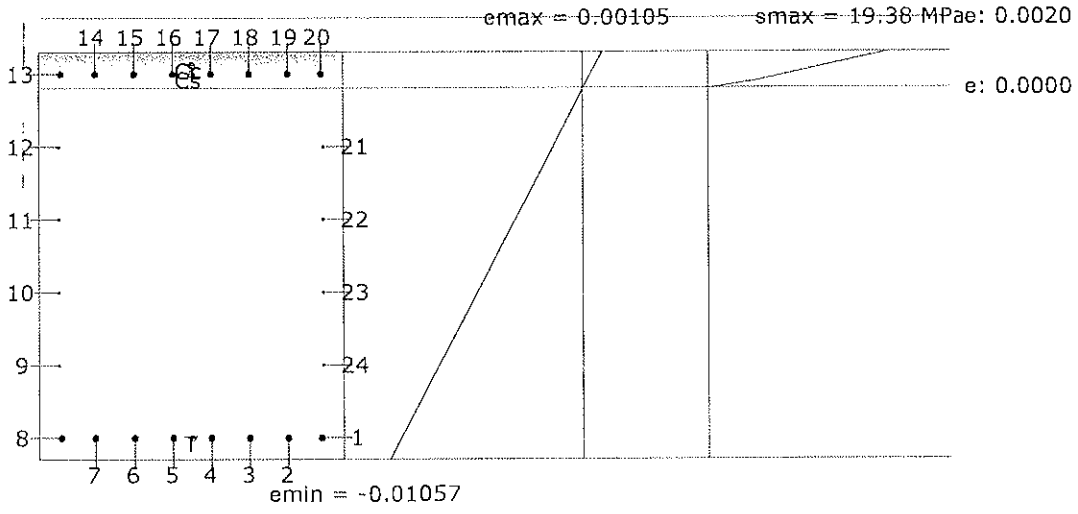
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



$\mathbf{f_y}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. $\mathbf{f_y}$: *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*

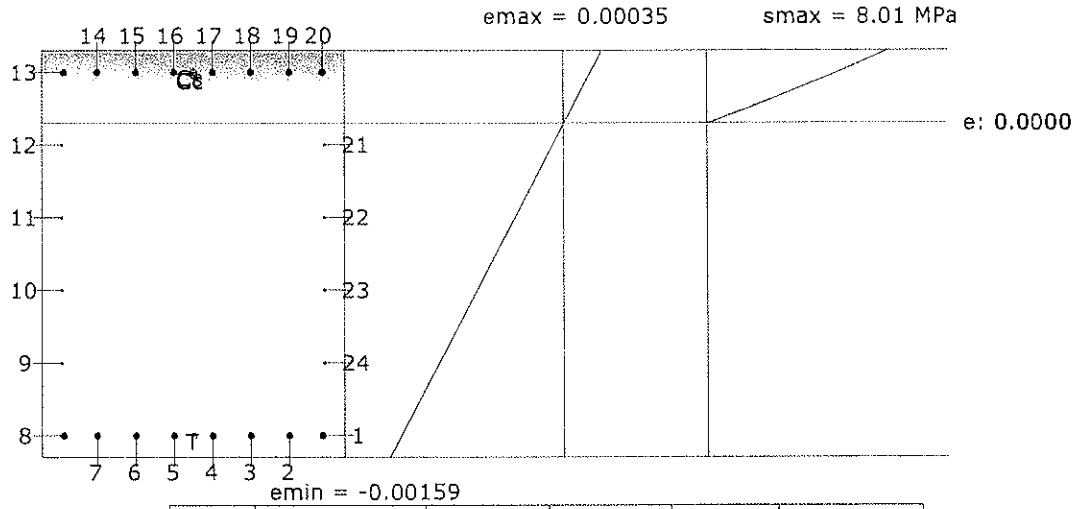
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-297.99	-0.001490
2	Ø1"	-318.03	602.78	-297.99	-0.001490
3	Ø1"	-190.82	602.78	-297.99	-0.001490
4	Ø1"	-63.61	602.78	-297.99	-0.001490
5	Ø1"	63.61	602.78	-297.99	-0.001490
6	Ø1"	190.82	602.78	-297.99	-0.001490
7	Ø1"	318.03	602.78	-297.99	-0.001490
8	Ø1"	427.78	602.78	-297.99	-0.001490
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001142
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000795
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000448
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000100
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.42	+0.000247
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.42	+0.000247
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000100
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000448
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000795
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001142

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1007.62	0.00	-592.50
Cs	200.31	0.00	-602.77
T	1207.93	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1445.87 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	1007.62	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	200.31	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	1207.93	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-592.50	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0004	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0015	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	8.01	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	297.99	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013630

V-103: B12 - B13 (1.994 m - B13, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 16.75 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 12.56 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.180** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 291.00 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1615.01 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.994 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1900.01 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *1149.26* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$ ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$ M_m : *637.96* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : *637.96* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$ V_s : *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$ V_s : *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

bw: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **bw** : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

s_1 = d/2 s_1 : 640 mm

s_2 = 600 mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.63 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.70 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

bw: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **bw** : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

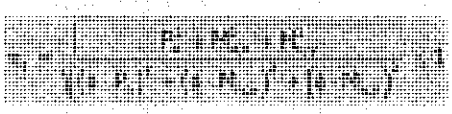
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.869 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : 0.783 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo.	P_u :	0.00	kN
M_u: Momento de cálculo de primer orden.	$M_{u,x}$:	-1445.87	kN·m
	$M_{u,y}$:	0.00	kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento.	$\phi \cdot P_n$:	0.00	kN
$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento.	$\phi \cdot M_{n,x}$:	-1847.11	kN·m
	$\phi \cdot M_{n,y}$:	0.00	kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

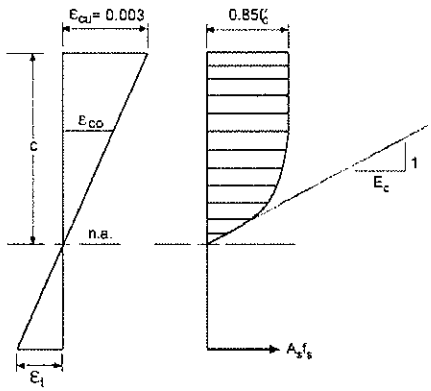
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

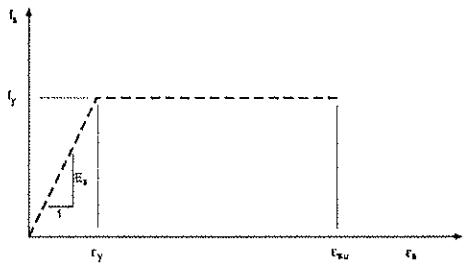


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : *0.0020*

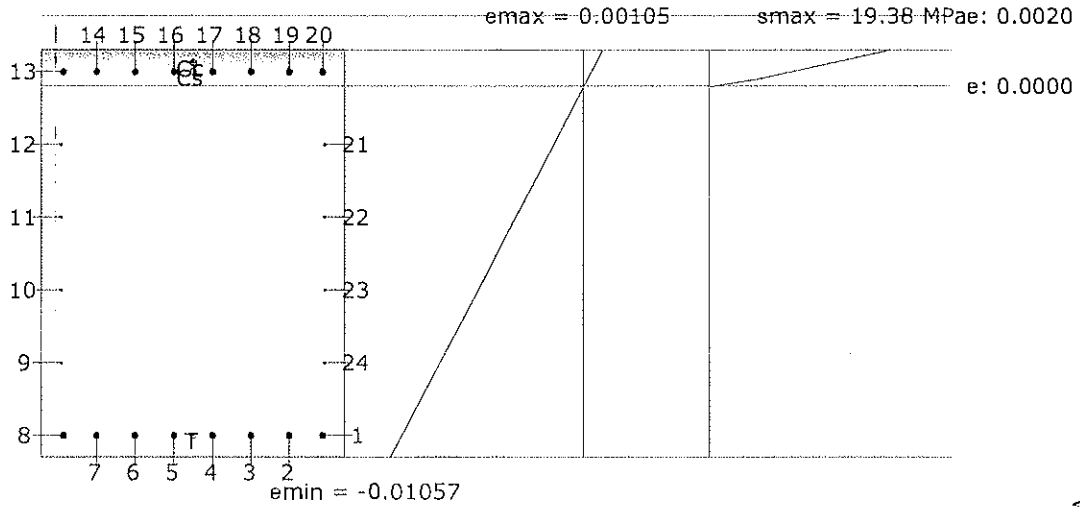
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

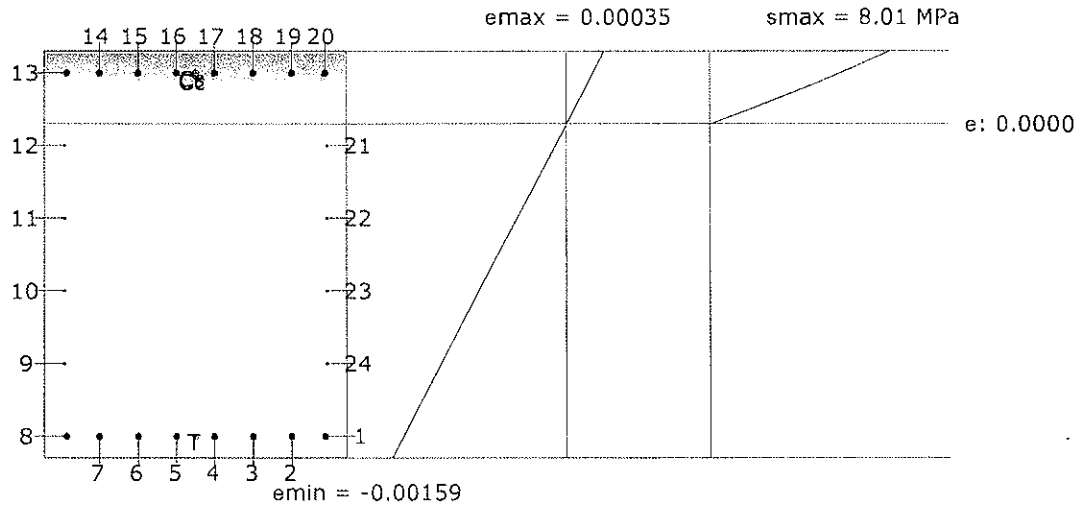
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-297.99	-0.001490
2	Ø1"	-318.03	602.78	-297.99	-0.001490
3	Ø1"	-190.82	602.78	-297.99	-0.001490
4	Ø1"	-63.61	602.78	-297.99	-0.001490
5	Ø1"	63.61	602.78	-297.99	-0.001490
6	Ø1"	190.82	602.78	-297.99	-0.001490
7	Ø1"	318.03	602.78	-297.99	-0.001490
8	Ø1"	427.78	602.78	-297.99	-0.001490
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001142
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000795
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000448
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000100
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.42	+0.000247
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.42	+0.000247
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000100
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000448
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000795
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001142

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1007.62	0.00	-592.50
Cs	200.31	0.00	-602.77
T	1207.93	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1445.87 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	1007.62	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	200.31	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	1207.93	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-592.50	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0004	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0015	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	8.01	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	297.99	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-103: B12 - B13

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **17.7 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B13, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *17.7* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *161.08* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : *18423.75* mm²

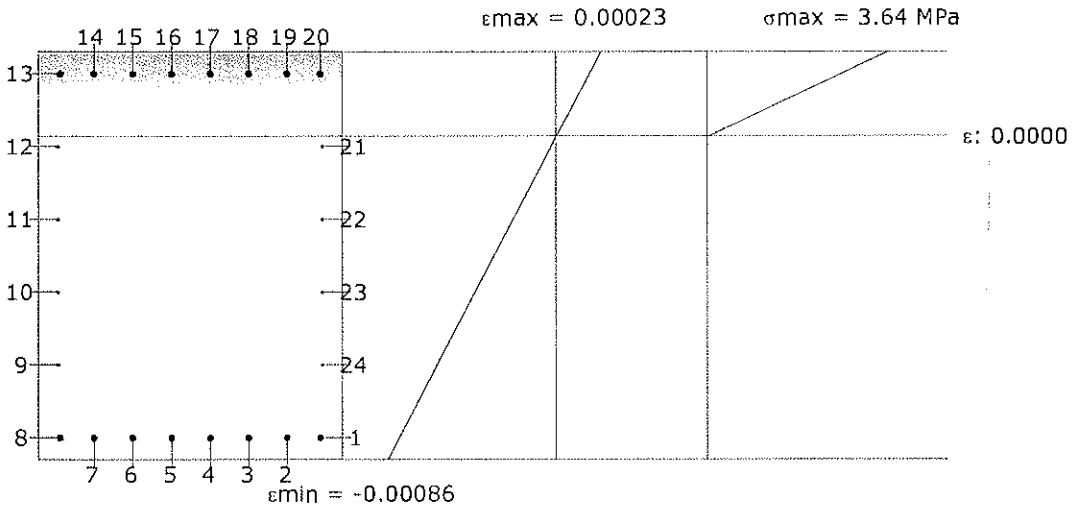
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *-775.85* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-161.08	-0.000805
2	Ø1"	-318.03	602.78	-161.08	-0.000805

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
3	Ø1"	-190.82	602.78	-161.08	-0.000805
4	Ø1"	-63.61	602.78	-161.08	-0.000805
5	Ø1"	63.61	602.78	-161.08	-0.000805
6	Ø1"	190.82	602.78	-161.08	-0.000805
7	Ø1"	318.03	602.78	-161.08	-0.000805
8	Ø1"	427.78	602.78	-161.08	-0.000805
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000610
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000415
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000220
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000025
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000025
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000220
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000415
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000610

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B13, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *20.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *161.08* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : *27888.50* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

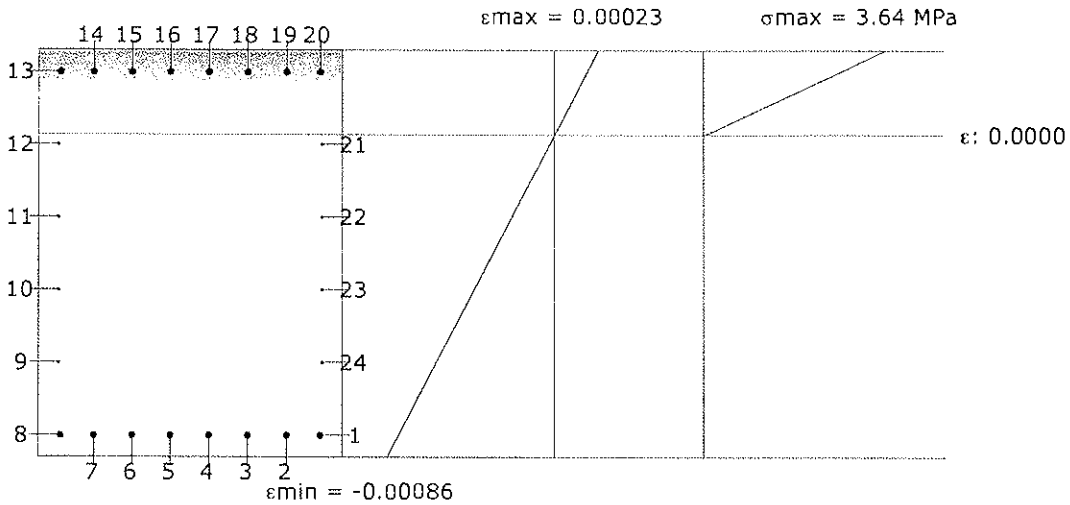
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *-775.85* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-161.08	-0.000805
2	Ø1"	-318.03	602.78	-161.08	-0.000805
3	Ø1"	-190.82	602.78	-161.08	-0.000805
4	Ø1"	-63.61	602.78	-161.08	-0.000805
5	Ø1"	63.61	602.78	-161.08	-0.000805
6	Ø1"	190.82	602.78	-161.08	-0.000805
7	Ø1"	318.03	602.78	-161.08	-0.000805
8	Ø1"	427.78	602.78	-161.08	-0.000805
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000610
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000415
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000220
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000025
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000025
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000220
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000415
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000610

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **9.0 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 1.869 m del nudo B12, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : 9.0 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 82.27 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 18423.75 mm²

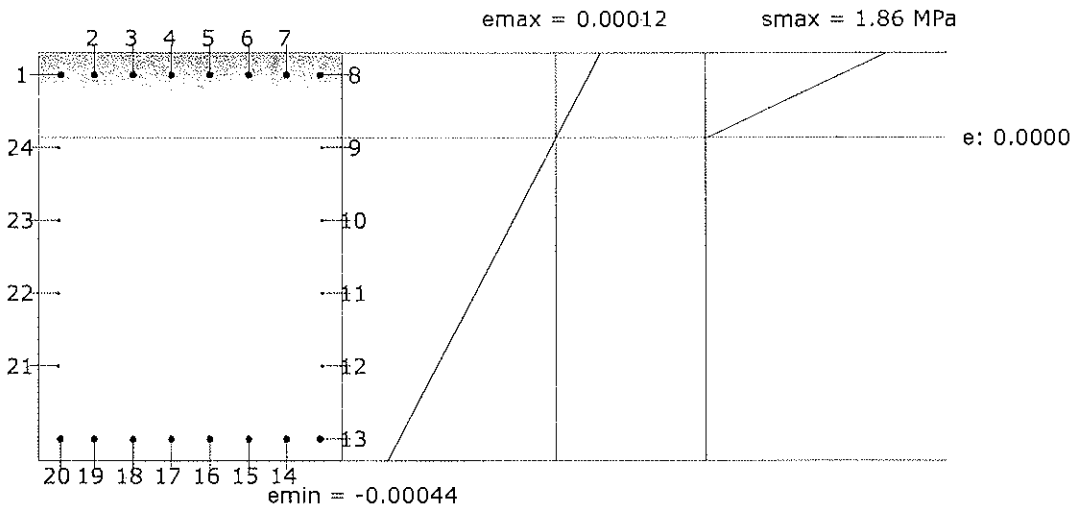
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 396.24 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000013
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000112
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000212
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000312
13	Ø1"	427.78	-602.77	-82.27	-0.000411
14	Ø1"	318.03	-602.77	-82.27	-0.000411
15	Ø1"	190.82	-602.77	-82.27	-0.000411
16	Ø1"	63.61	-602.77	-82.27	-0.000411
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-82.27	-0.000411
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-82.27	-0.000411
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-82.27	-0.000411
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-82.27	-0.000411
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000312
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000212
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000112
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B13, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *20.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *161.08* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *27888.50* mm²

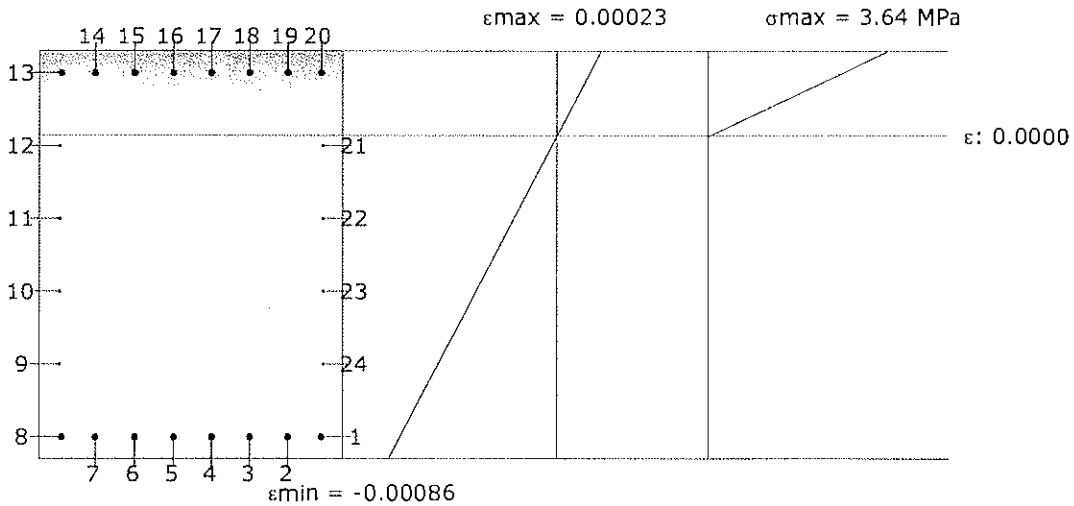
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *-775.85* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-161.08	-0.000805
2	Ø1"	-318.03	602.78	-161.08	-0.000805
3	Ø1"	-190.82	602.78	-161.08	-0.000805

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
4	Ø1"	-63.61	602.78	-161.08	-0.000805
5	Ø1"	63.61	602.78	-161.08	-0.000805
6	Ø1"	190.82	602.78	-161.08	-0.000805
7	Ø1"	318.03	602.78	-161.08	-0.000805
8	Ø1"	427.78	602.78	-161.08	-0.000805
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000610
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000415
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000220
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000025
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000025
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000220
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000415
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000610

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en el nudo B12, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ **s_1** : *960.52* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ **s_2** : *875.79* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *85.64* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

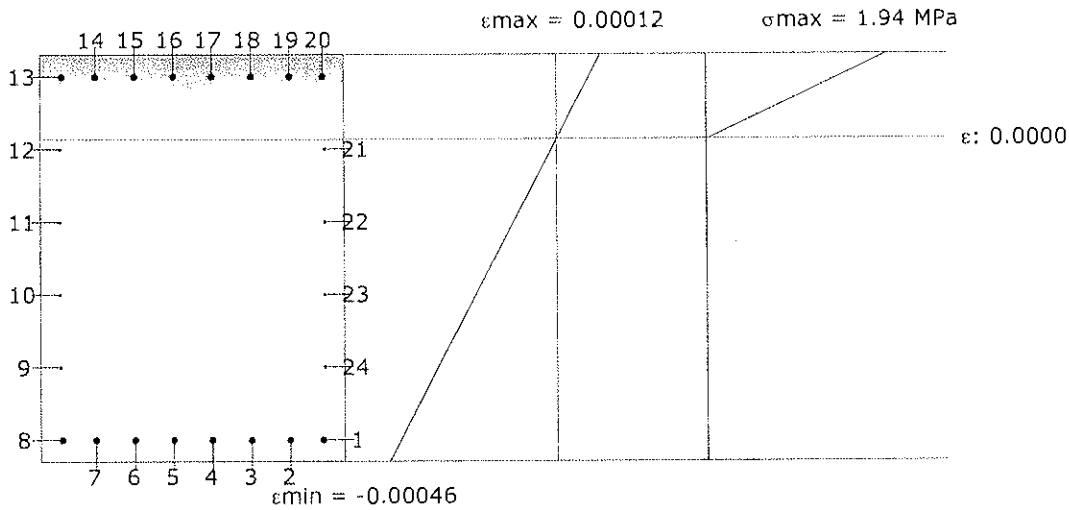
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-412.48* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-85.64	-0.000428
2	Ø1"	-318.03	602.78	-85.64	-0.000428
3	Ø1"	-190.82	602.78	-85.64	-0.000428
4	Ø1"	-63.61	602.78	-85.64	-0.000428
5	Ø1"	63.61	602.78	-85.64	-0.000428
6	Ø1"	190.82	602.78	-85.64	-0.000428
7	Ø1"	318.03	602.78	-85.64	-0.000428
8	Ø1"	427.78	602.78	-85.64	-0.000428
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000324
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000221
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000117
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000013
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000013
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000221
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000324

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : 960.52 mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : 875.79 mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 85.64 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

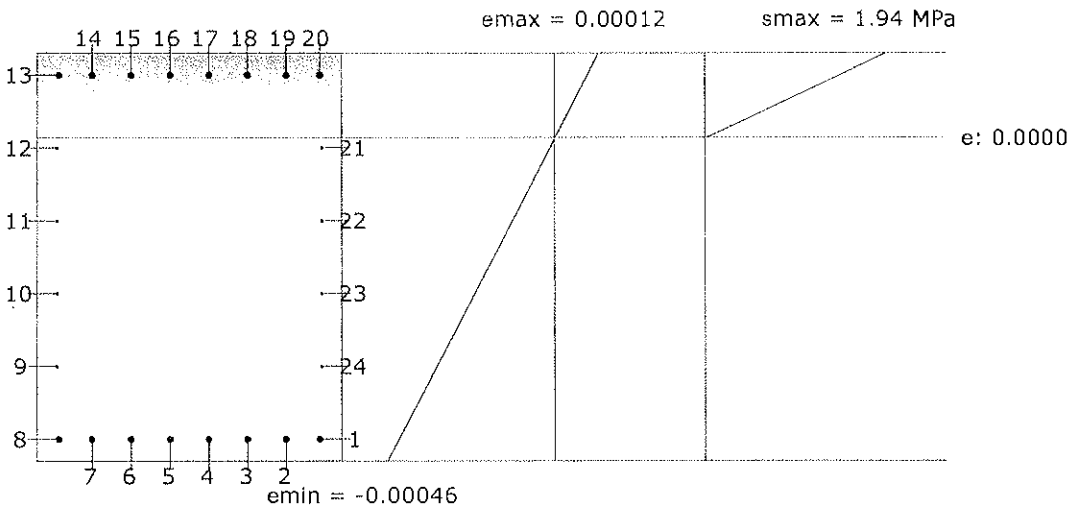
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: -412.48 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-85.64	-0.000428
2	Ø1"	-318.03	602.78	-85.64	-0.000428
3	Ø1"	-190.82	602.78	-85.64	-0.000428
4	Ø1"	-63.61	602.78	-85.64	-0.000428
5	Ø1"	63.61	602.78	-85.64	-0.000428
6	Ø1"	190.82	602.78	-85.64	-0.000428
7	Ø1"	318.03	602.78	-85.64	-0.000428
8	Ø1"	427.78	602.78	-85.64	-0.000428
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000324
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000221
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000117
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000013
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000013
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000221

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000324

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 0.494 m del nudo B12, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *155356.41* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *122767.28* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *0.61* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

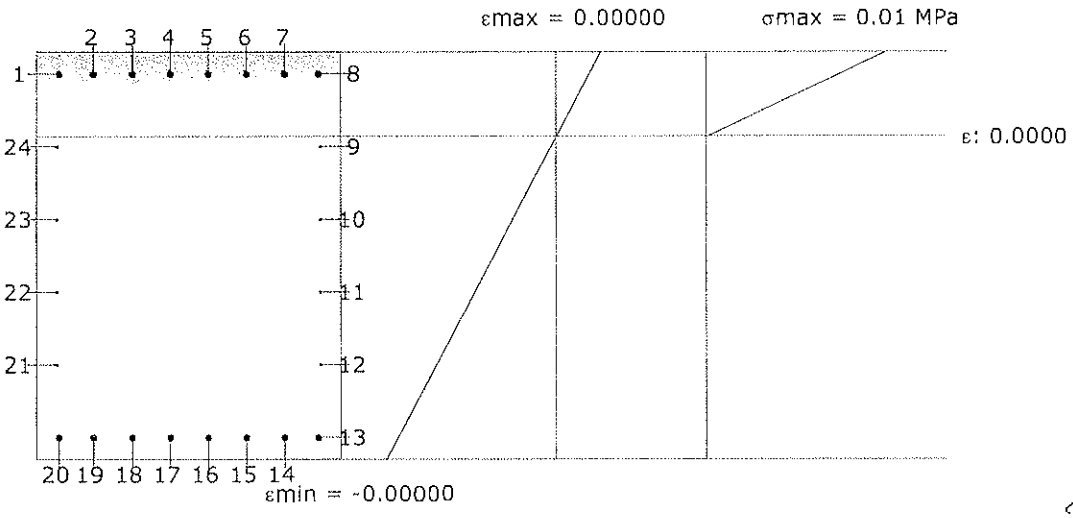
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,x}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *2.94* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000000
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000001
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000002
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000002
13	Ø1"	427.78	-602.77	-0.61	-0.000003
14	Ø1"	318.03	-602.77	-0.61	-0.000003
15	Ø1"	190.82	-602.77	-0.61	-0.000003
16	Ø1"	63.61	-602.77	-0.61	-0.000003
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-0.61	-0.000003
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-0.61	-0.000003
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-0.61	-0.000003
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-0.61	-0.000003
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000002
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000002
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000001
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000000

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *960.52* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *875.79* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *85.64* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

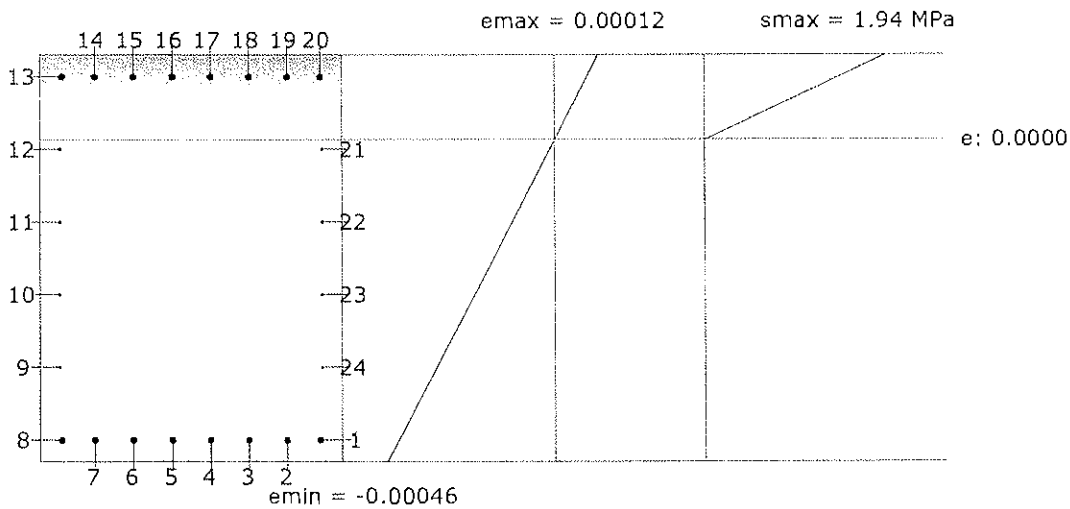
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-412.48* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-85.64	-0.000428
2	Ø1"	-318.03	602.78	-85.64	-0.000428
3	Ø1"	-190.82	602.78	-85.64	-0.000428
4	Ø1"	-63.61	602.78	-85.64	-0.000428
5	Ø1"	63.61	602.78	-85.64	-0.000428
6	Ø1"	190.82	602.78	-85.64	-0.000428
7	Ø1"	318.03	602.78	-85.64	-0.000428
8	Ø1"	427.78	602.78	-85.64	-0.000428
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000324
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000221
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000117
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000013
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000013
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000221
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000324

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

VIGAS TIPO 4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 12

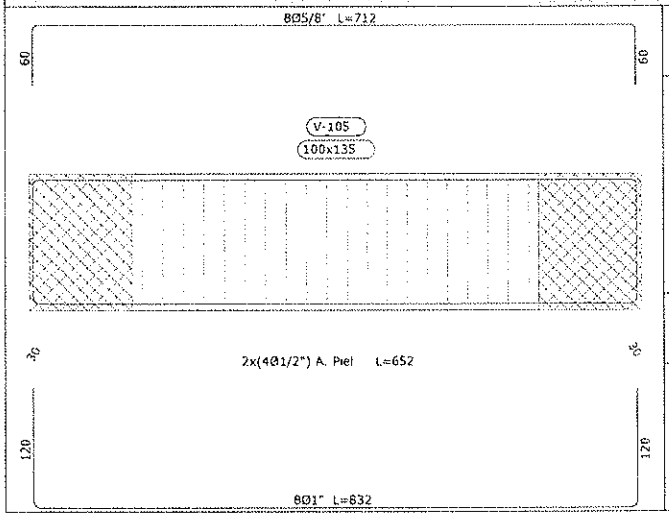
5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría		
Dimensiones	:	100x135
Luz libre	:	4.0 m
Recubrimiento geométrico superior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	:	5.0 cm

Materiales		
Hormigón	:	f'c=300
Armadura longitudinal	:	Grado 60
Armadura transversal	:	Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{w}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_{y,S_t}	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-105: B16 - B15	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 41.0	'B16' η = 30.7	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = 41.0

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_w: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{y,S_t}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,Inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-105: B16 - B15	N.P.[1]	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.[1]	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	Estado
V-105: B16 - B15	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-105: B16 - B15

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 14.64 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 10.98 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.410** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 730.61 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1780.77 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 2095.03 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : 1344.28 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : 2010.24 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : 40.54 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : 273.54 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : 273.54 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : 0.00 kN

h: Altura de un elemento. **h** : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : 13500.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : 750.74 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : 4621.24 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : *600* mm

$s_1 = d/2$ s_1 : *640* mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$

$A_{v,min}$: *1.63* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$

$A_{v,min}$: *1.70* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'B16', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.307** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. $M_{u,x}$: 567.39 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. $\phi \cdot M_{n,x}$: 1848.21 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

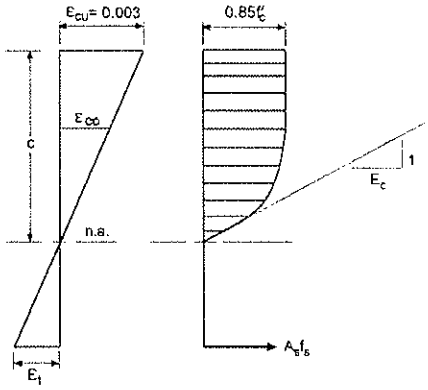
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

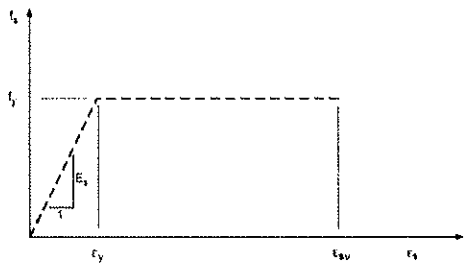


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : *0.0020*

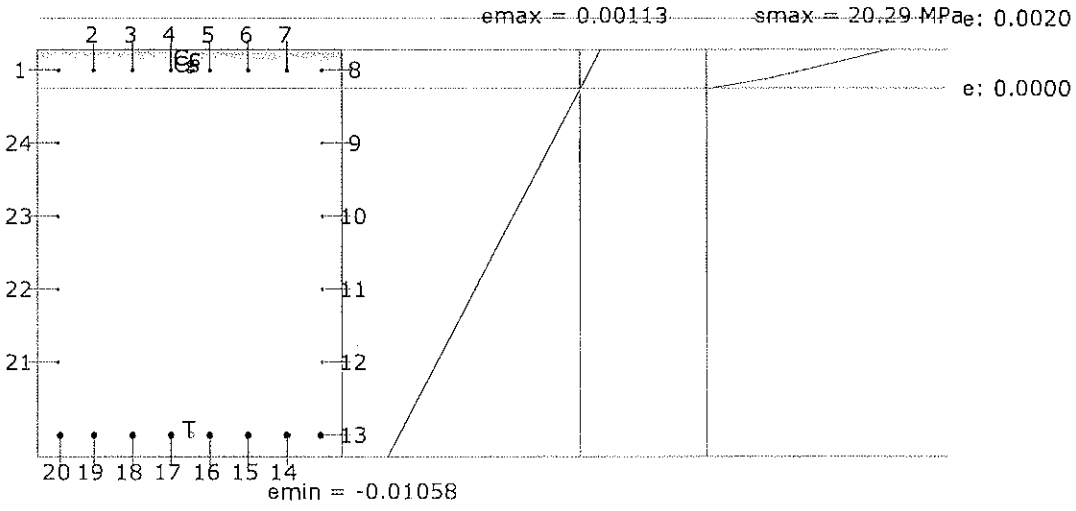
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+109.14	+0.000546
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+109.14	+0.000546
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+109.14	+0.000546
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+109.14	+0.000546
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+109.14	+0.000546
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+109.14	+0.000546
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+109.14	+0.000546
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+109.14	+0.000546
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.001553
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.003653
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.005752
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.007851
13	Ø1"	427.78	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	318.03	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1"	190.82	-602.77	-412.02	-0.009950
16	Ø1"	63.61	-602.77	-412.02	-0.009950
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-412.02	-0.009950
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-412.02	-0.009950
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-412.02	-0.009950
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-412.02	-0.009950
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.007851
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.005752
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.003653
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.001553

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1496.41	0.00	629.02
Cs	173.75	0.00	607.54
T	1670.17	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *2053.56* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

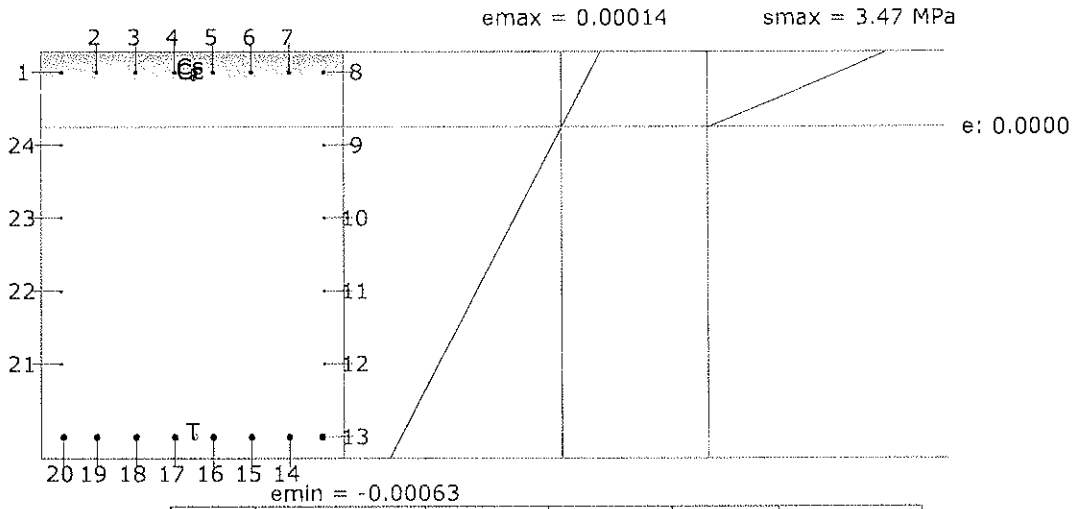
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1496.41* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *173.75* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *629.02* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-602.77* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *20.29* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : *412.02* MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+21.04	+0.000105
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+21.04	+0.000105
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+21.04	+0.000105
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+21.04	+0.000105
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+21.04	+0.000105
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+21.04	+0.000105
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+21.04	+0.000105
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+21.04	+0.000105
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000033
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000171
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000309
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000448
13	Ø1"	427.78	-602.77	-117.17	-0.000586
14	Ø1"	318.03	-602.77	-117.17	-0.000586
15	Ø1"	190.82	-602.77	-117.17	-0.000586
16	Ø1"	63.61	-602.77	-117.17	-0.000586
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-117.17	-0.000586
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-117.17	-0.000586
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-117.17	-0.000586
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-117.17	-0.000586
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000448
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000309
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000171
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000033

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	441.48	0.00	590.59
Cs	33.49	0.00	607.54
T	474.97	0.00	-602.77

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: 567.39 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	441.48	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	33.49	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	474.97	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	590.59	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0001	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0006	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	3.47	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	117.17	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013721

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013722

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
3	Ø1"	-190.82	602.78	-120.40	-0.000602
4	Ø1"	-63.61	602.78	-120.40	-0.000602
5	Ø1"	63.61	602.78	-120.40	-0.000602
6	Ø1"	190.82	602.78	-120.40	-0.000602
7	Ø1"	318.03	602.78	-120.40	-0.000602
8	Ø1"	427.78	602.78	-120.40	-0.000602
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-114.37	-0.000572
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000425
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000278
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000132
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000132
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000278
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000425
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-114.37	-0.000572
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-114.37	-0.000572
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-114.37	-0.000572
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-114.37	-0.000572
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-114.37	-0.000572
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-114.37	-0.000572
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-114.37	-0.000572

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **12.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 3.195 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 12.6 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 99.92 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 27888.50 mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

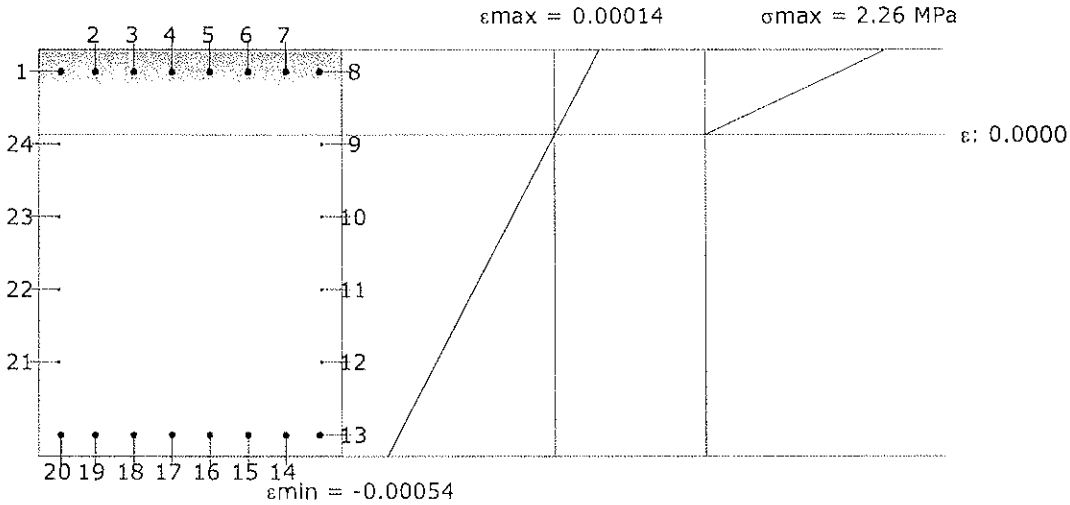
013723

Viga 1

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 481.28 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000015
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000136
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000257
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000379
13	Ø1"	427.78	-602.77	-99.92	-0.000500
14	Ø1"	318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
15	Ø1"	190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
16	Ø1"	63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-99.92	-0.000500
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000379
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000257
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000136
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000015

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **11.0 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 3.195 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013724

Viga 1

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : 11.0 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 99.92 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 18423.75 mm²

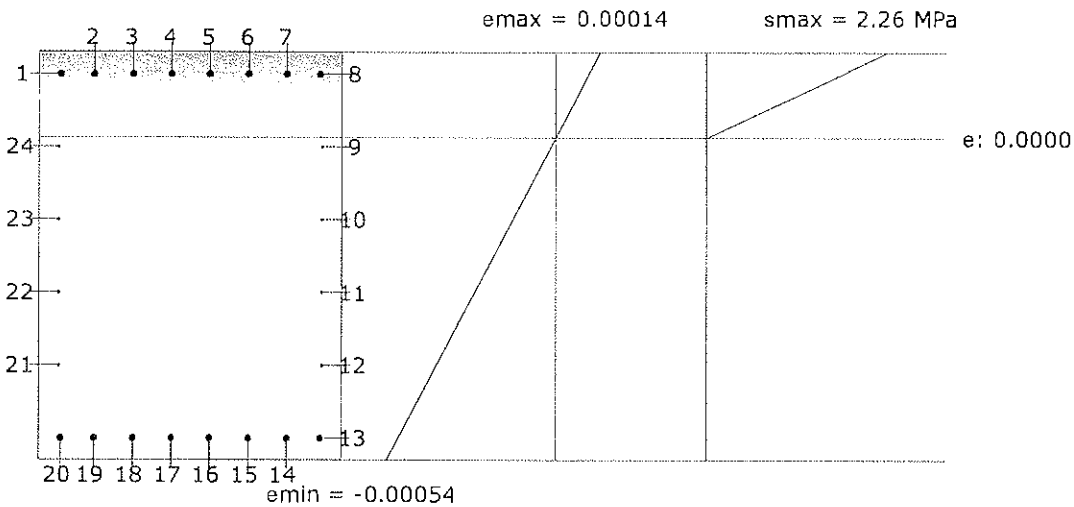
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 481.28 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000015
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000136
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000257
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000379
13	Ø1"	427.78	-602.77	-99.92	-0.000500
14	Ø1"	318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
15	Ø1"	190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
16	Ø1"	63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-99.92	-0.000500
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000379

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013725

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000257
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000136
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000015

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **12.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 3.195 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *12.6* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *99.92* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *27888.50* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

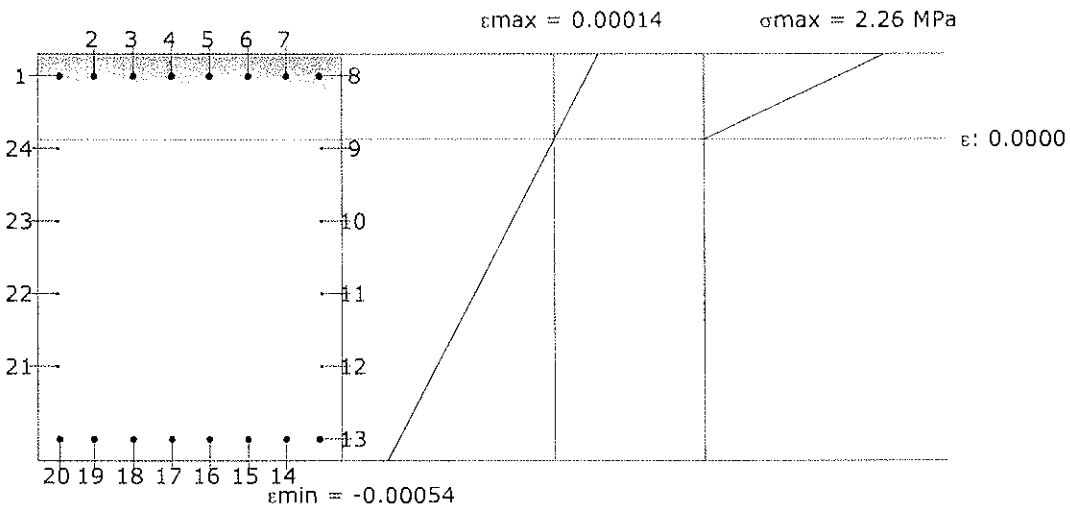
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *481.28* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000015
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000136
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000257
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000379
13	Ø1"	427.78	-602.77	-99.92	-0.000500
14	Ø1"	318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
15	Ø1"	190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
16	Ø1"	63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-99.92	-0.000500
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-99.92	-0.000500
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-99.92	-0.000500
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-99.92	-0.000500
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000379
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000257
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000136
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000015

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en el nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : 741.38 mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : 702.79 mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 106.72 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

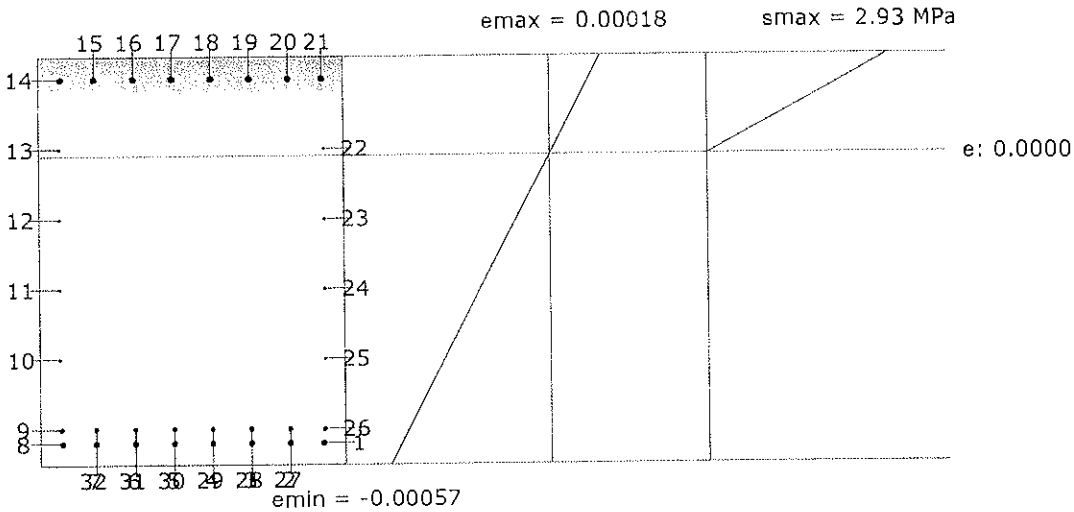
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: -672.81 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-106.72	-0.000534
2	Ø1"	-318.03	602.78	-106.72	-0.000534
3	Ø1"	-190.82	602.78	-106.72	-0.000534
4	Ø1"	-63.61	602.78	-106.72	-0.000534
5	Ø1"	63.61	602.78	-106.72	-0.000534
6	Ø1"	190.82	602.78	-106.72	-0.000534
7	Ø1"	318.03	602.78	-106.72	-0.000534
8	Ø1"	427.78	602.78	-106.72	-0.000534
9	Ø3/4"	430.95	555.15	-101.37	-0.000507
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000377
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000247
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000117
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000247
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000377

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013728

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
26	Ø3/4"	-430.95	555.15	-101.37	-0.000507
27	Ø3/4"	-318.03	555.15	-101.37	-0.000507
28	Ø3/4"	-190.82	555.15	-101.37	-0.000507
29	Ø3/4"	-63.61	555.15	-101.37	-0.000507
30	Ø3/4"	63.61	555.15	-101.37	-0.000507
31	Ø3/4"	190.82	555.15	-101.37	-0.000507
32	Ø3/4"	318.03	555.15	-101.37	-0.000507

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 2.320 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *1077.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *968.25* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *77.46* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

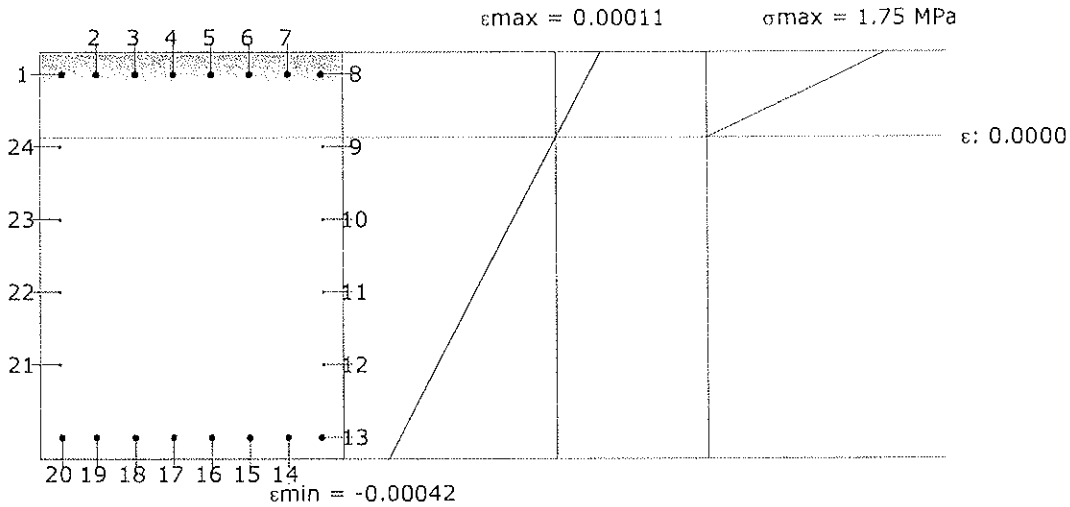
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *373.09* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013729



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000012
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000106
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000200
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000293
13	Ø1"	427.78	-602.77	-77.46	-0.000387
14	Ø1"	318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
15	Ø1"	190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
16	Ø1"	63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-77.46	-0.000387
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000293
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000200
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000106
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000012

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 0.945 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013730

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : 25311.71 mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : 20100.41 mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 3.73 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

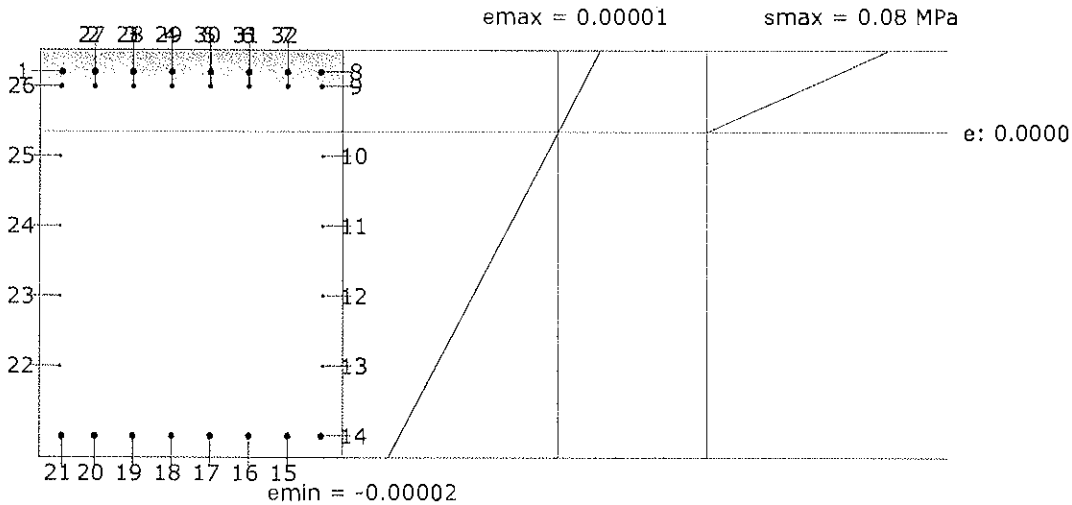
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: 17.98 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	323.57	0.00	-0.000001
11	Ø1/2"	434.13	91.98	0.00	-0.000006
12	Ø1/2"	434.13	-139.60	0.00	-0.000010
13	Ø1/2"	434.13	-371.19	0.00	-0.000014
14	Ø1"	427.78	-602.77	-3.73	-0.000019
15	Ø1"	318.03	-602.77	-3.73	-0.000019
16	Ø1"	190.82	-602.77	-3.73	-0.000019
17	Ø1"	63.61	-602.77	-3.73	-0.000019
18	Ø1"	-63.61	-602.77	-3.73	-0.000019
19	Ø1"	-190.82	-602.77	-3.73	-0.000019
20	Ø1"	-318.03	-602.77	-3.73	-0.000019
21	Ø1"	-427.77	-602.77	-3.73	-0.000019
22	Ø1/2"	-434.12	-371.19	0.00	-0.000014
23	Ø1/2"	-434.12	-139.60	0.00	-0.000010

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013731

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
24	Ø1/2"	-434.12	91.98	0.00	-0.000006
25	Ø1/2"	-434.12	323.57	0.00	-0.000001

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 2.320 m del nudo B8, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ s_1 : *1077.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ s_2 : *968.25* mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *77.46* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

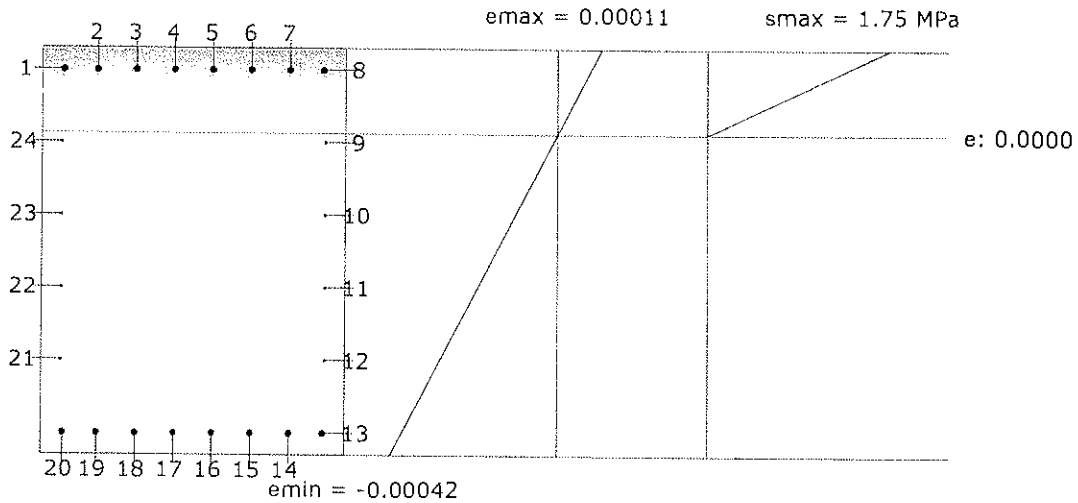
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *373.09* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013732



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000012
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000106
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000200
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000293
13	Ø1"	427.78	-602.77	-77.46	-0.000387
14	Ø1"	318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
15	Ø1"	190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
16	Ø1"	63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-77.46	-0.000387
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-77.46	-0.000387
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-77.46	-0.000387
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-77.46	-0.000387
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000293
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000200
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000106
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000012

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013733

VIGAS TIPO 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

013734

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 30

5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 38

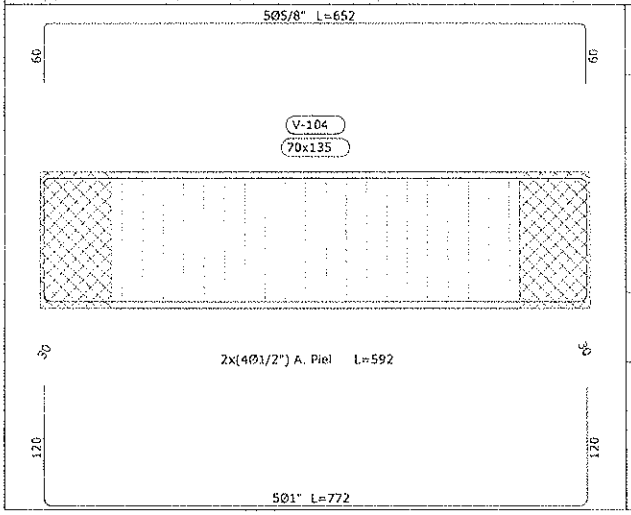
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013735

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 70x135
Luz libre	: 4.0 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_w	T_l	TNM_y	TV_y	TV_yS_t	$T,Disp._w$	$T,Disp._n$	$T,Geom._l$	$T,Arm._w$	
V-104: B21 - B18	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 18.7	'0.760 m' η = 48.1	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **48.1**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_w: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_l: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._w$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._n$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._l$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._w$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,Inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,Inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-104: B21 - B18	N.P.[1]	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	x: 2.01 m Cumple	N.P.[1]	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,Inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	Estado
V-104: B21 - B18	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013736

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-104: B21 - B18 (B21 - 1.010 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **105 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **25.34 cm² ≥ 13.12 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 9.84 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.187** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 246.74 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1320.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1553.89 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013737

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : 803.15 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : 1407.17 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

A_s : 25.34 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 700 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 1278 mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : 507.05 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección.

M_u : 507.05 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal.

N_u : 0.00 kN

h: Altura de un elemento.

h : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón.

A_g : 9450.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : 750.74 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : 3234.87 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s.

A_v : 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal.

f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$\mathbf{s \leq s_{max}}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

$\mathbf{s_{max}}$: Valor mínimo de s_1, s_2. $\mathbf{s_{max}}$: 600 mm

$\mathbf{s_1}$ = d/2 $\mathbf{s_1}$: 640 mm

$\mathbf{s_2}$ = 600 mm $\mathbf{s_2}$: 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$\mathbf{A_v \geq A_{v,min}}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$\mathbf{A_{v,min}} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$\mathbf{A_{v,min}} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

$\mathbf{f_{yt}}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013739

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.760 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.481** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: 556.98 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: 1157.57 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

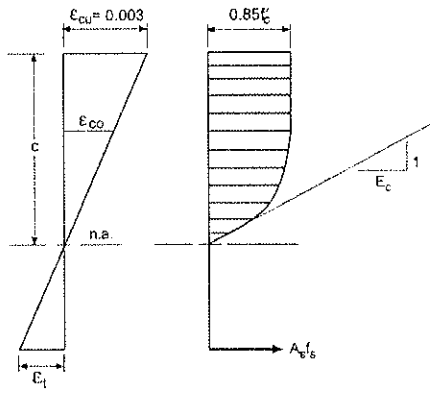
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013740

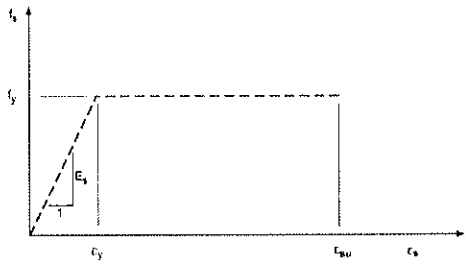


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

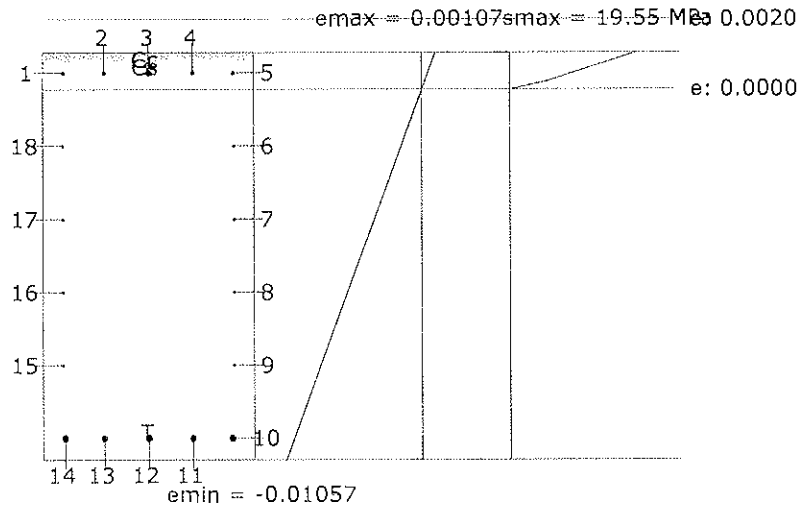
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013741

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+96.72	+0.000484
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+96.72	+0.000484
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+96.72	+0.000484
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+96.72	+0.000484
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+96.72	+0.000484
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.001603
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.003690
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.005777
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.007863
10	Ø1"	277.78	-602.77	-412.02	-0.009950
11	Ø1"	147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
12	Ø1"	0.00	-602.77	-412.02	-0.009950
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.007863
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.005777
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.003690
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.001603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	947.62	0.00	631.59
Cs	96.23	0.00	607.54
T	1043.85	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

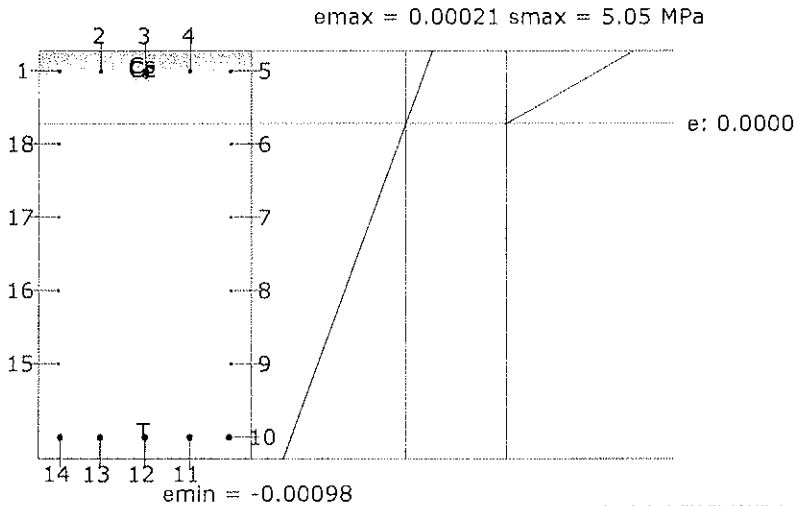
P_n	0.00	kN
$M_{n,x}$	1286.19	kN·m
$M_{n,y}$	0.00	kN·m
C_c	947.62	kN
C_s	96.23	kN
T	1043.85	kN
$e_{cc,x}$	0.00	mm
$e_{cc,y}$	631.59	mm
$e_{cs,x}$	0.00	mm
$e_{cs,y}$	607.54	mm
$e_{T,x}$	0.00	mm
$e_{T,y}$	-602.77	mm
ε_{cmax}	0.0011	
ε_{smax}	0.0099	
σ_{cmax}	19.55	MPa
σ_{smax}	412.02	MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013742

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+30.75	+0.000154
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+30.75	+0.000154
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+30.75	+0.000154
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+30.75	+0.000154
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+30.75	+0.000154
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000061
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000275
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000489
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000703
10	Ø1"	277.78	-602.77	-183.58	-0.000918
11	Ø1"	147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
12	Ø1"	0.00	-602.77	-183.58	-0.000918
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-183.58	-0.000918
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000703
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000489
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000275
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000061

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	434.50	0.00	593.90
Cs	30.59	0.00	607.54
T	465.09	0.00	-602.77

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *556.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *434.50* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *30.59* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *465.09* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013743

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	593.90	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0009	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.05	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	183.58	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013744

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013745

V-104: B21 - B18 (B21 - B18, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **105 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **25.34 cm² ≥ 13.12 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 9.84 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.187** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 246.74 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1320.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1553.89 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013746

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *803.15* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *1407.17* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *25.34* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *700* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *507.05* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *507.05* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *9450.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *3234.87* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013747

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. **s_{max}** : 600 mm

s_1 = d/2 **s_1** : 640 mm

s_2 = 600 mm **s_2** : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ **$A_{v,min}$** : 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ **$A_{v,min}$** : 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.760 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.481** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: 556.98 kN·m; $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: 1157.57 kN·m; $\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

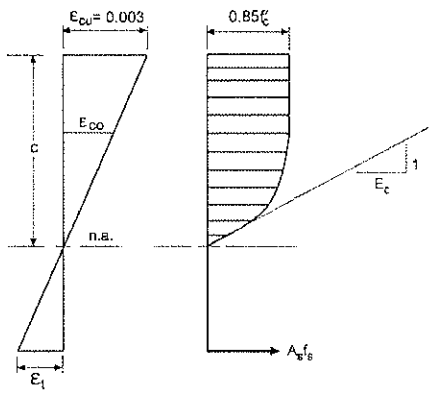
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013749

Viga 1

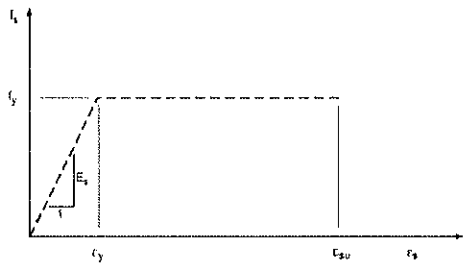


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : 0.0030

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : 0.0020

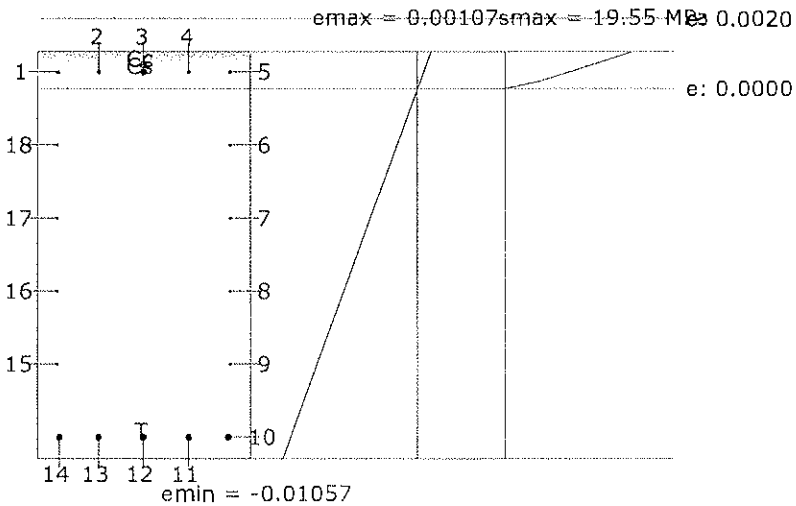
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : 0.0100

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013750

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+96.72	+0.000484
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+96.72	+0.000484
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+96.72	+0.000484
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+96.72	+0.000484
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+96.72	+0.000484
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.001603
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.003690
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.005777
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.007863
10	Ø1"	277.78	-602.77	-412.02	-0.009950
11	Ø1"	147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
12	Ø1"	0.00	-602.77	-412.02	-0.009950
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.007863
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.005777
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.003690
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.001603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	947.62	0.00	631.59
Cs	96.23	0.00	607.54
T	1043.85	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *1286.19* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *947.62* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *96.23* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1043.85* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *631.59* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-602.77* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.55* MPa

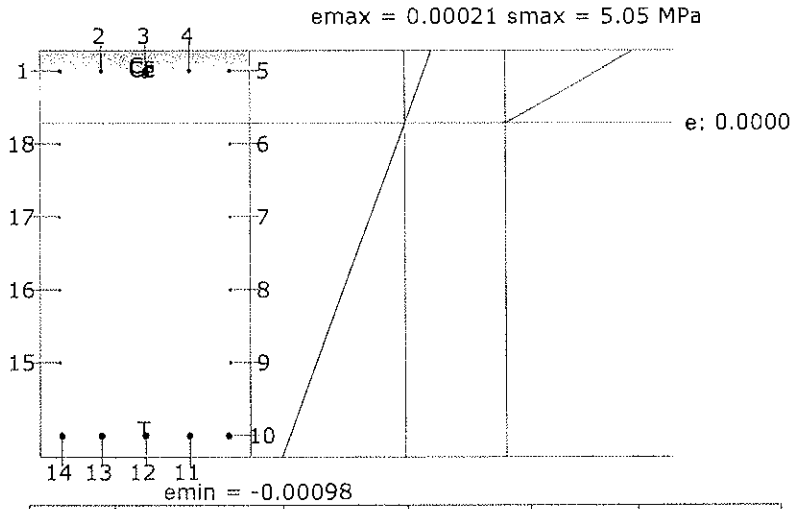
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013751

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+30.75	+0.000154
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+30.75	+0.000154
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+30.75	+0.000154
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+30.75	+0.000154
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+30.75	+0.000154
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000061
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000275
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000489
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000703
10	Ø1"	277.78	-602.77	-183.58	-0.000918
11	Ø1"	147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
12	Ø1"	0.00	-602.77	-183.58	-0.000918
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-183.58	-0.000918
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000703
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000489
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000275
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000061

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	434.50	0.00	593.90
Cs	30.59	0.00	607.54
T	465.09	0.00	-602.77

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *556.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *434.50* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *30.59* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *465.09* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013752

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	593.90	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0009	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.05	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	183.58	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013754

V-104: B21 - B18 (2.885 m - B18, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **105 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_1 = d_b$

$s_2 = 25$ mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa.

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso.

$s_{l,min}$	25	mm
s_1	25	mm
s_2	25	mm
s_3	20	mm
d_b	25.4	mm
d_{ag}	15	mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **25.34 cm² ≥ 14.43 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 10.82 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,Y}}{\phi \cdot V_{n,Y}} \leq 1$ — η : **0.161** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 212.83 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1317.90 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.885 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 1550.47 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013755

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : 799.72 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : 1407.17 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

A_s : 25.34 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : 700 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 1278 mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : 501.51 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección.

M_u : 501.51 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal.

N_u : 0.00 kN

h: Altura de un elemento.

h : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón.

A_g : 9450.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : 750.74 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : 3234.87 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s.

A_v : 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal.

f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : 1278 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013756

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$\mathbf{s \leq s_{max}}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

$\mathbf{s_{max}}$: Valor mínimo de s_1, s_2. $\mathbf{s_{max}}$: 600 mm

$\mathbf{s_1} = d/2$ $\mathbf{s_1}$: 640 mm

$\mathbf{s_2} = 600$ mm $\mathbf{s_2}$: 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$\mathbf{A_v \geq A_{v,min}}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$\mathbf{A_{v,min}} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$\mathbf{A_{v,min}} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

$\mathbf{f_{yt}}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.885 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.481** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: 556.98 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: 1157.57 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

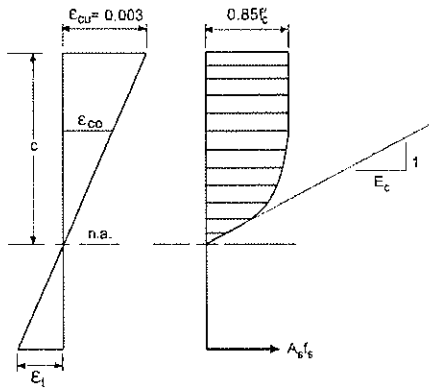
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013758

Viga 1

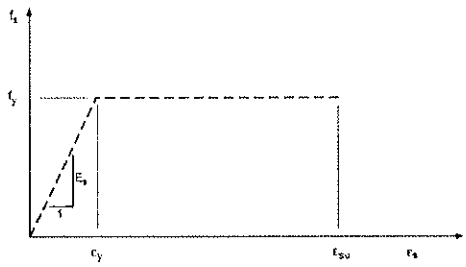


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

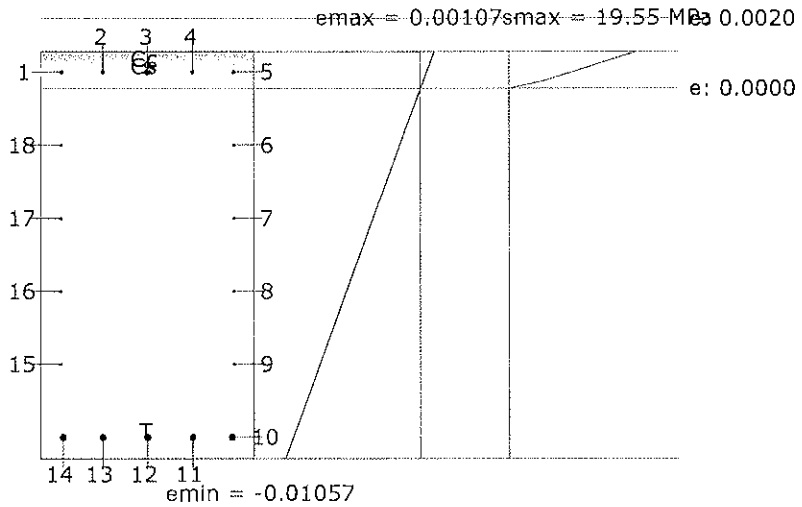
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013759

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+96.72	+0.000484
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+96.72	+0.000484
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+96.72	+0.000484
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+96.72	+0.000484
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+96.72	+0.000484
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.001603
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.003690
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.005777
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.007863
10	Ø1"	277.78	-602.77	-412.02	-0.009950
11	Ø1"	147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
12	Ø1"	0.00	-602.77	-412.02	-0.009950
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.007863
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.005777
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.003690
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.001603

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	947.62	0.00	631.59
Cs	96.23	0.00	607.54
T	1043.85	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — **P_n** : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{n,x}$** : *1286.19* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{n,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

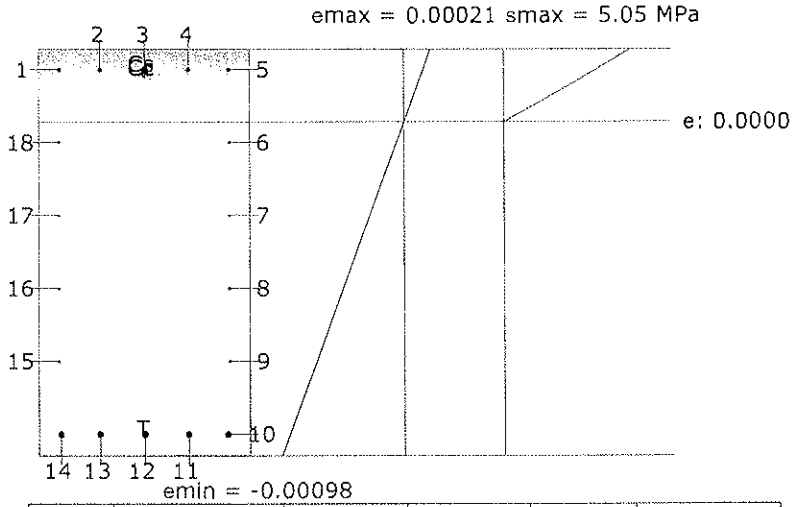
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *947.62* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *96.23* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *1043.85* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cc,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cc,y}$** : *631.59* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cs,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cs,y}$** : *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{T,x}$** : *0.00* mm; **$e_{T,y}$** : *-602.77* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.55* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013760

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-282.54	607.54	+30.75	+0.000154
2	Ø5/8"	-147.62	607.54	+30.75	+0.000154
3	Ø5/8"	0.00	607.54	+30.75	+0.000154
4	Ø5/8"	147.62	607.54	+30.75	+0.000154
5	Ø5/8"	282.54	607.54	+30.75	+0.000154
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000061
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000275
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000489
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000703
10	Ø1"	277.78	-602.77	-183.58	-0.000918
11	Ø1"	147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
12	Ø1"	0.00	-602.77	-183.58	-0.000918
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-183.58	-0.000918
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-183.58	-0.000918
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000703
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000489
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000275
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000061

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	434.50	0.00	593.90
Cs	30.59	0.00	607.54
T	465.09	0.00	-602.77

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *556.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *434.50* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *30.59* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *465.09* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013761

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	593.90	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0009	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.05	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	183.58	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013762

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-104: B21 - B18

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **14.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 2.010 m del nudo B21, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 277.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *14.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *113.25* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *27960.75* mm²

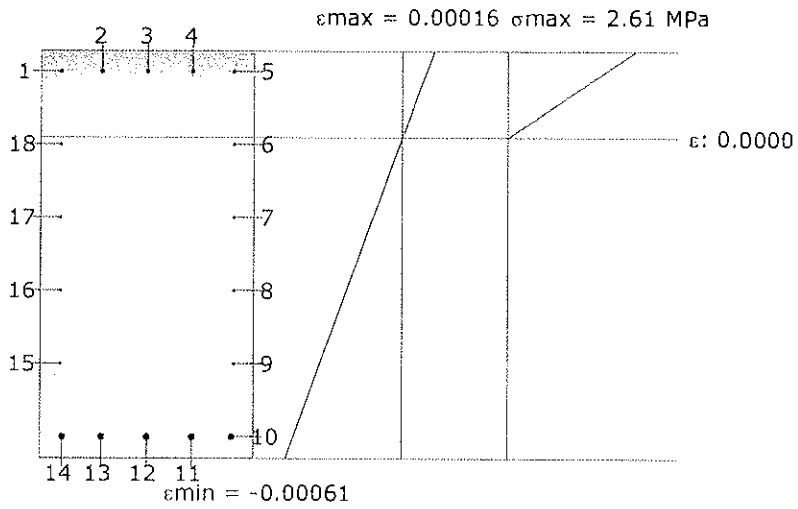
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *339.91* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013764

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000013
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000151
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000290
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000428
10	Ø1"	277.78	-602.77	-113.25	-0.000566
11	Ø1"	147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
12	Ø1"	0.00	-602.77	-113.25	-0.000566
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-113.25	-0.000566
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000428
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000290
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000151
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000013

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **13.1 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 2.010 m del nudo B21, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : 13.1 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 113.25 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : 21386.00 mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

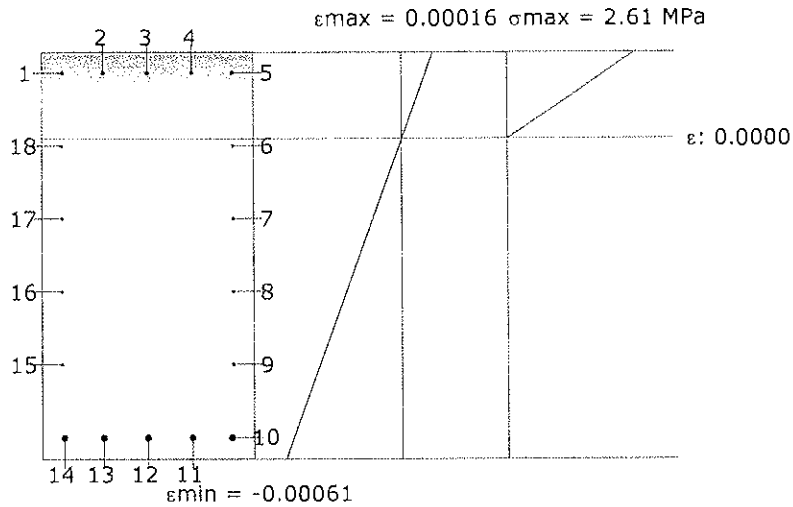
$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,x}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,y}$: 339.91 kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013765



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000013
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000151
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000290
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000428
10	Ø1"	277.78	-602.77	-113.25	-0.000566
11	Ø1"	147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
12	Ø1"	0.00	-602.77	-113.25	-0.000566
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-113.25	-0.000566
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000428
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000290
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000151
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000013

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **14.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 2.010 m del nudo B21, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -277.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *14.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *113.25* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013766

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *27960.75* mm²

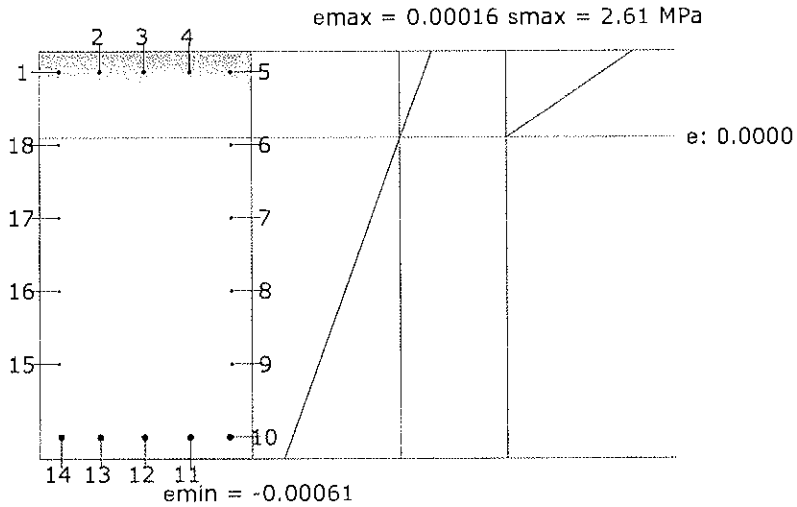
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *339.91* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000013
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000151
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000290
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000428
10	Ø1"	277.78	-602.77	-113.25	-0.000566
11	Ø1"	147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
12	Ø1"	0.00	-602.77	-113.25	-0.000566
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-113.25	-0.000566
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-113.25	-0.000566
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000428
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000290
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000151
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 277.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *5028.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *4087.46* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *18.35* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

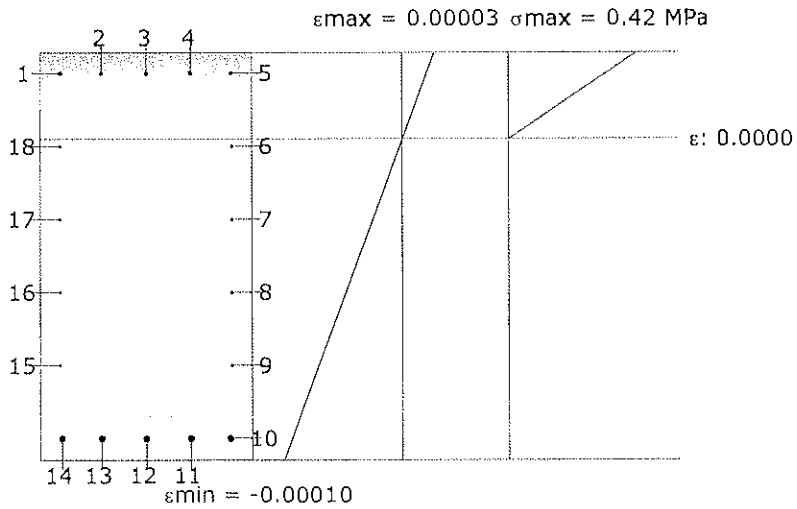
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *55.07* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013768

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000025
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000047
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000069
10	Ø1"	277.78	-602.77	-18.35	-0.000092
11	Ø1"	147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
12	Ø1"	0.00	-602.77	-18.35	-0.000092
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-18.35	-0.000092
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000069
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000047
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000025
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **147.62 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *147.62* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *5028.64* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *4087.46* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *18.35* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

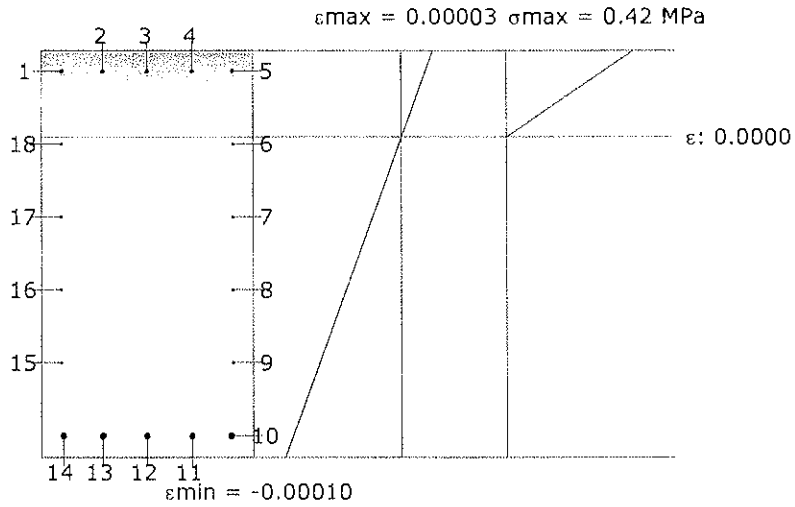
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *55.07* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013769



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000025
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000047
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000069
10	Ø1"	277.78	-602.77	-18.35	-0.000092
11	Ø1"	147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
12	Ø1"	0.00	-602.77	-18.35	-0.000092
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-18.35	-0.000092
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000069
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000047
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000025
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -277.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ **s_1** : *5028.64* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ **s_2** : *4087.46* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013770

s_3 = 300mm — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 18.35 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

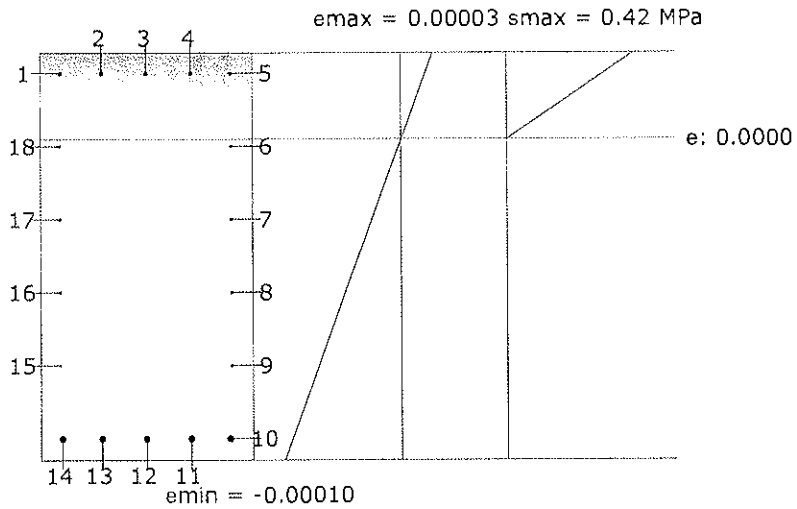
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: 55.07 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	365.48	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	123.41	0.00	-0.000025
8	Ø1/2"	284.13	-118.65	0.00	-0.000047
9	Ø1/2"	284.13	-360.71	0.00	-0.000069
10	Ø1"	277.78	-602.77	-18.35	-0.000092
11	Ø1"	147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
12	Ø1"	0.00	-602.77	-18.35	-0.000092
13	Ø1"	-147.62	-602.77	-18.35	-0.000092
14	Ø1"	-277.77	-602.77	-18.35	-0.000092
15	Ø1/2"	-284.12	-360.71	0.00	-0.000069
16	Ø1/2"	-284.12	-118.65	0.00	-0.000047
17	Ø1/2"	-284.12	123.41	0.00	-0.000025
18	Ø1/2"	-284.12	365.48	0.00	-0.000002

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013771

VIGAS TIPO 3

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

013772

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 30

5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 41

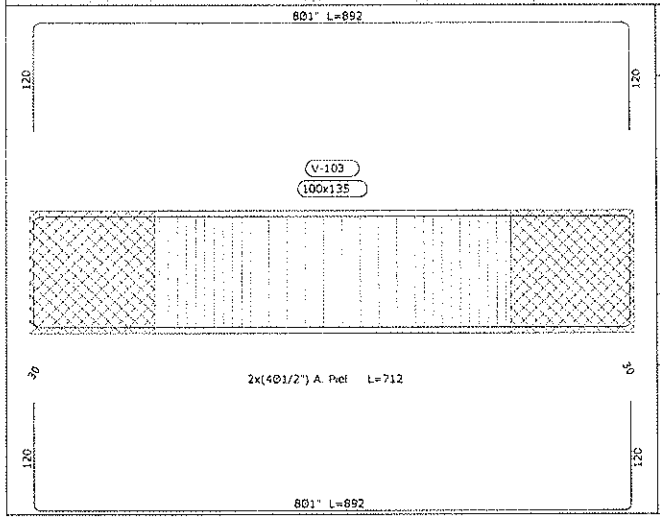
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013773

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría		
Dimensiones	:	100x135
Luz libre	:	3.9 m
Recubrimiento geométrico superior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	:	5.0 cm

Materiales		
Hormigón	:	f'c=300
Armadura longitudinal	:	Grado 60
Armadura transversal	:	Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_{sw}	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
V-103: B12 - B13	Cumple	Cumple	'1.119 m' η = 50.6	'2.869 m' η = 78.3	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE** η = **78.3**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{sw}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-103: B12 - B13	x: 3.9 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 1.869 m Cumple	x: 3.9 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 0.494 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Viga	Estado
V-103: B12 - B13	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013774

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-103: B12 - B13 (B12 - 1.744 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 28.34 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 21.26 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,Y}}{\phi \cdot V_{n,Y}} \leq 1$ η : **0.506** ✓

Donde:

$V_{u,Y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,Y}$: 858.72 kN

$\phi \cdot V_{n,Y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,Y}$: 1698.05 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.119 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1997.71 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *1246.97* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *548.44* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *548.44* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013776

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

$s_1 = d/2$ s_1 : 640 mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.63 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.70 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \neq 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \neq 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'B12', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.590** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: -1089.44 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: -1847.11 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

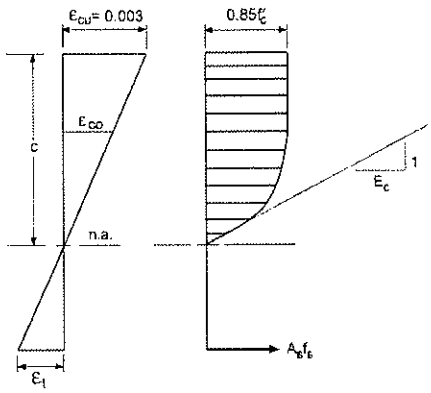
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013778

Viga 1

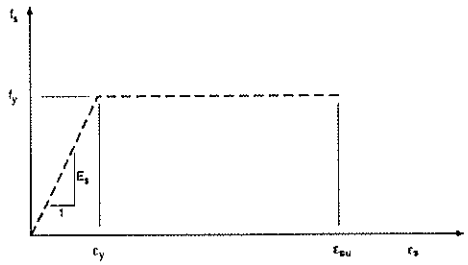


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : *0.0020*

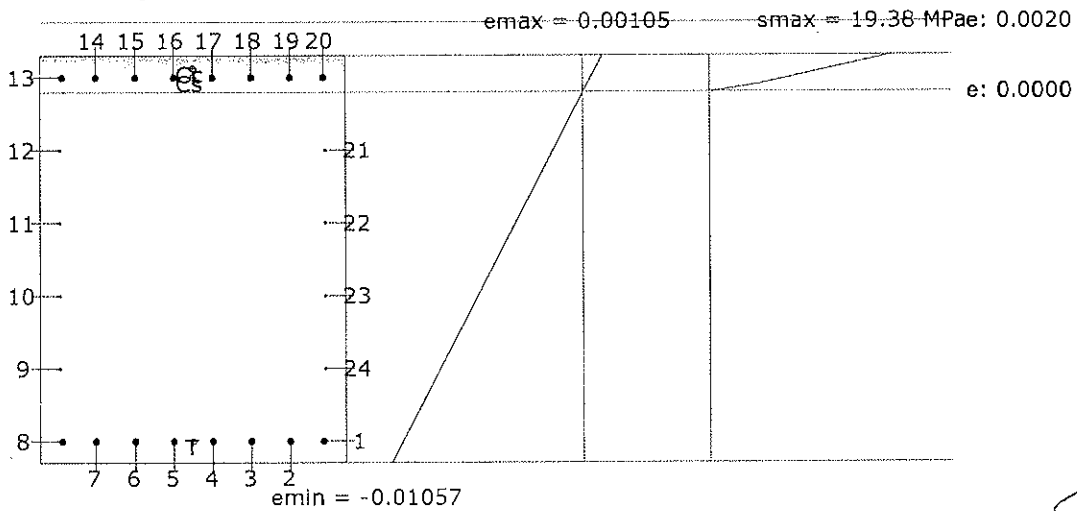
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013779

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

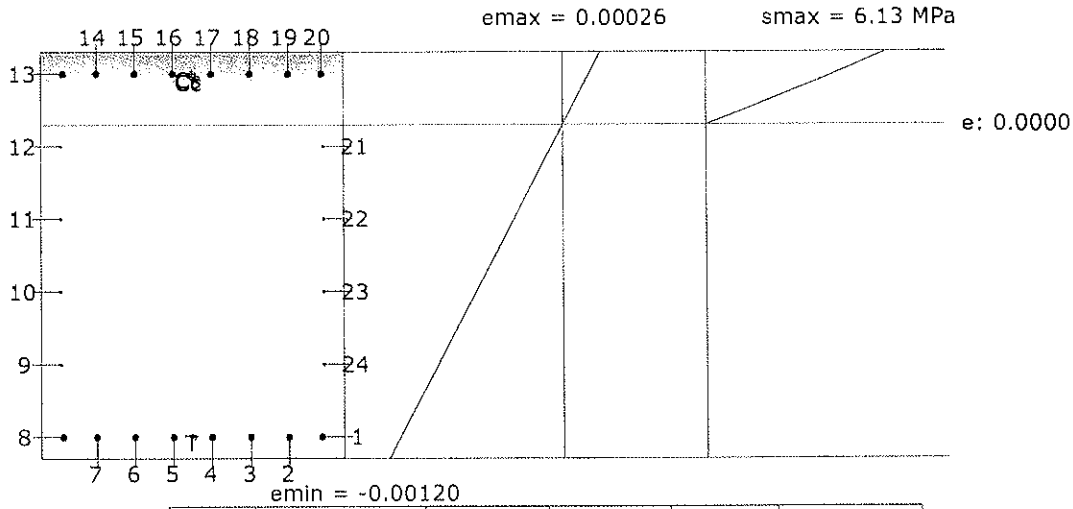
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-224.40	-0.001122
2	Ø1"	-318.03	602.78	-224.40	-0.001122
3	Ø1"	-190.82	602.78	-224.40	-0.001122
4	Ø1"	-63.61	602.78	-224.40	-0.001122
5	Ø1"	63.61	602.78	-224.40	-0.001122
6	Ø1"	190.82	602.78	-224.40	-0.001122
7	Ø1"	318.03	602.78	-224.40	-0.001122
8	Ø1"	427.78	602.78	-224.40	-0.001122
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000861
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000599
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000338
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000077
13	Ø1"	427.78	-602.77	+36.84	+0.000184
14	Ø1"	318.03	-602.77	+36.84	+0.000184
15	Ø1"	190.82	-602.77	+36.84	+0.000184
16	Ø1"	63.61	-602.77	+36.84	+0.000184
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+36.84	+0.000184
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+36.84	+0.000184
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+36.84	+0.000184
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+36.84	+0.000184
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000077
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000338
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000599
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000861

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	760.30	0.00	-593.33
Cs	149.34	0.00	-602.77
T	909.64	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1089.44 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	760.30	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	149.34	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	909.64	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-593.33	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0003	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0011	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	6.13	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	224.40	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013782

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013783

V-103: B12 - B13 (B12 - B13, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **40.54 cm² ≥ 28.34 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 21.26 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : **0.506** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 858.72 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1698.05 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.119 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 1997.71 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *1246.97* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *548.44* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *548.44* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

$s_1 = d/2$ s_1 : 640 mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.63 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.70 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

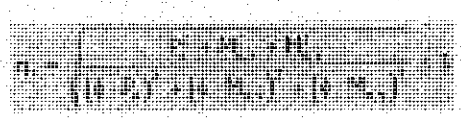
Viga 1

013786

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.869 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : **0.783** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u, M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — **P_u** : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — **$M_{u,x}$** : -1445.87 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — **$\phi \cdot P_n$** : 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — **$\phi \cdot M_{n,x}$** : -1847.11 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

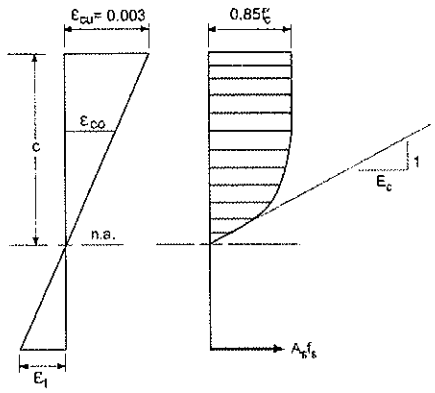
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013787

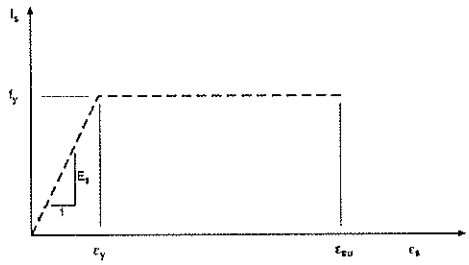


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : 0.0030

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : 0.0020

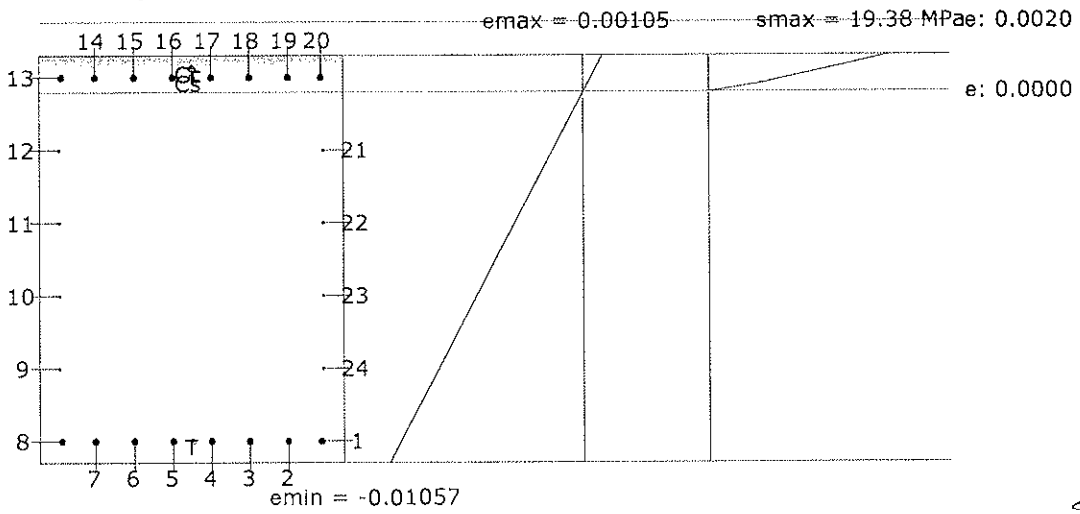
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : 0.0100

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *-2052.34* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1322.57* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *347.60* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *-632.17* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *-602.77* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *602.78* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *19.38* MPa

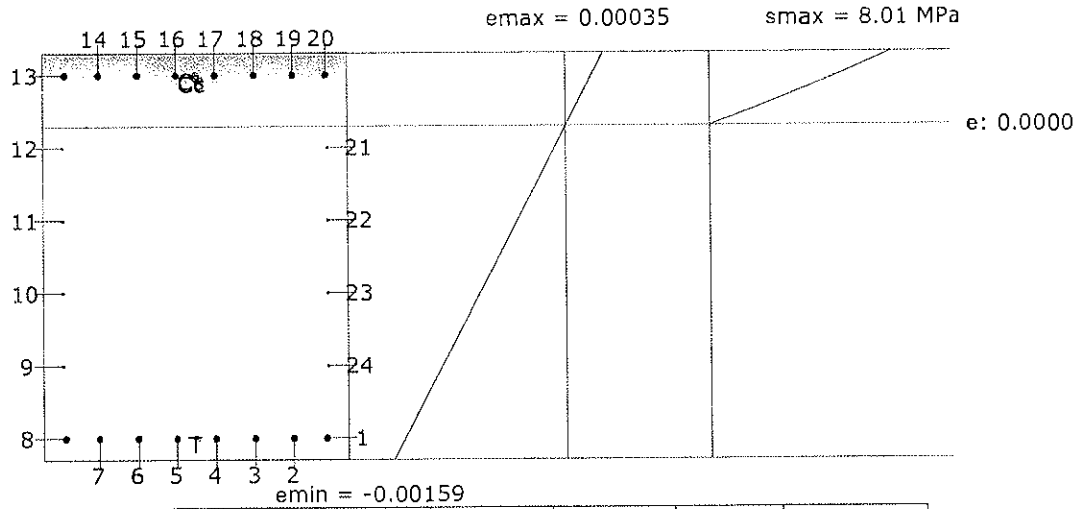
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013739

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-297.99	-0.001490
2	Ø1"	-318.03	602.78	-297.99	-0.001490
3	Ø1"	-190.82	602.78	-297.99	-0.001490
4	Ø1"	-63.61	602.78	-297.99	-0.001490
5	Ø1"	63.61	602.78	-297.99	-0.001490
6	Ø1"	190.82	602.78	-297.99	-0.001490
7	Ø1"	318.03	602.78	-297.99	-0.001490
8	Ø1"	427.78	602.78	-297.99	-0.001490
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001142
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000795
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000448
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000100
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.42	+0.000247
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.42	+0.000247
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000100
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000448
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000795
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001142

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1007.62	0.00	-592.50
Cs	200.31	0.00	-602.77
T	1207.93	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013730

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1445.87 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	1007.62	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	200.31	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	1207.93	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	-592.50	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	-602.77	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	602.78	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0004	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0015	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	8.01	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	297.99	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

V-103: B12 - B13 (1.994 m - B13, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **40.54 cm² ≥ 16.75 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 12.56 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : **0.180** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 291.00 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1615.01 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.994 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 1900.01 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : *1149.26* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : *2010.24* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.003*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

A_s : *40.54* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *1278* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : *637.96* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección.

M_u : *637.96* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal.

N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento.

h : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón.

A_g : *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : *750.74* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : *4621.24* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s.

A_v : *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal.

f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *1278* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. **s_{max}** : 600 mm

s_1 = d/2 **s_1** : 640 mm

s_2 = 600 mm **s_2** : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ **$A_{v,min}$** : 1.63 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ **$A_{v,min}$** : 1.70 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.869 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.783** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: -1445.87 kN·m; $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: -1847.11 kN·m; $\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

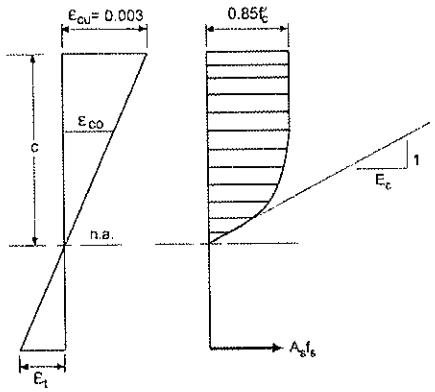
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

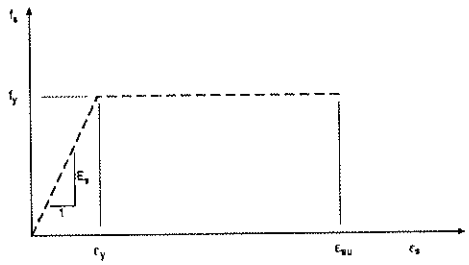


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

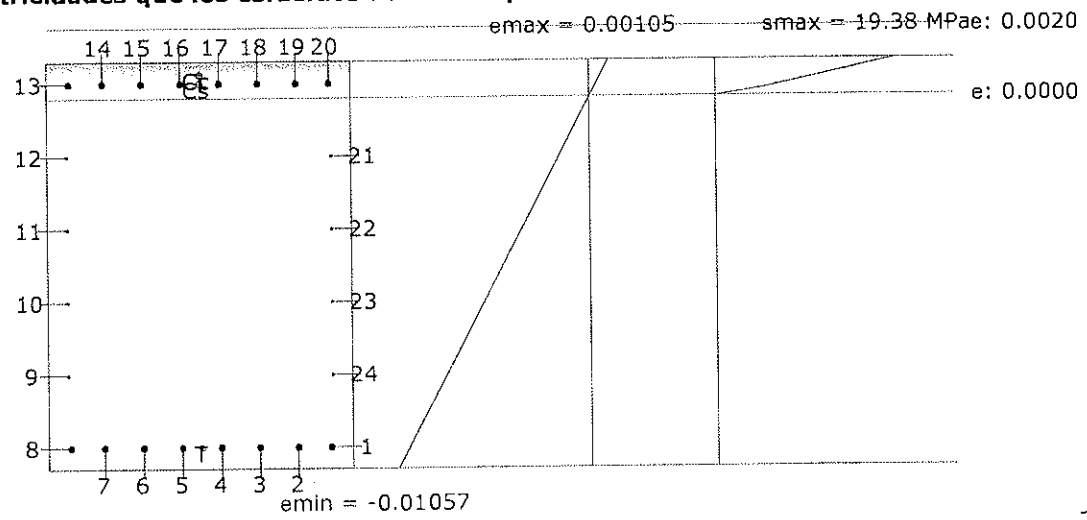
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013797

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-412.02	-0.009950
2	Ø1"	-318.03	602.78	-412.02	-0.009950
3	Ø1"	-190.82	602.78	-412.02	-0.009950
4	Ø1"	-63.61	602.78	-412.02	-0.009950
5	Ø1"	63.61	602.78	-412.02	-0.009950
6	Ø1"	190.82	602.78	-412.02	-0.009950
7	Ø1"	318.03	602.78	-412.02	-0.009950
8	Ø1"	427.78	602.78	-412.02	-0.009950
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.007874
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.005799
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.003723
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.001647
13	Ø1"	427.78	-602.77	+85.75	+0.000429
14	Ø1"	318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
15	Ø1"	190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
16	Ø1"	63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+85.75	+0.000429
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+85.75	+0.000429
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+85.75	+0.000429
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+85.75	+0.000429
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.001647
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.003723
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.005799
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.007874

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1322.57	0.00	-632.17
Cs	347.60	0.00	-602.77
T	1670.17	0.00	602.78

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : 0.00 kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: -2052.34 kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

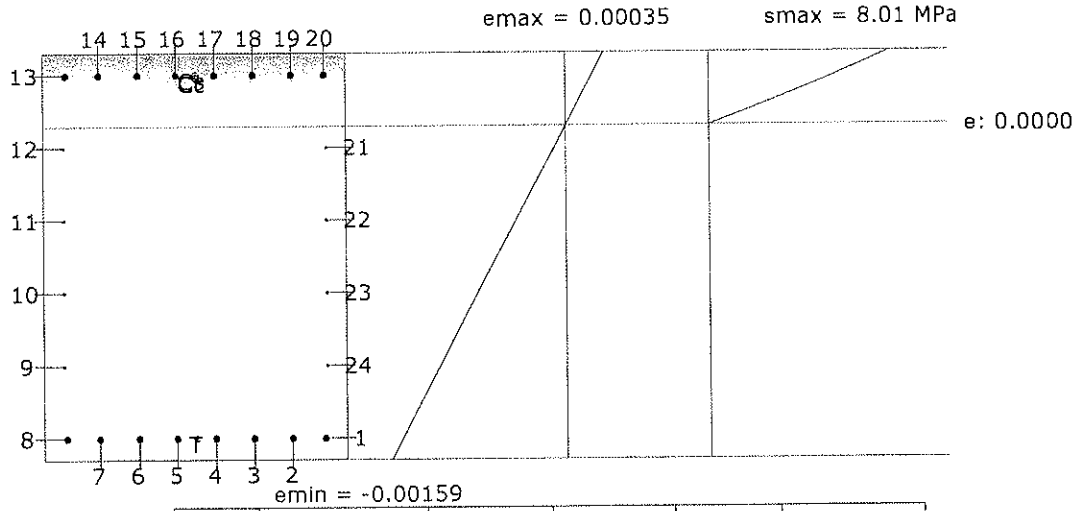
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : 1322.57 kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : 347.60 kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : 1670.17 kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: 0.00 mm; $e_{cc,y}$: -632.17 mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: 0.00 mm; $e_{cs,y}$: -602.77 mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: 0.00 mm; $e_{T,y}$: 602.78 mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : 0.0011
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : 0.0100
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : 19.38 MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-297.99	-0.001490
2	Ø1"	-318.03	602.78	-297.99	-0.001490
3	Ø1"	-190.82	602.78	-297.99	-0.001490
4	Ø1"	-63.61	602.78	-297.99	-0.001490
5	Ø1"	63.61	602.78	-297.99	-0.001490
6	Ø1"	190.82	602.78	-297.99	-0.001490
7	Ø1"	318.03	602.78	-297.99	-0.001490
8	Ø1"	427.78	602.78	-297.99	-0.001490
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.001142
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000795
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000448
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000100
13	Ø1"	427.78	-602.77	+49.42	+0.000247
14	Ø1"	318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
15	Ø1"	190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
16	Ø1"	63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
17	Ø1"	-63.61	-602.77	+49.42	+0.000247
18	Ø1"	-190.82	-602.77	+49.42	+0.000247
19	Ø1"	-318.03	-602.77	+49.42	+0.000247
20	Ø1"	-427.77	-602.77	+49.42	+0.000247
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000100
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000448
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000795
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.001142

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1007.62	0.00	-592.50
Cs	200.31	0.00	-602.77
T	1207.93	0.00	602.78

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013799

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: -1445.87 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c :	1007.62 kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s :	200.31 kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T :	1207.93 kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00 mm
	$e_{cc,y}$:	-592.50 mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00 mm
	$e_{cs,y}$:	-602.77 mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00 mm
	$e_{T,y}$:	602.78 mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0004
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0015
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	8.01 MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	297.99 MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013300

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-103: B12 - B13

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **17.7 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B13, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : 17.7 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 161.08 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : 18423.75 mm²

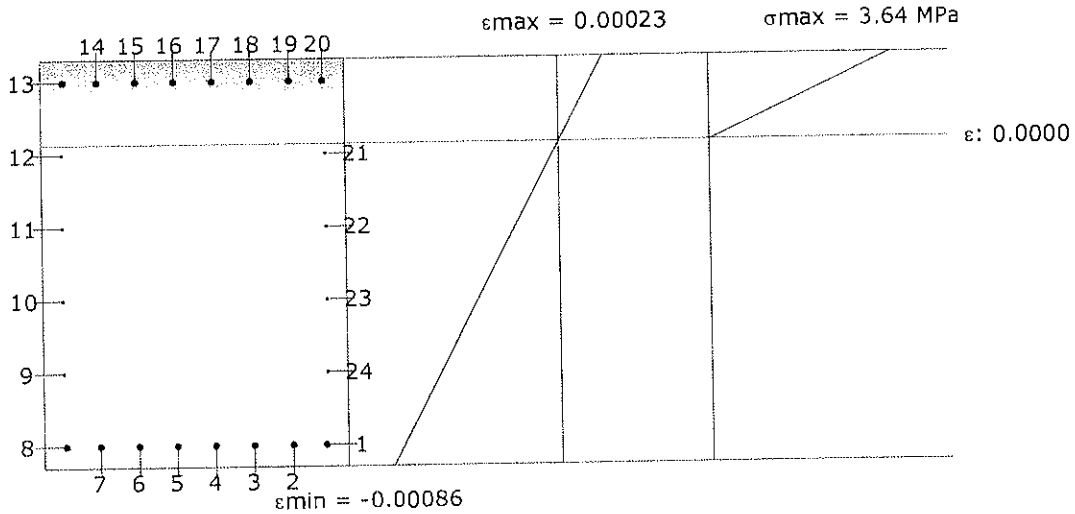
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: -775.85 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-161.08	-0.000805
2	Ø1"	-318.03	602.78	-161.08	-0.000805

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013802

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
3	Ø1"	-190.82	602.78	-161.08	-0.000805
4	Ø1"	-63.61	602.78	-161.08	-0.000805
5	Ø1"	63.61	602.78	-161.08	-0.000805
6	Ø1"	190.82	602.78	-161.08	-0.000805
7	Ø1"	318.03	602.78	-161.08	-0.000805
8	Ø1"	427.78	602.78	-161.08	-0.000805
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000610
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000415
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000220
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000025
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000025
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000220
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000415
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000610

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B13, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *20.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *161.08* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *27888.50* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

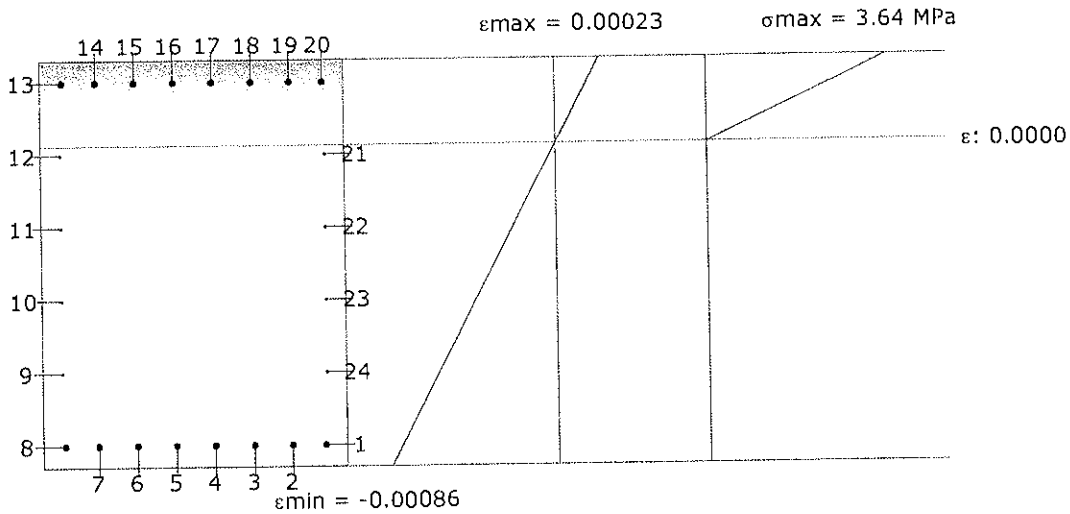
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *-775.85* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013809



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-161.08	-0.000805
2	Ø1"	-318.03	602.78	-161.08	-0.000805
3	Ø1"	-190.82	602.78	-161.08	-0.000805
4	Ø1"	-63.61	602.78	-161.08	-0.000805
5	Ø1"	63.61	602.78	-161.08	-0.000805
6	Ø1"	190.82	602.78	-161.08	-0.000805
7	Ø1"	318.03	602.78	-161.08	-0.000805
8	Ø1"	427.78	602.78	-161.08	-0.000805
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000610
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000415
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000220
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000025
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000025
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000220
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000415
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000610

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **9.0 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 1.869 m del nudo B12, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 9.0 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013804

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 82.27 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 18423.75 mm²

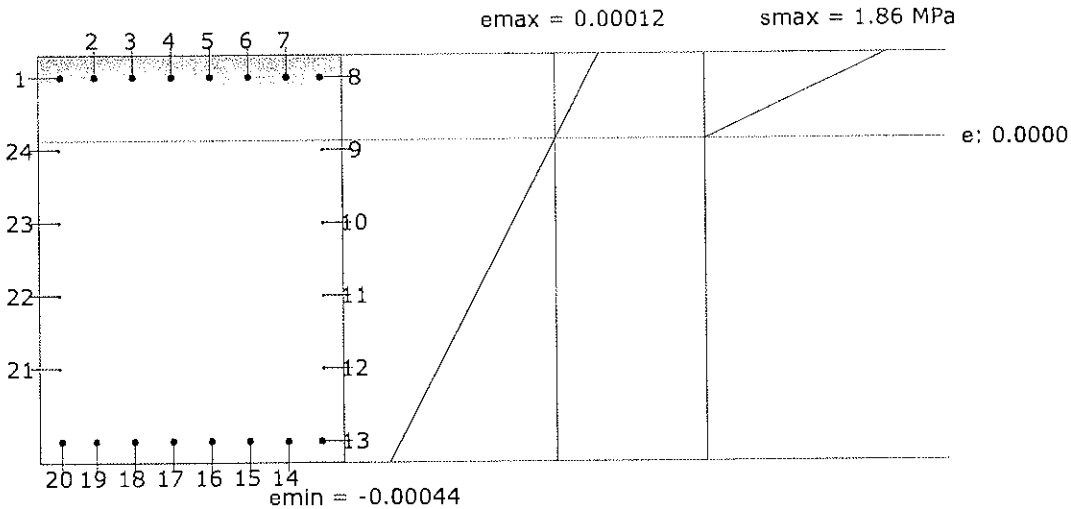
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 396.24 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000013
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000112
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000212
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000312
13	Ø1"	427.78	-602.77	-82.27	-0.000411
14	Ø1"	318.03	-602.77	-82.27	-0.000411
15	Ø1"	190.82	-602.77	-82.27	-0.000411
16	Ø1"	63.61	-602.77	-82.27	-0.000411
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-82.27	-0.000411
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-82.27	-0.000411
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-82.27	-0.000411
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-82.27	-0.000411
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000312
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000212
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000112
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000013

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B13, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : 20.3 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 161.08 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : 27888.50 mm²

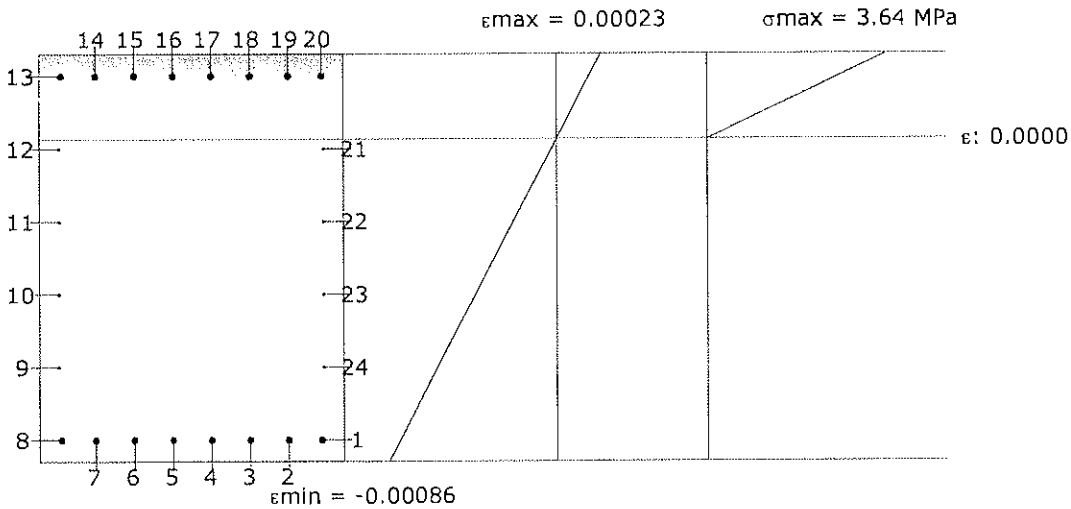
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{od} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: -775.85 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-161.08	-0.000805
2	Ø1"	-318.03	602.78	-161.08	-0.000805
3	Ø1"	-190.82	602.78	-161.08	-0.000805

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013806

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
4	Ø1"	-63.61	602.78	-161.08	-0.000805
5	Ø1"	63.61	602.78	-161.08	-0.000805
6	Ø1"	190.82	602.78	-161.08	-0.000805
7	Ø1"	318.03	602.78	-161.08	-0.000805
8	Ø1"	427.78	602.78	-161.08	-0.000805
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000610
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000415
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000220
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000025
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000025
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000220
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000415
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000610

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en el nudo B12, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -190.82 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *960.52* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *875.79* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *85.64* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

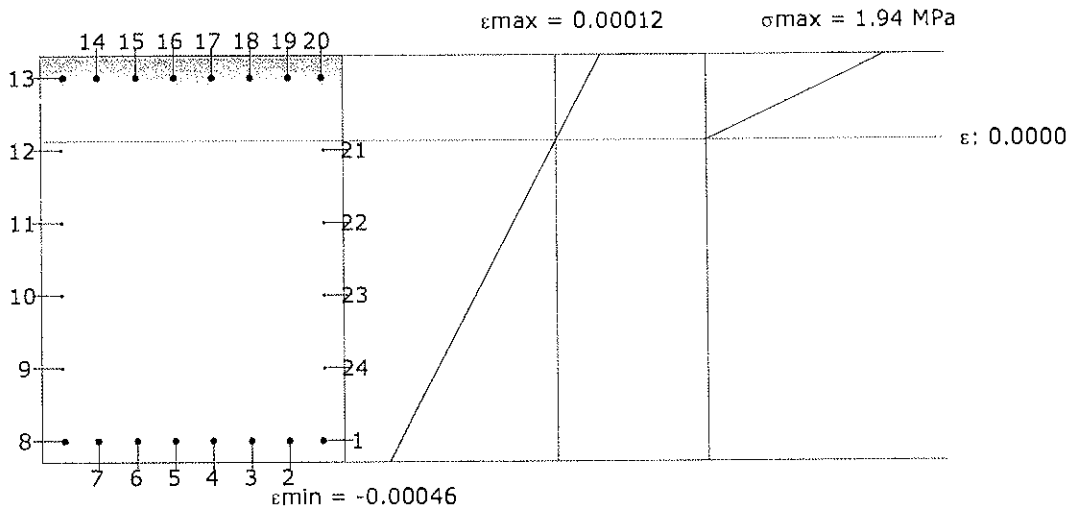
N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-412.48* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-85.64	-0.000428
2	Ø1"	-318.03	602.78	-85.64	-0.000428
3	Ø1"	-190.82	602.78	-85.64	-0.000428
4	Ø1"	-63.61	602.78	-85.64	-0.000428
5	Ø1"	63.61	602.78	-85.64	-0.000428
6	Ø1"	190.82	602.78	-85.64	-0.000428
7	Ø1"	318.03	602.78	-85.64	-0.000428
8	Ø1"	427.78	602.78	-85.64	-0.000428
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000324
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000221
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000117
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000013
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000013
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000221
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000324

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : 960.52 mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : 875.79 mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 85.64 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

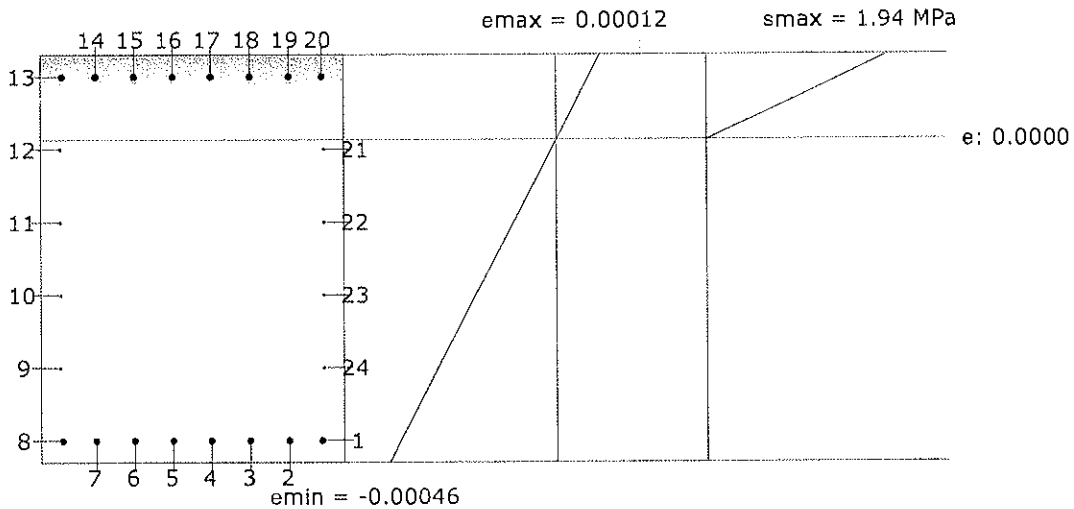
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: -412.48 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-85.64	-0.000428
2	Ø1"	-318.03	602.78	-85.64	-0.000428
3	Ø1"	-190.82	602.78	-85.64	-0.000428
4	Ø1"	-63.61	602.78	-85.64	-0.000428
5	Ø1"	63.61	602.78	-85.64	-0.000428
6	Ø1"	190.82	602.78	-85.64	-0.000428
7	Ø1"	318.03	602.78	-85.64	-0.000428
8	Ø1"	427.78	602.78	-85.64	-0.000428
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000324
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000221
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000117
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000013
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000013
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000221

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000324

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 0.494 m del nudo B12, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *155356.41* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *122767.28* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *0.61* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

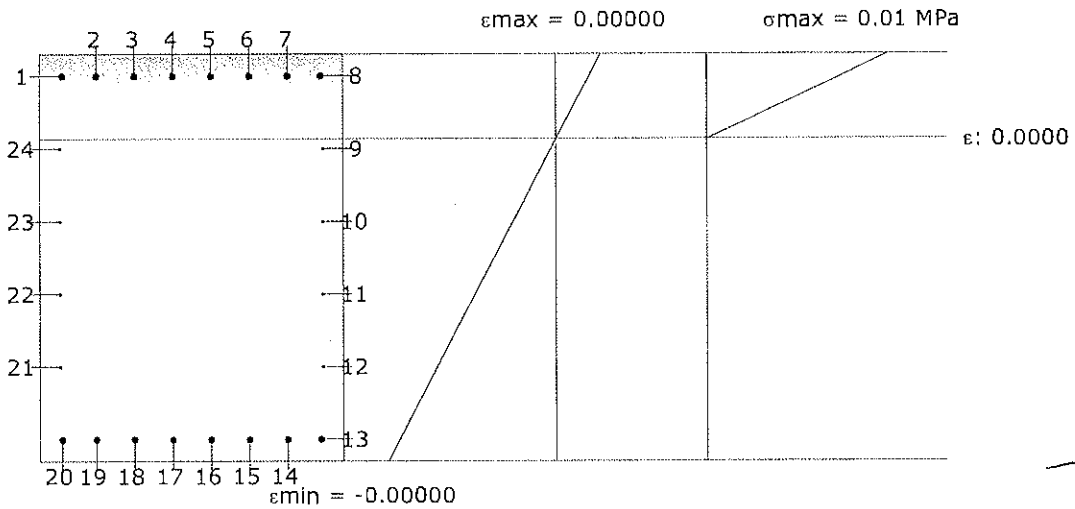
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *2.94* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000000
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000001
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000002
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000002
13	Ø1"	427.78	-602.77	-0.61	-0.000003
14	Ø1"	318.03	-602.77	-0.61	-0.000003
15	Ø1"	190.82	-602.77	-0.61	-0.000003
16	Ø1"	63.61	-602.77	-0.61	-0.000003
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-0.61	-0.000003
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-0.61	-0.000003
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-0.61	-0.000003
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-0.61	-0.000003
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000002
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000002
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000001
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000000

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **241.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = 602.78 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *241.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ s_1 : *960.52* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ s_2 : *875.79* mm

$s_3 = 300mm$ s_3 : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *85.64* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

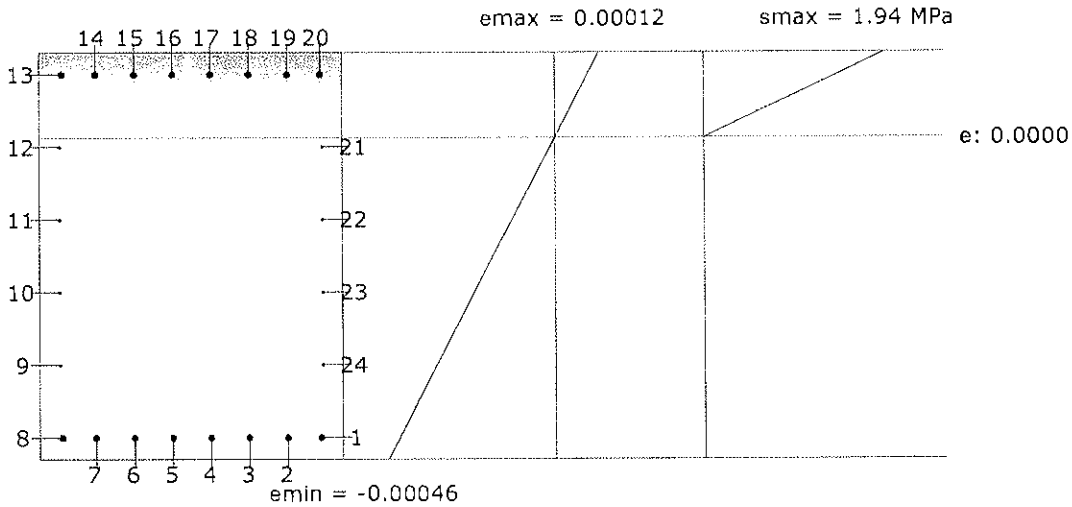
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *-412.48* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013811

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø1"	-427.77	602.78	-85.64	-0.000428
2	Ø1"	-318.03	602.78	-85.64	-0.000428
3	Ø1"	-190.82	602.78	-85.64	-0.000428
4	Ø1"	-63.61	602.78	-85.64	-0.000428
5	Ø1"	63.61	602.78	-85.64	-0.000428
6	Ø1"	190.82	602.78	-85.64	-0.000428
7	Ø1"	318.03	602.78	-85.64	-0.000428
8	Ø1"	427.78	602.78	-85.64	-0.000428
9	Ø1/2"	434.13	361.67	0.00	-0.000324
10	Ø1/2"	434.13	120.56	0.00	-0.000221
11	Ø1/2"	434.13	-120.55	0.00	-0.000117
12	Ø1/2"	434.13	-361.66	0.00	-0.000013
21	Ø1/2"	-434.12	-361.66	0.00	-0.000013
22	Ø1/2"	-434.12	-120.55	0.00	-0.000117
23	Ø1/2"	-434.12	120.56	0.00	-0.000221
24	Ø1/2"	-434.12	361.67	0.00	-0.000324

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

VIGAS TIPO 4

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 12

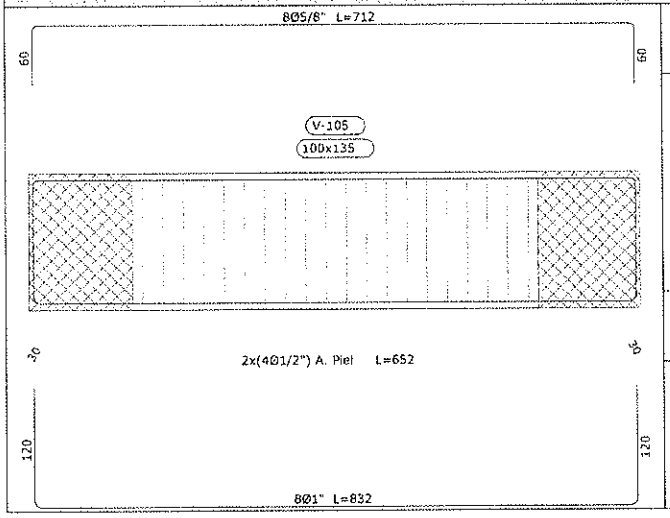
5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 21

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑEZ GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 100x135
Luz libre	: 4.0 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{sl}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	$TV_y s_l$	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
V-105: B16 - B15	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 41.0	'B16' η = 30.7	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **41.0**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
$TV_y s_l$: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-105: B16 - B15	N.P.[1]	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P.[1]	Cumple	Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	Estado
V-105: B16 - B15	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-105: B16 - B15

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **84 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 25 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 25.4 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **40.54 cm² ≥ 14.64 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 10.98 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.410** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 730.61 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1780.77 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 2095.03 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: 1344.28 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: 2010.24 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.003

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: 40.54 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 1000 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: 273.54 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: 273.54 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: 0.00 kN

h: Altura de un elemento. **h** : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: 13500.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: 750.74 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: 4621.24 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : 600 mm

$s_1 = d/2$ s_1 : 640 mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1278 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: 1.63 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: 1.70 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 1000 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

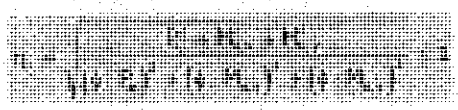
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'B16', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:



η : 0.307 ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: 567.39 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: 1848.21 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

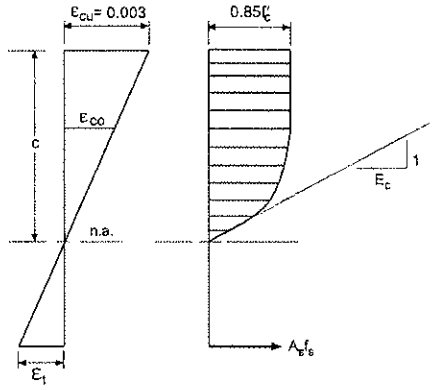
(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

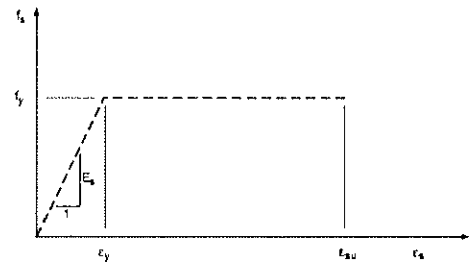


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

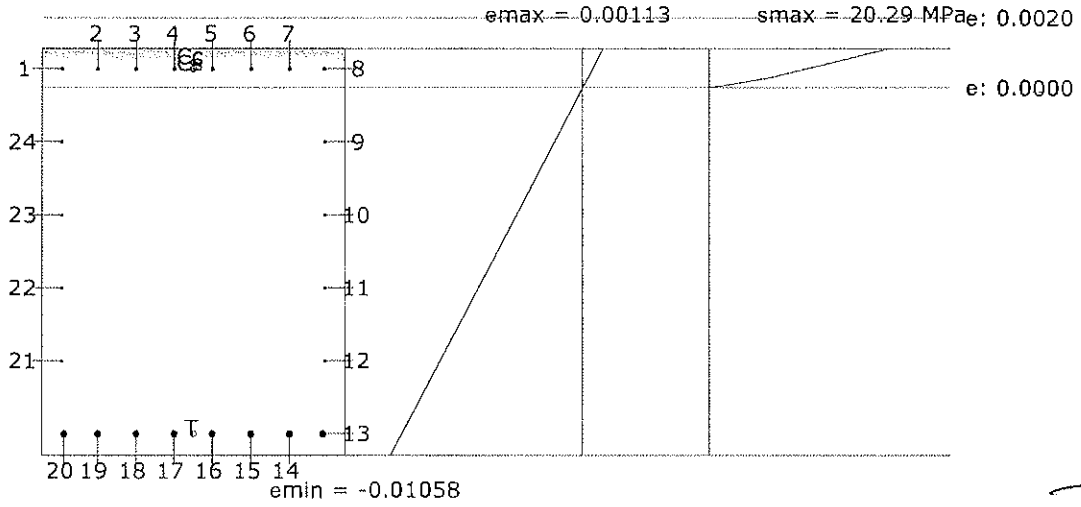
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013820

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+109.14	+0.000546
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+109.14	+0.000546
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+109.14	+0.000546
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+109.14	+0.000546
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+109.14	+0.000546
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+109.14	+0.000546
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+109.14	+0.000546
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+109.14	+0.000546
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.001553
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.003653
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.005752
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.007851
13	Ø1"	427.78	-602.77	-412.02	-0.009950
14	Ø1"	318.03	-602.77	-412.02	-0.009950
15	Ø1"	190.82	-602.77	-412.02	-0.009950
16	Ø1"	63.61	-602.77	-412.02	-0.009950
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-412.02	-0.009950
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-412.02	-0.009950
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-412.02	-0.009950
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-412.02	-0.009950
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.007851
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.005752
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.003653
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.001553

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	1496.41	0.00	629.02
Cs	173.75	0.00	607.54
T	1670.17	0.00	-602.77

$P_n = C_c + C_s - T$ — P_n : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{n,x}$: *2053.56* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Donde:

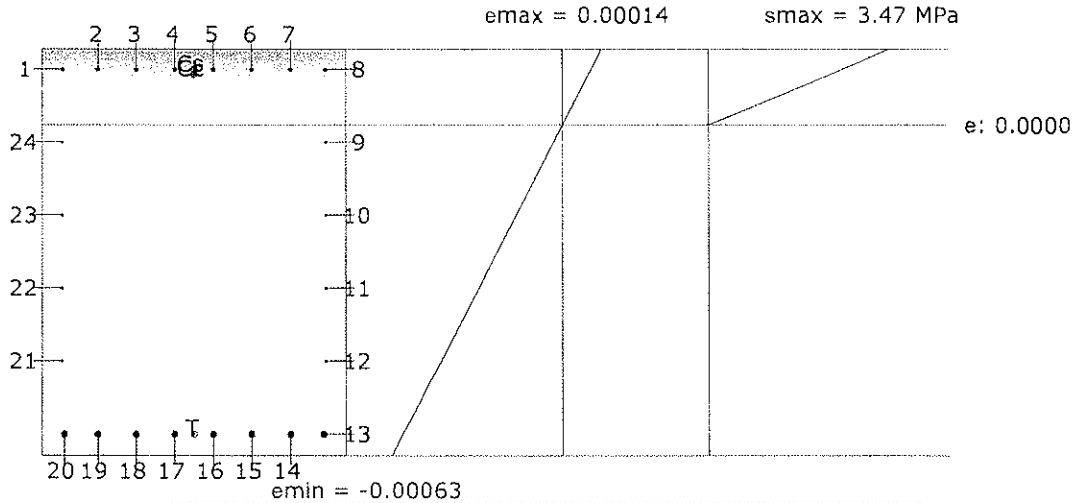
- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *1496.41* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *173.75* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *1670.17* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *0.00* mm; $e_{cc,y}$: *629.02* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *0.00* mm; $e_{cs,y}$: *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *0.00* mm; $e_{T,y}$: *-602.77* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0011*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0100*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *20.29* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : 412.02 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+21.04	+0.000105
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+21.04	+0.000105
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+21.04	+0.000105
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+21.04	+0.000105
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+21.04	+0.000105
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+21.04	+0.000105
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+21.04	+0.000105
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+21.04	+0.000105
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000033
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000171
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000309
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000448
13	Ø1"	427.78	-602.77	-117.17	-0.000586
14	Ø1"	318.03	-602.77	-117.17	-0.000586
15	Ø1"	190.82	-602.77	-117.17	-0.000586
16	Ø1"	63.61	-602.77	-117.17	-0.000586
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-117.17	-0.000586
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-117.17	-0.000586
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-117.17	-0.000586
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-117.17	-0.000586
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000448
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000309
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000171
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000033

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	441.48	0.00	590.59
Cs	33.49	0.00	607.54
T	474.97	0.00	-602.77

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$P_u = C_c + C_s - T$ — P_u : 0.00 kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — $M_{u,x}$: 567.39 kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.	C_c	441.48	kN
C_s: Resultante de compresiones en el acero.	C_s	33.49	kN
T: Resultante de tracciones en el acero.	T	474.97	kN
e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$	0.00	mm
	$e_{cc,y}$	590.59	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$	0.00	mm
	$e_{cs,y}$	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$	0.00	mm
	$e_{T,y}$	-602.77	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax}	0.0001	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax}	0.0006	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax}	3.47	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax}	117.17	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-105: B16 - B15

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **7.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B16, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : 7.3 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : 57.60 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : 27960.75 mm²

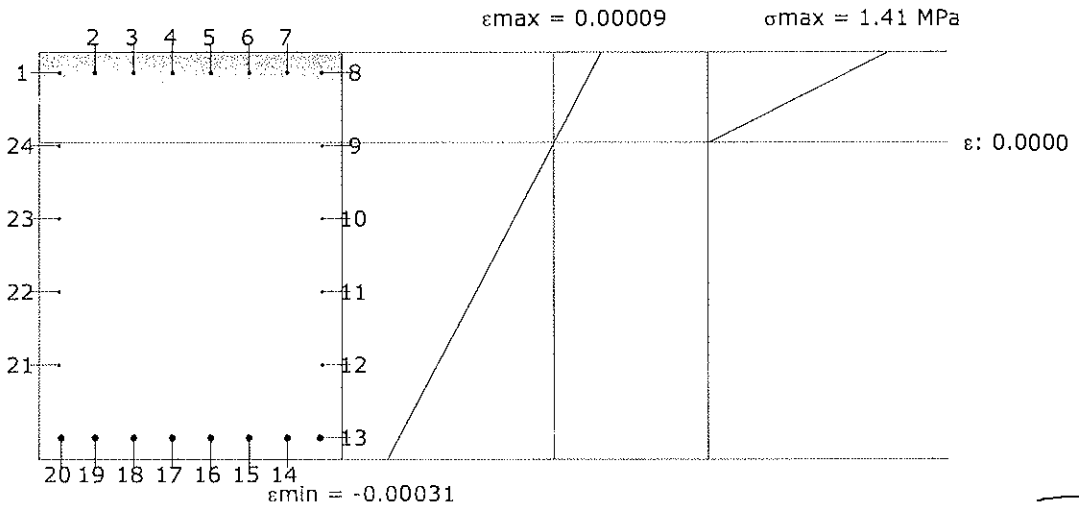
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : 275.69 kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000003
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000074
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000145
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000217
13	Ø1"	427.78	-602.77	-57.60	-0.000288
14	Ø1"	318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
15	Ø1"	190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
16	Ø1"	63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-57.60	-0.000288
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000217
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000145
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000074
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000003

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **6.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B16, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *6.3* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *57.60* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. **d_c** : *72.23* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. **A_{ct}** : *18423.75* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

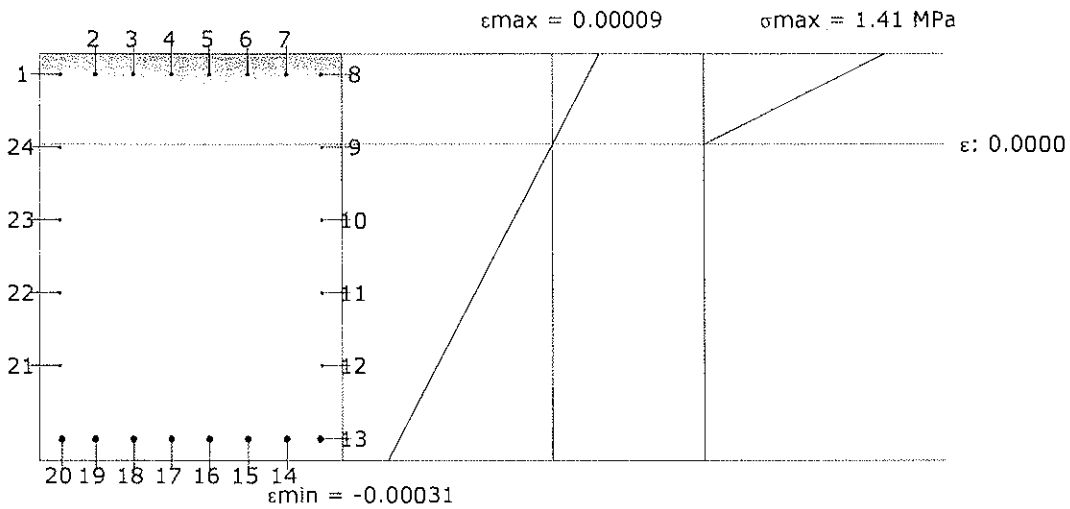
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *275.69* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013026



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000003
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000074
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000145
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000217
13	Ø1"	427.78	-602.77	-57.60	-0.000288
14	Ø1"	318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
15	Ø1"	190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
16	Ø1"	63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-57.60	-0.000288
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000217
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000145
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000074
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000003

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **7.3 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B16, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. **Z_{max}** : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : 7.3 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013827

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 57.60 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 72.23 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 27960.75 mm²

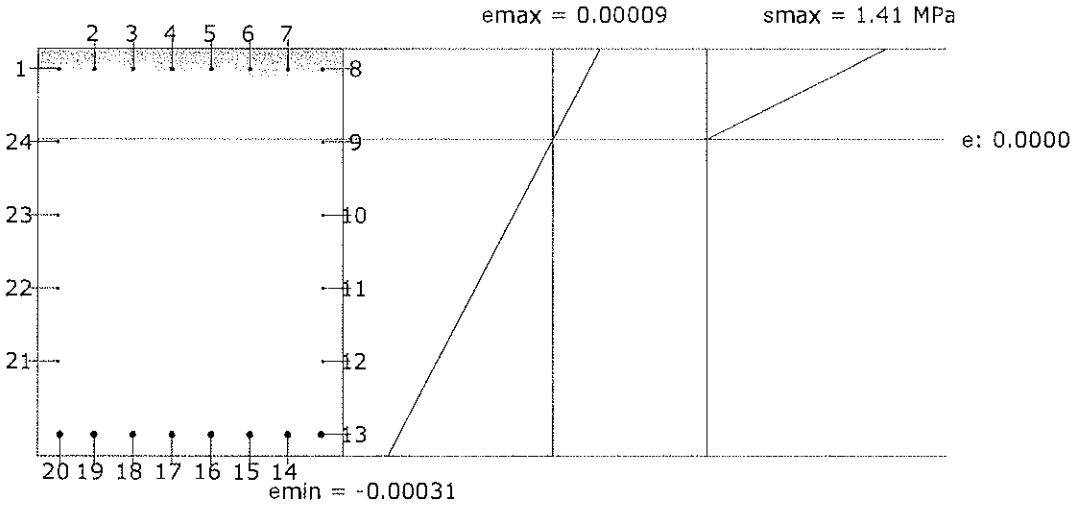
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 275.69 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000003
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000074
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000145
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000217
13	Ø1"	427.78	-602.77	-57.60	-0.000288
14	Ø1"	318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
15	Ø1"	190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
16	Ø1"	63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-57.60	-0.000288
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-57.60	-0.000288
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-57.60	-0.000288
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-57.60	-0.000288
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000217
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000145
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000074
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000003

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 427.78 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *1725.68* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *1479.87* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *50.68* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

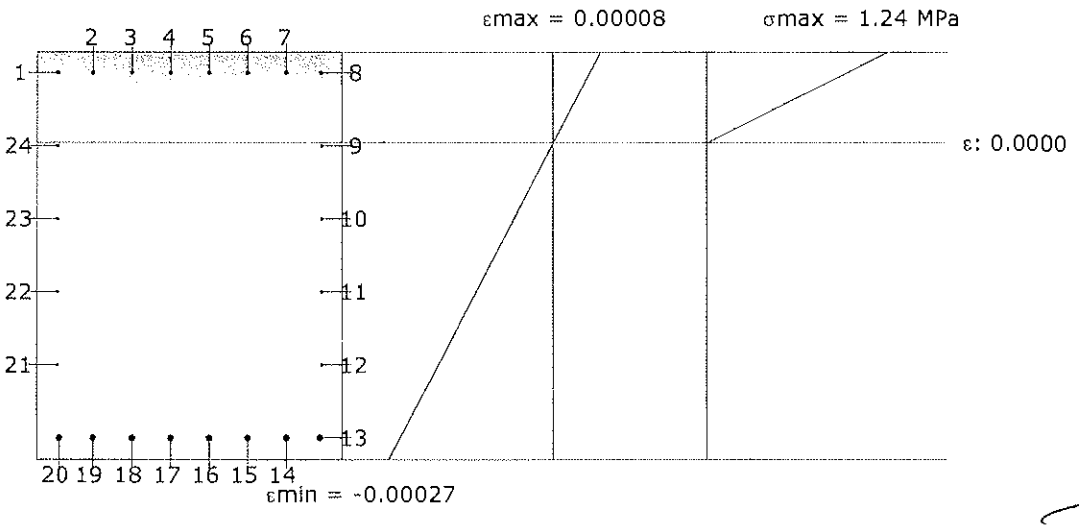
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *242.57* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000002
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000128
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000191
13	Ø1"	427.78	-602.77	-50.68	-0.000253
14	Ø1"	318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
15	Ø1"	190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
16	Ø1"	63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-50.68	-0.000253
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000191
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000128
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000065
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *1725.68* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *1479.87* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *50.68* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

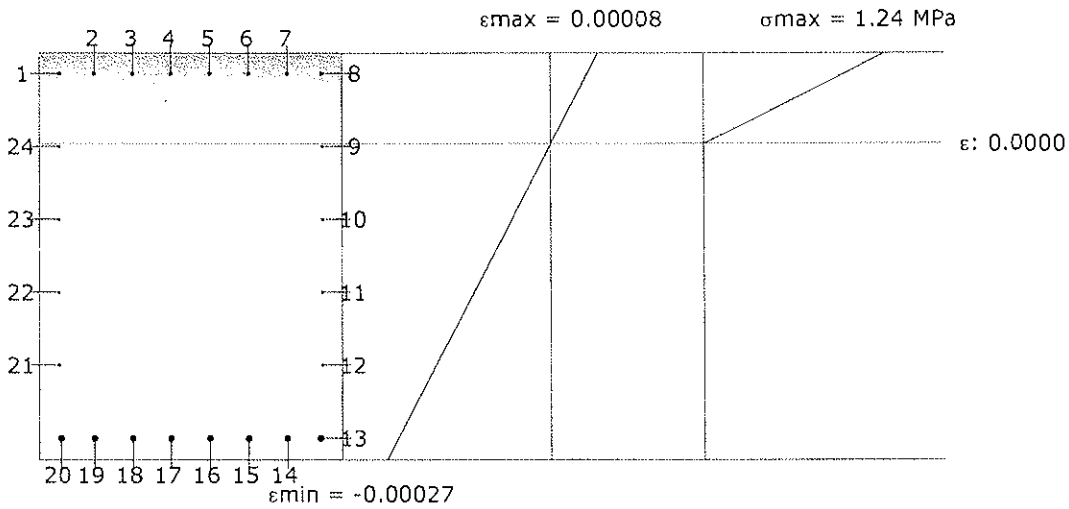
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *242.57* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013330

Viga 1



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000002
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000128
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000191
13	Ø1"	427.78	-602.77	-50.68	-0.000253
14	Ø1"	318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
15	Ø1"	190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
16	Ø1"	63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-50.68	-0.000253
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000191
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000128
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000065
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.06 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -427.77 mm, Y = -602.77 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.06* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ — s_1 : 1725.68 mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ — s_2 : 1479.87 mm

$s_3 = 300mm$ — s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : 50.68 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. — C_c : 59.53 mm

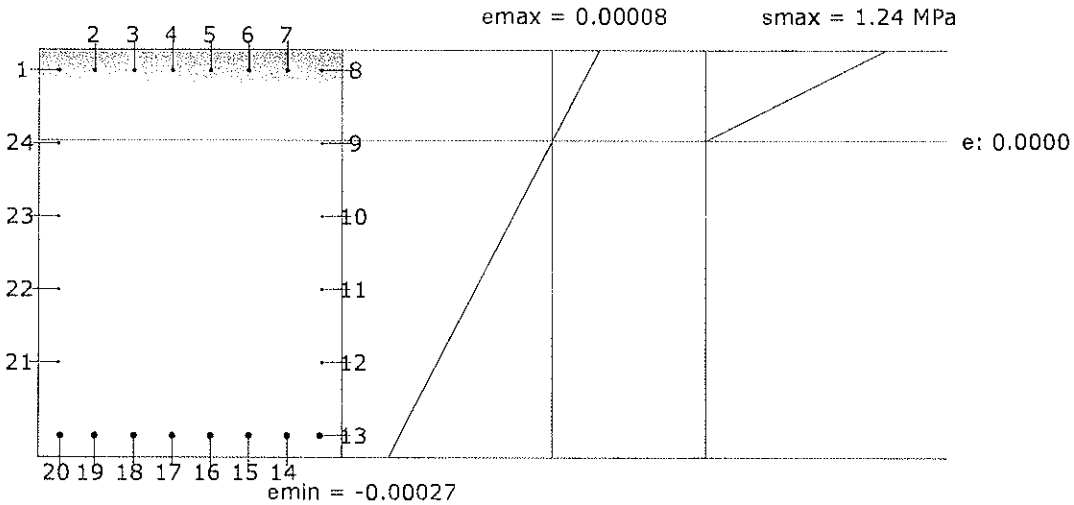
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: 242.57 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
9	Ø1/2"	434.13	365.48	0.00	-0.000002
10	Ø1/2"	434.13	123.41	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-118.65	0.00	-0.000128
12	Ø1/2"	434.13	-360.71	0.00	-0.000191
13	Ø1"	427.78	-602.77	-50.68	-0.000253
14	Ø1"	318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
15	Ø1"	190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
16	Ø1"	63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
17	Ø1"	-63.61	-602.77	-50.68	-0.000253
18	Ø1"	-190.82	-602.77	-50.68	-0.000253
19	Ø1"	-318.03	-602.77	-50.68	-0.000253
20	Ø1"	-427.77	-602.77	-50.68	-0.000253
21	Ø1/2"	-434.12	-360.71	0.00	-0.000191
22	Ø1/2"	-434.12	-118.65	0.00	-0.000128
23	Ø1/2"	-434.12	123.41	0.00	-0.000065

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013832

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
24	Ø1/2"	-434.12	365.48	0.00	-0.000002

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013833

VIGAS TIPO 5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 12

5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 21

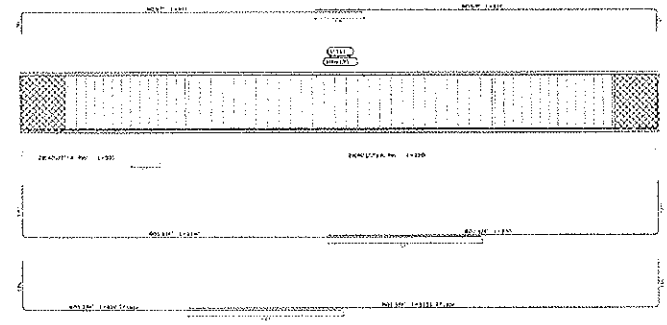
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013835

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 100x135
Luz libre	: 12.2 m
Recubrimiento geométrico superior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 5.0 cm
Materiales	
Hormigón	: f'c=300
Armadura longitudinal	: Grado 60
Armadura transversal	: Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{α}	$T_{\parallel}$	TNM_y	TV_y	TV_yS_y	$T,Disp._{\parallel}$	$T,Disp._{\alpha}$	$T,Geom._{\alpha}$	$T,Arm._{\alpha}$	
V-111: B14 - B15	Cumple	Cumple	'10.912 m' η = 47.2	'4.830 m' η = 86.7	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE** η = **86.7**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{α}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
$T_{\parallel}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_yS_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{\parallel}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{\alpha}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{\alpha}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{\alpha}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)								Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-111: B14 - B15	N.P.(1)	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	x: 6.08 m Cumple	N.P.(1)	Cumple	x: 6.08 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,Inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	Estado
V-111: B14 - B15	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-111: B14 - B15

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **32 mm ≥ 32 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 32 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 32 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 31.8 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **126.67 cm² ≥ 86.36 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 64.77 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ — η : **0.472** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,y}$: 752.05 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,y}$: 1592.38 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '10.912 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 1873.39 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013837

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *1143.16* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *1955.29* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. — $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$ — ρ_w : *0.010*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. — $\mathbf{A_s}$: *126.67* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. — $\mathbf{b_w}$: *1000* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. — **d** : *1243* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$ — $\mathbf{M_m}$: *3126.38* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. — $\mathbf{M_u}$: *3126.38* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. — $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. — **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. — $\mathbf{A_g}$: *13500.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$ — $\mathbf{V_s}$: *730.22* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$ — $\mathbf{V_s}$: *4494.93* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. — $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. — $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1243* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$s \leq s_{max}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2. s_{max} : *600* mm

$s_1 = d/2$ s_1 : *625* mm

$s_2 = 600$ mm s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1243* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$A_v \geq A_{v,min}$ **2.85 cm² ≥ 1.70 cm²** ✓

Donde:

$$A_{v,min} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $A_{v,min}$: *1.63* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$A_{v,min} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $A_{v,min}$: *1.70* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *1000* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '4.830 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos máximos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_i = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.867** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_i)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. **P_u** : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. **$M_{u,x}$** : 4673.98 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. **$\phi \cdot P_n$** : 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. **$\phi \cdot M_{n,x}$** : 5389.12 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

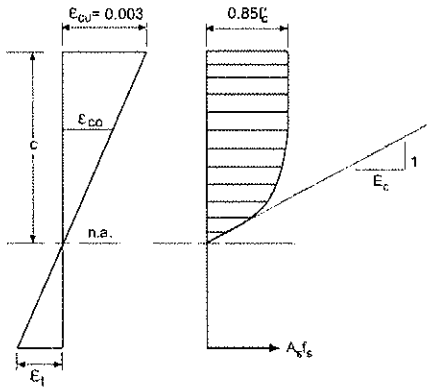
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013840

Viga 1

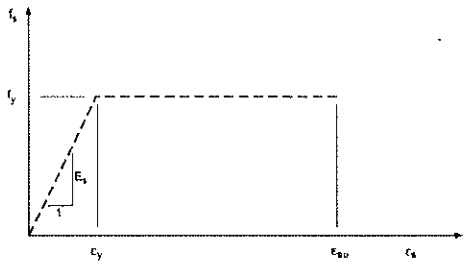


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{c0} : *0.0020*

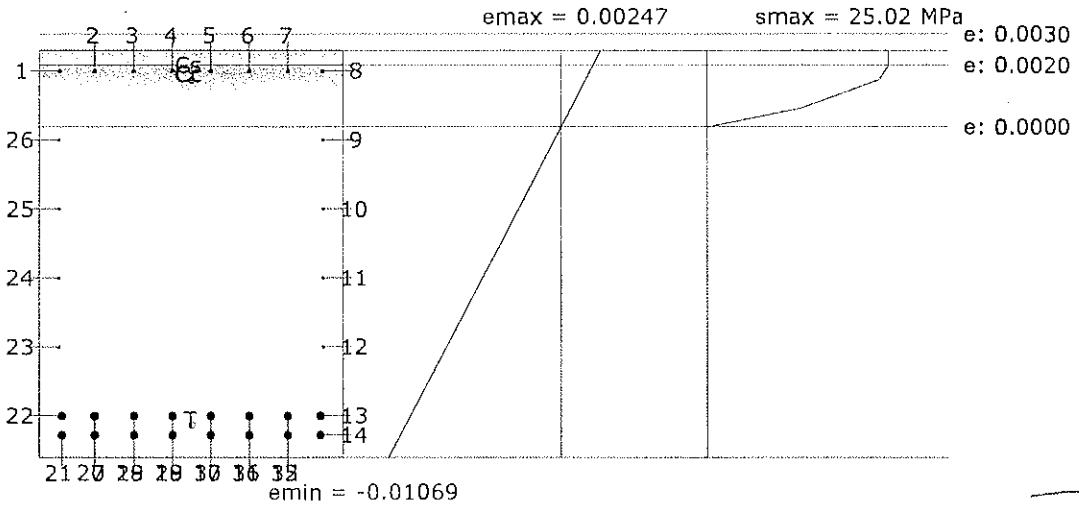
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013841

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+363.51	+0.001817
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+363.51	+0.001817
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+363.51	+0.001817
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+363.51	+0.001817
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+363.51	+0.001817
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+363.51	+0.001817
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+363.51	+0.001817
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+363.51	+0.001817
9	Ø1/2"	434.13	378.81	0.00	-0.000412
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.002642
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.004872
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.007101
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-412.02	-0.009331
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-412.02	-0.009950
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-412.02	-0.009950
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-412.02	-0.009950
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-412.02	-0.009950
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-412.02	-0.009950
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-412.02	-0.009950
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-412.02	-0.009950
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-412.02	-0.009950
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-412.02	-0.009331
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.007101
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.004872
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.002642
26	Ø1/2"	-434.12	378.81	0.00	-0.000412
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-412.02	-0.009331
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-412.02	-0.009331
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-412.02	-0.009331
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-412.02	-0.009331
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-412.02	-0.009331
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-412.02	-0.009331

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	4640.43	0.00	575.95
Cs	578.71	0.00	607.54
T	5219.14	0.00	-567.85

$P_n = C_c + C_s - T$ — **P_n** : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{n,x}$** : *5987.92* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{n,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *4640.43* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *578.71* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *5219.14* kN

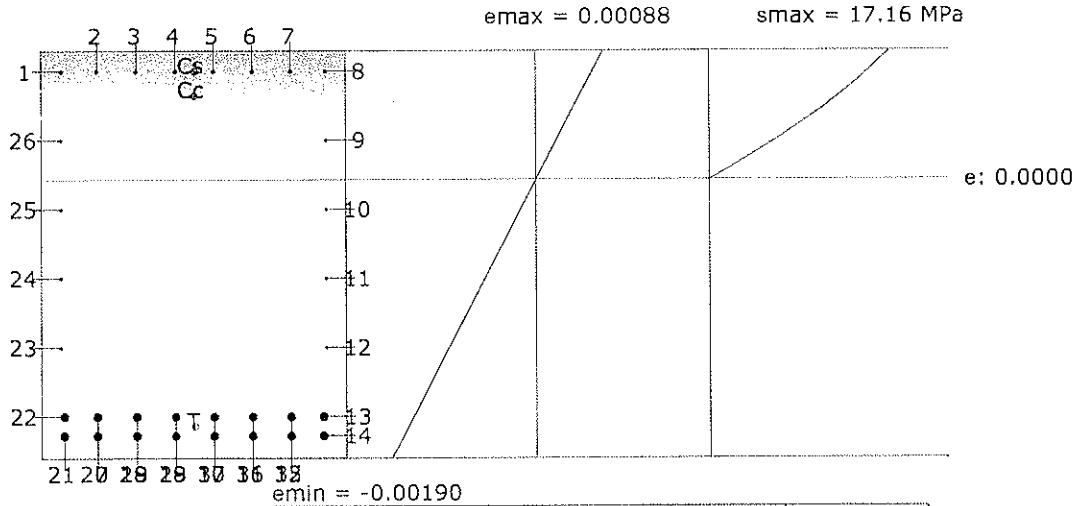
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013842

Viga 1

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,Y}$:	575.95	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	607.54	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	-567.85	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0025	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0099	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	25.02	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	412.02	MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø5/8"	-432.54	607.54	+148.15	+0.000741
2	Ø5/8"	-318.03	607.54	+148.15	+0.000741
3	Ø5/8"	-190.82	607.54	+148.15	+0.000741
4	Ø5/8"	-63.61	607.54	+148.15	+0.000741
5	Ø5/8"	63.61	607.54	+148.15	+0.000741
6	Ø5/8"	190.82	607.54	+148.15	+0.000741
7	Ø5/8"	318.03	607.54	+148.15	+0.000741
8	Ø5/8"	432.54	607.54	+148.15	+0.000741
9	Ø1/2"	434.13	378.81	0.00	+0.000270
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000200
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000671
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.001141
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-322.39	-0.001612
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-348.51	-0.001742
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-348.51	-0.001742
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-348.51	-0.001742
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-348.51	-0.001742
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-348.51	-0.001742
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-348.51	-0.001742
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-348.51	-0.001742
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-348.51	-0.001742

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013843

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-322.39	-0.001612
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.001141
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000671
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000200
26	Ø1/2"	-434.12	378.81	0.00	+0.000270
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-322.39	-0.001612
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-322.39	-0.001612
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-322.39	-0.001612
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-322.39	-0.001612
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-322.39	-0.001612
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-322.39	-0.001612

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	4013.37	0.00	526.37
Cs	235.85	0.00	607.54
T	4249.22	0.00	-569.09

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *4673.98* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *4013.37* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *235.85* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *4249.22* kN
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cc,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cc,y}$** : *526.37* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cs,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cs,y}$** : *607.54* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{T,x}$** : *0.00* mm; **$e_{T,y}$** : *-569.09* mm
- ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0009*
- ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0017*
- σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *17.16* MPa
- σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *348.51* MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013844

Viga 1

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-111: B14 - B15

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **23.4 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *23.4* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *197.53* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *75.40* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *22121.50* mm²

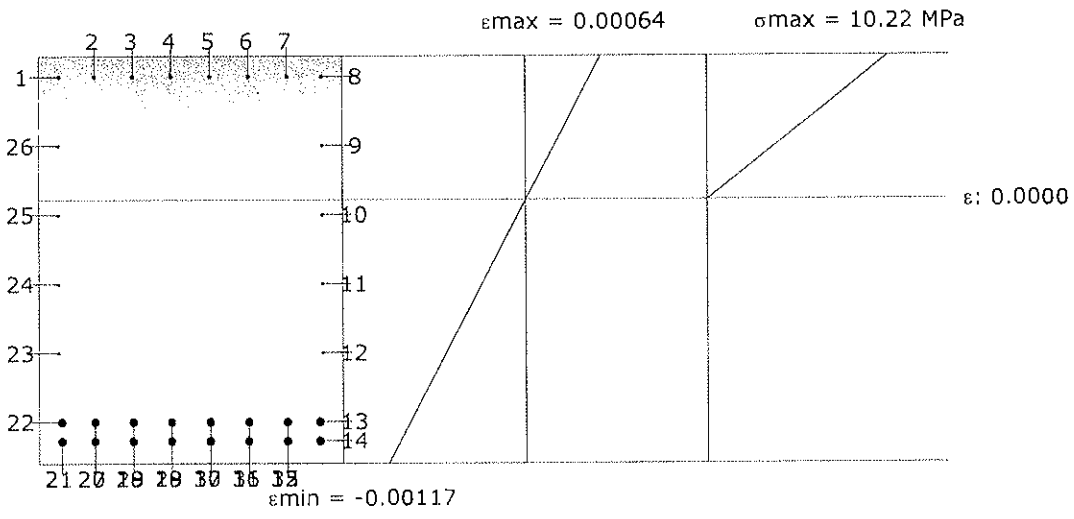
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *2848.85* kN·m



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013846

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **21.7 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 424.60 mm, Y = -599.60 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 21.7 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 214.61 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 75.40 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 13768.78 mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión).

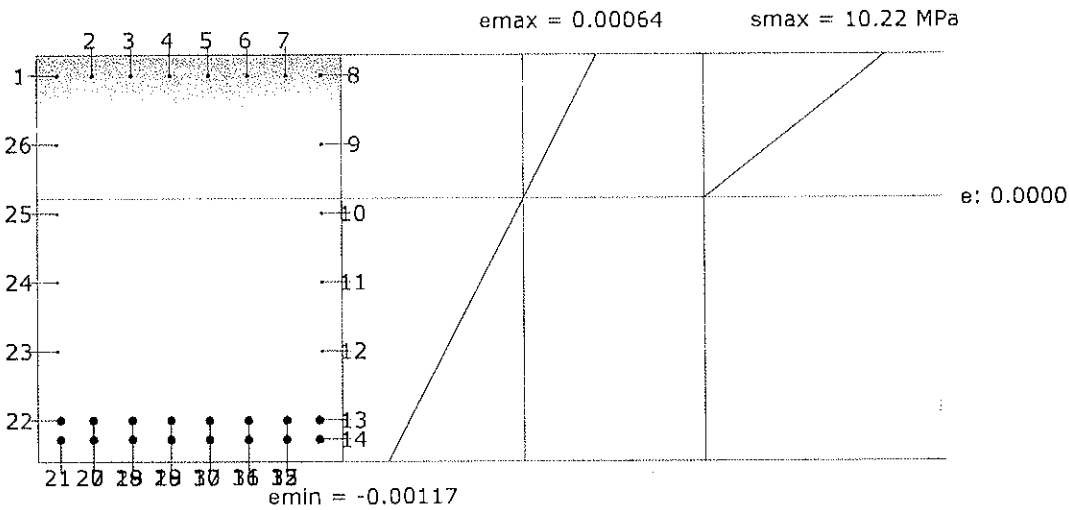
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'.

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'.

N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: 2848.85 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **23.4 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : *23.4* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : *197.53* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : *75.40* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : *22121.50* mm²

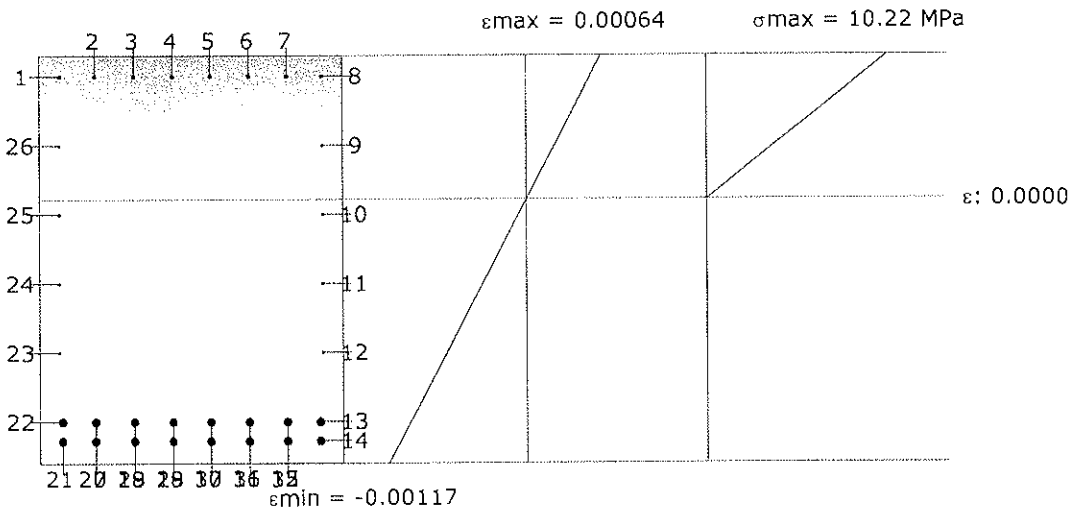
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: *2848.85* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013849

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **146.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *146.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *995.76* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *903.61* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *83.00* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013850

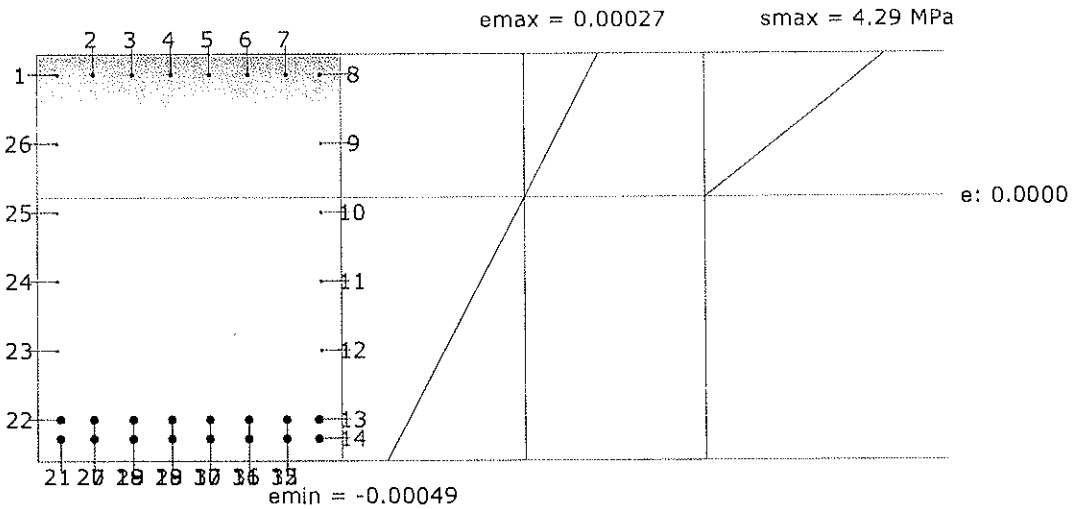
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

$\mathbf{N_{ed}}$: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). $\mathbf{N_{ed}}$: *0.00* kN

$\mathbf{M_{ed,X}}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $\mathbf{M_{ed,X}}$: *0.00* kN·m

$\mathbf{M_{ed,Y}}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $\mathbf{M_{ed,Y}}$: *1197.08* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_c (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000027
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000156
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000286
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000286
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000156
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000027
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-83.00	-0.000415
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-83.00	-0.000415

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013851

Viga 1

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **127.21 mm ≤ 293.86 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 6.080 m del nudo B14, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 190.82 mm, Y = -599.60 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *127.21* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *293.86* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ **s_1** : *293.86* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ **s_2** : *349.48* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *214.61* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

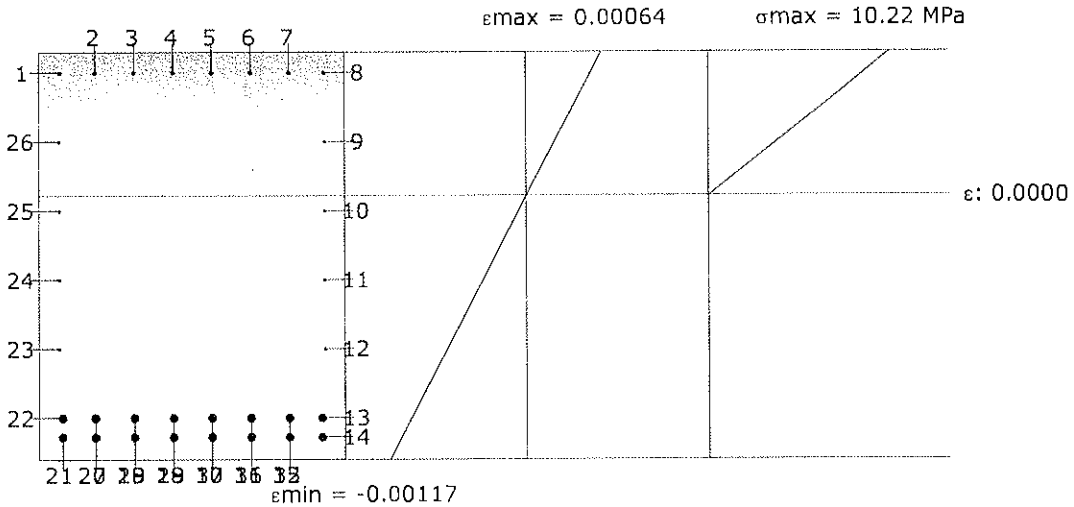
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *2848.85* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000065
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000372
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000680

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013852

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-214.61	-0.001073
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-214.61	-0.001073
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-214.61	-0.001073
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-214.61	-0.001073
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-197.53	-0.000988
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000680
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000372
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000065
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-197.53	-0.000988
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-197.53	-0.000988
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-197.53	-0.000988
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-197.53	-0.000988

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **146.11 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -424.60 mm, Y = -536.10 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *146.11* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *995.76* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *903.61* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *83.00* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

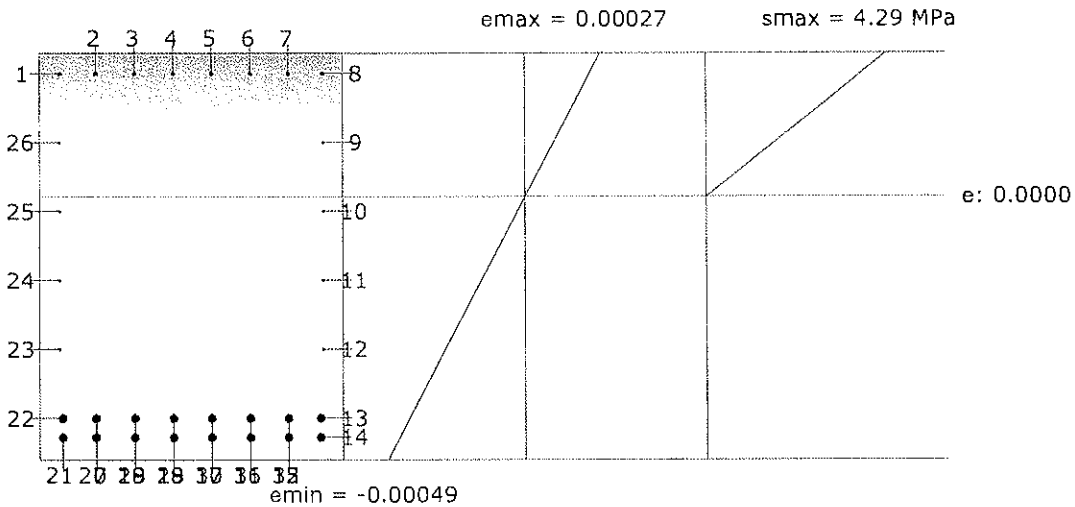
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013853

Viga 1

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: 1197.08 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
10	Ø1/2"	434.13	150.08	0.00	-0.000027
11	Ø1/2"	434.13	-78.64	0.00	-0.000156
12	Ø1/2"	434.13	-307.37	0.00	-0.000286
13	Ø1 1/4"	424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
14	Ø1 1/4"	424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
15	Ø1 1/4"	318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
16	Ø1 1/4"	190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
17	Ø1 1/4"	63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
18	Ø1 1/4"	-63.61	-599.60	-90.18	-0.000451
19	Ø1 1/4"	-190.82	-599.60	-90.18	-0.000451
20	Ø1 1/4"	-318.03	-599.60	-90.18	-0.000451
21	Ø1 1/4"	-424.60	-599.60	-90.18	-0.000451
22	Ø1 1/4"	-424.60	-536.10	-83.00	-0.000415
23	Ø1/2"	-434.12	-307.37	0.00	-0.000286
24	Ø1/2"	-434.12	-78.64	0.00	-0.000156
25	Ø1/2"	-434.12	150.08	0.00	-0.000027
27	Ø1 1/4"	-318.03	-536.10	-83.00	-0.000415
28	Ø1 1/4"	-190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
29	Ø1 1/4"	-63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
30	Ø1 1/4"	63.61	-536.10	-83.00	-0.000415
31	Ø1 1/4"	190.82	-536.10	-83.00	-0.000415
32	Ø1 1/4"	318.03	-536.10	-83.00	-0.000415

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013854

VIGAS TIPO 6

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013855

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN..... 2

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES..... 2

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA..... 3

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN..... 21

5.- COMPROBACIONES DE FLECHA..... 32

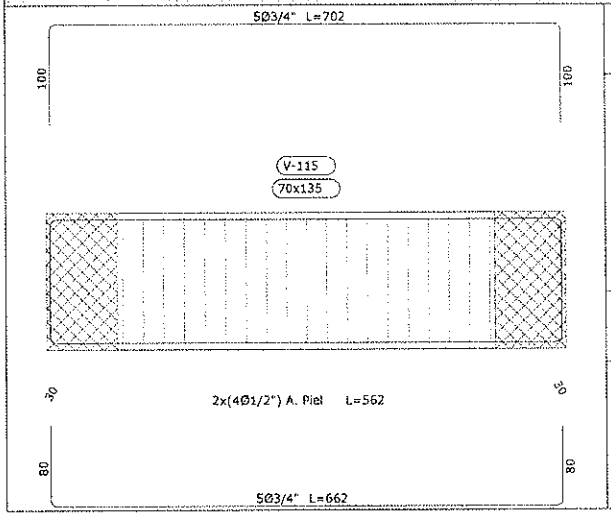
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013856

Viga 1

1.- DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría

Dimensiones	:	70x135
Luz libre	:	3.7 m
Recubrimiento geométrico superior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	:	5.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	:	5.0 cm

Materiales

Hormigón	:	f'c=300
Armadura longitudinal	:	Grado 60
Armadura transversal	:	Grado 60

2.- RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NTE E.060:2009)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_y	TV_y	TV_{Sl}	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{st}$	$T,Arm._{st}$	
V-115: B18 - B19	Cumple	Cumple	'2.400 m' η = 7.1	'0.400 m' η = 71.6	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[1]	**CUMPLE** η = **71.6**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{Sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NTE E.060:2009)							Estado
	$Z_{C,sup.}$	$Z_{C,Lat.Der.}$	$Z_{C,inf.}$	$Z_{C,Lat.Izq.}$	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-115: B18 - B19	x: 0.4 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 3.7 m Cumple	x: 0.4 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	x: 2.65 m Cumple	Cumple	**CUMPLE**

Notación:
$Z_{C,sup.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior
$Z_{C,Lat.Der.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha
$Z_{C,inf.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior
$Z_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda
$S_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$S_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$S_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$S_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Viga	Estado
V-115: B18 - B19	**CUMPLE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013857

3.- COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

V-115: B18 - B19 (B18 - B19, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ **114 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ s_1 : 19 mm

$s_2 = 25$ mm s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : 19.1 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ **14.25 cm² ≥ 11.37 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. $A_{s,req}$: 8.53 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,y}}{\phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ η : **0.071** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: 96.51 kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: 1368.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.400 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ V_n : 1610.36 kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013858

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$$\mathbf{V_c} = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_c}$: *857.75* kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$\mathbf{V_c} = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

$\mathbf{V_c}$: *1410.66* kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : *0.002*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. $\mathbf{A_s}$: *14.25* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *700* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

$$\mathbf{M_m} = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

$\mathbf{M_m}$: *37.69* kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *-37.69* kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *1350.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *9450.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$\mathbf{V_s} = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

$\mathbf{V_s}$: *752.61* kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$\mathbf{V_s} = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$\mathbf{V_s}$: *3242.90* kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. $\mathbf{A_v}$: *2.85* cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013853

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *700* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$\mathbf{s \leq s_{max}}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

$\mathbf{s_{max}}$: Valor mínimo de s_1, s_2. $\mathbf{s_{max}}$: *600* mm

$\mathbf{s_1}$ = d/2 $\mathbf{s_1}$: *645* mm

$\mathbf{s_2}$ = 600 mm $\mathbf{s_2}$: *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *1281* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$\mathbf{A_v \geq A_{v,min}}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$\mathbf{A_{v,min}} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: *1.14* cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$\mathbf{A_{v,min}} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: *1.19* cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: *29.43* MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *700* mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *200* mm

$\mathbf{f_{yt}}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: *412.02* MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013860

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.400 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_i = \frac{\sqrt{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}}{\sqrt{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.716** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — $M_{u,x}$: -471.55 kN·m; $M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — $\phi \cdot M_{n,x}$: -658.39 kN·m; $\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

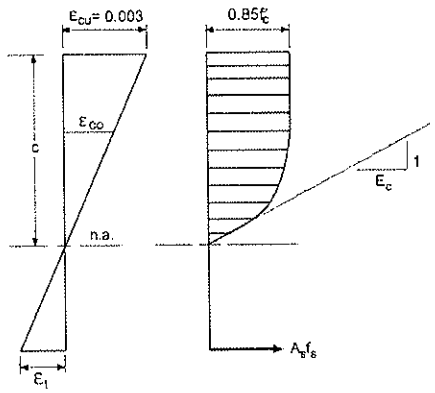
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013861

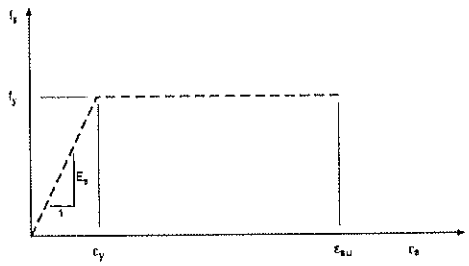


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : *29.43* MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : *0.0030*

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : *0.0020*

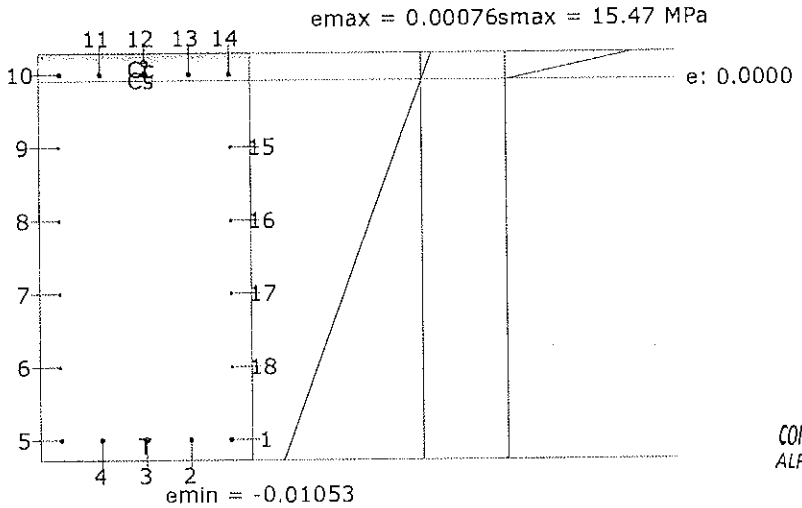
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : *0.0100*

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013862

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-412.02	-0.009950
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-412.02	-0.009950
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-412.02	-0.009950
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-412.02	-0.009950
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-412.02	-0.009950
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.007923
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.005895
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.003868
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.001840
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+37.39	+0.000187
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.001840
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.003868
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.005895
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.007923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	533.84	0.00	-643.42
Cs	53.29	0.00	-605.95
T	587.13	0.00	605.95

$P_n = C_c + C_s - T$ — **P_n** : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{n,x}$** : *-731.55* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{n,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *533.84* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *53.29* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *587.13* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cc,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cc,y}$** : *-643.42* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cs,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cs,y}$** : *-605.95* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{T,x}$** : *0.00* mm; **$e_{T,y}$** : *605.95* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0008*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *15.47* MPa

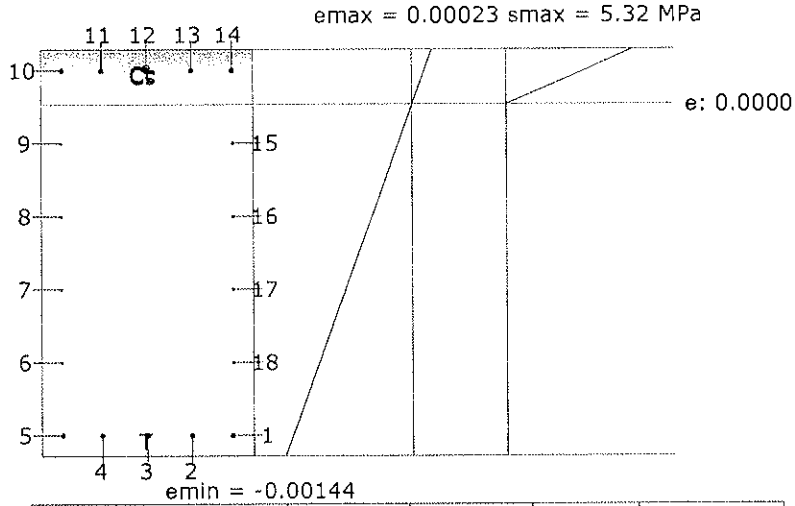
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013863

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-271.52	-0.001357
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-271.52	-0.001357
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-271.52	-0.001357
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-271.52	-0.001357
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-271.52	-0.001357
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.001058
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000758
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000459
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000159
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+28.05	+0.000140
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000159
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000459
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000758
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.001058

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	346.95	0.00	-613.56
Cs	39.97	0.00	-605.95
T	386.92	0.00	605.95

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *-471.55* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *346.95* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *39.97* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *386.92* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013861

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-613.56	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-605.95	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	605.95	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0014	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.32	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	271.52	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013865

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013866

V-115: B18 - B19 (1.400 m - B19, Positivos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

$s_l \geq s_{l,min}$ — **114 mm ≥ 25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3. — $s_{l,min}$: 25 mm

$s_1 = d_b$ — s_1 : 19 mm

$s_2 = 25$ mm — s_2 : 25 mm

$s_3 = 1.33 \cdot d_{ag}$ — s_3 : 20 mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. — d_b : 19.1 mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. — d_{ag} : 15 mm

Armadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión negativa alrededor del eje X:

La cuantía de refuerzo longitudinal, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.2 y 10.5.3):

$A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ — **14.25 cm² ≥ 12.16 cm²** ✓

$A_{s,req}$: Área de refuerzo longitudinal a tracción requerida por análisis. — $A_{s,req}$: 9.12 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{V_{u,Y}}{\phi \cdot V_{n,Y}} \leq 1$ — η : **0.071** ✓

Donde:

$V_{u,Y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. — $V_{u,Y}$: 96.51 kN

$\phi \cdot V_{n,Y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. — $\phi \cdot V_{n,Y}$: 1368.81 kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.400 m', para la combinación de hipótesis "1.4·PP+1.4·CM+1.7·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$V_n = V_c + V_s$ — V_n : 1610.36 kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013867

$$V_c = \left(0.16 \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_m}\right) \cdot b_w \cdot d$$

V_c : 857.75 kN

(f'_c en MPa)

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0.29 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g}}$$

V_c : 1410.66 kN

(N_u/A_g y f'_c en MPa)

Donde:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

f'_c : 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w \cdot d}$$

ρ_w : 0.002

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : 14.25 cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : 700 mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1281 mm

$$M_m = M_u - N_u \cdot \frac{(4 \cdot h - d)}{8}$$

M_m : 37.69 kN·m

Donde:

M_u: Momento amplificado en la sección. M_u : -37.69 kN·m

N_u: Carga axial amplificada normal a la sección transversal. N_u : 0.00 kN

h: Altura de un elemento. **h** : 1350.00 mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : 9450.00 cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.5.7):

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

V_s : 752.61 kN

En ningún caso se debe considerar V_s mayor que (Artículo 11.5.7.9):

$$V_s = 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

V_s : 3242.90 kN

(f'_c en MPa)

Donde:

A_v: Área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s. A_v : 2.85 cm²

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. f_{yt} : 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1281 mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013868

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 700 mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.5.5):

$\mathbf{s \leq s_{max}}$ **200 mm ≤ 600 mm** ✓

Donde:

$\mathbf{s_{max}}$: Valor mínimo de s_1, s_2. $\mathbf{s_{max}}$: 600 mm

$\mathbf{s_1} = d/2$ $\mathbf{s_1}$: 645 mm

$\mathbf{s_2} = 600$ mm $\mathbf{s_2}$: 600 mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : 1281 mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.5.6):

$\mathbf{A_v \geq A_{v,min}}$ **2.85 cm² ≥ 1.19 cm²** ✓

Donde:

$$\mathbf{A_{v,min}} = 0.062 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.14 cm²

(f'_c y f_{yt} en MPa)

Pero no debe ser menor que:

$$\mathbf{A_{v,min}} = (0.35 \cdot b_w \cdot s)/f_{yt}$$ $\mathbf{A_{v,min}}$: 1.19 cm²

(f_{yt} en MPa)

Siendo:

$\mathbf{f'_c}$: Resistencia especificada a la compresión del concreto. $\mathbf{f'_c}$: 29.43 MPa

$\sqrt{f'_c} \not> 8.3$ MPa

$\mathbf{b_w}$: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: 700 mm

s: Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : 200 mm

$\mathbf{f_{yt}}$: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. $\mathbf{f_{yt}}$: 412.02 MPa

$f_{yt} \not> 420$ MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013869

Viga 1

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '1.400 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\phi \cdot P_n)^2 + (\phi \cdot M_{n,x})^2 + (\phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$$

η : **0.716** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. P_u : 0.00 kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. $M_{u,x}$: -471.55 kN·m

$M_{u,y}$: 0.00 kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot$**P_n**: Axil de agotamiento. $\phi \cdot P_n$: 0.00 kN

$\phi \cdot$**M_n**: Momentos de agotamiento. $\phi \cdot M_{n,x}$: -658.39 kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: 0.00 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y carga axial debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

(c) La máxima deformación unitaria utilizable del concreto, ?cu, en la fibra extrema sometida a compresión, se asumirá igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo deberá tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias en el refuerzo mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considerará independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

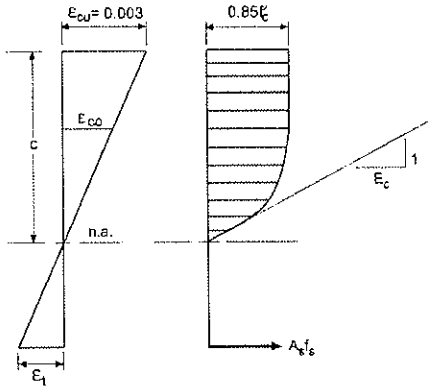
(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que permita una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos de laboratorio representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013870

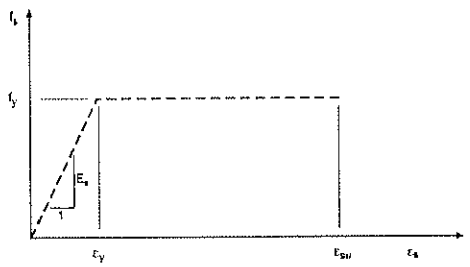


f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. f'_c : 29.43 MPa

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. ε_{cu} : 0.0030

ε_{co}: Deformación unitaria bajo carga máxima. ε_{co} : 0.0020

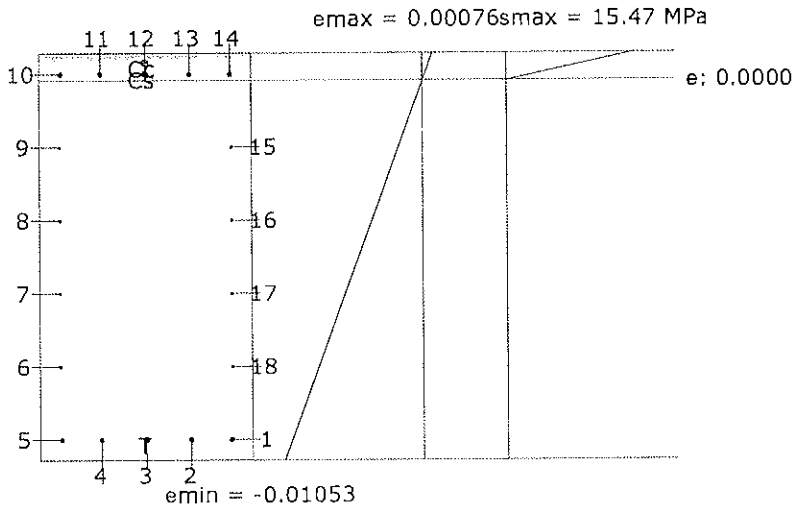
Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

ε_{su}: Máxima deformación del acero a tracción. ε_{su} : 0.0100

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013871

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-412.02	-0.009950
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-412.02	-0.009950
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-412.02	-0.009950
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-412.02	-0.009950
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-412.02	-0.009950
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.007923
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.005895
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.003868
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.001840
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+37.39	+0.000187
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+37.39	+0.000187
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+37.39	+0.000187
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.001840
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.003868
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.005895
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.007923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	533.84	0.00	-643.42
Cs	53.29	0.00	-605.95
T	587.13	0.00	605.95

$P_n = C_c + C_s - T$ — **P_n** : *0.00* kN

$M_{n,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{n,x}$** : *-731.55* kN·m

$M_{n,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{n,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *533.84* kN

C_s: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *53.29* kN

T: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *587.13* kN

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cc,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cc,y}$** : *-643.42* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{cs,x}$** : *0.00* mm; **$e_{cs,y}$** : *-605.95* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — **$e_{T,x}$** : *0.00* mm; **$e_{T,y}$** : *605.95* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0008*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0099*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *15.47* MPa

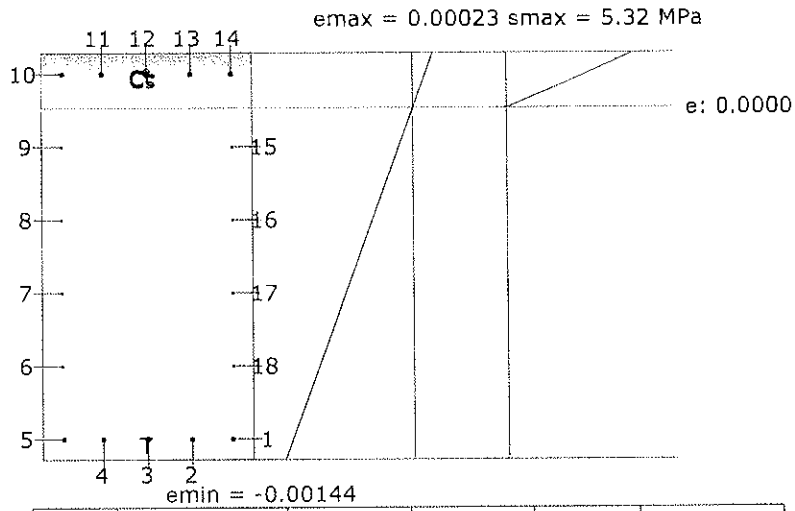
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *412.02* MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013872

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-271.52	-0.001357
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-271.52	-0.001357
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-271.52	-0.001357
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-271.52	-0.001357
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-271.52	-0.001357
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.001058
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000758
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000459
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000159
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	+28.05	+0.000140
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	+28.05	+0.000140
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	+28.05	+0.000140
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000159
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000459
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000758
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.001058

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	346.95	0.00	-613.56
Cs	39.97	0.00	-605.95
T	386.92	0.00	605.95

$P_u = C_c + C_s - T$ — **P_u** : *0.00* kN

$M_{u,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ — **$M_{u,x}$** : *-471.55* kN·m

$M_{u,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ — **$M_{u,y}$** : *0.00* kN·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — **C_c** : *346.95* kN
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — **C_s** : *39.97* kN
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — **T** : *386.92* kN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013873

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$:	0.00	mm
	$e_{cc,y}$:	-613.56	mm
e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$:	0.00	mm
	$e_{cs,y}$:	-605.95	mm
e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$:	0.00	mm
	$e_{T,y}$:	605.95	mm
ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ε_{cmax} :	0.0002	
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.	ε_{smax} :	0.0014	
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} :	5.32	MPa
σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} :	271.52	MPa

Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.6)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.7)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.3.8)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.1)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.6.2)
La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013874

Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. (NTE E.060:2009, Artículo 11.6.5)

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013875

4.- COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

V-115: B18 - B19

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **18.6 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. **Z** : 18.6 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 165.71 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 69.05 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 20424.00 mm²

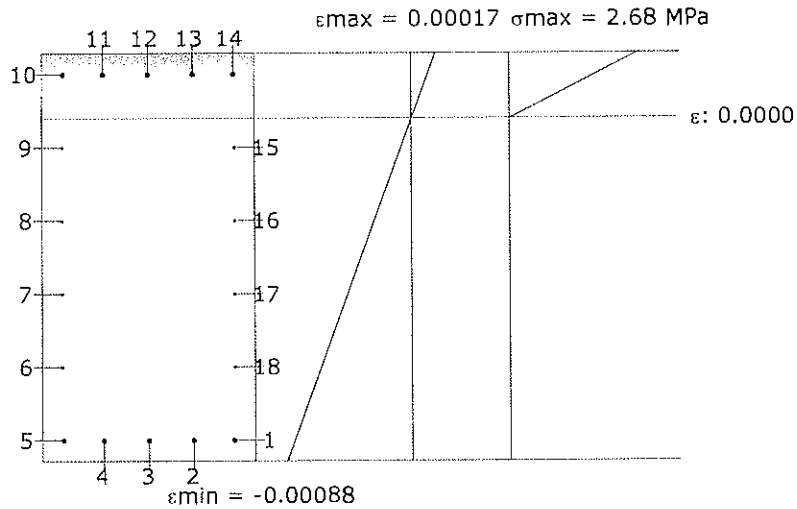
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: -285.53 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-165.71	-0.000828
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-165.71	-0.000828

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013876

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-165.71	-0.000828
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-165.71	-0.000828
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-165.71	-0.000828
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000640
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000451
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000263
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000074
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000074
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000263
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000451
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000640

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.2 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. — Z_{max} : *26.0* kN/mm

Z: Parámetro de control. — Z : *20.2* kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. — f_s : *165.71* MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. — d_c : *69.05* mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. — A_{ct} : *26289.00* mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). — N_{ed} : *0.00* kN

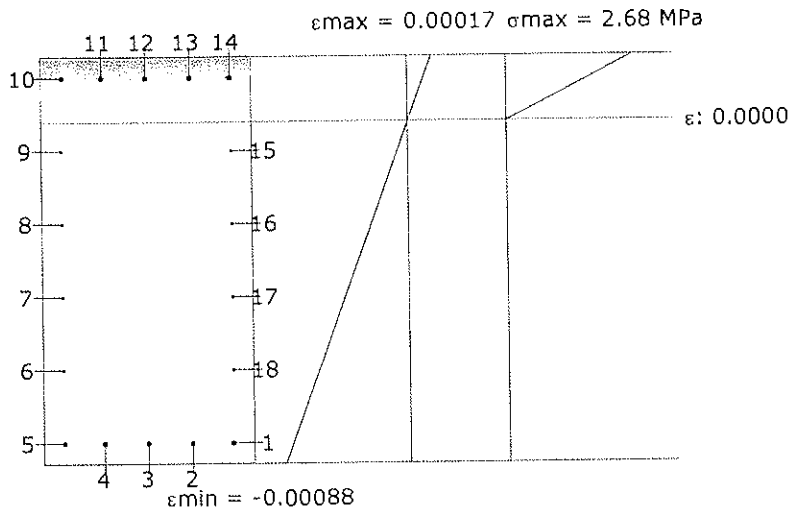
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. — $M_{ed,X}$: *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. — $M_{ed,Y}$: *-285.53* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013877



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-165.71	-0.000828
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-165.71	-0.000828
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-165.71	-0.000828
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-165.71	-0.000828
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-165.71	-0.000828
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000640
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000451
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000263
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000074
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000074
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000263
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000451
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000640

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **6.2 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en el nudo B19, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 6.2 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 55.55 MPa

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013878

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo.

d_c : 69.05 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo.

A_{ct} : 20424.00 mm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión).

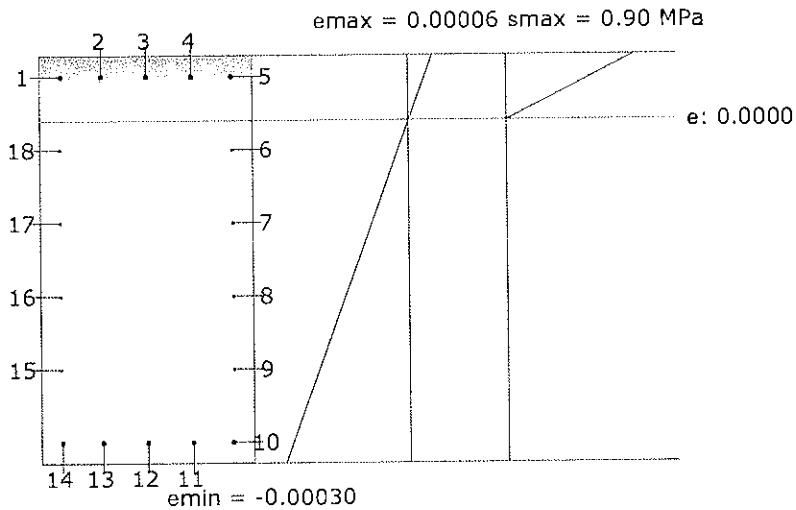
N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'.

$M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'.

$M_{ed,Y}$: 95.72 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000025
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000088
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000151
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000214
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	-55.55	-0.000278
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	-55.55	-0.000278
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	-55.55	-0.000278
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	-55.55	-0.000278
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	-55.55	-0.000278
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000214
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000151
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000088
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000025

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Comprobación del ancho de las grietas por flexión: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.3)

Se debe satisfacer:

$Z \leq Z_{max}$ **20.2 kN/mm ≤ 26.0 kN/mm** ✓

El valor máximo del parámetro de control Z se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

Z_{max}: Máximo valor admisible del parámetro de control Z_{max}. Z_{max} : 26.0 kN/mm

Z: Parámetro de control. Z : 20.2 kN/mm

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A_{ct}}$$

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 165.71 MPa

d_c: [mm] Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tracción al centro de la barra de refuerzo. d_c : 69.05 mm

A_{ct}: [mm²] Área efectiva del concreto en tracción que rodea a la barra de refuerzo. A_{ct} : 26289.00 mm²

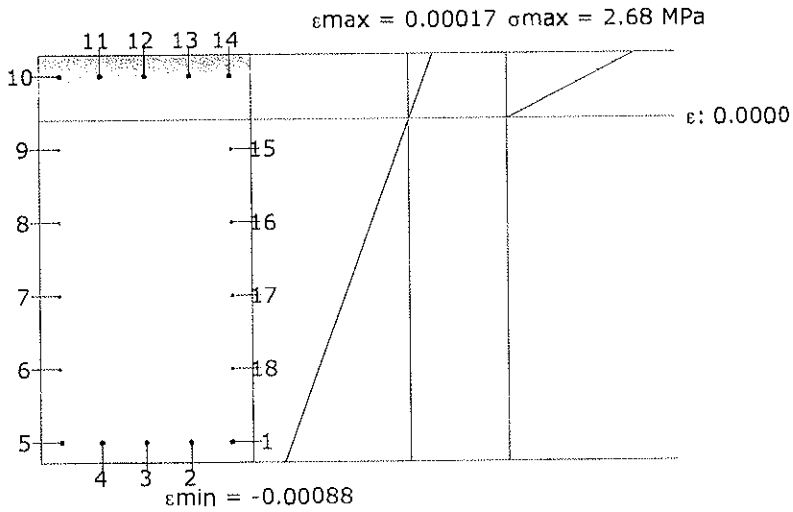
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: -285.53 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-165.71	-0.000828
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-165.71	-0.000828
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-165.71	-0.000828

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-165.71	-0.000828
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-165.71	-0.000828
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000640
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000451
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000263
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000074
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000074
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000263
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000451
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000640

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **147.62 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce en el nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *147.62* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$$ **s_1** : *553.52* mm

$$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$$ **s_2** : *554.47* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *135.26* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

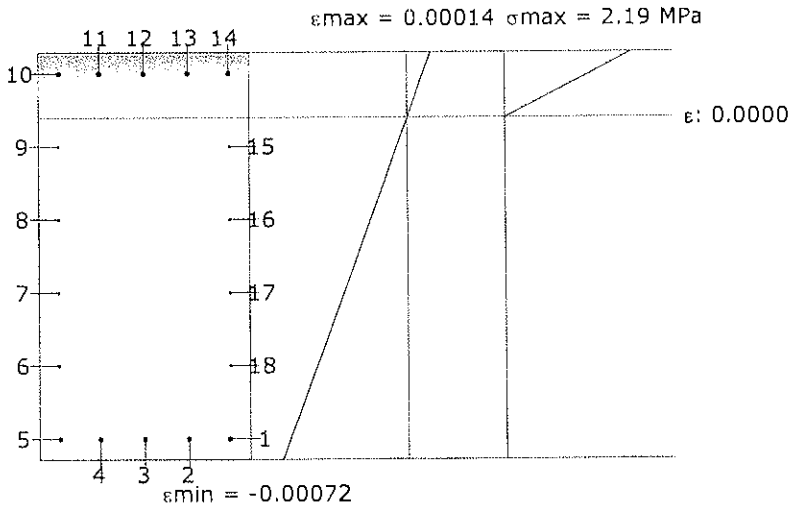
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-233.08* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013881



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-135.26	-0.000676
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-135.26	-0.000676
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-135.26	-0.000676
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-135.26	-0.000676
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-135.26	-0.000676
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000522
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000368
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000214
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000060
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000060
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000214
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000368
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000522

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.38 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.38* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: s_{max} : *300.00* mm

$$s_1 = 380 \cdot \left(\frac{250}{f_s}\right) - 2.5 \cdot c_c$$ s_1 : *553.52* mm

$$s_2 = 300 \cdot \left(\frac{250}{f_s}\right)$$ s_2 : *554.47* mm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

s_3 = 300mm

s_3 : 300.00 mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. f_s : 135.26 MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. C_c : 59.53 mm

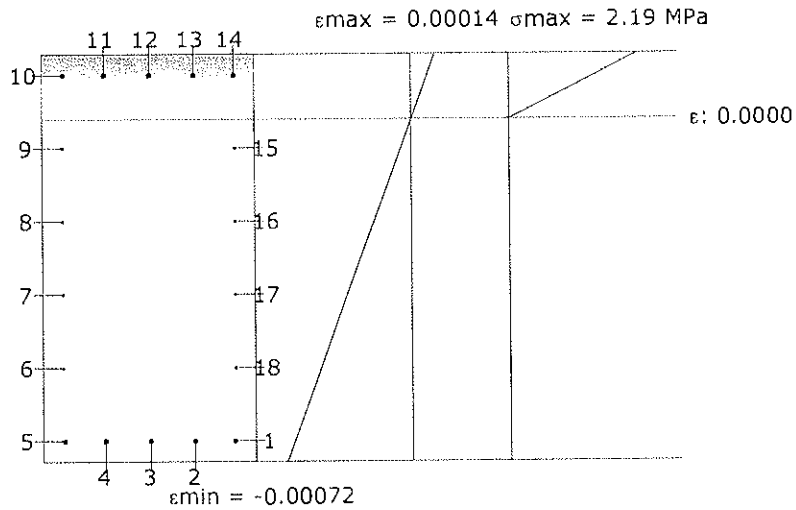
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. $M_{ed,X}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. $M_{ed,Y}$: -233.08 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-135.26	-0.000676
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-135.26	-0.000676
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-135.26	-0.000676
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-135.26	-0.000676
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-135.26	-0.000676
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000522
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000368
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000214
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000060
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000060
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000214
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000368
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000522

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **147.62 mm ≤ 300.00 mm** ✓

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

La separación entre barras más restrictiva se produce en un punto situado a una distancia de 2.650 m del nudo B18, para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *147.62* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *23322.23* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *18529.77* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *4.05* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

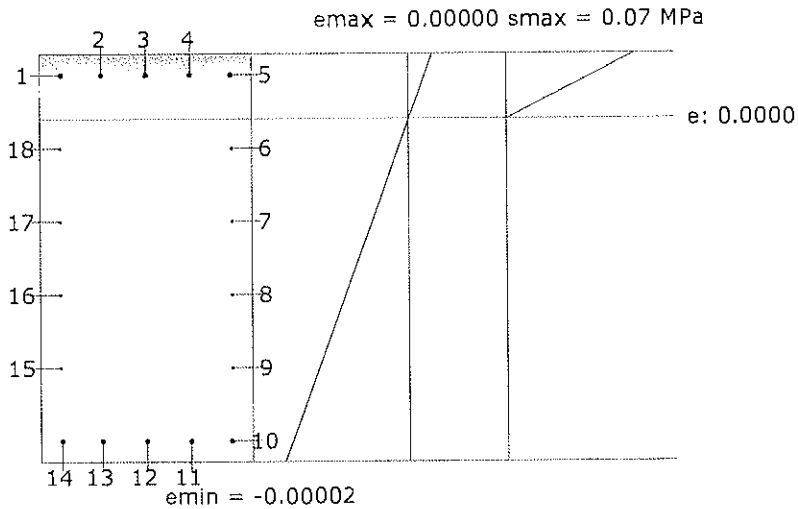
Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed},M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *6.97* kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000002
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000006
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000011
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000016
10	Ø3/4"	280.95	-605.95	-4.05	-0.000020
11	Ø3/4"	147.62	-605.95	-4.05	-0.000020
12	Ø3/4"	0.00	-605.95	-4.05	-0.000020

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013884

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
13	Ø3/4"	-147.62	-605.95	-4.05	-0.000020
14	Ø3/4"	-280.95	-605.95	-4.05	-0.000020
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000016
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000011
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000006
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000002

Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda (NTE E.060:2009, Artículo 9.9.6)

Se debe satisfacer:

$s \leq s_{max}$ **242.38 mm ≤ 300.00 mm** ✓

La separación entre barras más restrictiva se produce para la combinación de acciones PP+CM. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = -280.95 mm, Y = 605.95 mm.

Donde:

s: Espaciamiento del refuerzo. **s** : *242.38* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo permitido del refuerzo, calculado como el menor de los siguientes valores: **s_{max}** : *300.00* mm

$s_1 = 380 \cdot (\frac{250}{f_s}) - 2.5 \cdot c_c$ **s_1** : *553.52* mm

$s_2 = 300 \cdot (\frac{250}{f_s})$ **s_2** : *554.47* mm

$s_3 = 300mm$ **s_3** : *300.00* mm

Siendo:

f_s: [MPa] Esfuerzo en el refuerzo calculado para las cargas de servicio. **f_s** : *135.26* MPa

C_c: Distancia entre la superficie del refuerzo y la cara en tracción. **C_c** : *59.53* mm

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed}: Esfuerzo axil solicitante (valores positivos indican compresión). **N_{ed}** : *0.00* kN

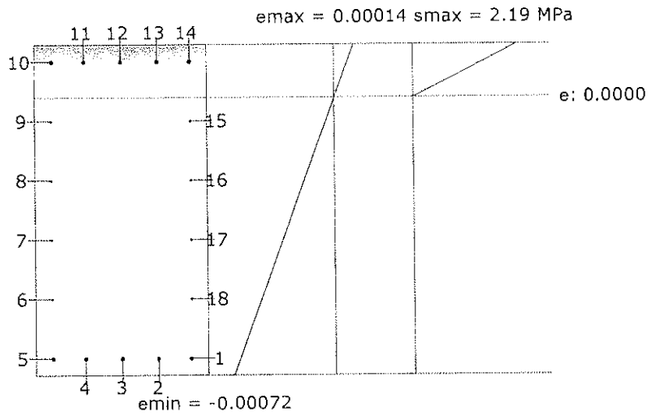
$M_{ed,X}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'. **$M_{ed,X}$** : *0.00* kN·m

$M_{ed,Y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'. **$M_{ed,Y}$** : *-233.08* kN·m

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Viga 1

013885



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (MPa)	ε
1	Ø3/4"	-280.95	605.95	-135.26	-0.000676
2	Ø3/4"	-147.62	605.95	-135.26	-0.000676
3	Ø3/4"	0.00	605.95	-135.26	-0.000676
4	Ø3/4"	147.62	605.95	-135.26	-0.000676
5	Ø3/4"	280.95	605.95	-135.26	-0.000676
6	Ø1/2"	284.13	363.57	0.00	-0.000522
7	Ø1/2"	284.13	121.19	0.00	-0.000368
8	Ø1/2"	284.13	-121.19	0.00	-0.000214
9	Ø1/2"	284.13	-363.57	0.00	-0.000060
15	Ø1/2"	-284.12	-363.57	0.00	-0.000060
16	Ø1/2"	-284.12	-121.19	0.00	-0.000214
17	Ø1/2"	-284.12	121.19	0.00	-0.000368
18	Ø1/2"	-284.12	363.57	0.00	-0.000522

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAES GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[14263]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013886

O.4.4	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.4.4. ESTRUCTURAS

APÉNDICE 3. PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013887

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Definición general	1/300	3
PLOC-EST-ESR-L2-20-02-REP	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Replanteo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Pantallas	VARIAS	3
PLOC-EST-ESR-L2-20-04-CIM	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Cimentación	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Cubierta	VARIOS	7
PLOC-EST-ESR-L2-20-06-VES	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Vestibulo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-20-07-LSF	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Losa fondo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-20-08-ACC	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Accesos	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-20-09-AND	Estructuras. Estaciones L2. Estación 20- Evitamiento. Anden	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Definición general	1/300	3
PLOC-EST-ESR-L2-21-02-REP	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Replanteo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Pantallas	VARIAS	3
PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Cimentación	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Cubierta	VARIOS	7
PLOC-EST-ESR-L2-21-06-VES	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Vestibulo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-21-07-LSF	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Losa fondo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-21-08-ACC	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Accesos	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-21-09-AND	Estructuras. Estaciones L2. Estación 21- Ovalo Santa Anita. Anden	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Definición general	1/300	3
PLOC-EST-ESR-L2-22-02-REP	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Replanteo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-22-03-PAN	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Pantallas	VARIAS	1
PLOC-EST-ESR-L2-22-04-CIM	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Cimentación	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-22-05-CUB	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Cubierta	VARIOS	1
PLOC-EST-ESR-L2-22-06-VES	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Vestibulo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-22-07-LSF	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Losa fondo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-22-08-ACC	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Accesos	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-22-09-AND	Estructuras. Estaciones L2. Estación 22- Colectora Industrial. Anden	1/300	1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN RASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

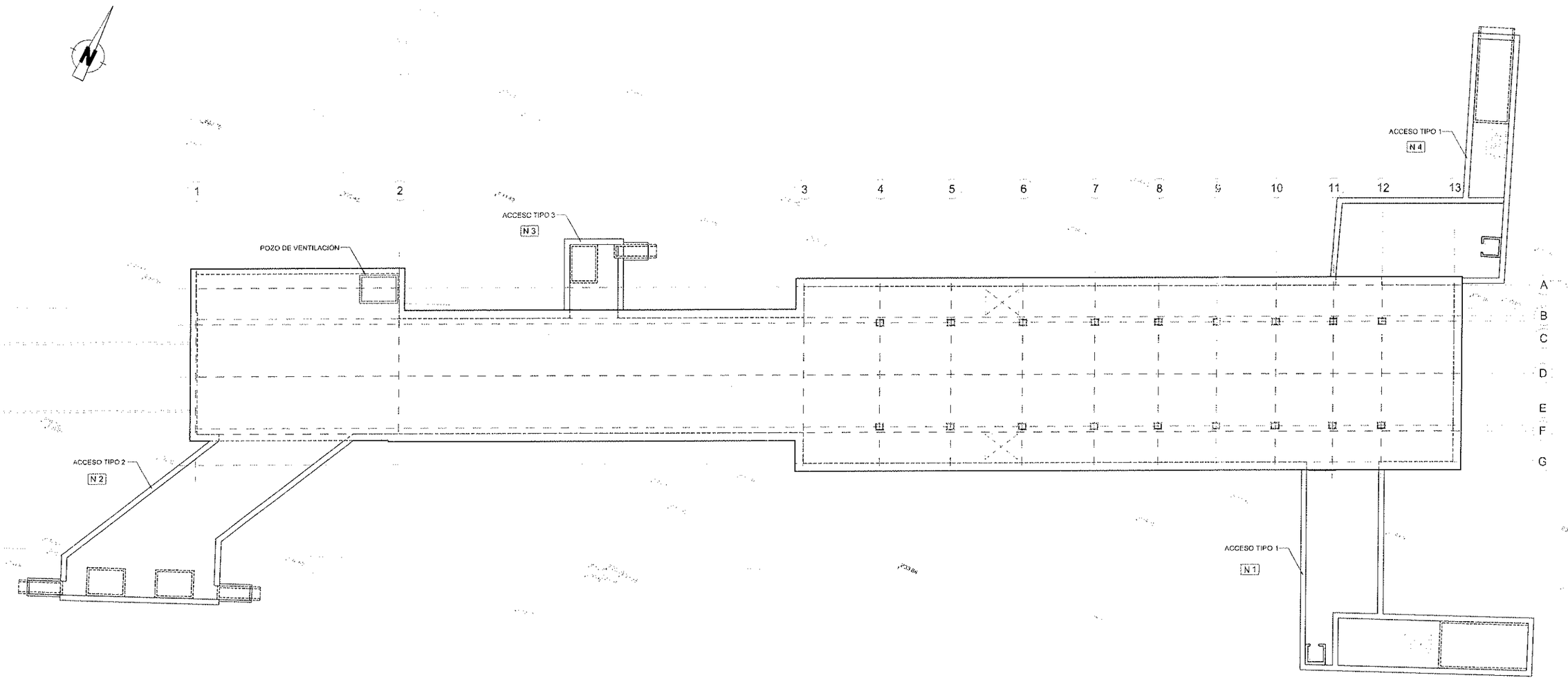
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013883

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Definición general	1/300	3
PLOC-EST-ESR-L2-23-02-REP	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Replanteo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-23-03-PAN	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Pantallas	VARIAS	1
PLOC-EST-ESR-L2-23-04-CIM	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Cimentación	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-23-05-CUB	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Cubierta	VARIOS	1
PLOC-EST-ESR-L2-23-06-VES	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Vestibulo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-23-07-LSF	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Losa fondo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-23-08-ACC	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Accesos	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-23-09-AND	Estructuras. Estaciones L2. Estación 23- La Cultura. Anden	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Definición general	1/300	3
PLOC-EST-ESR-L2-24-02-REP	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Replanteo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-24-03-PAN	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Pantallas	VARIAS	1
PLOC-EST-ESR-L2-24-04-CIM	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Cimentación	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-24-05-CUB	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Cubierta	VARIOS	1
PLOC-EST-ESR-L2-24-06-VES	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Vestibulo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-24-07-LSF	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Losa fondo	1/300	1
PLOC-EST-ESR-L2-24-08-ACC	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Accesos	1/300	2
PLOC-EST-ESR-L2-24-09-AND	Estructuras. Estaciones L2. Estación 24- Mercado Santa Anita. Anden	1/300	1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013883



PLANTA
1 : 300

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA(A1): 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMENTO-20
PLANTA

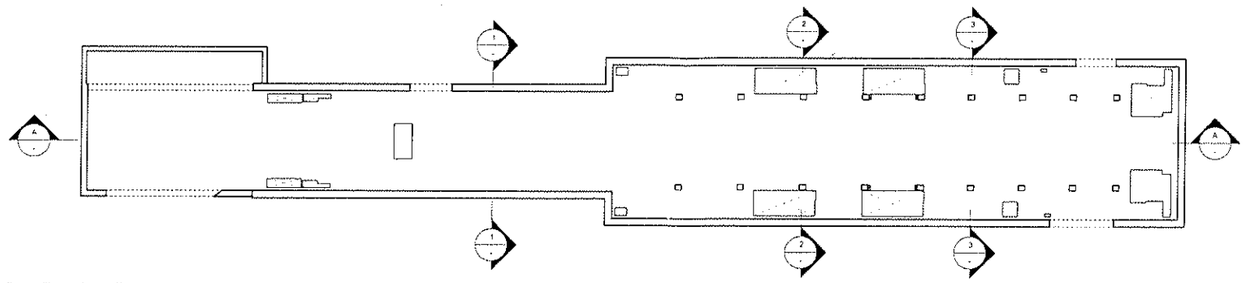
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE -P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BAZARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

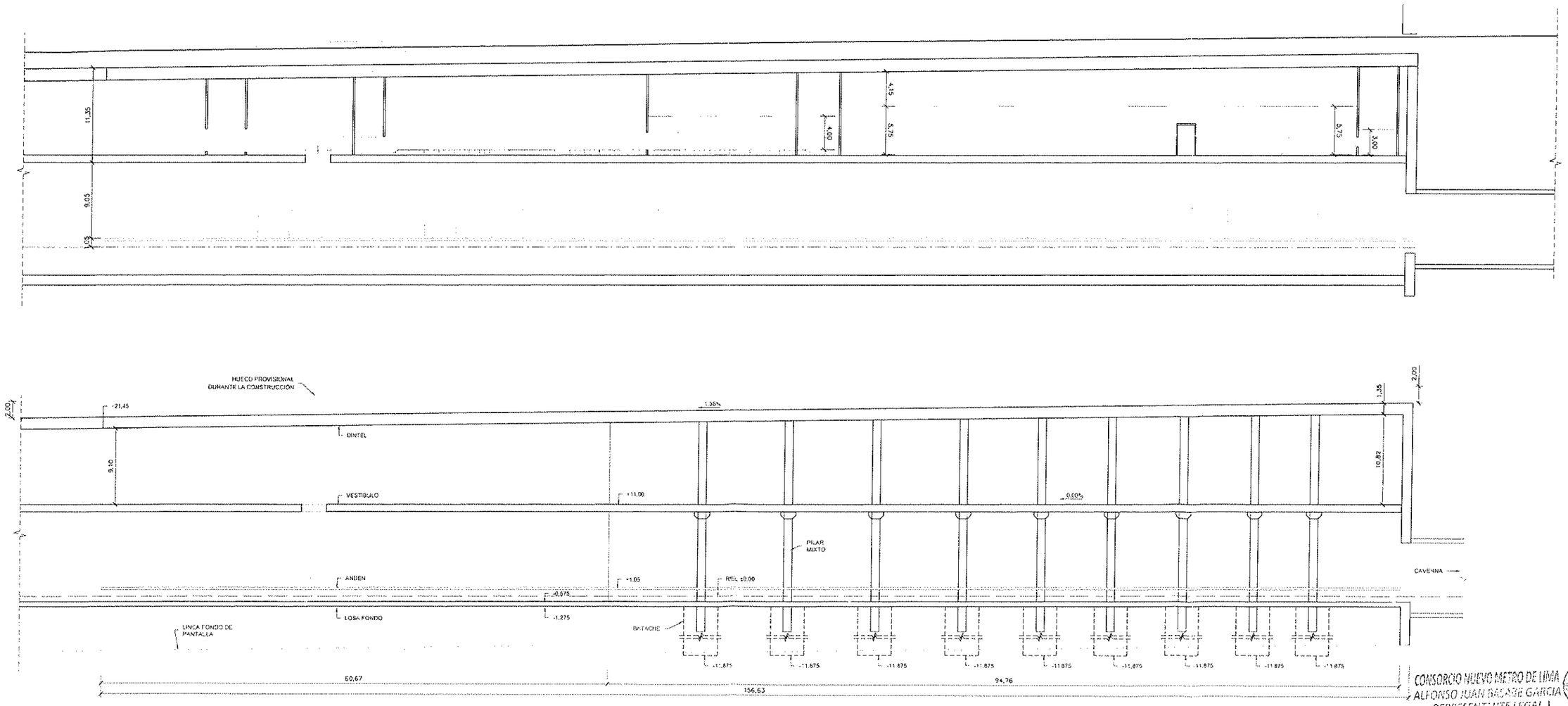
0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Datosnuevo\datos (x)\2-115104 documentación temporal\p03-xxxx final\n.final\2 planos\11-12\07_ploc-est-esr-l2-20-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:12

013830



PLANTA
1: 500



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A
1: 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BALAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

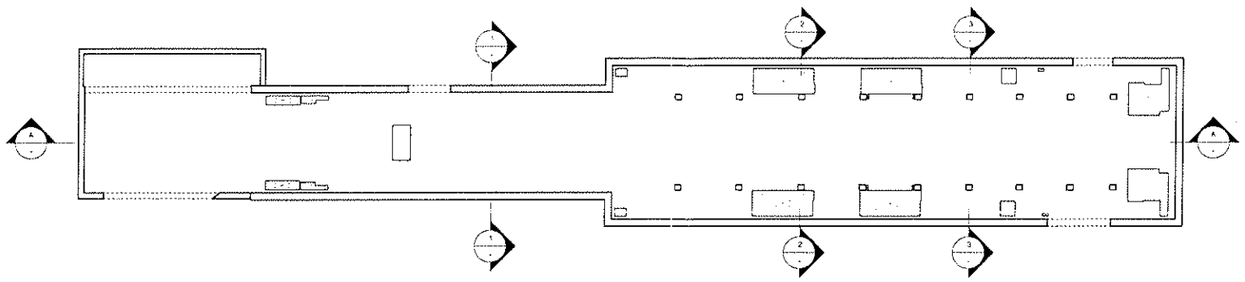
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
SECCIÓN LONGITUDINAL

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE-P-002
HOJA: 02 de 03
REVISIÓN: 0

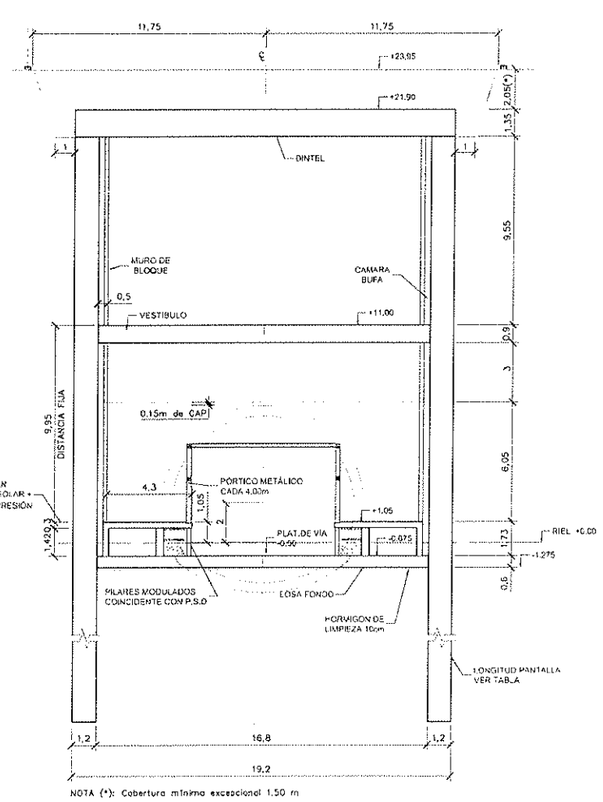
0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Archivos\proyectos\0701\2-1\0701_documentacion\tramo\02_planos\01-PLO_plocs\est-esr\0701_plocs-est-esr-l2-20-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:13

013891

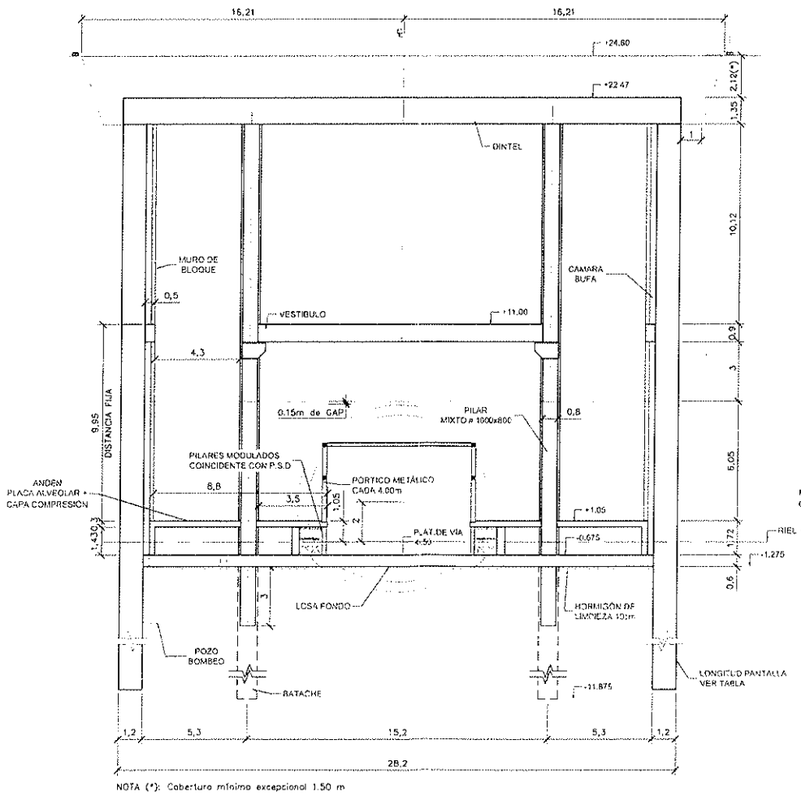


PLANTA
1 : 500



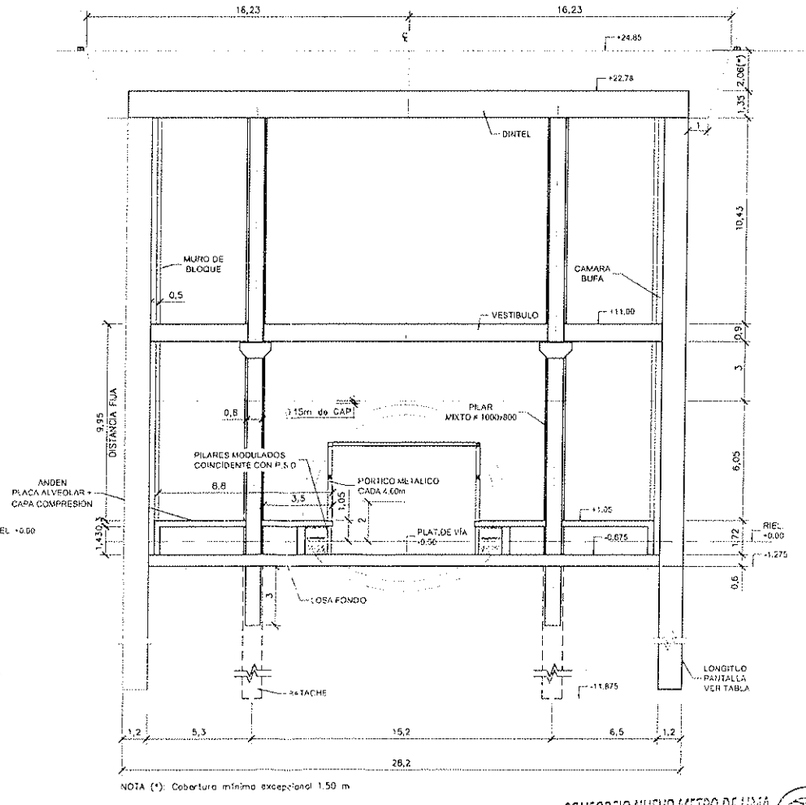
NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 1-1
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 2-2
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 3-3
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN SABABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
SECCIONES TRANSVERSALES

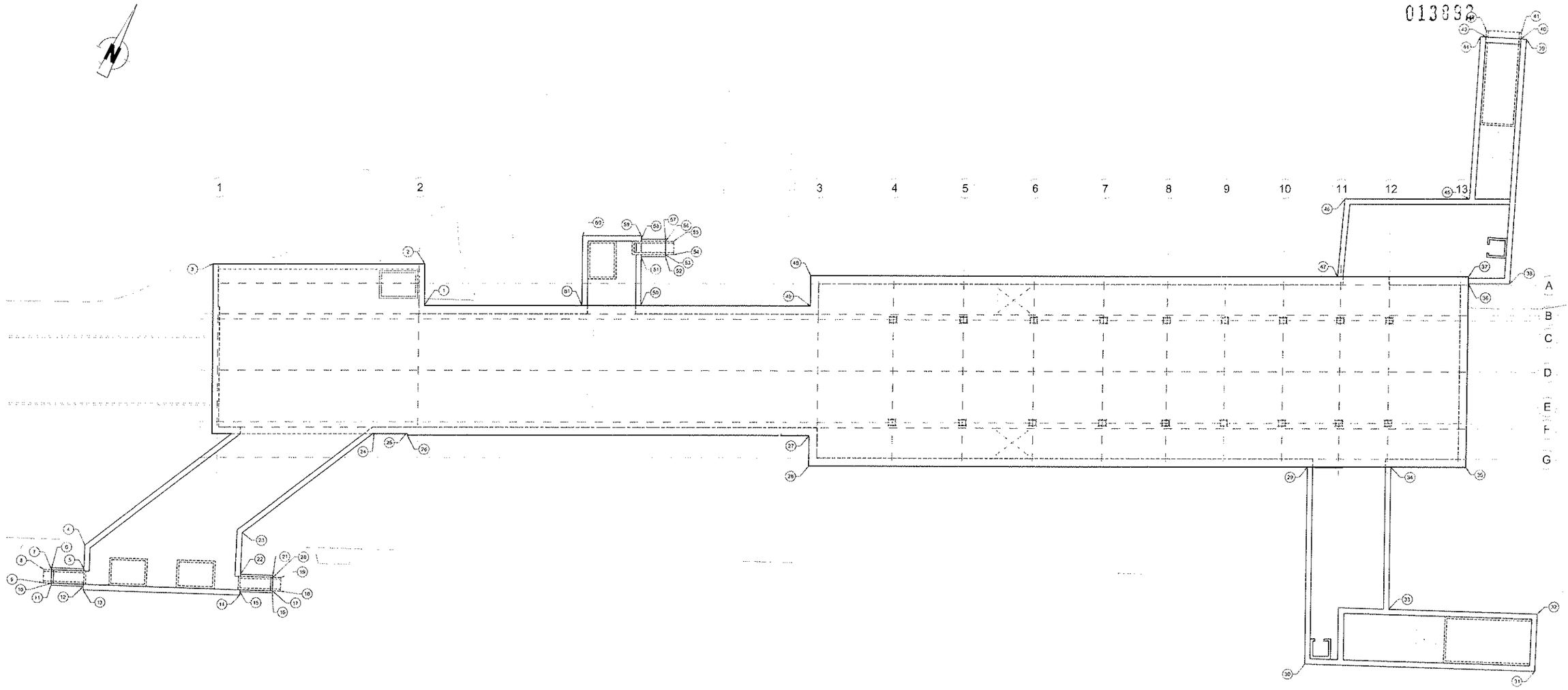
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE-P-003
HOJA: 03 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-01-DGE-P001-P003.dwg

\\datos\archivos\proyectos\0701\11-18931 documentacion tramos\pl\00-xxxx-hal.m.dwg\07_planos\11-IZ\07_plano-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:14

[14269]

013892



PLANTA REPLANTEO

1 300

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	284986.752	8666138.644
2	284994.076	8666144.197
3	284965.970	8666130.651
4	284967.310	8666085.037
5	284968.734	8666081.802
6	284964.360	8666079.876
7	284964.481	8666079.601
8	284963.383	8666079.118
9	284964.189	8666077.287
10	284965.287	8666077.771
11	284965.408	8666077.496
12	284969.782	8666079.423
13	284969.984	8666078.965
14	284991.208	8666088.312
15	284991.007	8666088.770
16	284995.381	8666090.696
17	284995.261	8666090.971
18	284996.359	8666091.455
19	284995.553	8666093.285
20	284994.455	8666092.801

PTO	X	Y
21	284994.334	8666093.076
22	284989.959	8666091.149
23	284987.468	8666096.805
24	284998.457	8666118.596
25	285002.831	8666120.704
26	285000.005	8666120.344
27	285056.579	8666146.164
28	285058.533	8666142.110
29	285124.968	8666174.128
30	285137.658	8666147.796
31	285168.754	8666161.699
32	285165.286	8666169.459
33	285145.154	8666160.460
34	285136.004	8666179.447
35	285146.057	8666184.292
36	285134.248	8666208.795
37	285133.814	8666209.696
38	285139.718	8666211.431
39	285125.798	8666244.877
40	285125.050	8666244.570

PTO	X	Y
41	285124.694	8666245.447
42	285119.911	8666243.456
43	285120.304	8666242.591
44	285119.566	8666242.284
45	285128.611	8666220.070
46	285112.253	8666212.090
47	285116.395	8666201.301
48	285046.290	8666167.514
49	285048.243	8666163.460
50	285025.519	8666152.508
51	285022.369	8666159.044
52	285025.684	8666160.642
53	285025.554	8666160.912
54	285026.635	8666161.433
55	285025.767	8666163.235
56	285024.686	8666162.714
57	285024.555	8666162.984
58	285021.241	8666161.386
59	285021.023	8666161.837
60	285013.186	8666158.060
61	285017.662	8666148.731

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA REPLANTEO

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-02-REP-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

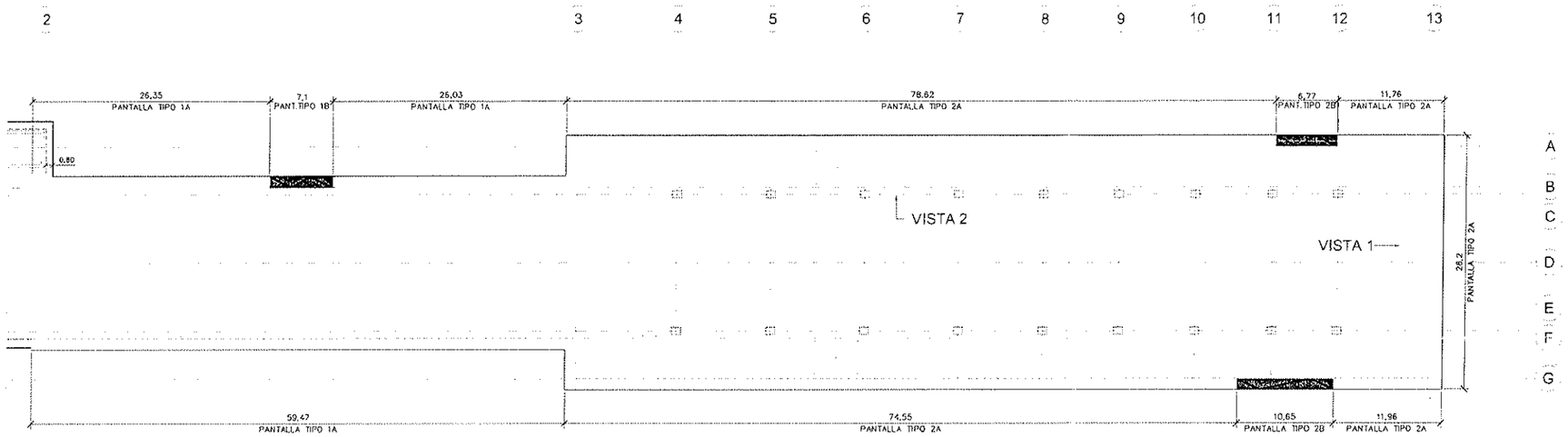
0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-02-REP-P001-P001.dwg

\\Datamicrotunnels-ws\p03-04-1858_documentacion\entregables\p03-xxxx-lxx_m_lima\02_planos\11-ESR\0_plot_ploc-est-esr-l2-20-02-rep-xp001-xp001.dwg - 07/02/2014 - 20:16

[14270]

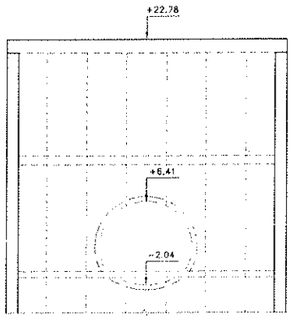
013836

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=30.00m	1.20	(**)
	Zona estrecha. L=29.00m	1.20	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

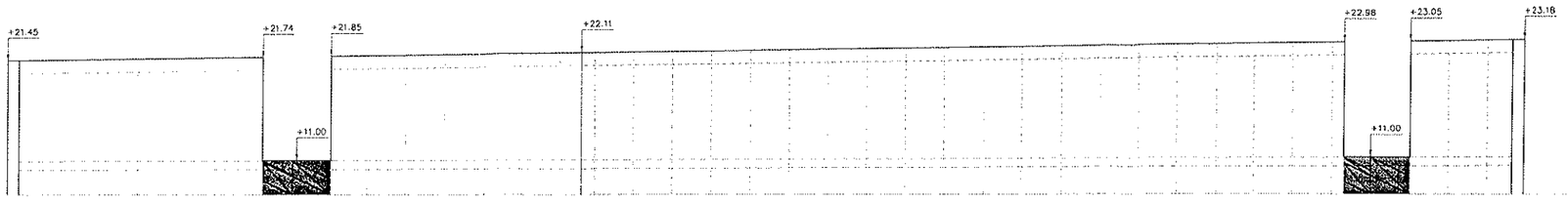


NOTA: Definición de pantallas de accesos en planos de accesos.

PLANTA ESTACIÓN
1 300



VISTA 1
1 300



VISTA 2
1 300

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:00
FECHA: FEBRERO 2014

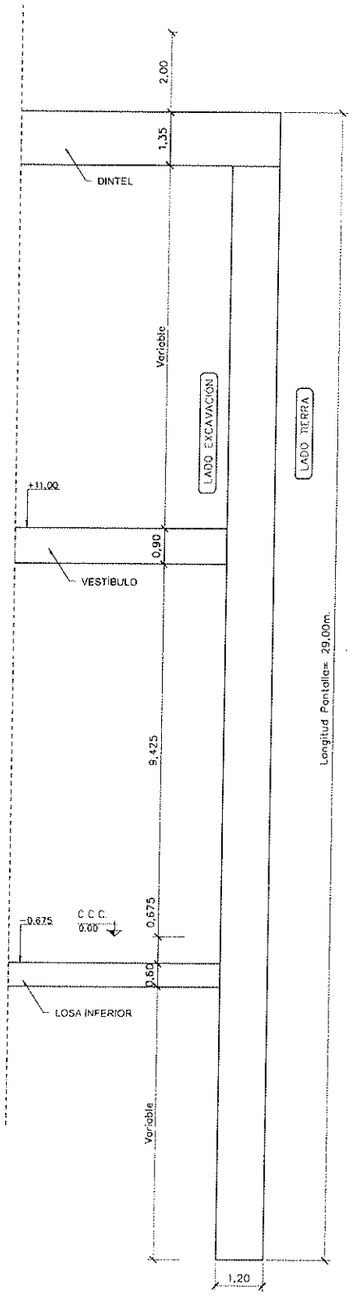
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PANTALLAS PLANTA

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN-P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

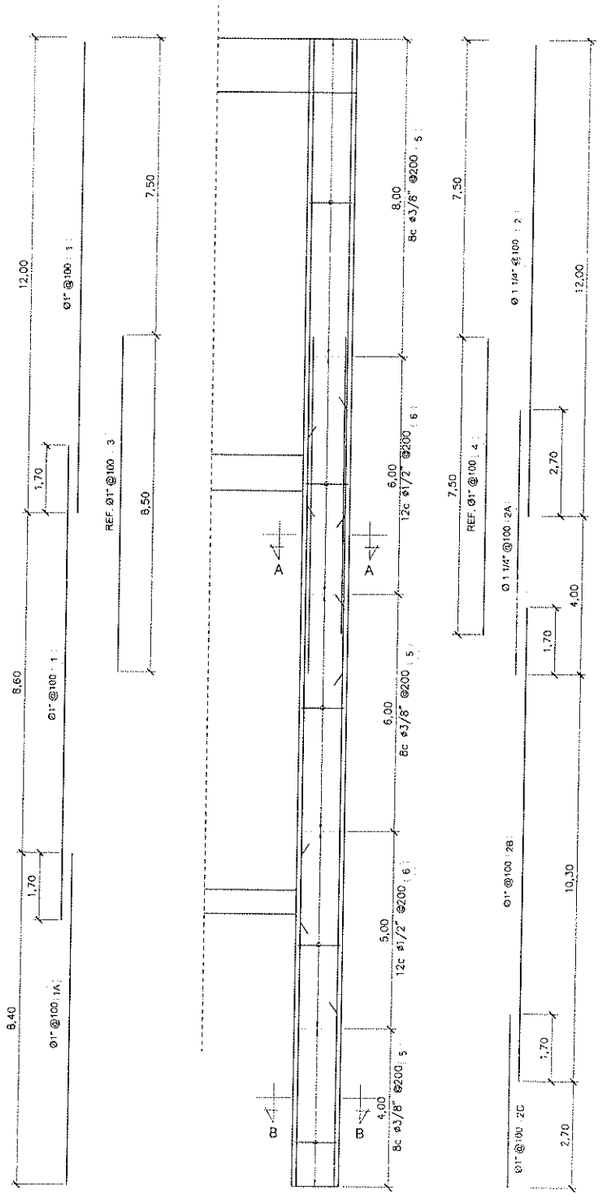
0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN-P001-P003.dwg

X:\Obra\PMO\documentos\p03-5138931 documentacion\en tramite\p03-xxxxx - hcal.m.lima\02 planos\01-4260 / _ploc-est-esr-l0701_ploc-est-esr-l2-20-03-pan-sp001-sp003.dwg - 07/02/2014 - 20:17

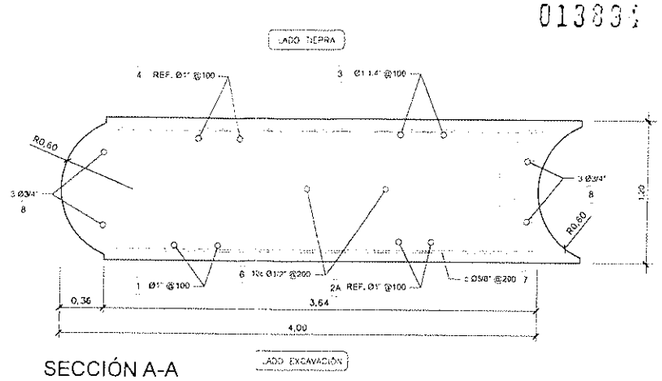
013831



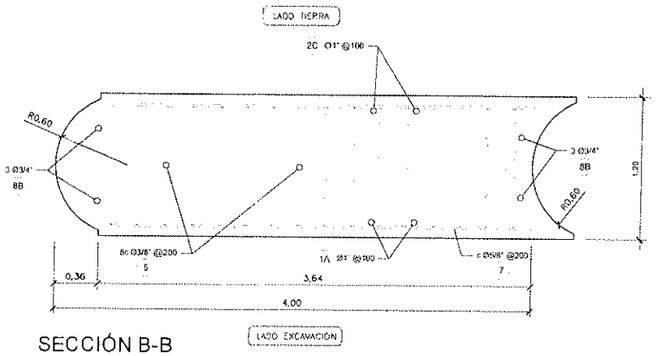
PANTALLA TIPO 1A. DEFINICIÓN
1:75



PANTALLA TIPO 1A. ARMADO
1:75



SECCIÓN A-A
1:25



SECCIÓN B-B
1:25

PANTALLA TIPO 1A DESPIECE POR BATACHE					
	N	Ø	Uds	Long (m)	TOTAL (Kg)
———	1	1	80	12.00	3,816.000
———	1A	1	40	8.40	1,335.600
———	2	1 1/4	40	12.00	2,966.000
———	2A	1 1/4	40	6.70	1,668.300
———	2B	1	40	12.00	1,908.000
———	2C	1	40	4.40	699.600
———	3	1	40	8.50	1,351.500
———	4	1	40	7.50	1,192.500
▢	5	3/8	744	2.80	1,160.342
▢	6	1/2	660	2.60	1,709.136
▭	7	5/8	146	10.40	2,368.704
———	8	3/4	12	12.00	324.000
———	8A	3/4	6	7.10	95.850
				TOTAL	20,617.532

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\Estructuras\proyectos\proy20-2148\03 documentacion\impresion\proy20-xxx_ingenieria\02_planos\l1-l2\07_ploc-est-esr\l2-20-03-pan-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:17

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

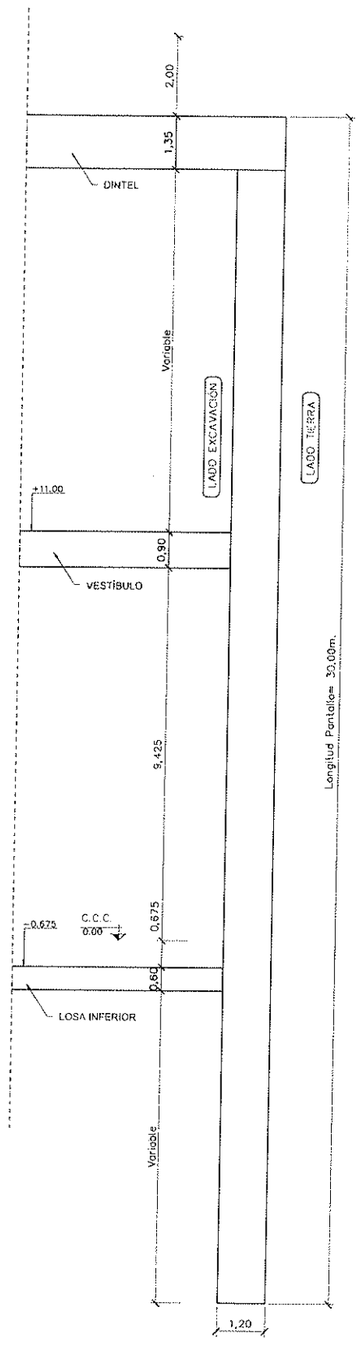
ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMENTO-20
PANTALLA TIPO 1A

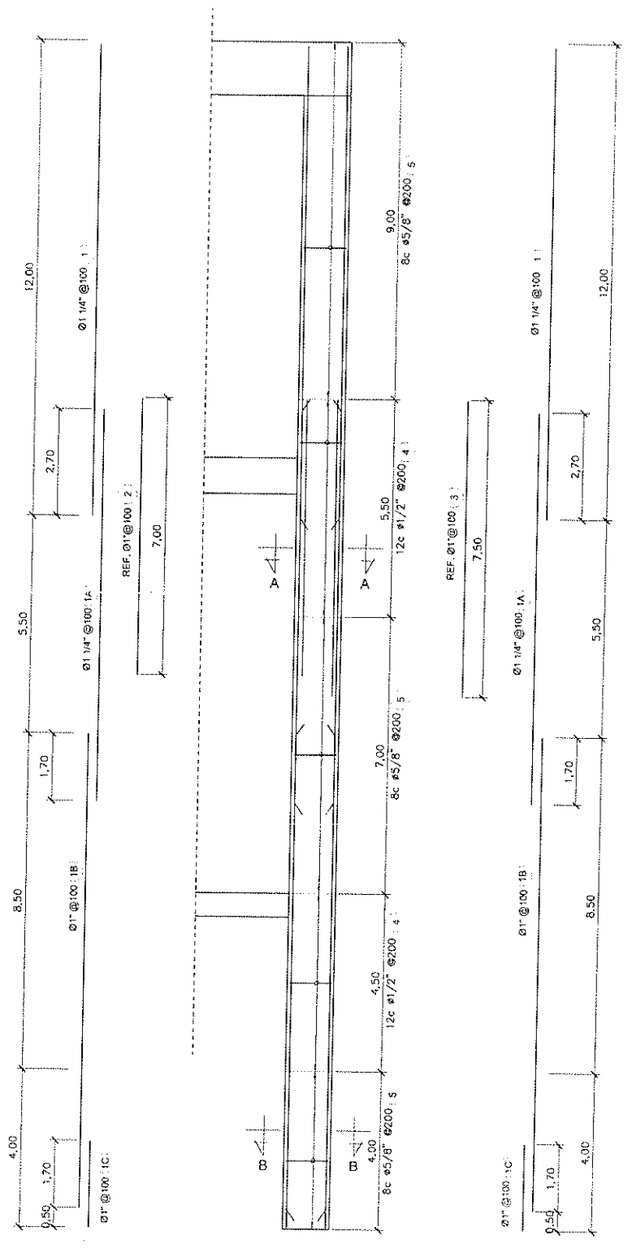
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN-P-002
HOJA: 02 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN-P001-P003.dwg

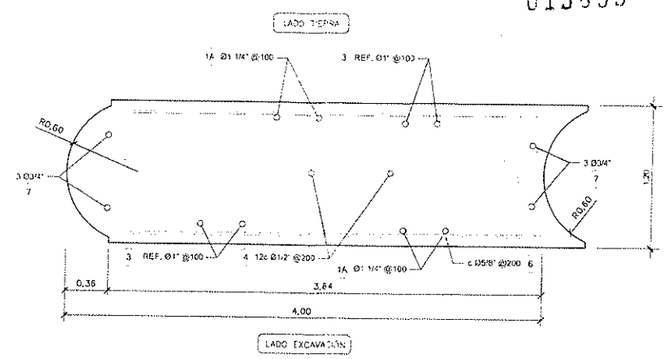
013995



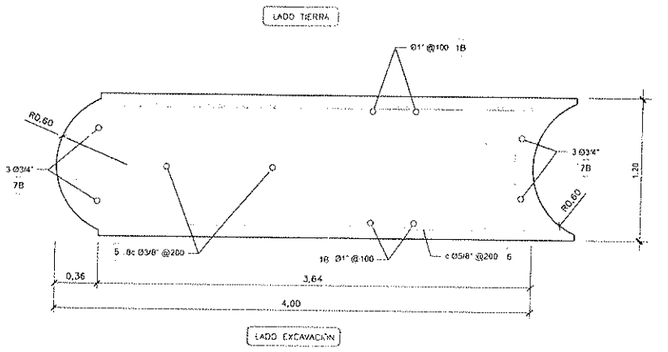
PANTALLA TIPO 2A. DEFINICIÓN
1:75



PANTALLA TIPO 2A. ARMADO
1:75



SECCIÓN A-A
1:25



SECCIÓN B-B
1:25

PANTALLA TIPO 2A DESPIECE POR BATACHE					
	N	Ø	Uds	Long (m)	TOTAL (Kg)
———	1	1 1/4	80	12.00	5,976.000
———	1A	1 1/4	80	9.90	4,930.200
———	1B	1	80	12.00	3,810.000
———	1C	1	80	2.20	698.600
———	2	1	40	7.00	1,113.000
———	3	1	40	7.50	1,192.500
□	4	1/2	1056	2.60	2,734.618
□	5	3/8	784	2.80	1,222.726
⊂⊃	6	5/8	151	10.40	2,449.824
———	7	3/4	12	12.00	324.000
———	7A	3/4	6	8.10	109.350
				TOTAL	24,567.818

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PANTALLA TIPO 2A

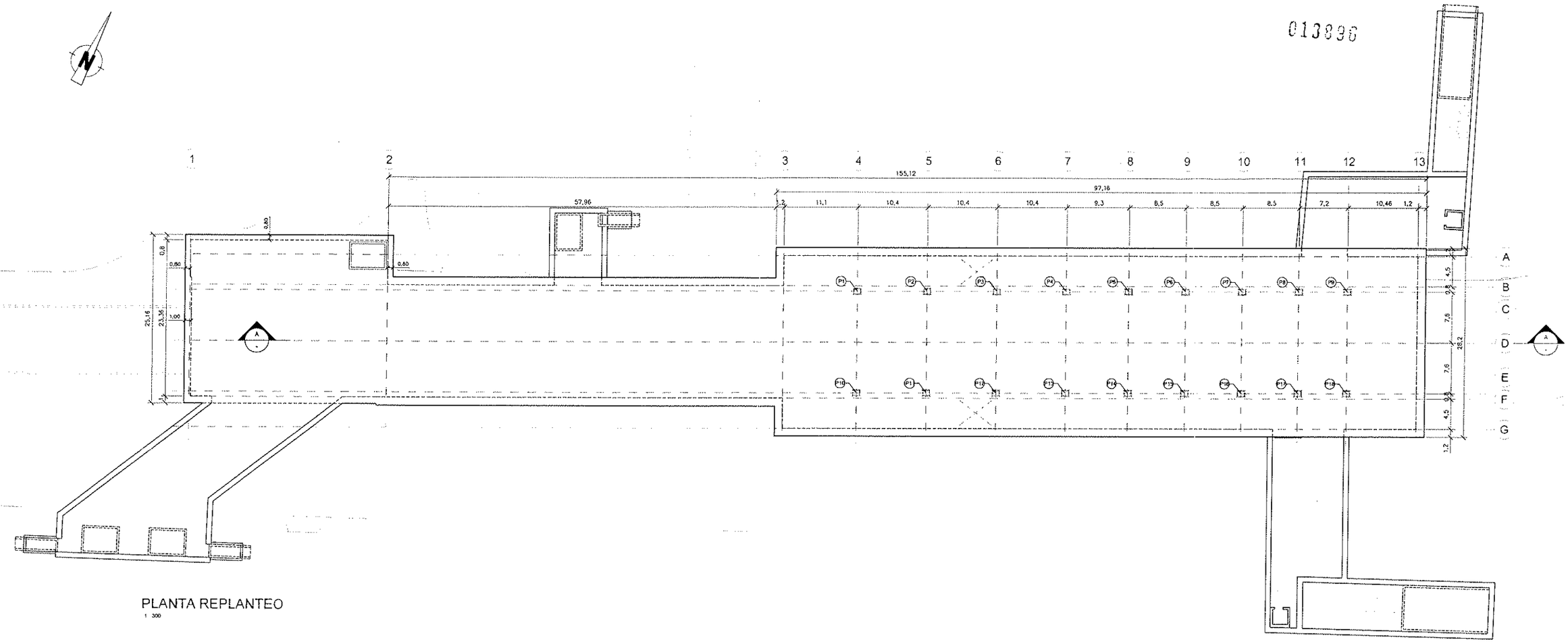
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN-P-003
HOJA: 03 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-03-PAN-P001-P003.dwg

Autodesk Vault Professional [pro://vault/jobs/0701_plocinstalacion/engineering/jobs/xxx_land_m_land/2_planos/01-ingenieria/0701_ploc-est-esr/0701_ploc-est-esr-l2-20-03-pan/p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:17]

[14273]

013896

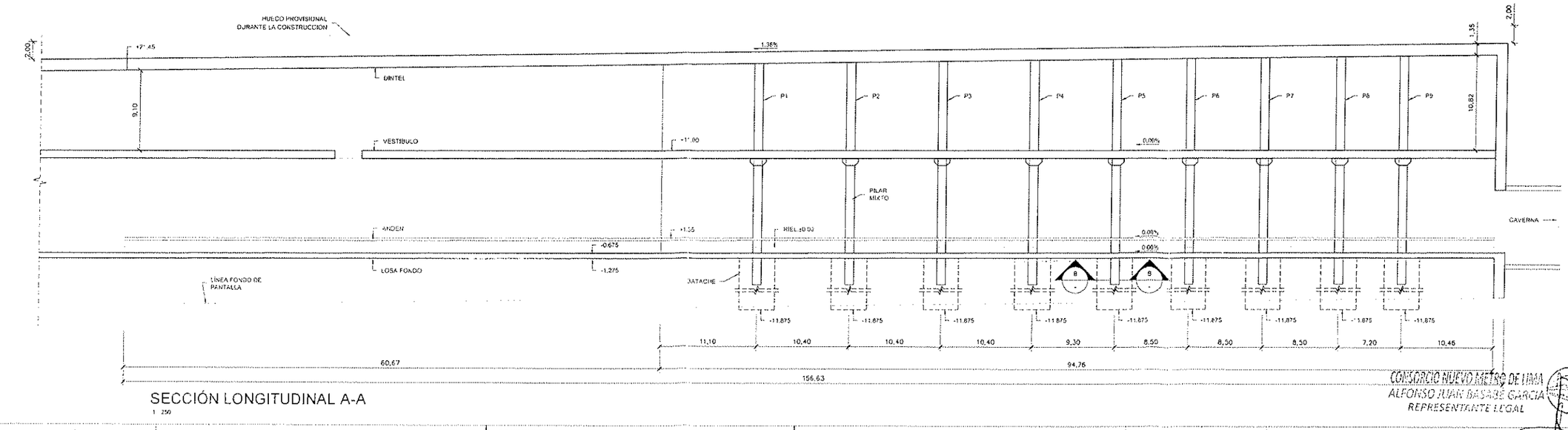


PLANTA REPLANTEO

1 : 300

REPLANTEO DE PILAS

PTO	X	Y
P1	285060.192	8666168.998
P2	285069.581	8666171.513
P3	285078.929	8666176.028
P4	285088.298	8666180.544
P5	285096.676	8666184.582
P6	285104.333	8666188.272
P7	285111.990	8666191.962
P8	285119.646	8666195.652
P9	285126.132	8666198.778
P10	285086.791	8666153.306
P11	285076.160	8666157.821
P12	285085.529	8666162.336
P13	285094.897	8666166.851
P14	285103.275	8666170.889
P15	285110.932	8666174.575
P16	285118.589	8666178.270
P17	285126.245	8666181.959
P18	285132.731	8666185.085



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

1 : 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
CIMENTACIÓN

PLANOS: PLOC-EST-ESR-L2-20-04-CIM-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

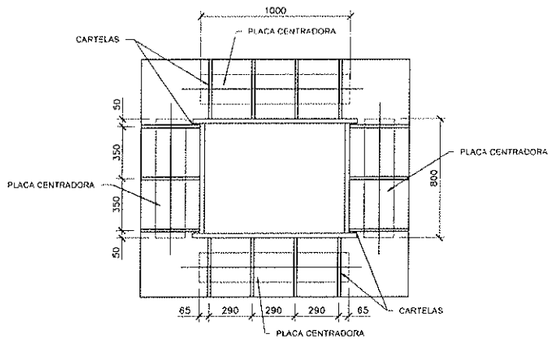
0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-04-CIM-P001-P002.dwg

\\Datos\redacciones\proj\03-2\1004\documentación temporal\03-xxx-\est\dwg\02_dwgs\01\r2\07_ploc-est-esr\p001_ploc-est-esr-l2-20-04-cim-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:16

013397

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 1

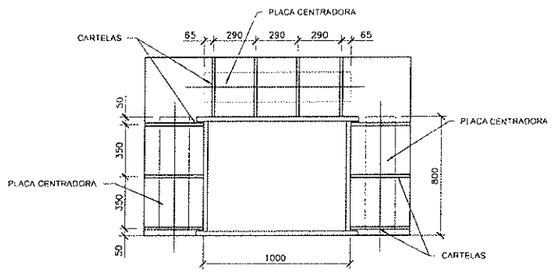
1 20
COTAS EN mm



PLANTA

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 2

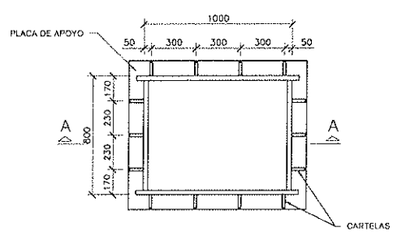
1 20
COTAS EN mm



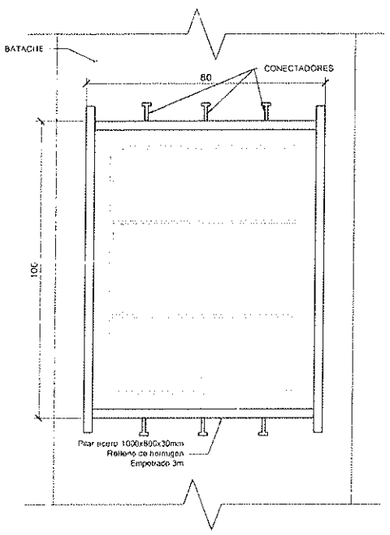
PLANTA

APOYO NIVEL DINTEL

1 20
COTAS EN mm

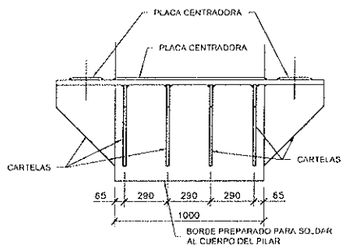


PLANTA

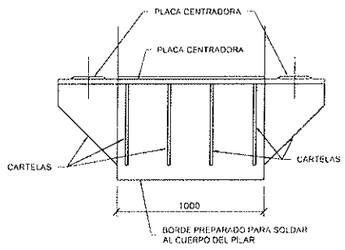


SECCIÓN B-B

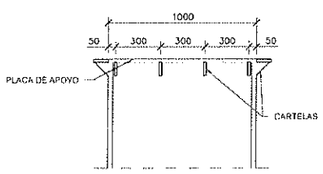
COTAS EN cm



ALZADO



ALZADO



SECCIÓN A-A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3:\Documentos\Clientes\pk3\2-20\01-Documentacion\en tramitacion\pk3-xxxx-Hor.m.ámbito\02-planos\11-2207_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-04-cim-pk001-pk002.dwg - 07/02/2014 - 20:16

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

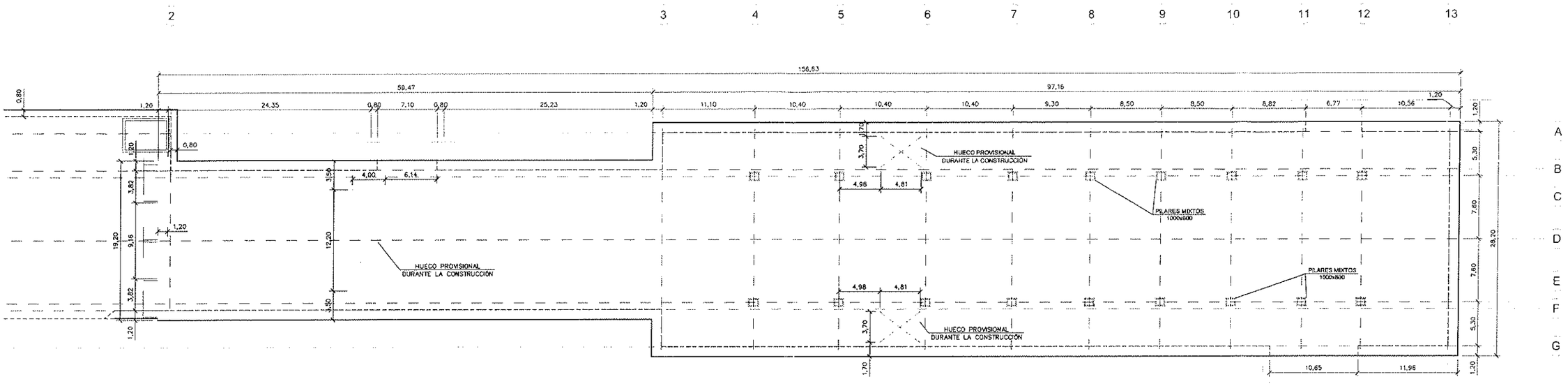
ESCALA: 1:20
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMENTO-20
DETALLES PILAS

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-04-CIM-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-04-CIM-P001-P002.dwg

013998



PLANTA CUBIERTA

1 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=30.00m	1.20	(**)
	Zona estrecha. L=29.00m	1.20	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT ingenieria

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA 1:250
FECHA FEBRERO 2014

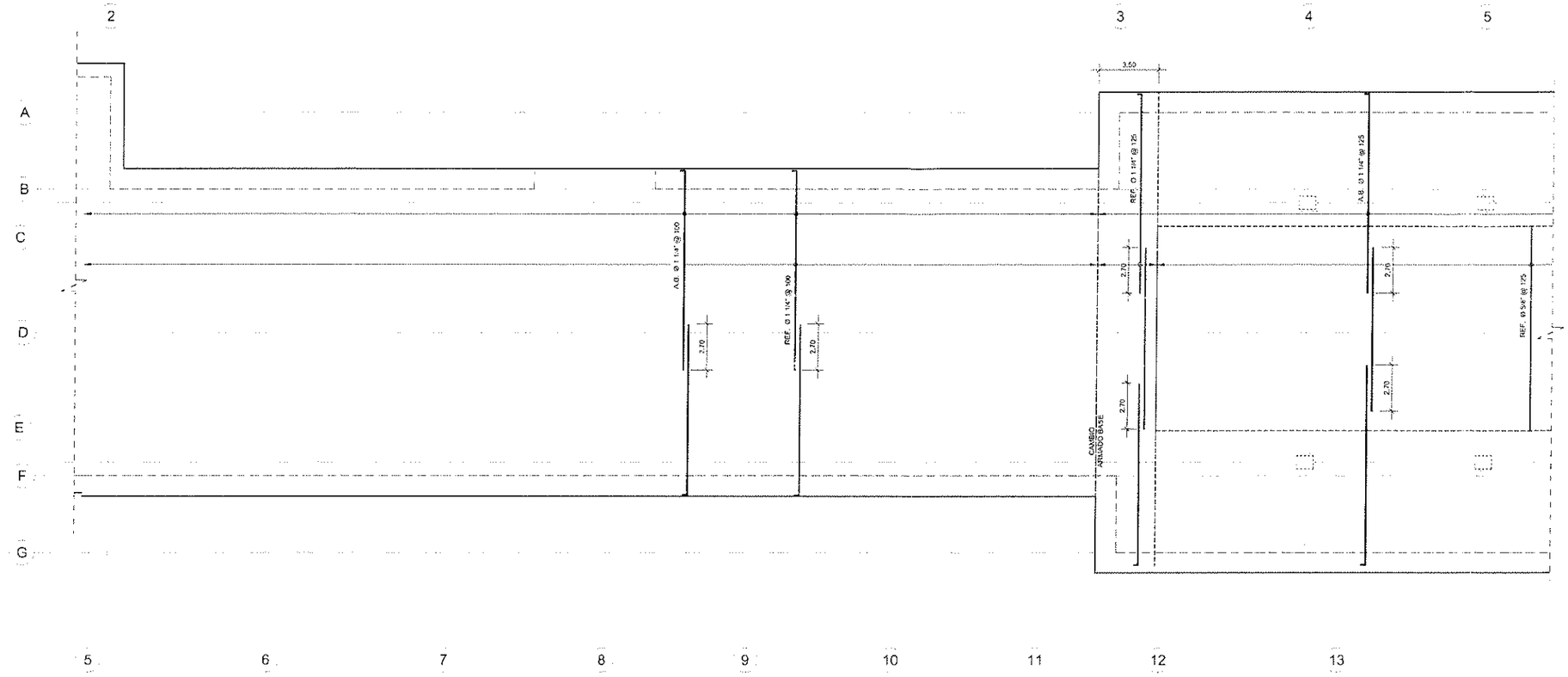
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA CUBIERTA

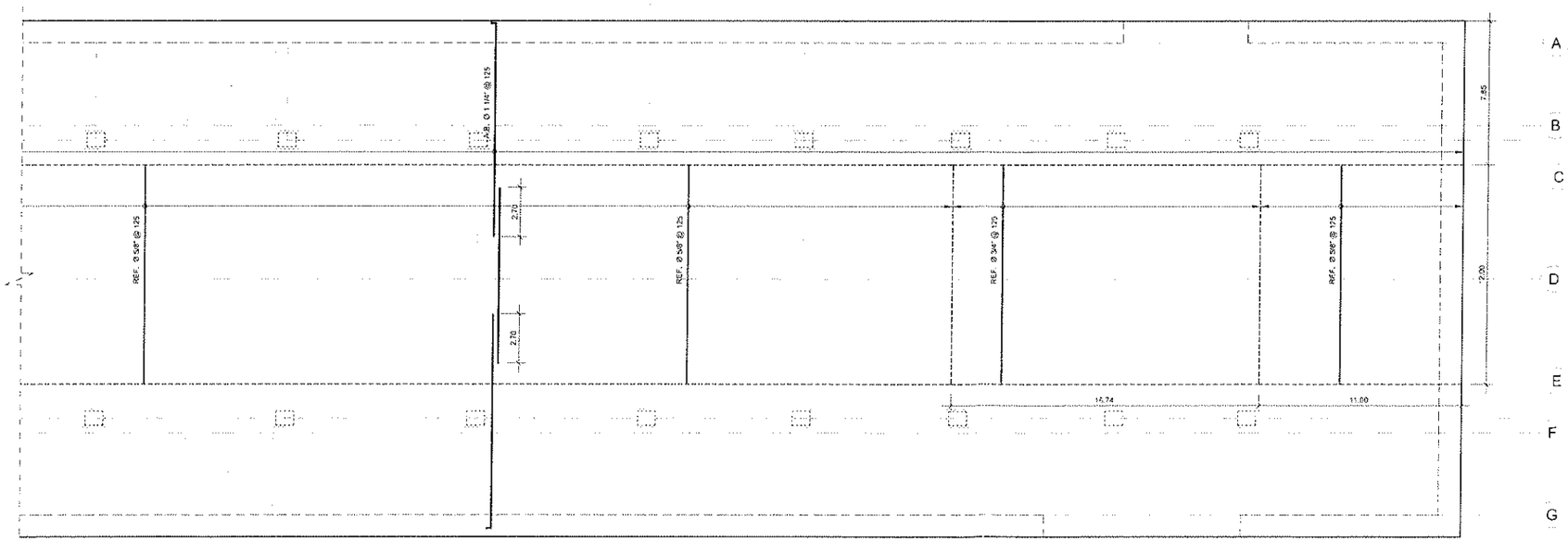
PLANO N° PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P-001
HOJA 01 de 07
REVISIÓN 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P001-P001.dwg

\\clientes\autodesk\proyectos\pro2\159913 documentación temporal\pro3\xxxx x\plot\dwg\02 planos\01-02\07_ploc-est-esr-l2-20-05-cub-p001-p001_ploc-est-esr-l2-20-05-cub-p001-r001.dwg - 07/02/2014 - 20:15

013393





ARMADO TRANSVERSAL INFERIOR

1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

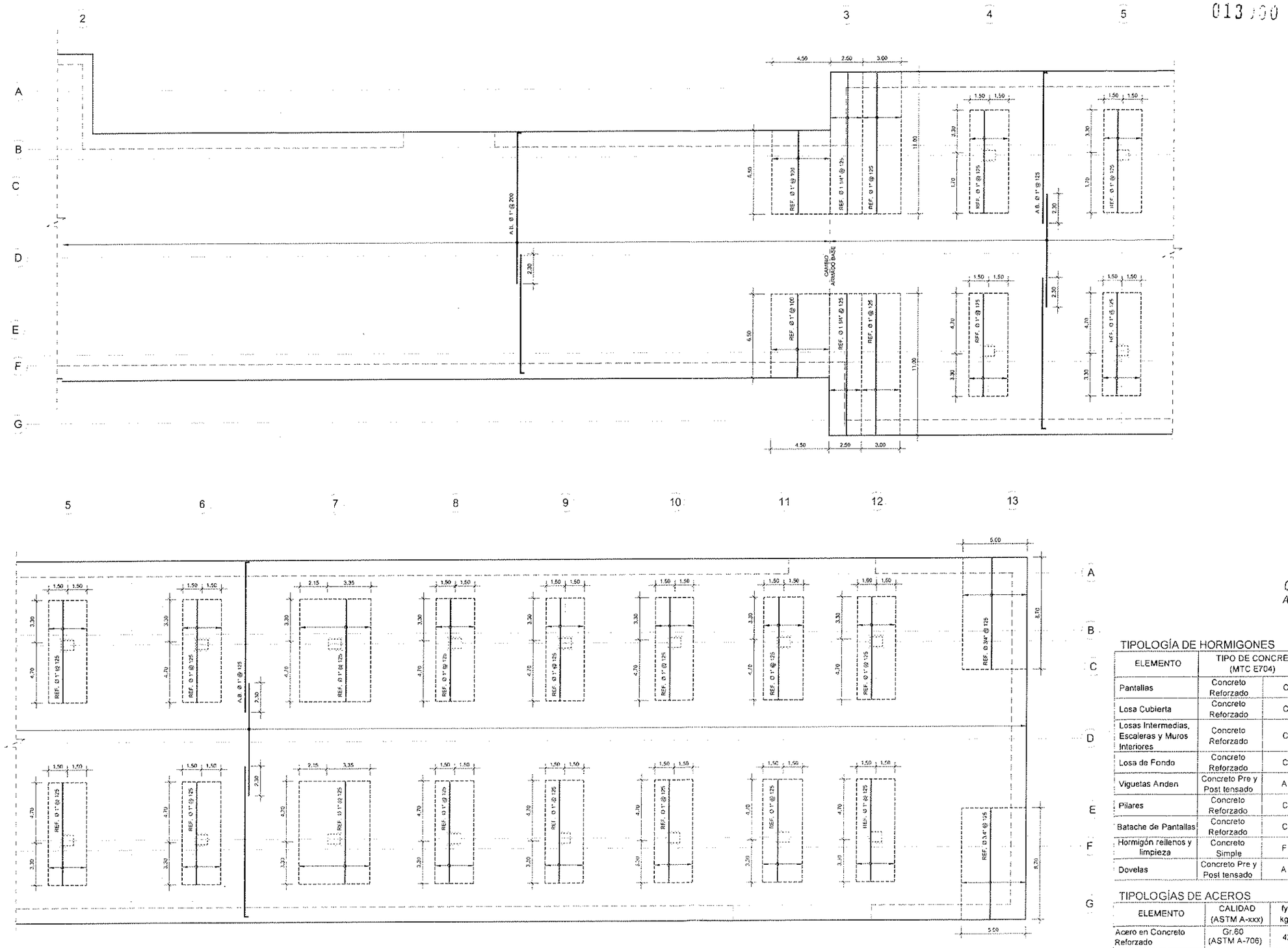
ESCALA: 1 : 150
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA CUBIERTA, ARMADO TRANSVERSAL INFERIOR

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P-002
HOJA: 02 de 07
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P002-P006.dwg

Ruta: \\vmfsnet\vmet\pub\2-21-10\01 documentacion temporal\PG\xxxx + bol.ra.ltm\02 planos\11-12\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:12



ARMADO TRANSVERSAL SUPERIOR

1 : 50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

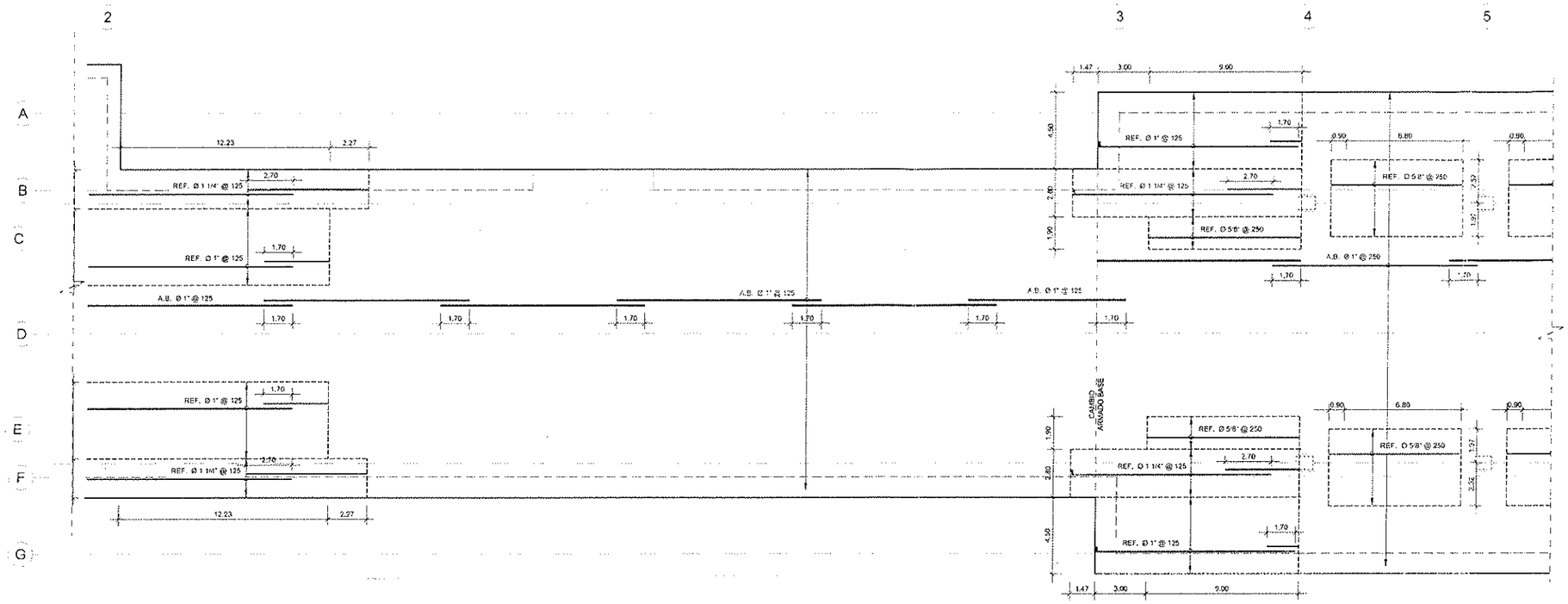
ESCALA: 1 : 50
FECHA: FEBRERO 2014

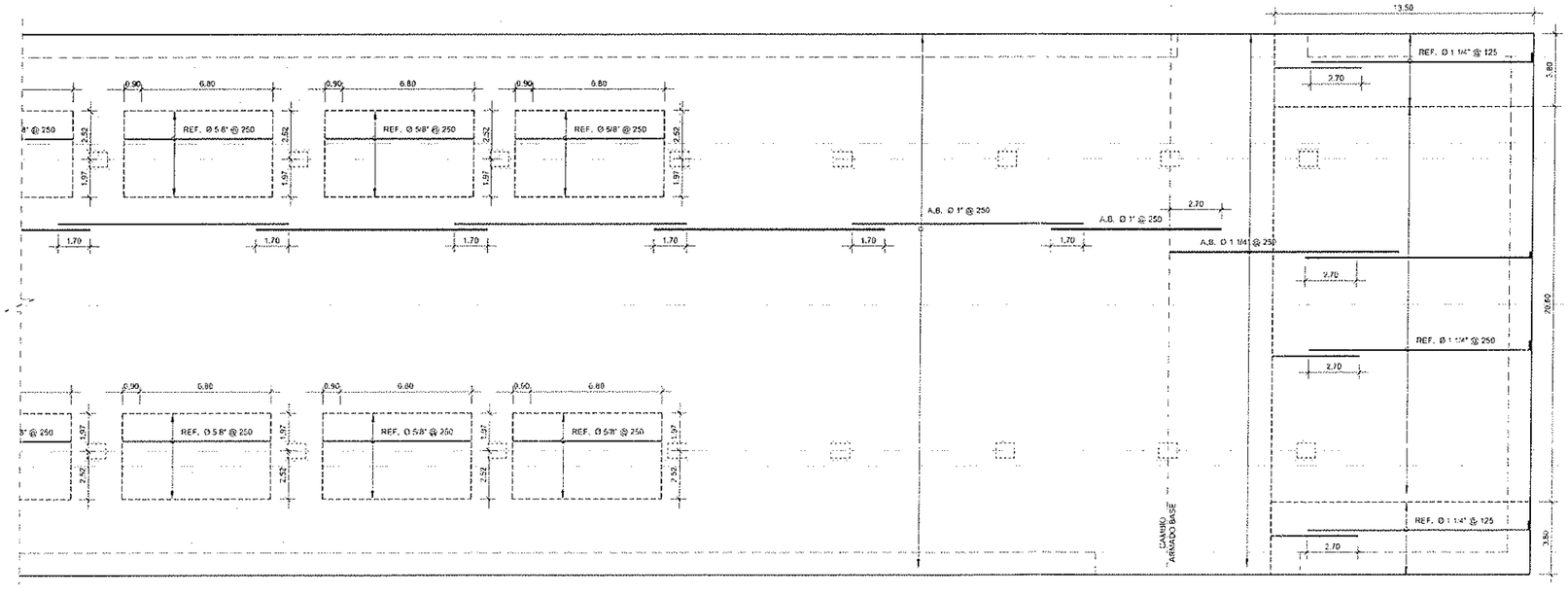
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMENTO-20
PLANTA CUBIERTA ARMADO TRANSVERSAL SUPERIOR

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P-003
HOJA: 03 de 07
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P002-P006.dwg

\\datacenter\conflictos\pk03-25-10\01-documentacion temporal\pk03-xxxx - bcd_m.lama\07 julanoy\01-02\07_plan-est-esr\0701_plan-est-esr-l2-20-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:13





ARMADO LONGITUDINAL INFERIOR
1 : 50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Balache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

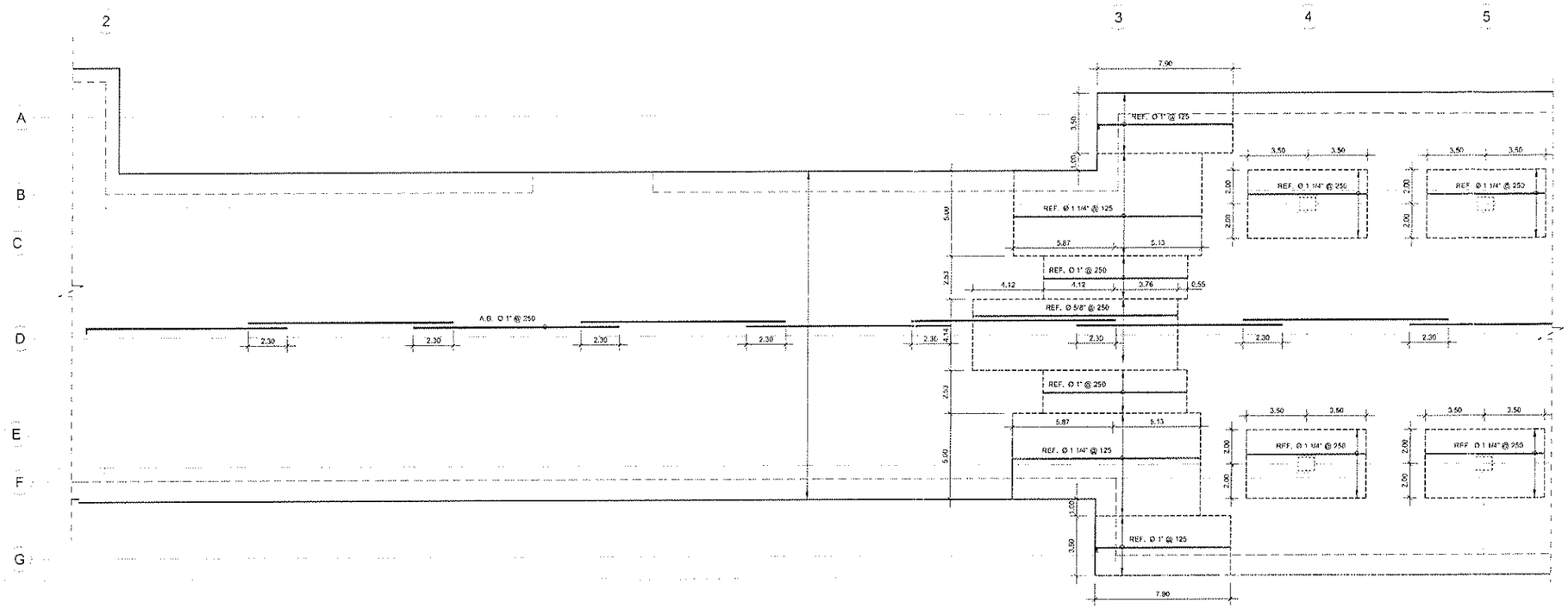
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA CUBIERTA ARMADO LONGITUDINAL INFERIOR

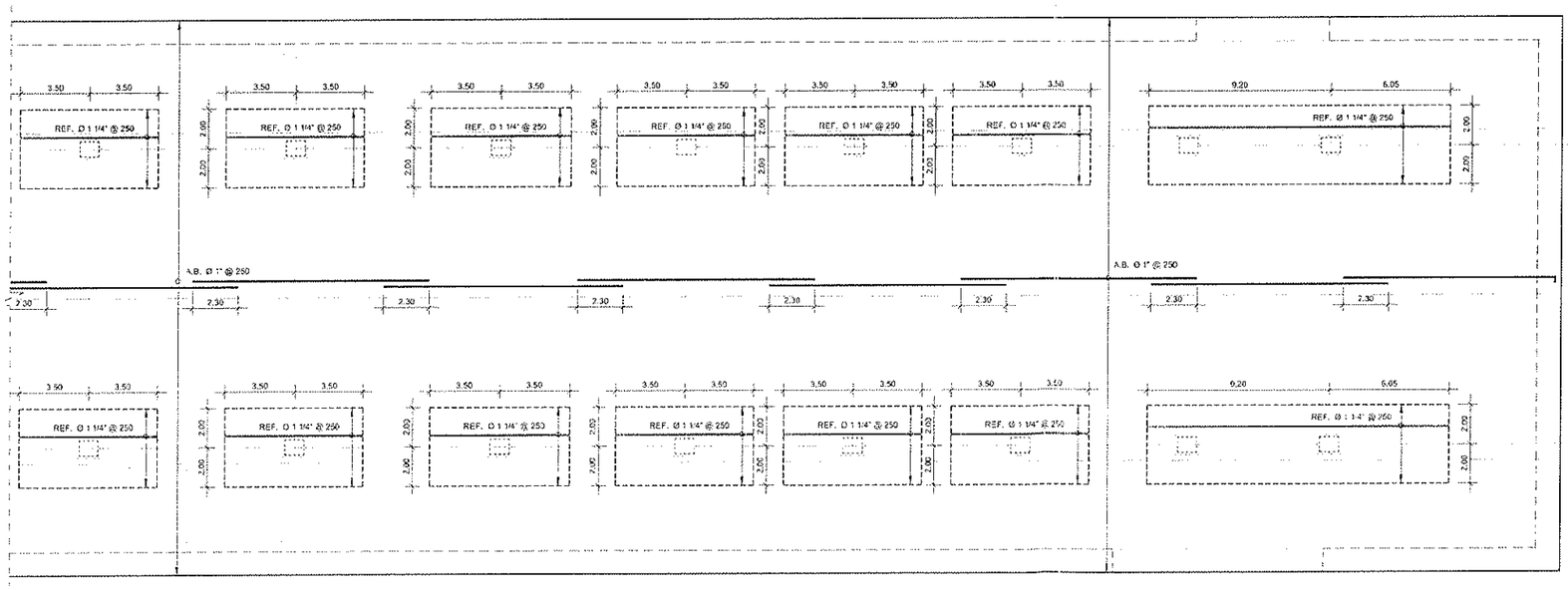
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P-004
HOJA: 04 de 07
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P002-P006.dwg

\\Datos\proyectos\proyectos\p03-21-19\01 documentacion\temporal\p03-xxxx - fluid mx\Mario02 (alonso)\1-4\20 / ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:13

013002





ARMADO LONGITUDINALSUPERIOR

1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

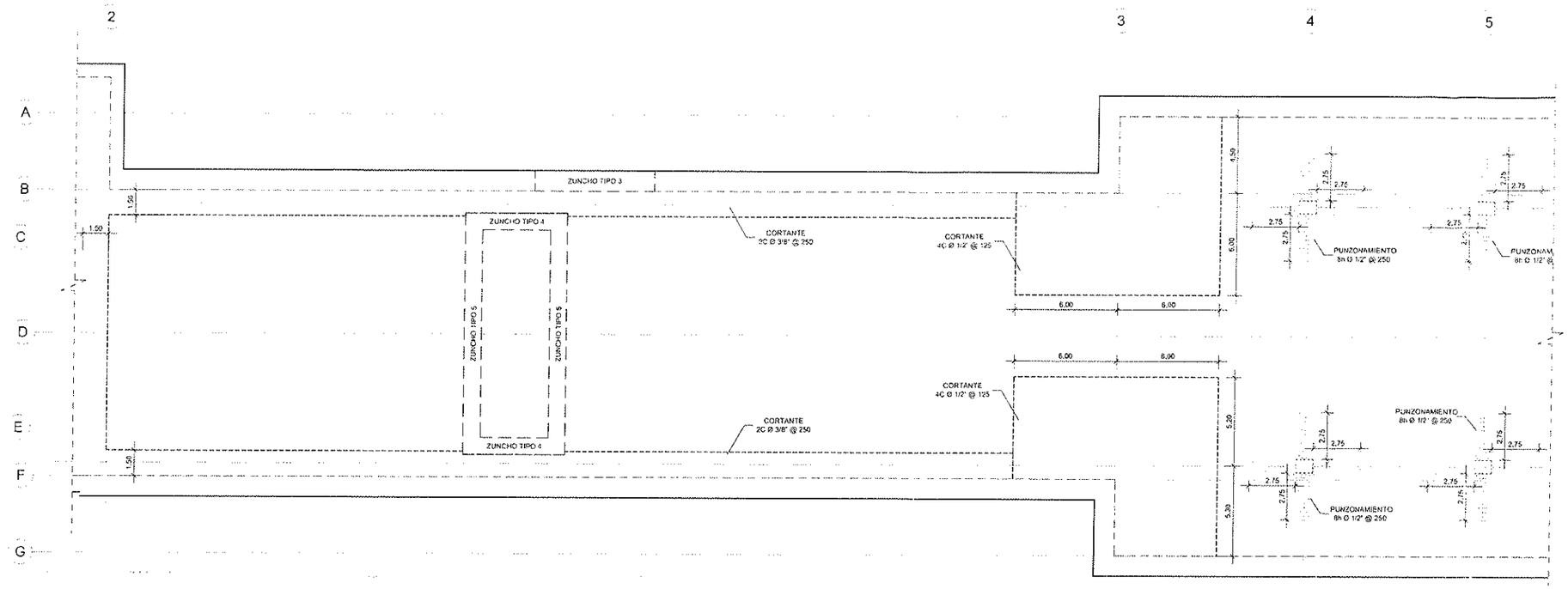
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA CUBIERTA ARMADO LONGITUDINAL SUPERIOR

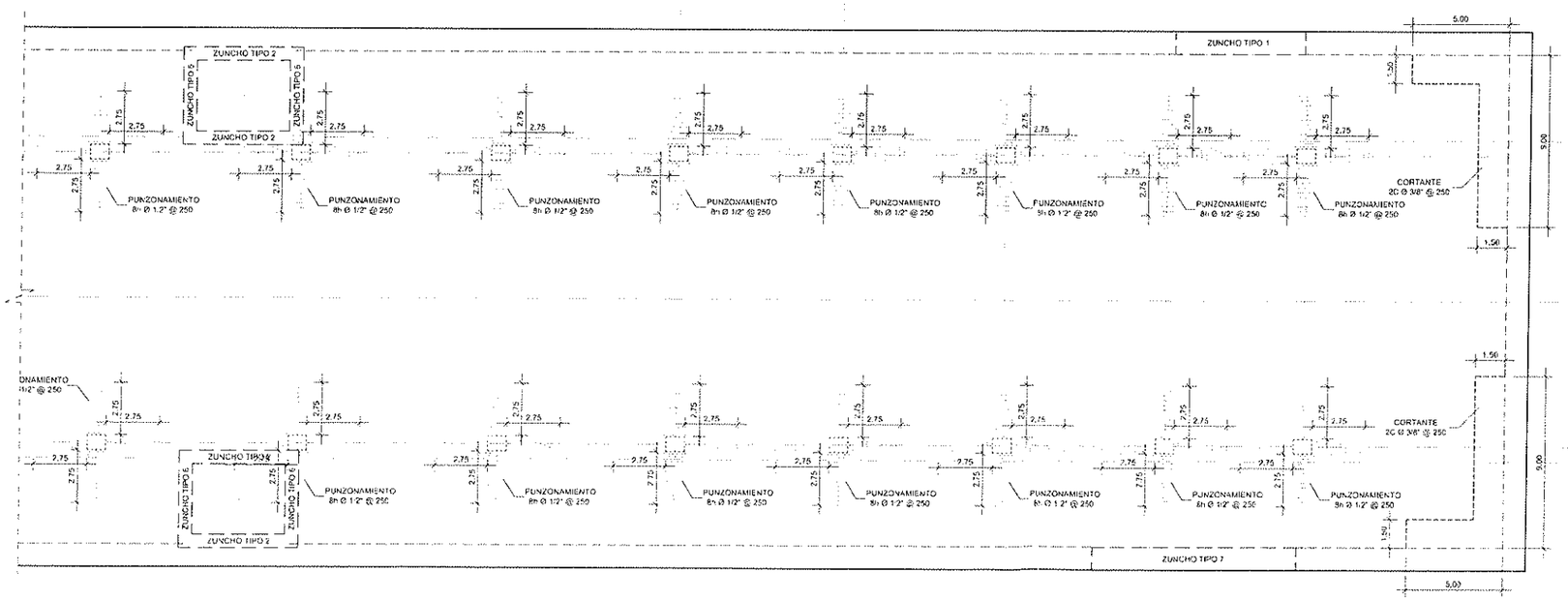
PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P-005
HOJA: 05 de 67
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P002-P006.dwg

Julia.vera\Documents\NSG-21\0701 documentacion limpieza\dgn\xxx-xxx-xxx-xxx-est-esr\02 planos\01-12\07_planos-esr-0701_ploc-est-esr-l2-20-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:13

013003





ARMADO CORTANTE Y PUNZONAMIENTO

1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

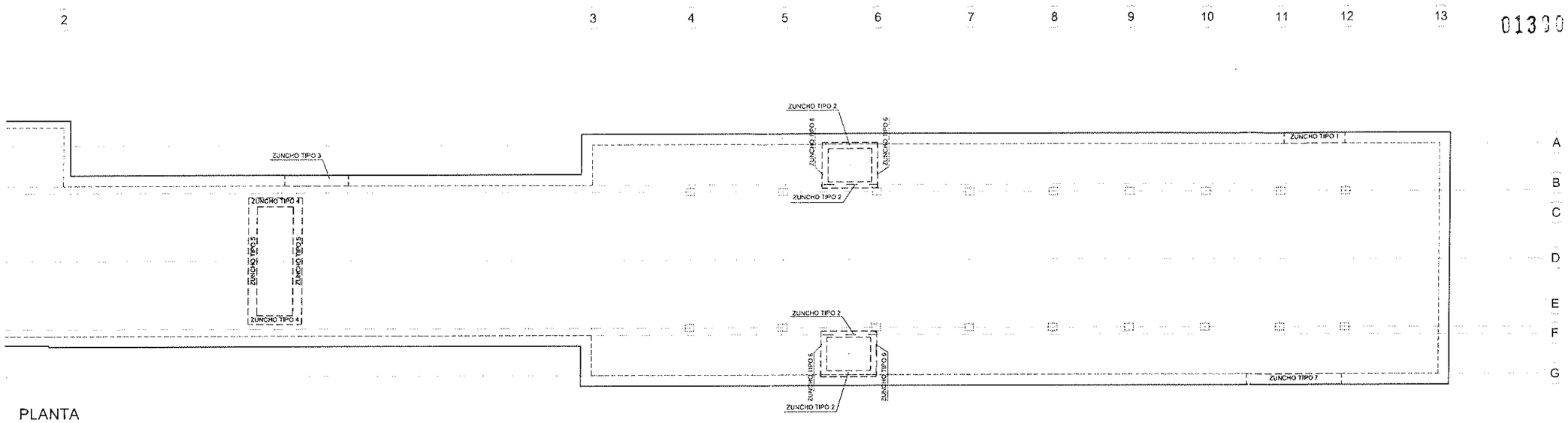
ESCALA: A1 1 : 50
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA CUBIERTA ARMADO CORTANTE Y PUNZONAMIENTO

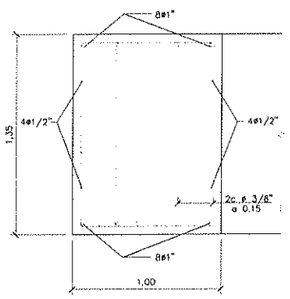
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P-006
HOJA: 06 de 07
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-05-CUB-P002-P006.dwg

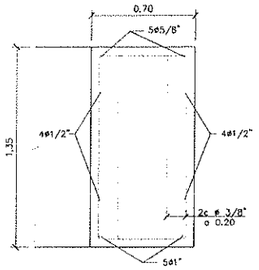
Validez del documento: pd3-xxxx-Instalaciones temporales\pd3-xxxx-Instalaciones temporales\02 planos\01-ESTR_plan-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:13



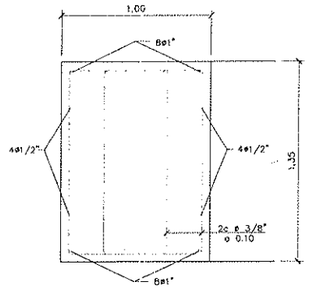
PLANTA
1 : 250



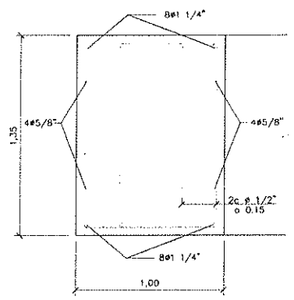
ZUNCHO TIPO 1
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20



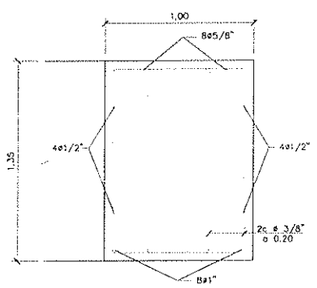
ZUNCHO TIPO 2
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20



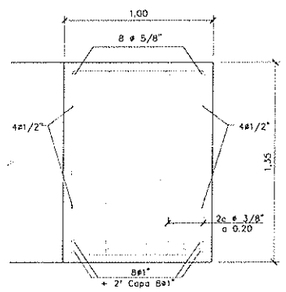
ZUNCHO TIPO 3
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20



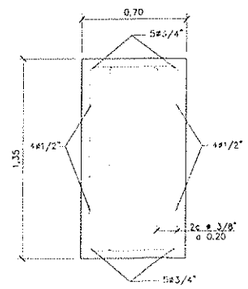
ZUNCHO TIPO 7
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20



ZUNCHO TIPO 4
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20



ZUNCHO TIPO 5
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20



ZUNCHO TIPO 6
SECCIÓN TRANSVERSAL
1 : 20

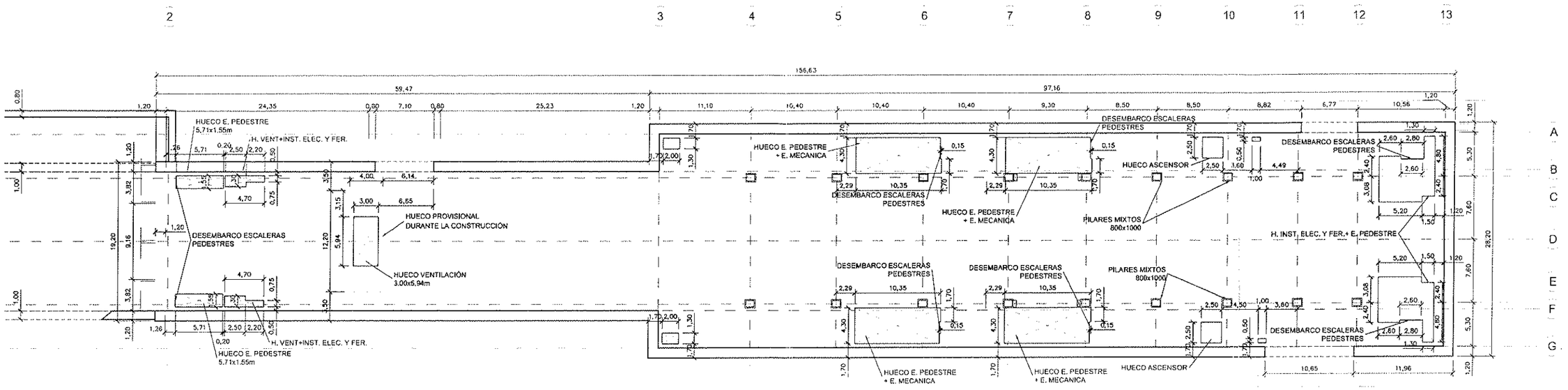
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000



PLANTA VESTÍBULO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=30.00m	1.20	(**)
	Zona estrecha. L=29.00m	1.20	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.60	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c,min Mpa	f'c,diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

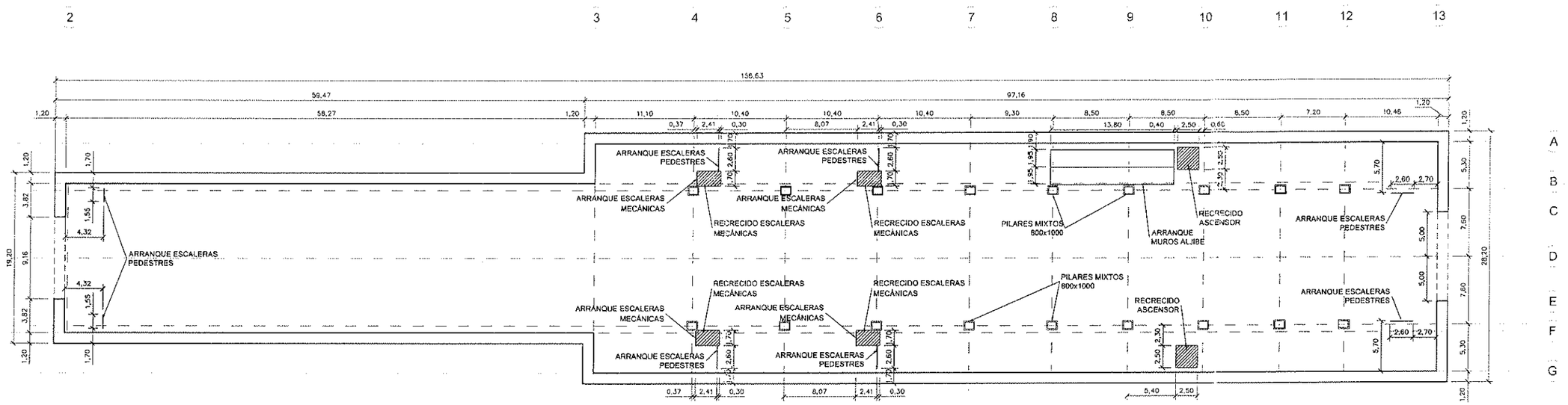
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA VESTÍBULO

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-20-06-VES-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-06-VES-P001-P001.dwg

N:\Documentos\Consorcio\Linea2-2445\01 Documentacion Ingenieril\02 Planos\01-02\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-06-ves-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:11

013005



PLANTA LOSA FONDO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha, L=30.00m	1.20	(**)
	Zona estrecha, L=29.00m	1.20	(**)
	Bataches en Pilas, L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel, Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel, Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo, Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo, Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre.y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy,min kg/cm2	fy,max kg/cm2	fu,min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 1:250
FECHA FEBRERO 2014

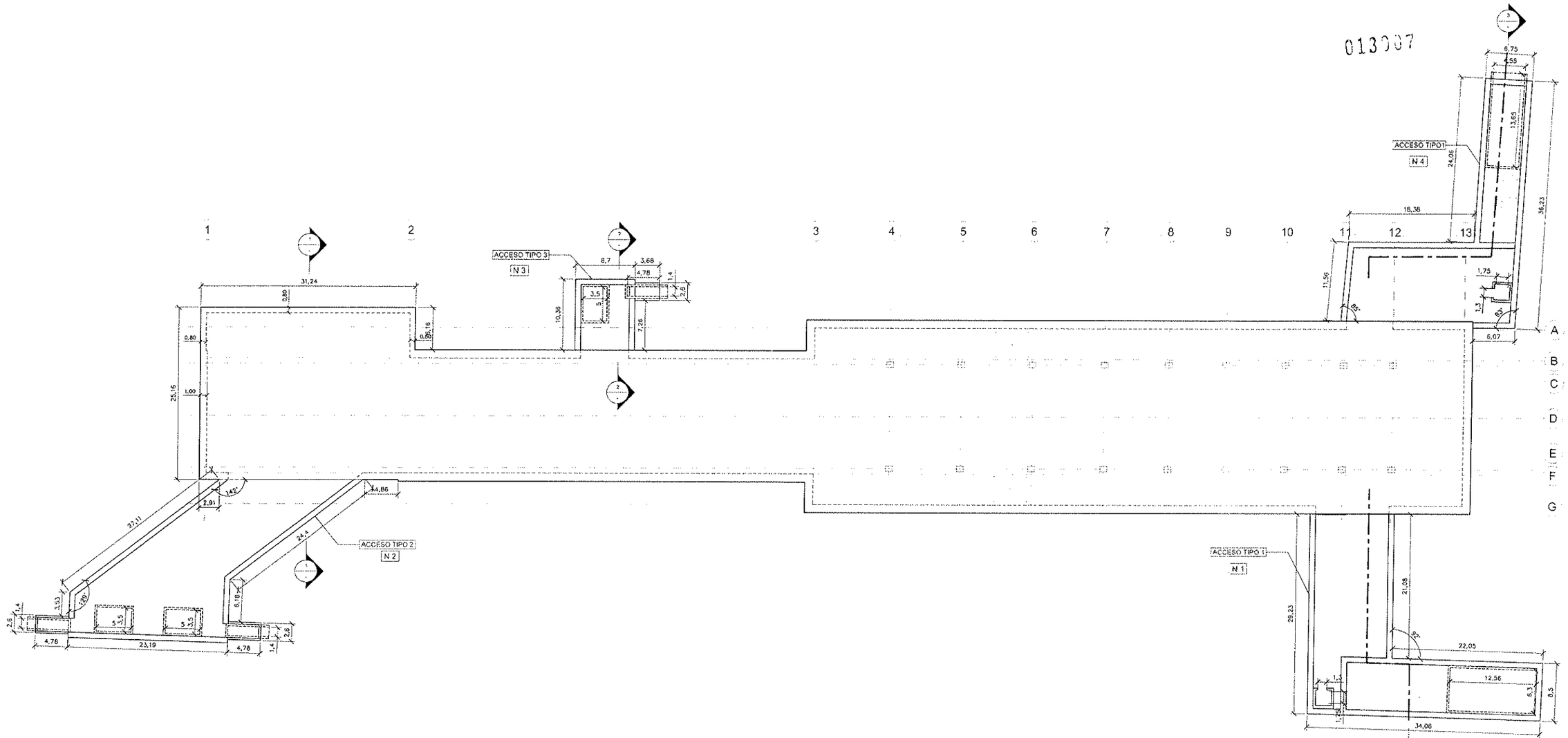
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA LOSA FONDO

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-20-07-LSF-P-001
HOJA 01 de 01
REVISIÓN 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-07-LSF-P001-P001.dwg

[14284]

013007



PLANTA ACCESOS
1 : 300

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

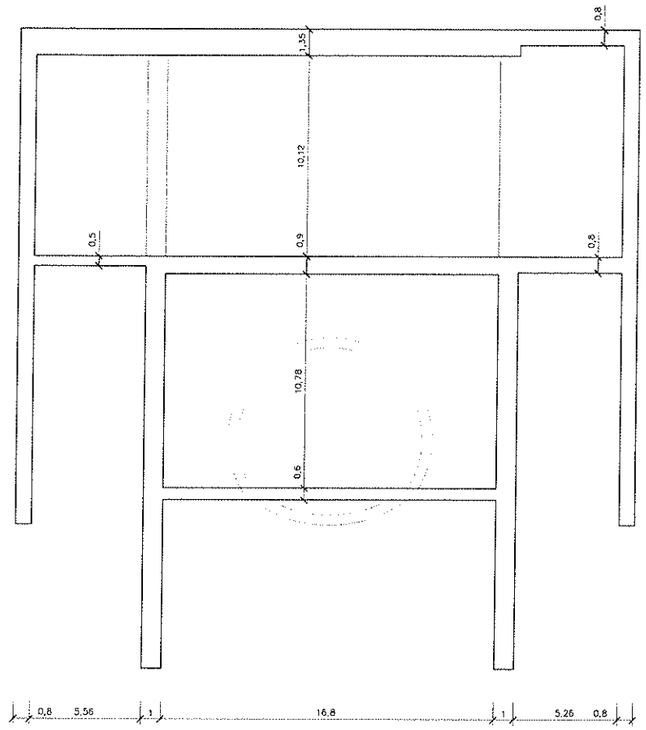
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA ACCESOS

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-20-08-ACC-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

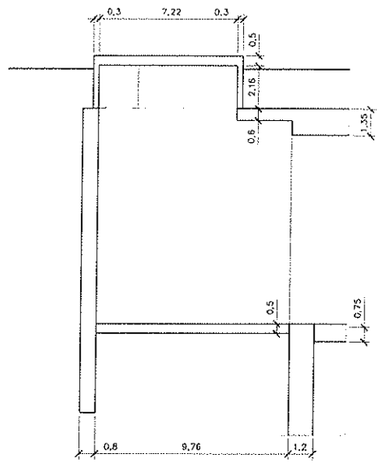
0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-08-ACC-P001-P002.dwg

C:\Estructuras\Documentos\PLOC-EST-ESR-L2-20-08-001 - Documentacion complementaria\dgn\xxx - local.in.lima\02 planos\01-dgn\07_ploc-est-esr-l2-20-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:08

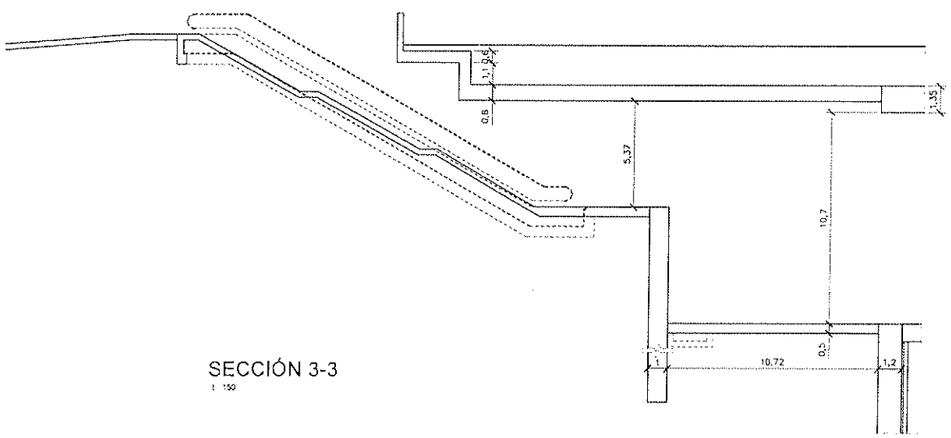
013008



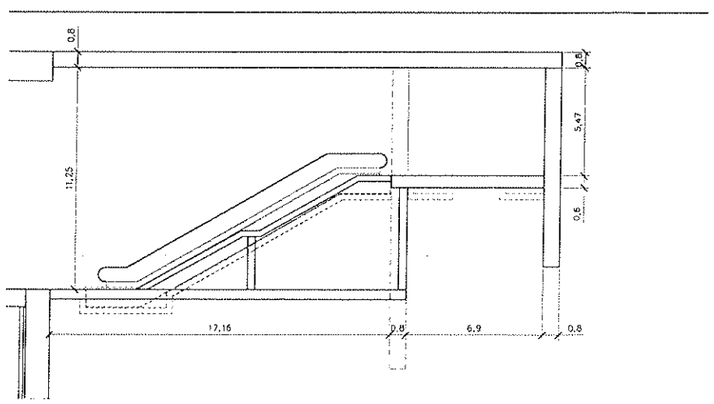
SECCIÓN 1-1
1 : 150



SECCIÓN 2-2
1 : 150



SECCIÓN 3-3
1 : 150



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

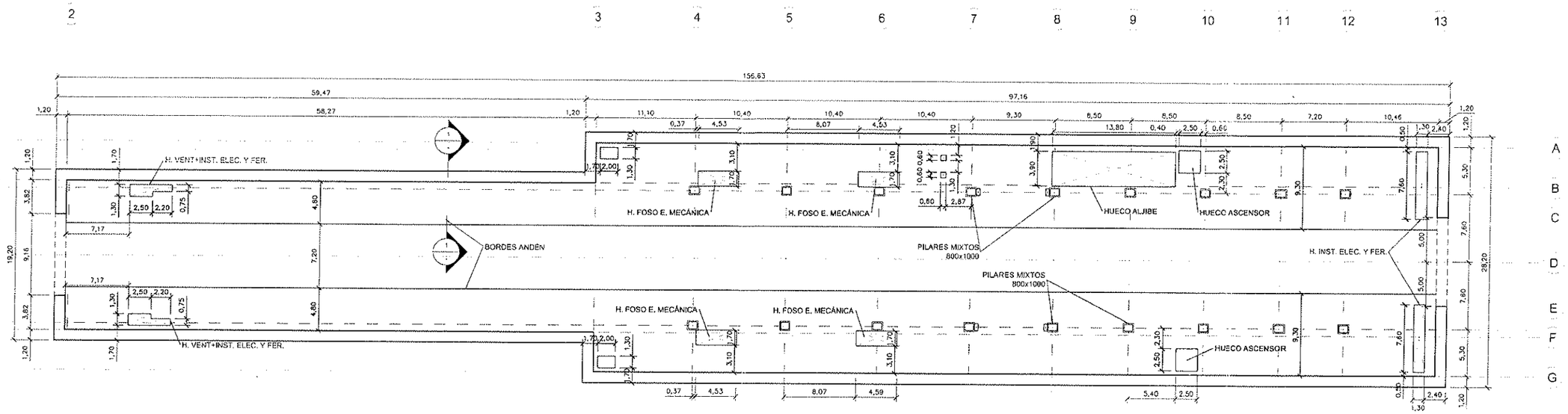
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
SECCIONES ACCESOS

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-20-08-ACC-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-20-08-ACC-P001-P002.dwg

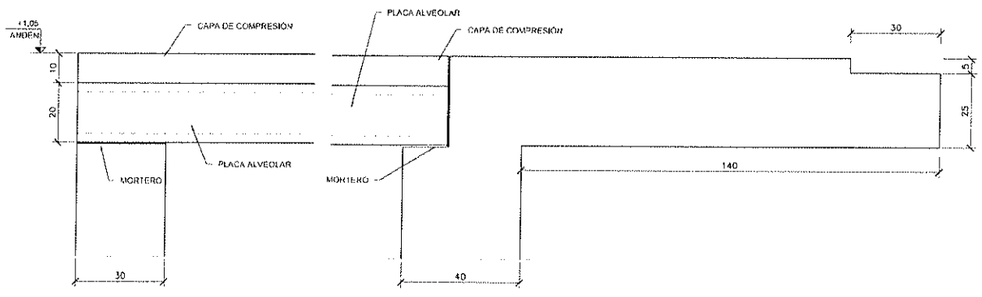
\\Datos\proyectos\proyectos-0701\0701 documentacion respuesta\planos\01-12\01_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-20-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:08

013009



PLANTA ANDÉN

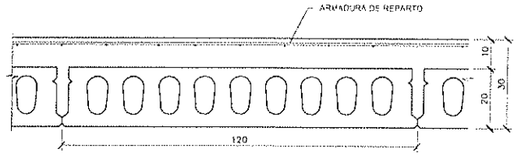
1 : 250



SECCIÓN 1-1

1 : 10

COTAS EN cm



DETALLE PLACA ALVEOLAR

1 : 10

COTAS EN cm

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c,min Mpa	f'c,diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

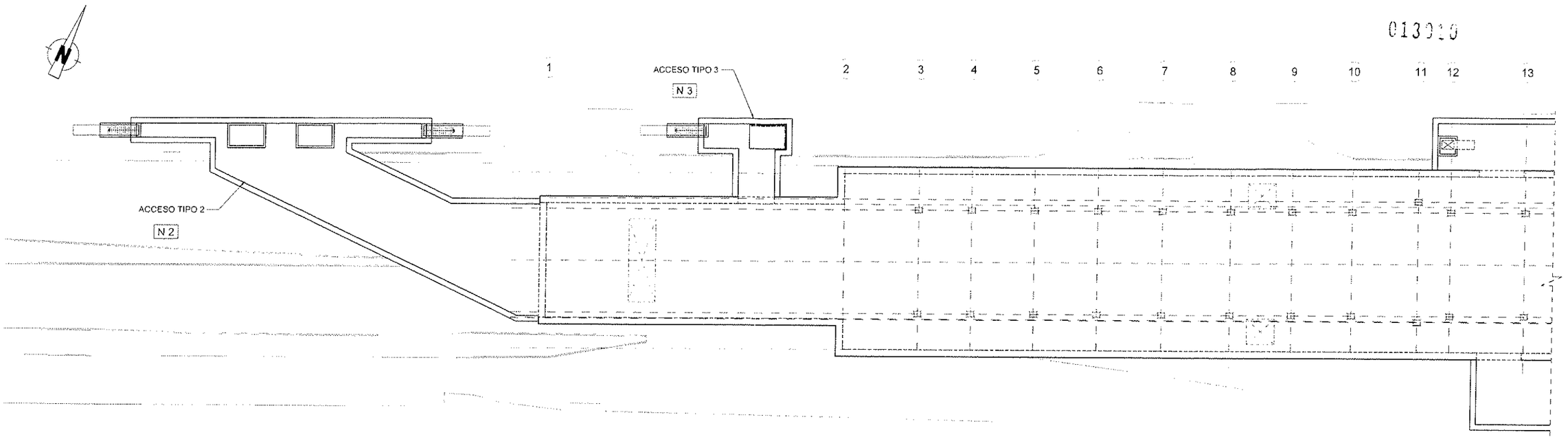
ESCALA	1:250	
FECHA	FEBRERO 2014	

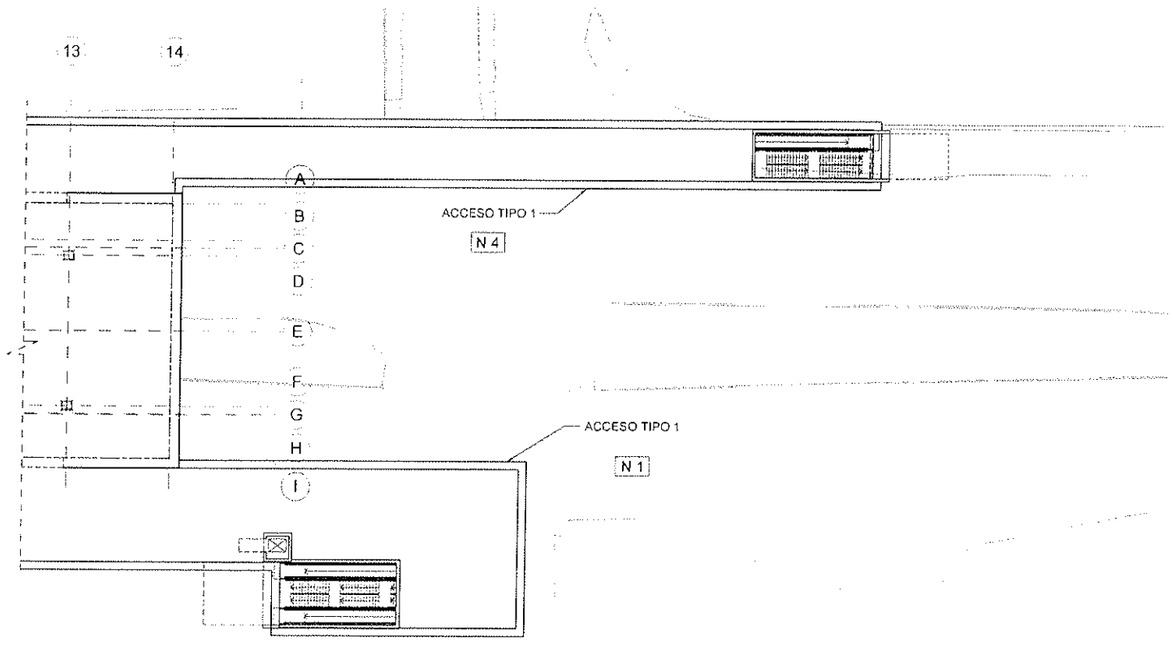
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN EVITAMIENTO-20
PLANTA ANDÉN

CÓDIGO PLOC-EST-ESR-L2-20-09-AND-P-001 | HOJA 01 de 01 | REVISIÓN 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

C:\Users\avesa\Desktop\2 PARTE\documentacion complementaria\03-docs-+list.mi.lmas\02 planos\1-12-07_ploc-est-esr-l2\01_gaxx-est-esr-l2-20-09-and\p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:08





PLANTA
1:300

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingeniería

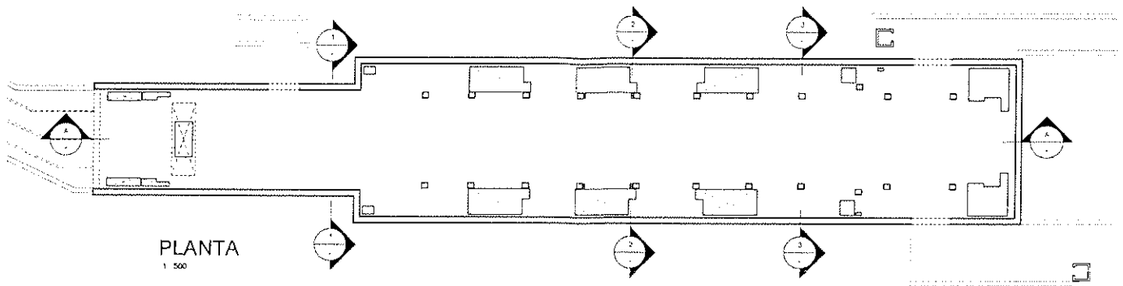
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

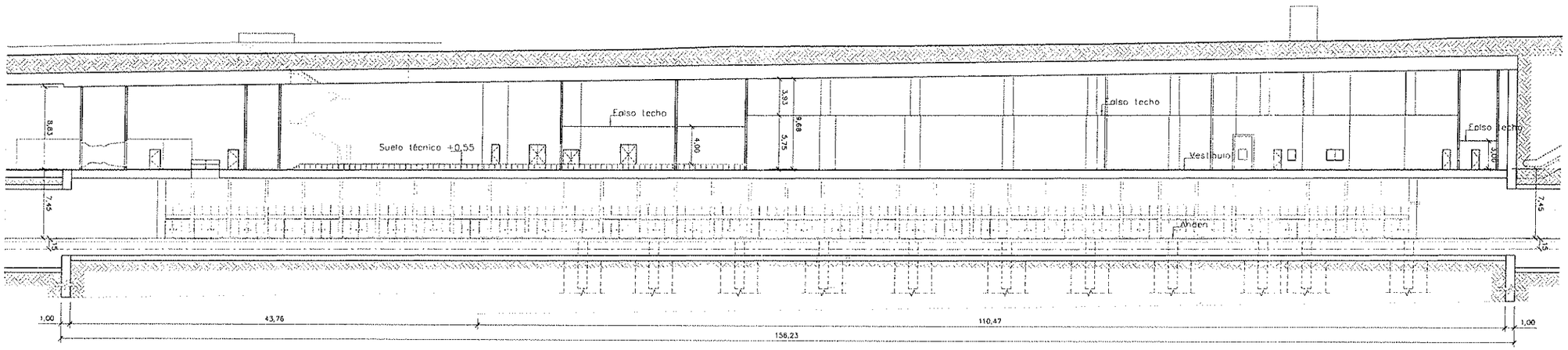
ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

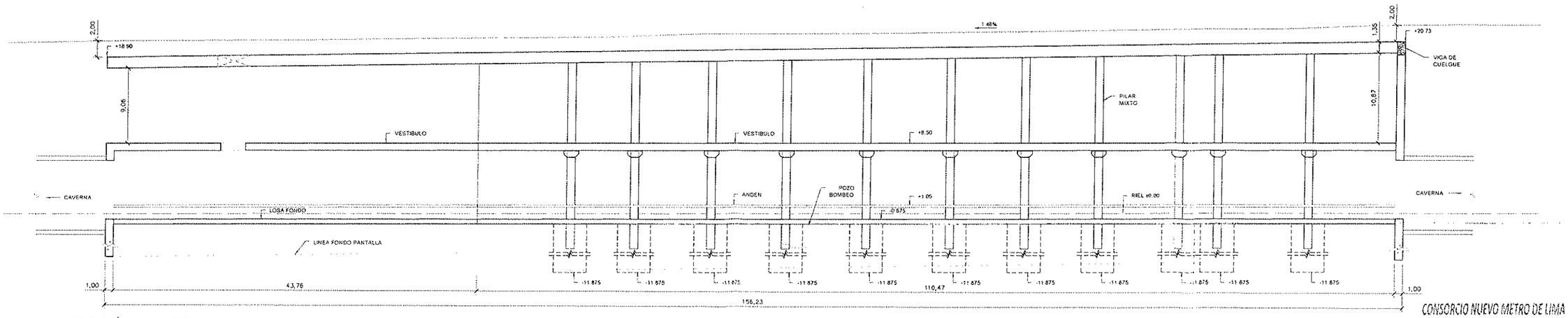
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE-P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE-P001-P003.dwg

C:\Users\rcondorcayo\Desktop\0-Trabajo\1-documentacion temporal\p03-xxxx - lod.n.linea\2 planos\1-f2.07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-21-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:10







SECCIÓN LONGITUDINAL A-A
1 : 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

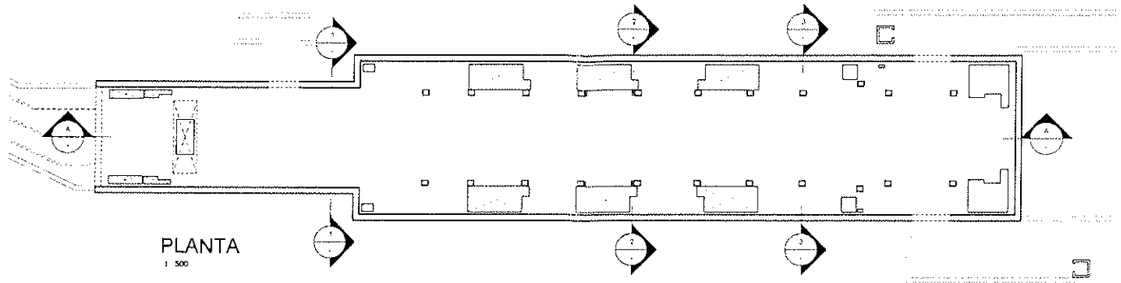
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
SECCIÓN LONGITUDINAL

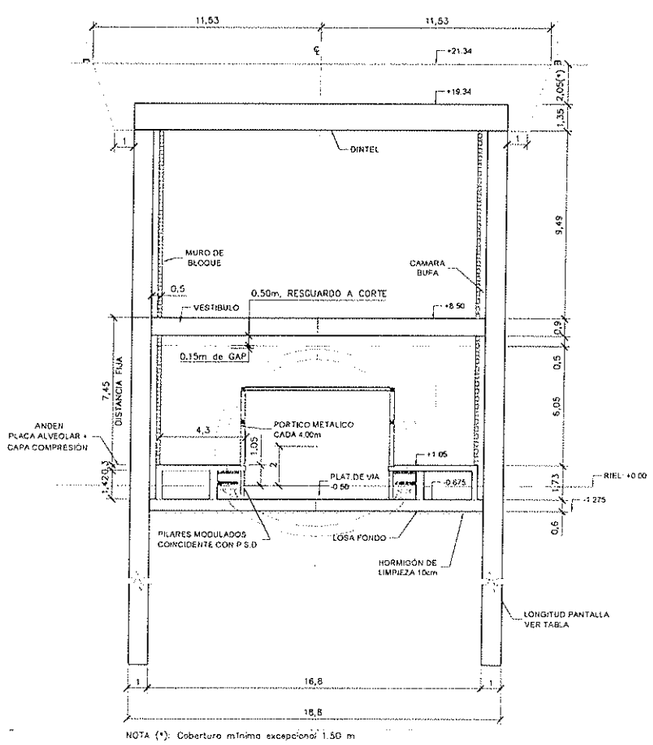
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE-P-002
HOJA: 02 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE-P001-P003.dwg

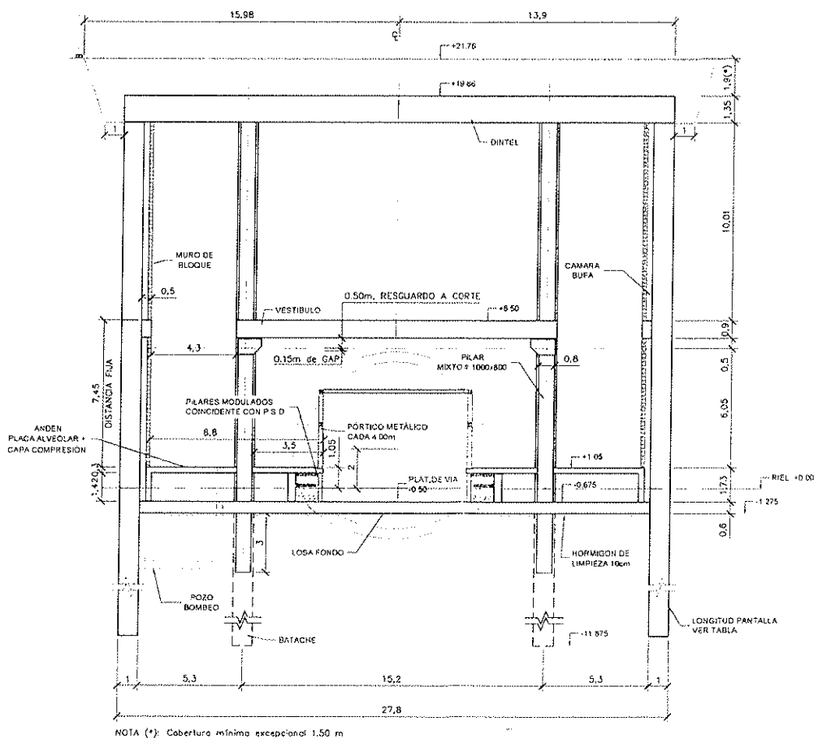
C:\Users\mcruz\Desktop\Temporal\P003-v2.xxx-Hect.m.km-002 plano\911-0207_plano-est-esr-l2-21-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:10

013012

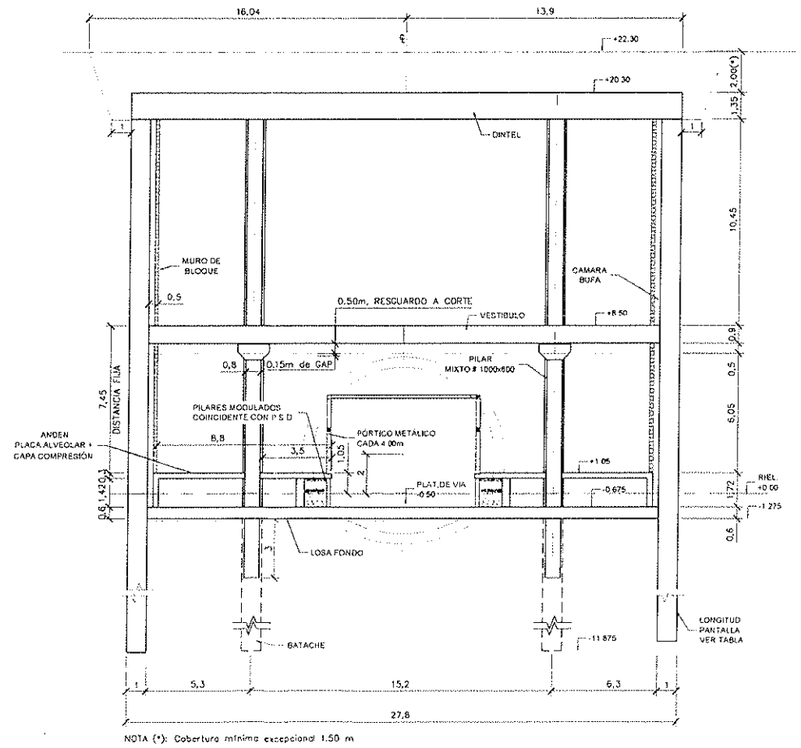




SECCIÓN 1-1
1 : 150



SECCIÓN 2-2
1 : 150



SECCIÓN 3-3
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

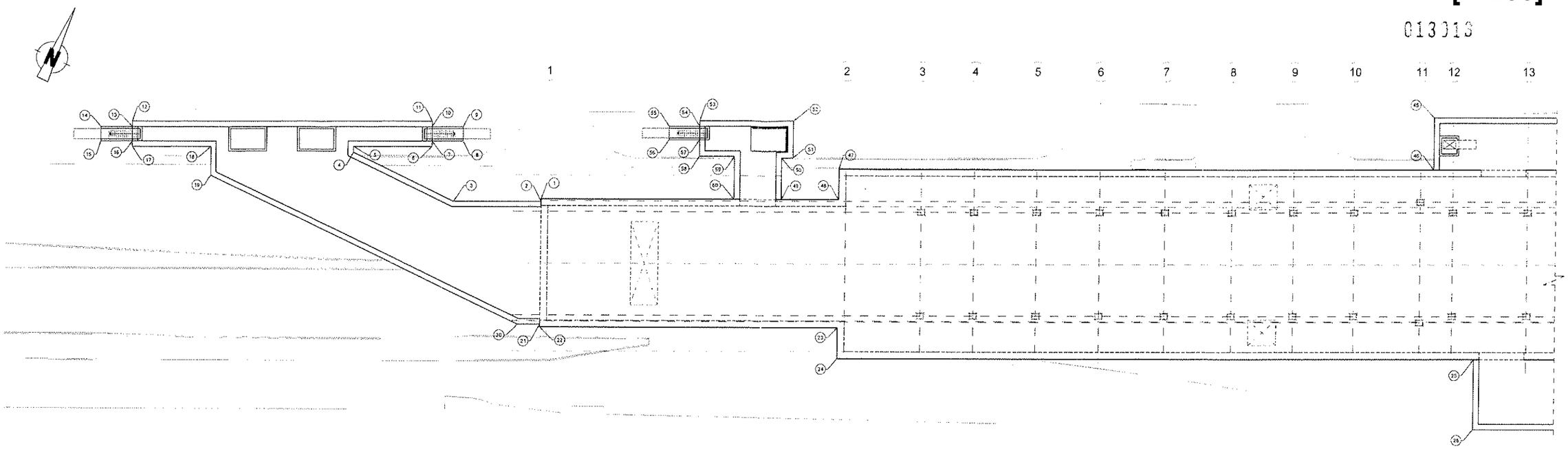
ESCALA: A1: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

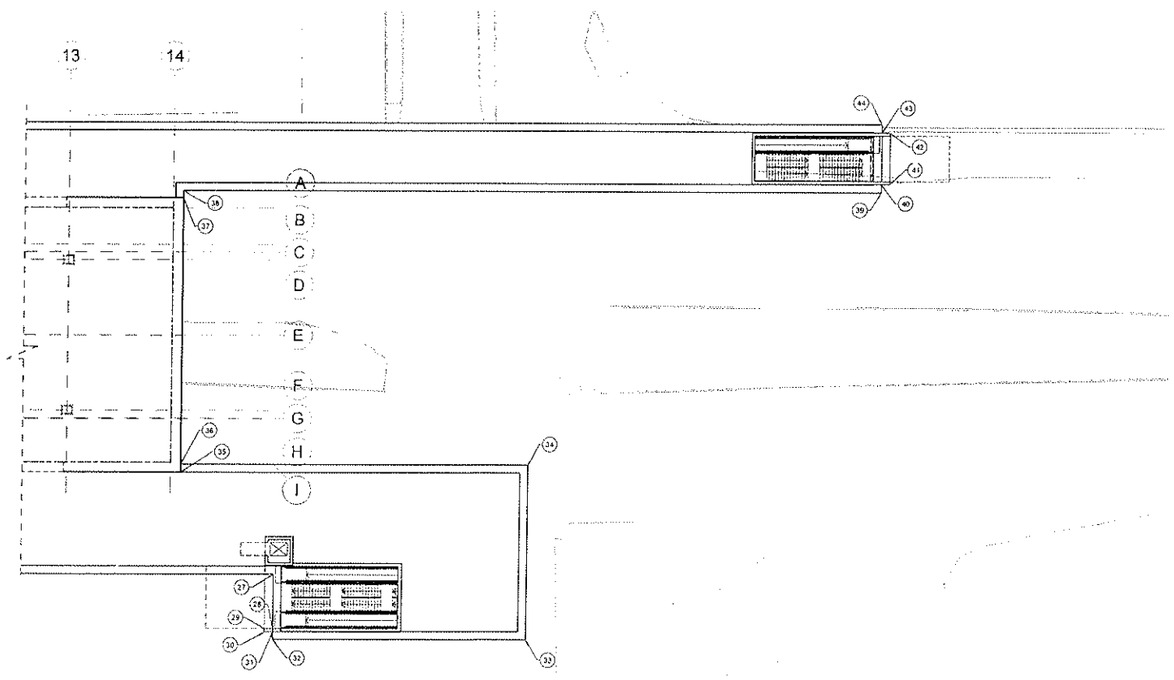
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA-21
SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE-P-003
HOJA: 03 de 03
VERSIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Esavecivil\estructuras\proj-21-18\03 documentacion\contractual\pdf\3-xxx-xxx-licit.m.bim\02 planos\01-dge\01 plano-est-esr-l2-21-01-dge-p003-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:10





PLANTA REPLANTEO

1 : 500

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	285964.245	8666564.786
2	285964.408	8666564.421
3	285952.895	8666559.196
4	285936.226	8666559.855
5	285935.878	8666560.428
6	285946.456	8666565.189
7	285946.126	8666565.919
8	285950.304	8666567.799
9	285949.442	8666569.714
10	285945.268	8666567.834
11	285944.938	8666568.563
12	285904.615	8666550.503
13	285905.143	8666549.774
14	285900.967	8666547.894
15	285901.829	8666545.979
16	285906.005	8666547.859
17	285906.333	8666547.129
18	285916.911	8666551.891
19	285918.644	8666548.041
20	285968.740	8666546.644

PTO	X	Y
21	285971.740	8666547.982
22	285971.903	8666547.617
23	286011.865	8666565.442
24	286013.898	8666561.333
25	286096.917	8666599.346
26	286103.116	8666589.932
27	286129.346	8666601.632
28	286131.586	8666596.609
29	286130.814	8666596.265
30	286130.966	8666595.945
31	286131.729	8666596.289
32	286132.034	8666595.605
33	286155.386	8666606.021
34	286148.173	8666622.193
35	286116.415	8666607.151
36	286116.089	8666607.882
37	286106.090	8666632.540
38	286104.793	8666633.207
39	286169.033	8666661.862
40	286168.667	8666662.638

PTO	X	Y
41	286169.453	8666662.984
42	286167.345	8666667.733
43	286166.569	8666667.387
44	286166.223	8666668.163
45	286076.906	8666629.215
46	286082.015	8666622.246
47	286002.373	8666586.721
48	286004.207	8666582.612
49	285996.476	8666579.164
50	285993.981	8666584.759
51	285995.494	8666585.435
52	285993.292	8666590.365
53	285980.766	8666584.778
54	285981.092	8666584.047
55	285976.909	8666582.181
56	285977.724	8666580.355
57	285981.907	8666582.221
58	285982.887	8666580.024
59	285987.559	8666582.108
60	285990.131	8666576.334

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:500
FECHA: FEBRERO 2014

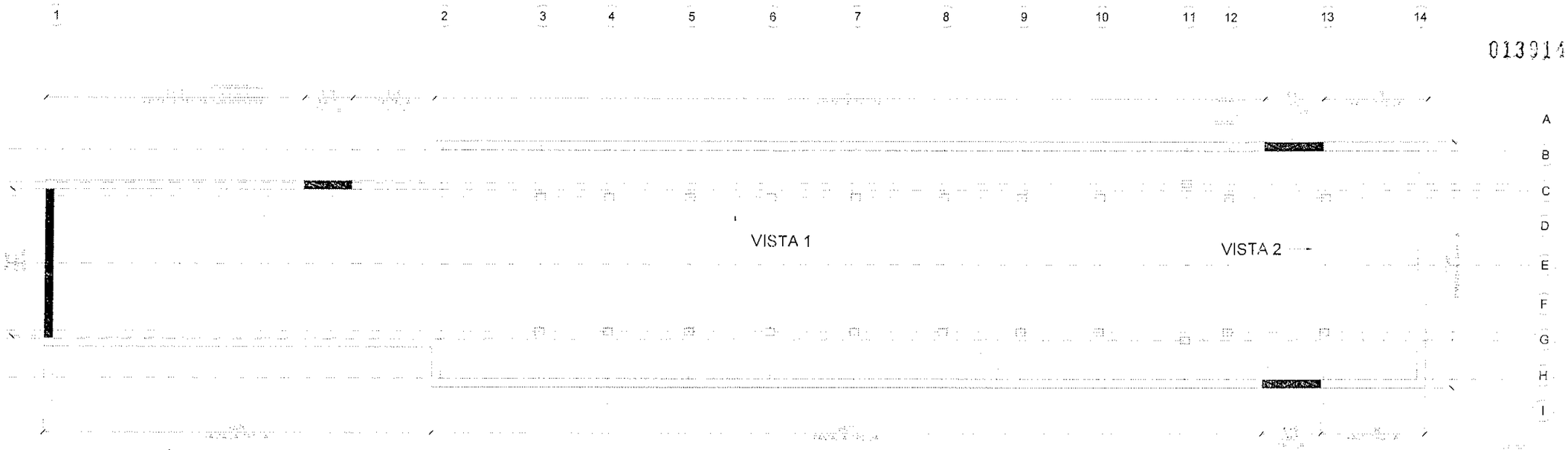
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA REPLANTEO

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-21-02-REP-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

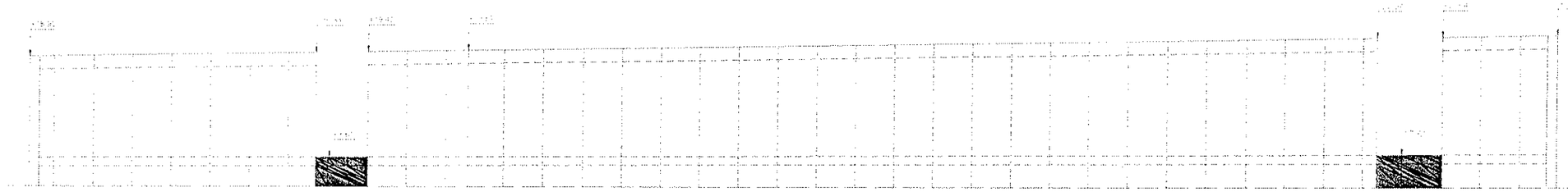
0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-02-REP-P001-P001.dwg

\\Mainfs\ingenieria\proj\21-2\1803 documentacion temporal\p03-xxxx Metro Linea\02 planos\11-02\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-21-02-rep-x001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:13

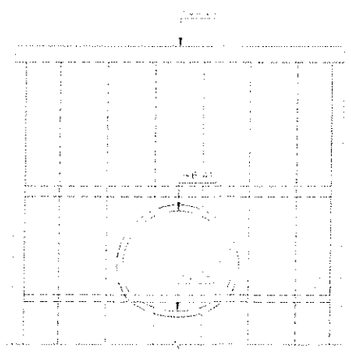
013914



PLANTA ESTACIÓN
1 : 250



VISTA 1
1 : 250



VISTA 2
1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=27.00m	1.00	(**)
	Zona estrecha. L=26.00m	1.00	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

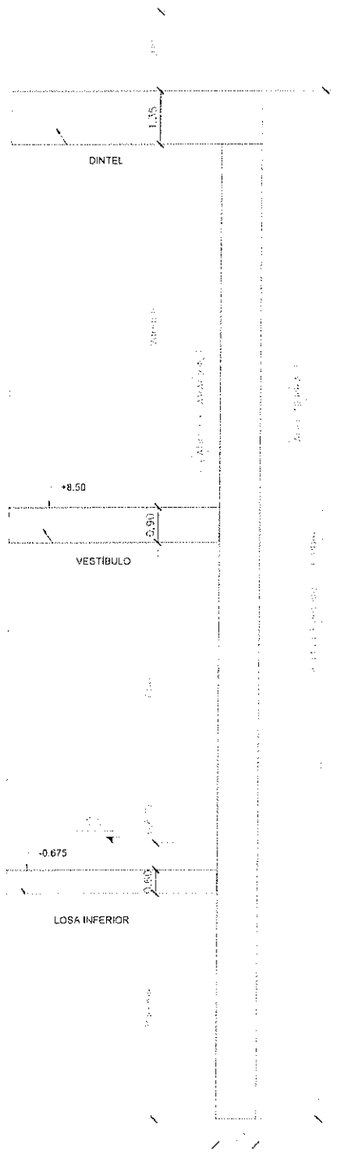
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PANTALLAS PLANTA

CODIGO: PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN-P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

0791_PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN-P001-P003.dwg

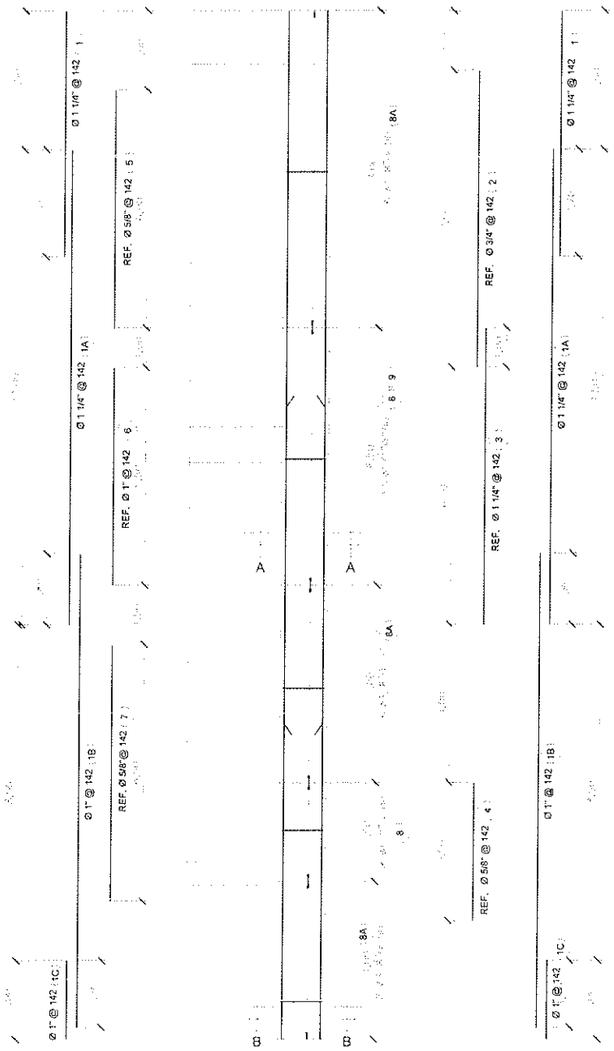
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\datacenter\obras\pl03-21-ltl01\4-documentacion-temporal\pl03-xxxx-t-lect_m-lima\02 planos\1-1203_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-21-03-pan-p001-p003-dwg - 07/02/2014 - 20:59



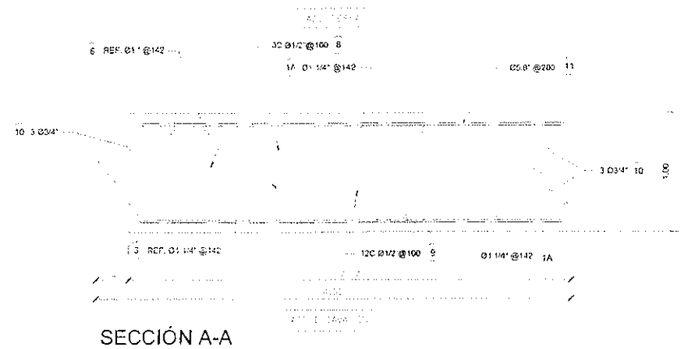
PANTALLA TIPO 1A. DEFINICIÓN

1:75



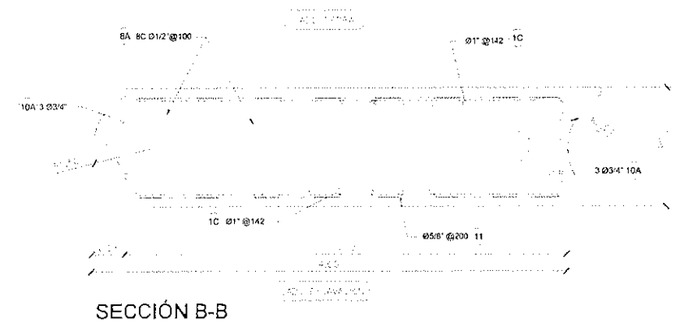
PANTALLA TIPO 1A. ARMADO

1:75



SECCIÓN A-A

1:25



SECCIÓN B-B

1:25

PANTALLA TIPO 1A
DESPIECE POR BATACHE

N	Ø	Uds	Long (m)	TOTAL (Kg)
1	1 1/4	56	6.20	2 161.320
1A	1 1/4	56	12.00	4.183.200
1B	1	56	12.00	2 671.200
1C	1	56	2.00	445.200
2	3/4	28	7.50	472.500
3	1 1/4	28	7.50	1.307.250
4	5/8	28	3.50	152.880
5	5/8	28	6.00	262.080
6	1	28	5.50	612.150
7	5/8	28	6.50	283.920
8	1/2	380	2.55	965.125
8A	3/8	704	2.55	999.930
9	1/2	272	2.55	690.826
10	3/4	12	12.00	324.000
10A	3/4	6	5.20	70.200
11	5/8	131	10.40	2 125.344
			TOTAL	17,727.125

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa euroestudios IT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:25 (A1) | 1:50 (A3)
FECHA: FEBRERO 2014

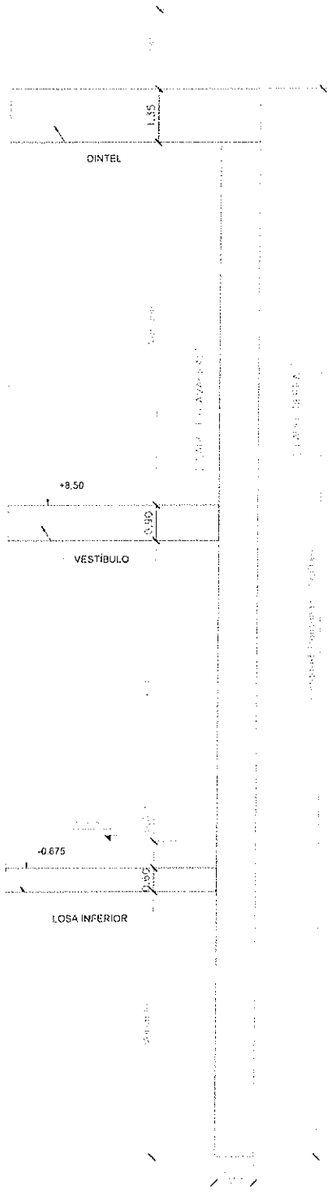
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PANTALLA TIPO 1A

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN-P-002
HOJA: 02 de 03
REVISIÓN: 0

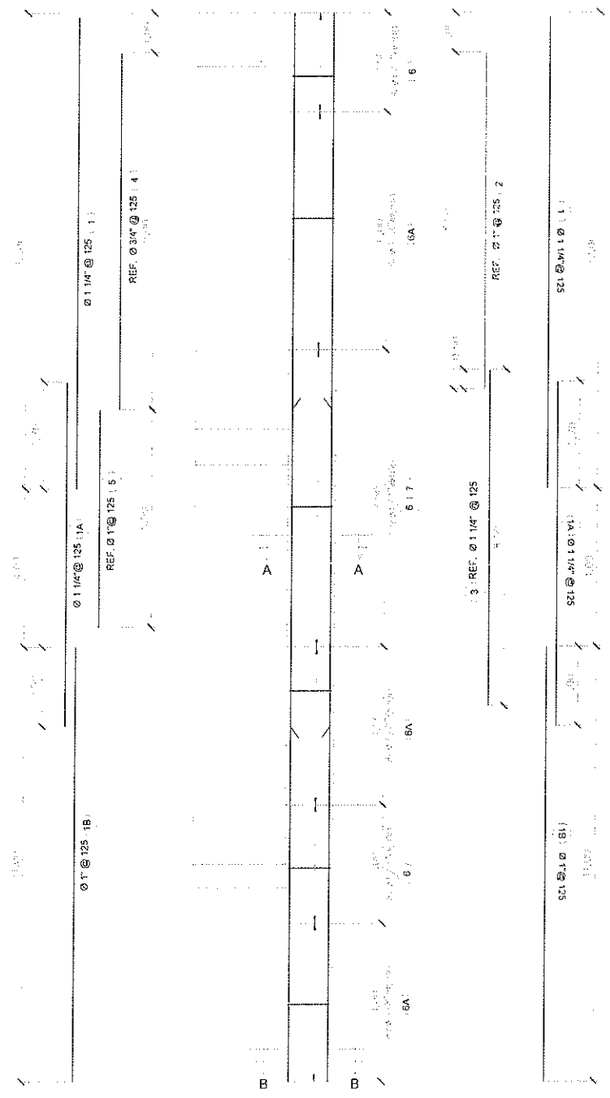
0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN-P001-P003.dwg

\\Archivos\Archivos\proyectos\PROYECTOS\2013\014 - Documentacion complementaria\Documentos\02 - Tecnico\Arquitectura\01 planos\sys1-42\07_plotc-est-esr\0701_plotc-est-esr-02-21-03-pan-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:59

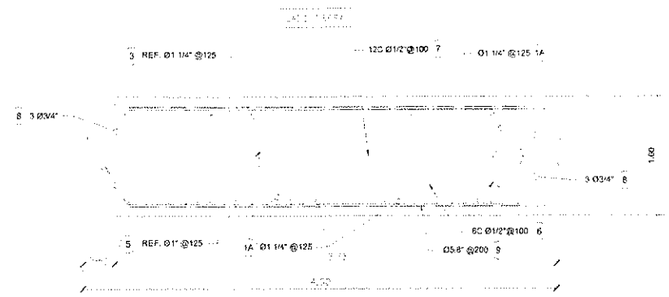
013316



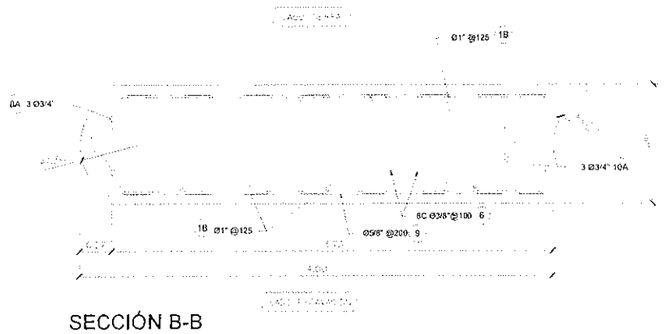
PANTALLA TIPO 2A. DEFINICIÓN
1:75



PANTALLA TIPO 2A. ARMADO
1:75



SECCIÓN A-A
1:25



SECCIÓN B-B
1:25

PANTALLA TIPO 2A
DESPIECE POR BATACHE

N	Ø	Uds	Long (m)	TOTAL (Kg)
1	1 1/4	64	12.00	4,780.800
1A	1 1/4	64	8.70	3,466.080
1B	1	64	11.00	2,798.400
2	1	32	8.50	1,081.200
3	1 1/4	32	8.50	1,693.200
4	3/4	32	9.00	648.000
5	1	32	5.50	699.600
6	1/2	240	2.50	597.600
6A	3/8	584	2.50	813.220
7	1/2	456	2.25	1,021.896
8	3/4	12	12.00	324.000
8A	3/4	16	5.20	187.200
9	5/8	136	10.40	2,205.464
			TOTAL	20,317.660

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\cal-fs01\datos\proyectos\2012\2012104 documentacion tecnica\pt\05-exec\1-tecnica\1-ingenieria\2-planos\1-ejecucion\0701_plloc-est-esr-l2-21-03-pan-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:59

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

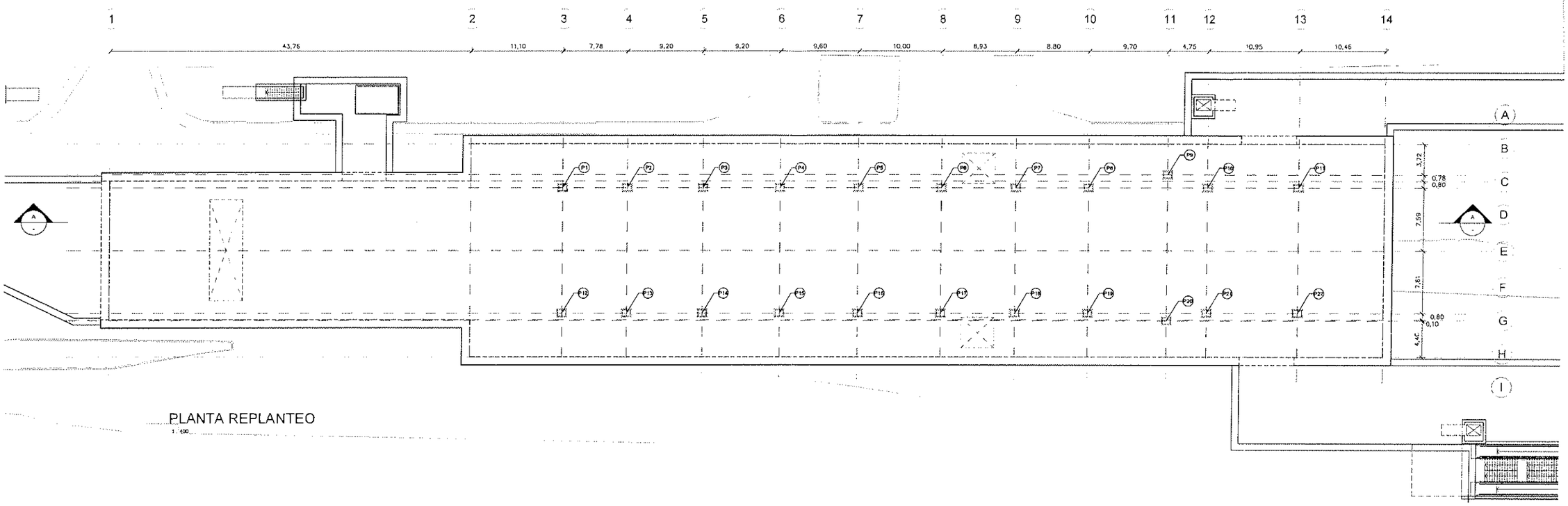
ESCALA (A1): 1:25 (CALCADAS)
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PANTALLA TIPO 2A

PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN-P-003
HOJA: 03 de 03
REVISIÓN: 0
0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-03-PAN-P001-P003.dwg

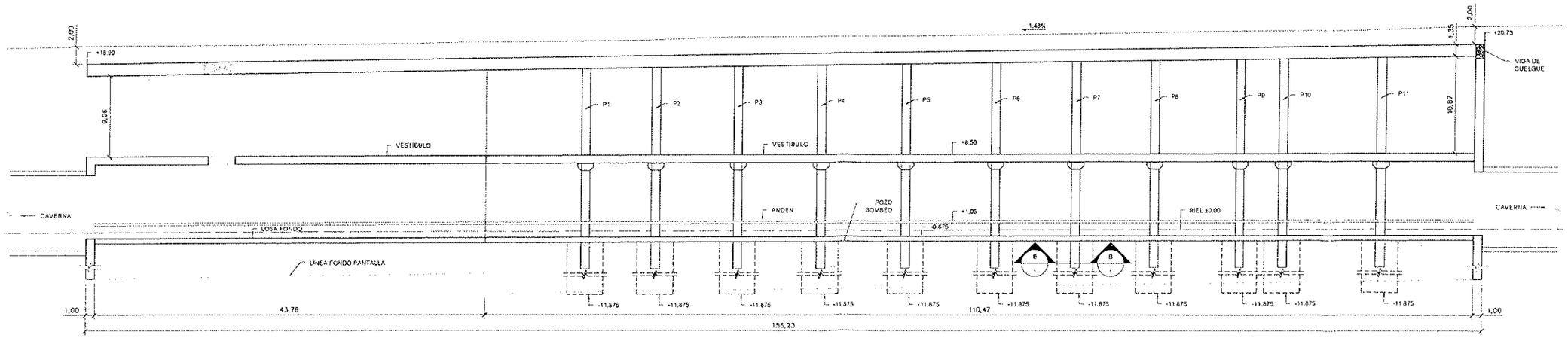
[14294]

013317



PLANTA REPLANTEO

1 : 400



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

1 : 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

REPLANTEO DE PILAS

PTO	X	Y
1	286015.990	8666585.897
2	286023.090	8666589.066
3	286031.496	8666592.814
4	286039.900	8666596.552
5	286048.667	8666600.473
6	286057.800	8666604.547
7	286065.959	8666608.186
8	286073.995	8666611.771
9	286082.212	8666617.162
10	286087.191	8666617.657
11	286097.191	8666622.117
12	286022.182	8666572.015
13	286029.288	8666575.185
14	286037.690	8666578.933
15	286046.092	8666582.680
16	286054.659	8666586.591
17	286063.992	8666590.655
18	286072.151	8666594.304
19	286080.187	8666597.889
20	286089.414	8666601.915
21	286093.583	8666603.776
22	286103.583	8666608.236

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A4: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
CIMENTACIÓN

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

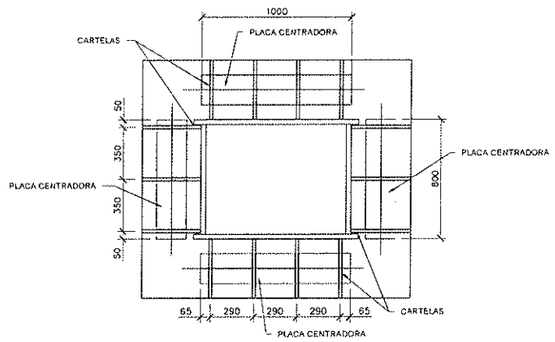
0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM-P001-P002.dwg

\\Ekkaya\ayesa\proyectos\pry\21\218\01\documentacion temporal\p03-xxxx-ingcat.m.amat\02 planos\11-2207_plos-est-esr-l2-21-01-cim-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:17

013018

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 1

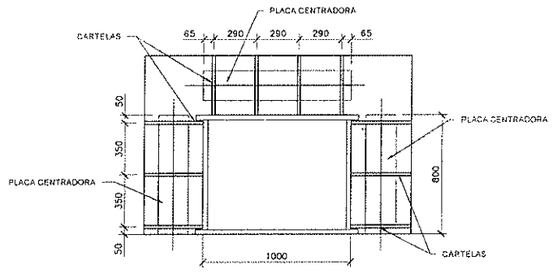
1 : 20
COTAS EN mm



PLANTA

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 2

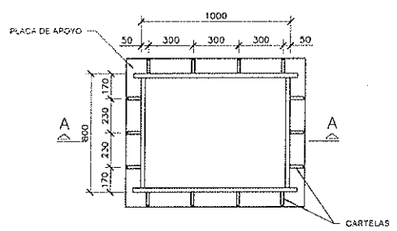
1 : 20
COTAS EN mm



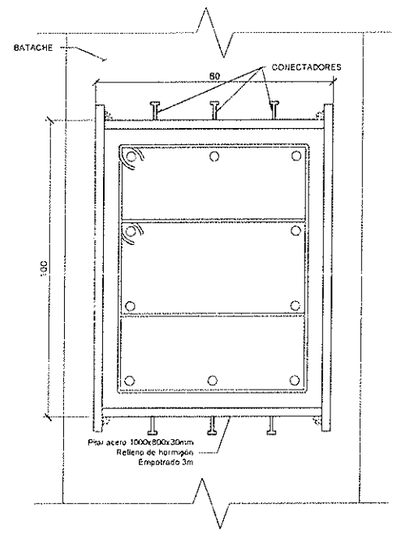
PLANTA

APOYO NIVEL DINTEL

1 : 20
COTAS EN mm

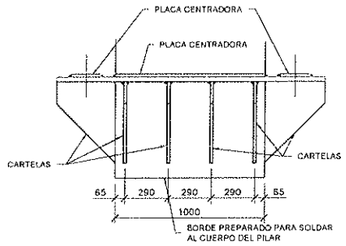


PLANTA

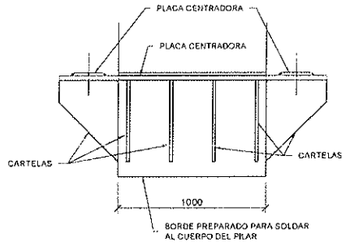


SECCIÓN B-B

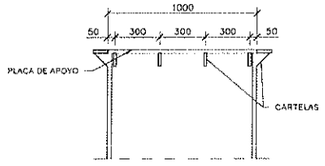
COTAS EN cm



ALZADO



ALZADO



SECCIÓN A-A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

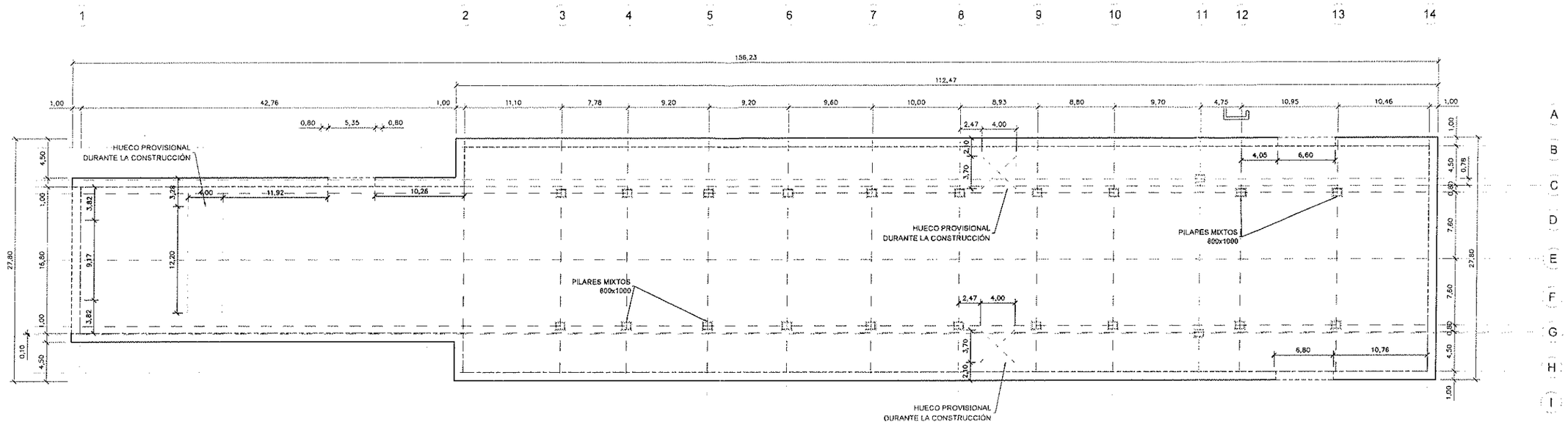
ESCALA: 1:2
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
DETALLES PILAS

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM-P001-P002.dwg

Este documento es propiedad del Consorcio Nuevo Metro de Lima y no puede ser reproducido ni transmitido sin su autorización escrita. Derechos reservados conforme a Ley. C:\Users\jcastillo\Desktop\temporal\R3\0701-PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM-P001-P002_PLOC-EST-ESR-L2-21-04-CIM-P001-P002.dwg - 07/02/2014 - 20:17



PLANTA CUBIERTA

1 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=27.00m	1.00	(**)
	Zona estrecha. L=26.00m	1.00	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
eurostudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

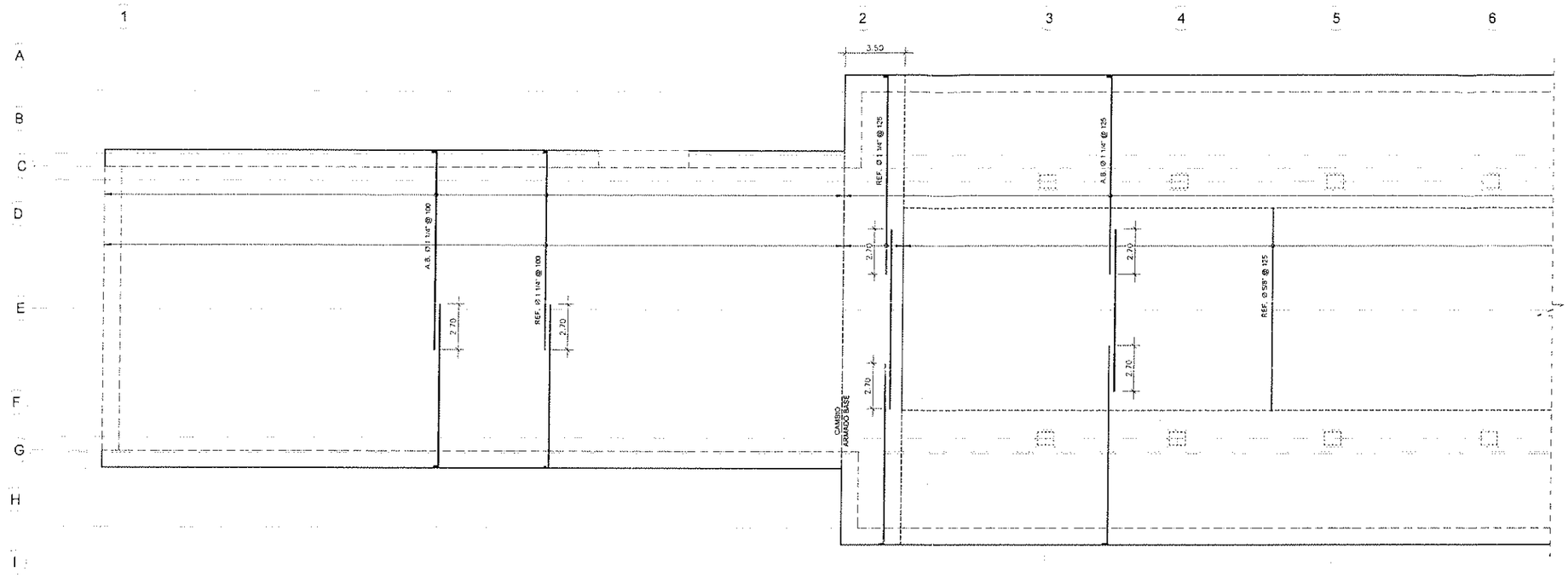
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA CUBIERTA

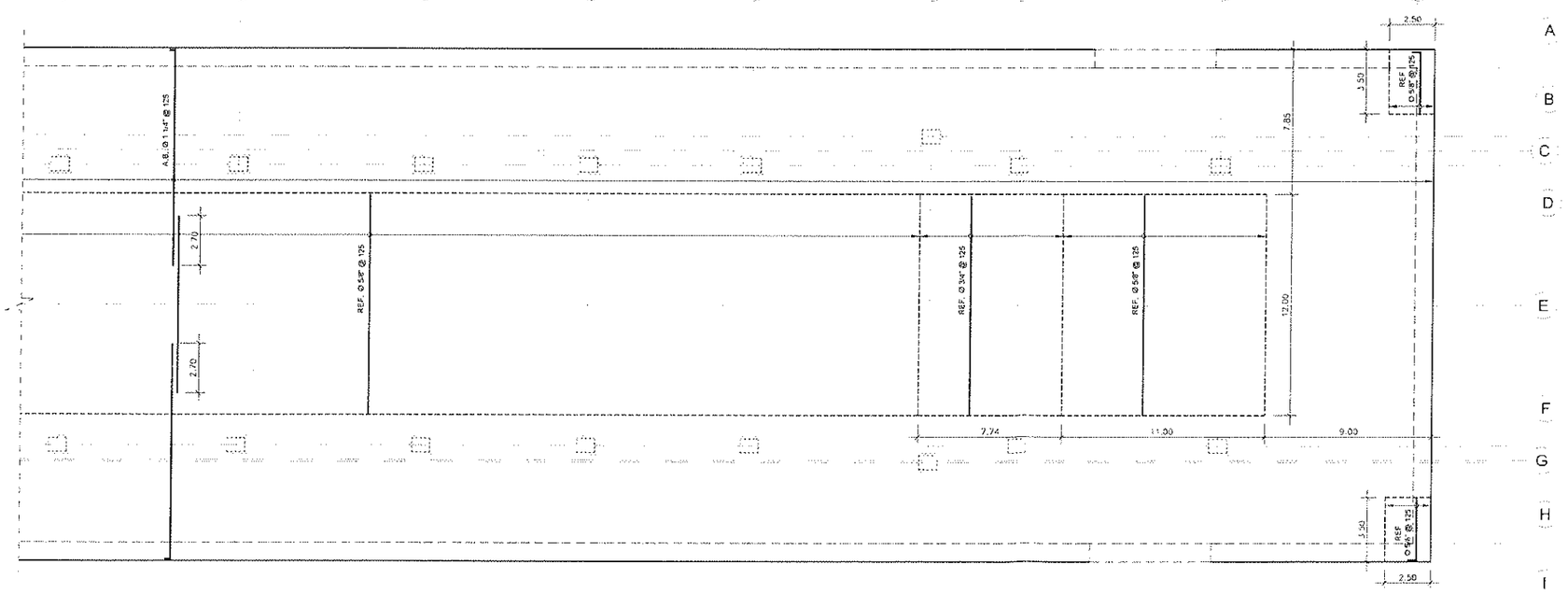
PLANO Nº PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P-001 HOJA 01 de 07 REVISIÓN 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

C:\Estructuras\Planos\p10-2435931 documentacion temporal\p10xxxx-Hist.m.Jimn.02 planos\11-12-07_plano-est-esr-l2-07\01_plano-est-esr-l2-21-05-cub-p001-x001.dwg - 07/02/2014 - 20:20

013320





ARMADO TRANSVERSAL INFERIOR

1: 150

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

D:\Estructuras\estructuras\2013\214R01-documentacion-temporal\03-xxx-ingenieria\02 planos\1-tp\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-21-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:22

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

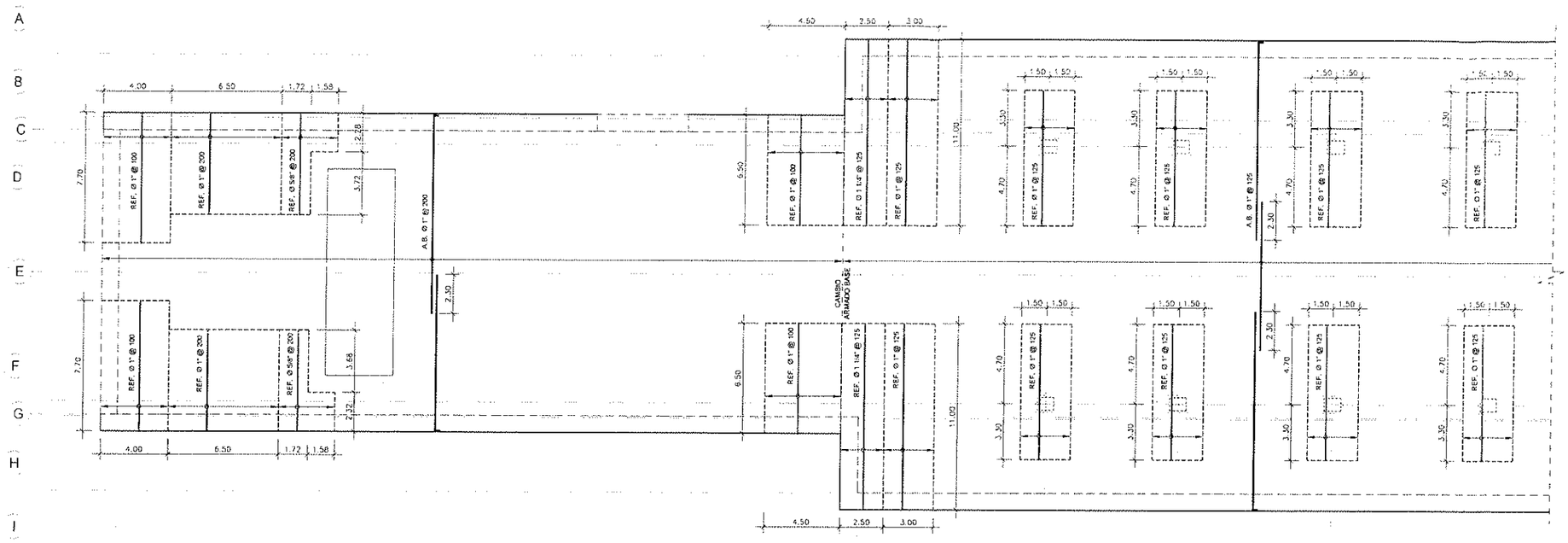
ESCALA: A1: 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA CUBIERTA, ARMADO TRANSVERSAL INFERIOR

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P-002 | HOJA: 02 de 07 | REVISIÓN: 0

ARCHIVO: PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P002-P006.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ARMADO TRANSVERSAL SUPERIOR

1 : 150

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA CUBIERTA, ARMADO TRANSVERSAL SUPERIOR

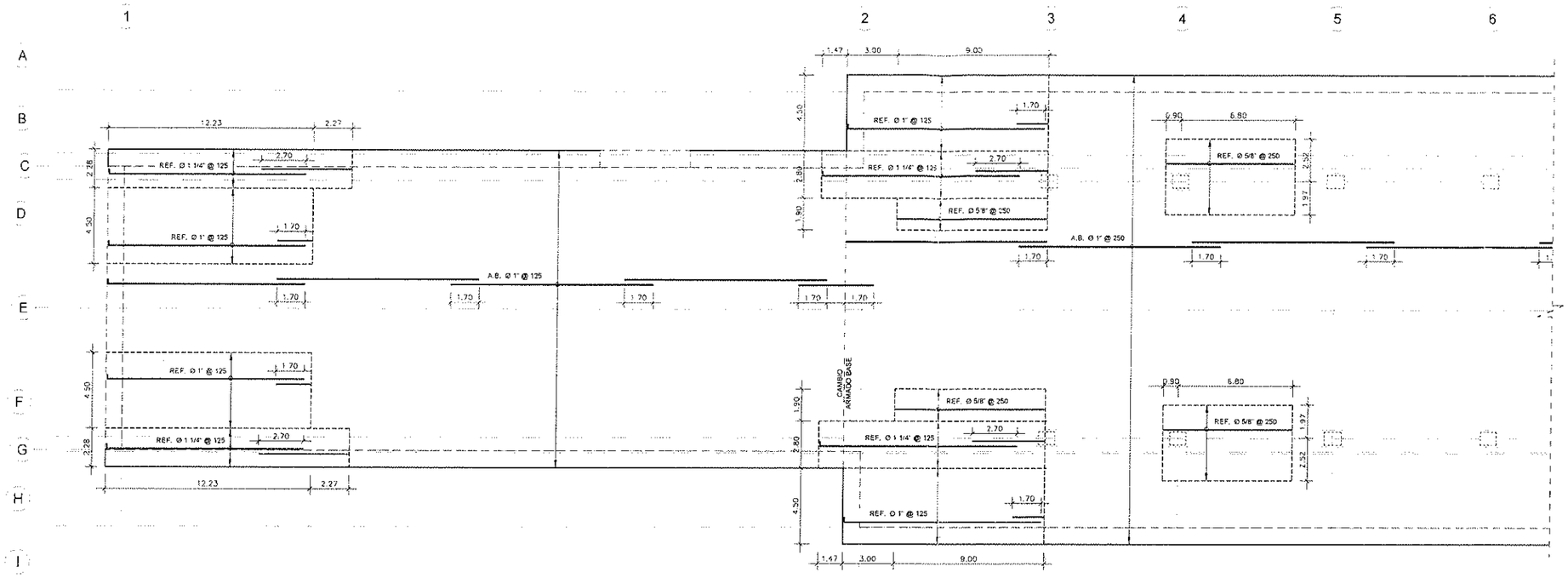
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN CASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P-003
HOJA: 03 de 07
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P002-P006.dwg

\\Estructuras\estructuras\proj\G-2\418\03 documentacion tecnica\dgn\03-xxx-x-lacd.m.lenia\02 planos\01-ploc\01-ploc01_plano-est-esr-l2-21-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:22

013828



ARMADO LONGITUDINAL INFERIOR

1 : 150

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c,min Mpa	f'c,diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1 : 150
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA CUBIERTA. ARMADO LONGITUDINAL INFERIOR

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB -P-004 | HOJA: 04 de 07 | REVISIÓN: 0

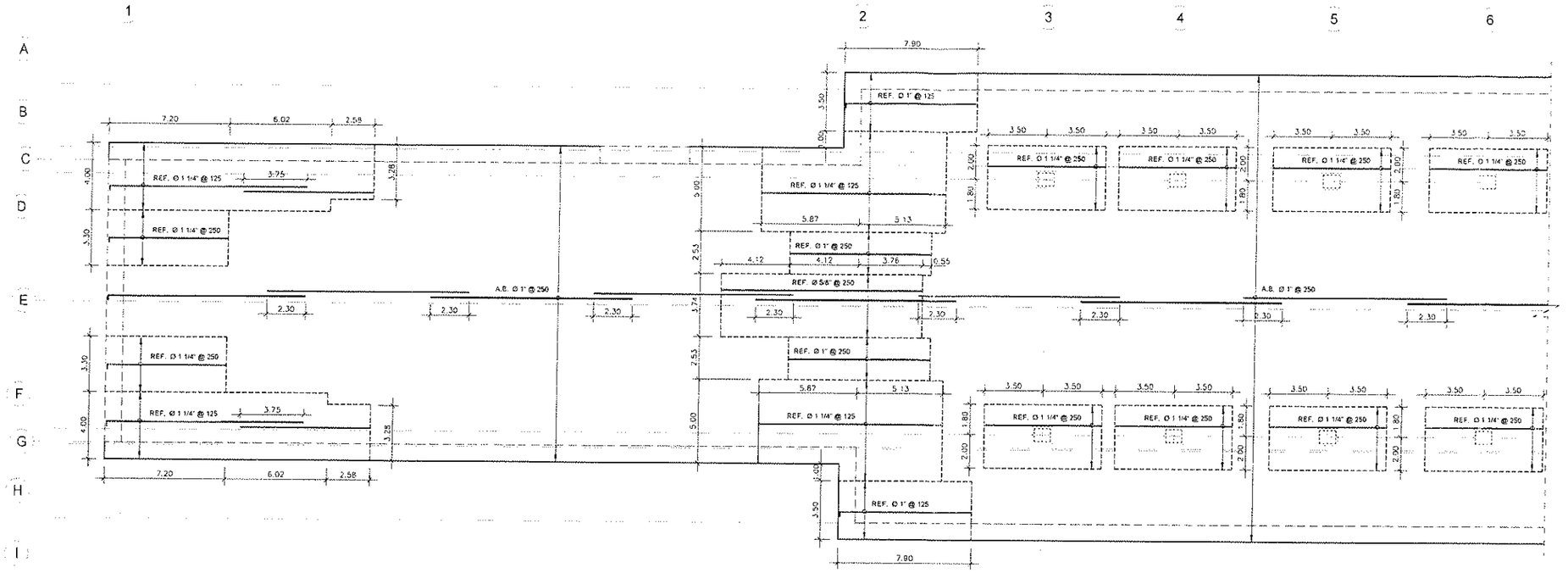
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSARE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

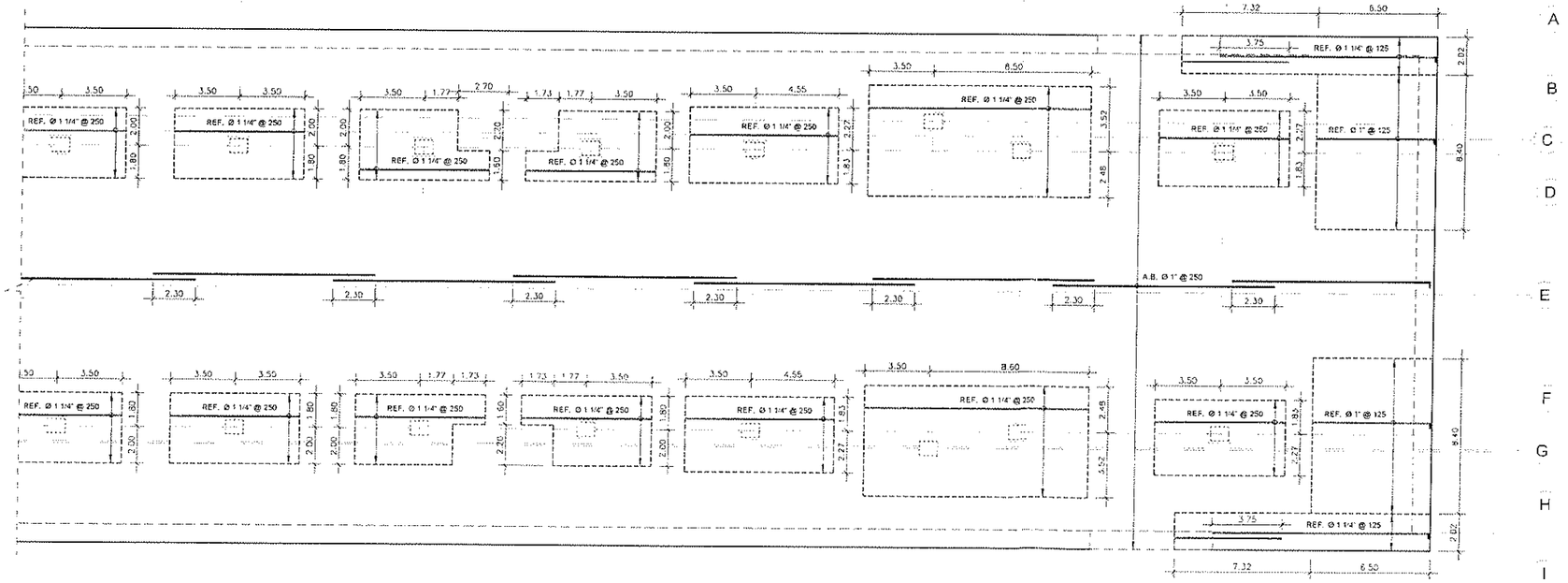
PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P002-P006.dwg

\\Estructuras\proyectos\p20-2436\01 documentacion temporal\p20-xxxx - final\m3\m302 planos\11-42-07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-21-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:22

[14300]

013023





ARMADO LONGITUDINAL SUPERIOR

1 : 150

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA CUBIERTA ARMADO LONGITUDINAL SUPERIOR

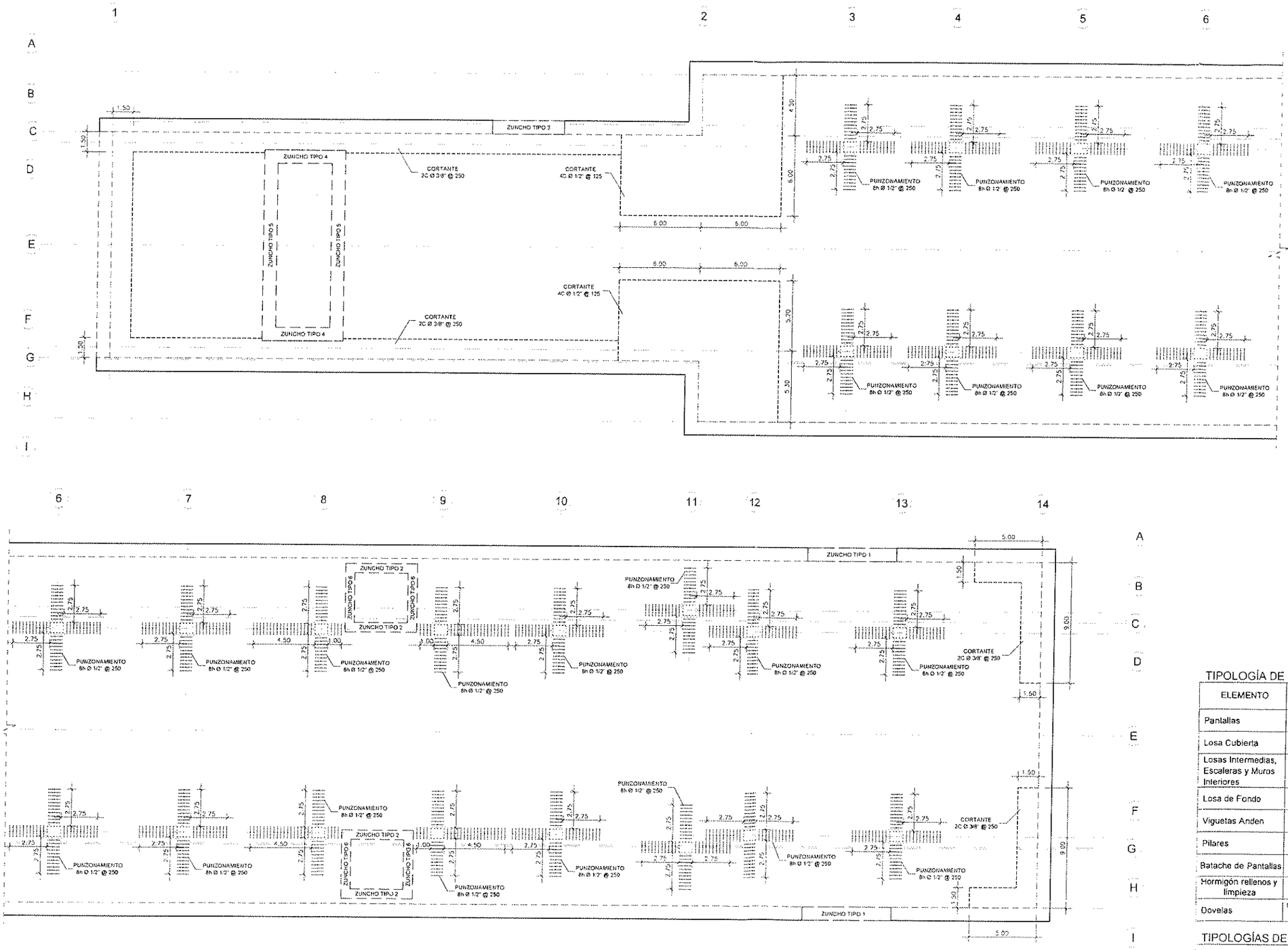
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P-005
HOJA: 05 de 07
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ARCHIVO: PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P002-P006.dwg

\\Archivos\Grupos\Proyectos\Linea2\Ingenieria\03_Estructuras\Estructuras\Planos\01_Planos\11_Cubierta\02_Planos\11-02-07_plano-est-esr-l2-21-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:22

013024



ARMADO CORTANTE Y PUNZONAMIENTO

1 : 150

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

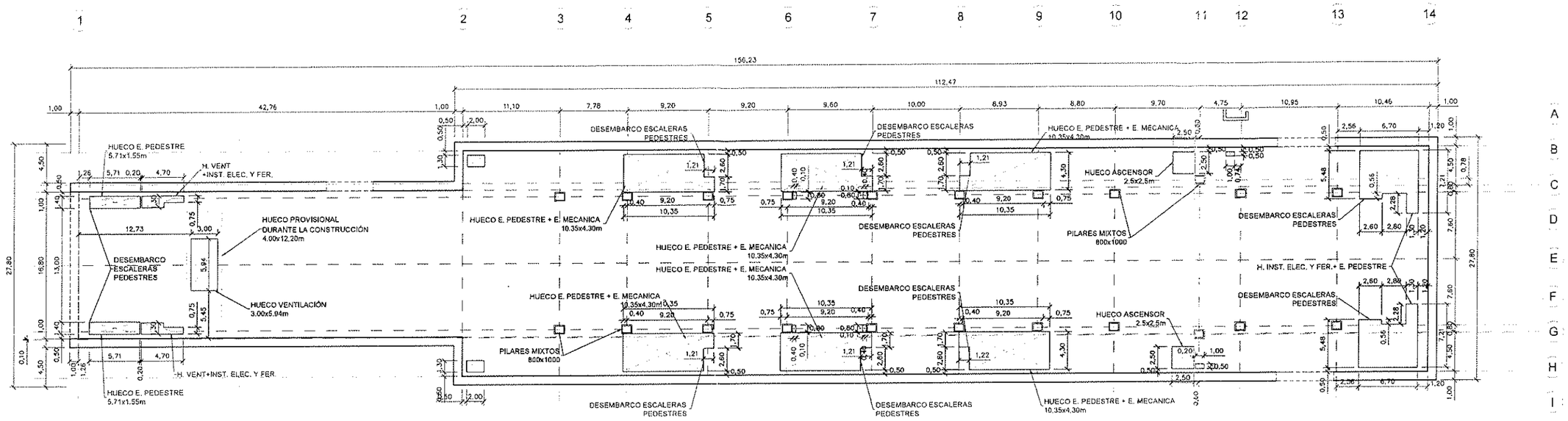
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA CUBIERTA, ARMADO CORTANTE Y PUNZONAMIENTO

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-05-CUB-P-006
HOJA: 05 de 07
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RAMÓN CASARES GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

\\Datos\proyectos\proyectos\2014\01 documentacion\tecnica\pdf\xxxx + local m.bimsl02 plano\11-12\07_ploc-est-esr-l2-21-05-cub-p002-p006.dwg - 07/02/2014 - 20:22

013329



PLANTA VESTÍBULO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=27.00m	1.00	(**)
	Zona estrecha. L=26.00m	1.00	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

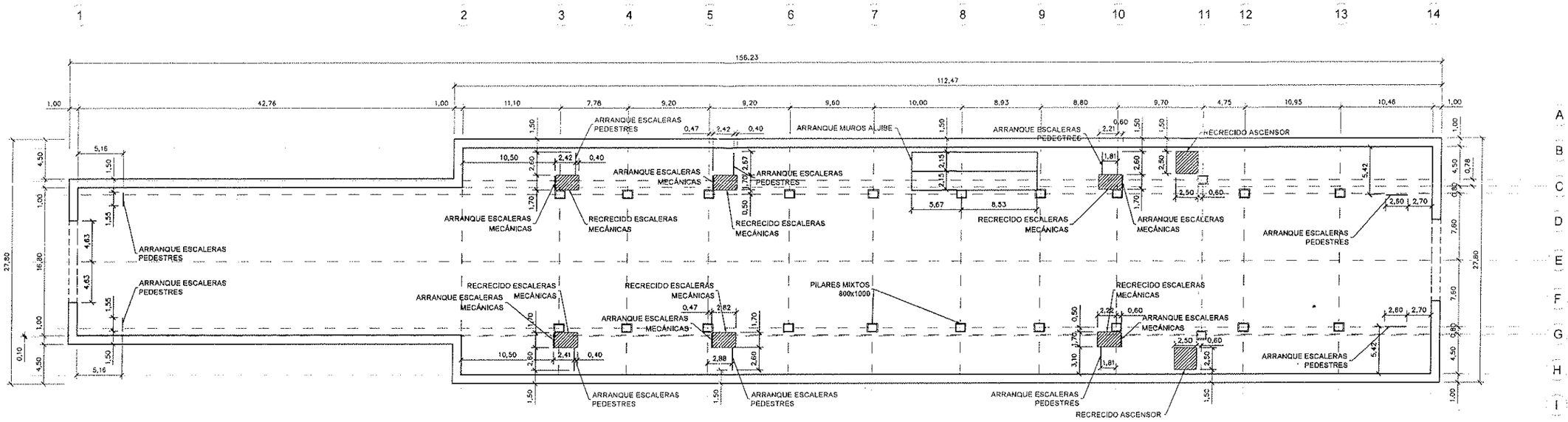
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA VESTIBULO

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-21-06-VES-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO IVAN CASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-06-VES-P001-P001.dwg

C:\Administrador\new\pi05-2113\931\documentacion temporal\p03-xxxx r1\e.n.m.barra02 (atenas)\13-0707_ploc-est-esr\0707_ploc-est-esr-l2-21-06-ves-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:1



PLANTA LOSA FONDO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=27.00m	1.00	(**)
	Zona estrecha. L=26.00m	1.00	(**)
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Dintel. Zona ancha	1.35	(**)
	Dintel. Zona estrecha	1.35	(**)
	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

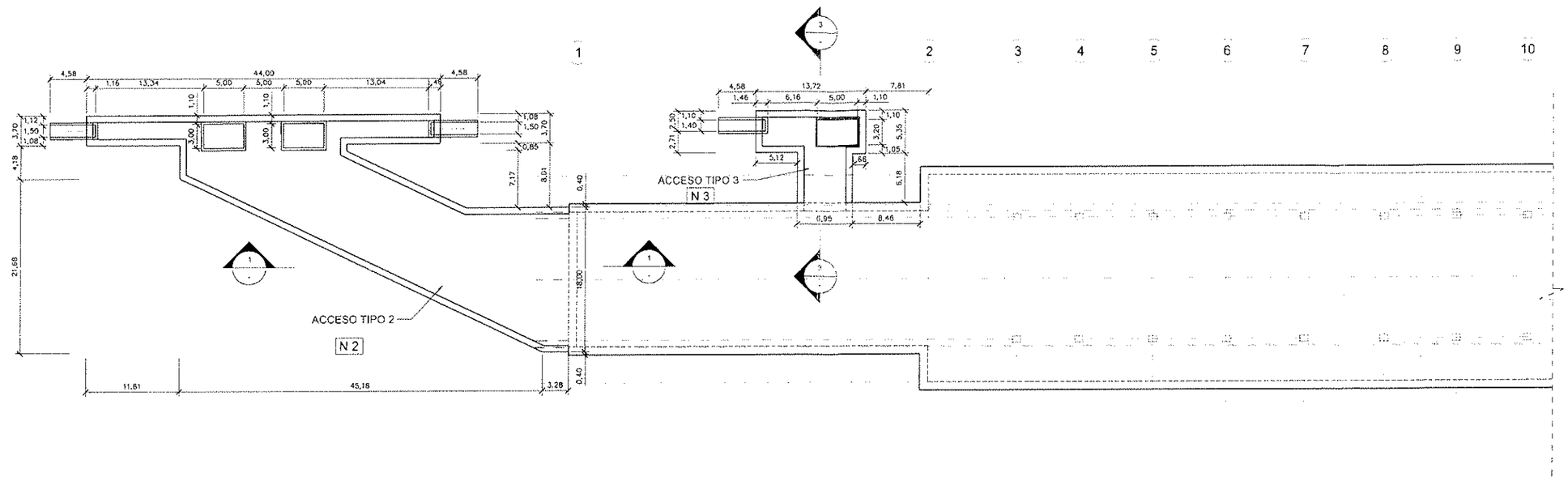
ESTRUCTURAS
ESTACION ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA LOSA FONDO

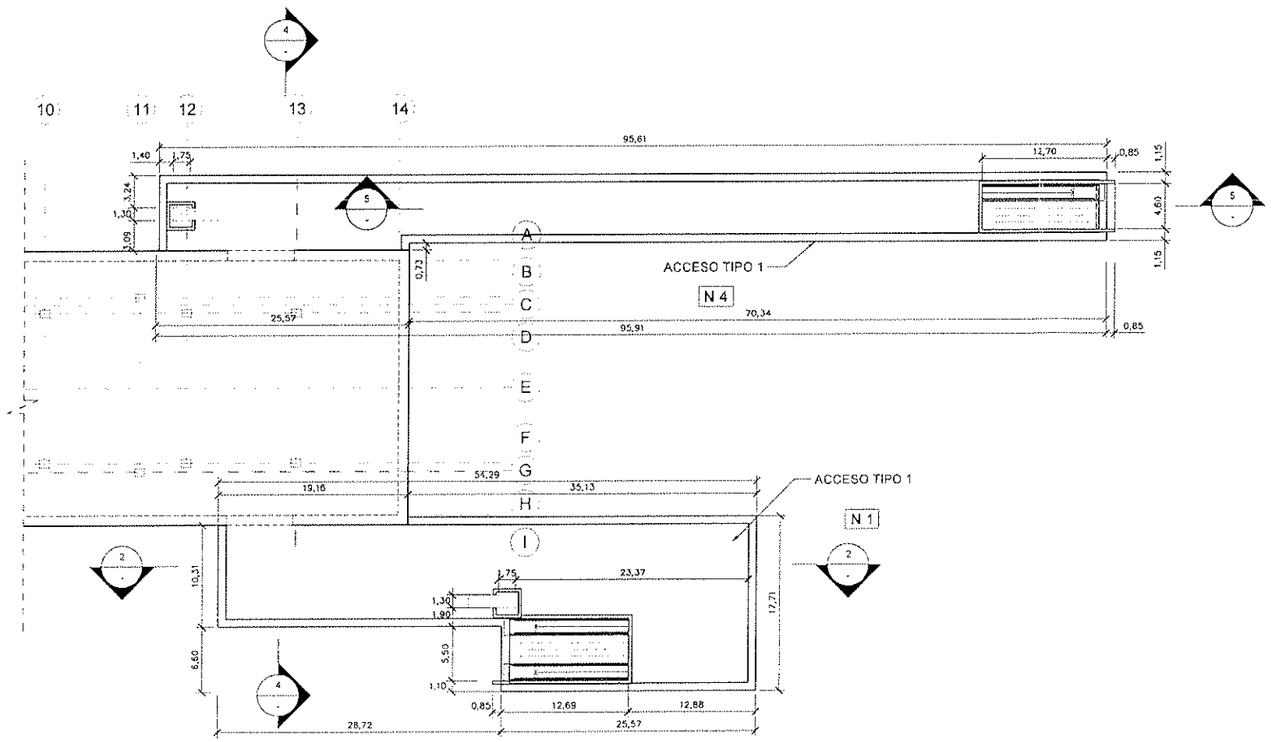
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-21-07-LSF-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0001_PLOC-EST-ESR-L2-21-07-LSF-P001-P001.dwg

Electronic Transaction Number 243-754184 - Documento no tiene validez sin sellos de agua - Fecha y hora de impresión 02 de febrero de 2021 07:27:17 - Plot by: eso-est-esr-L2-21-07-lsf-p001-p001.dwg - 10/02/2021 - 20:16





PLANTA ACCESOS

1 : 300

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASANE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

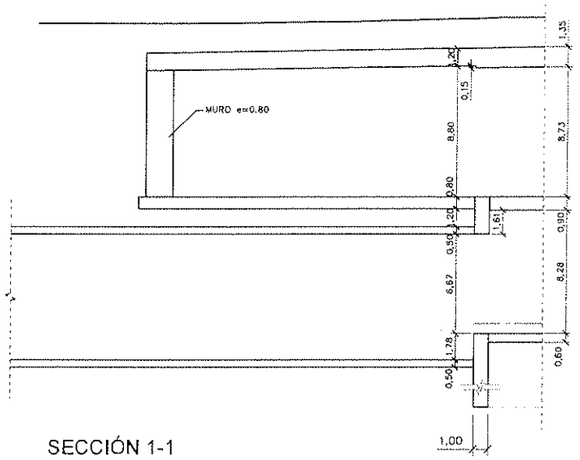
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTAS ACCESOS

PLOC-EST-ESR-L2-21-08-ACC-P-001 | HOJA: 01 de 02 | REVISIÓN: 0

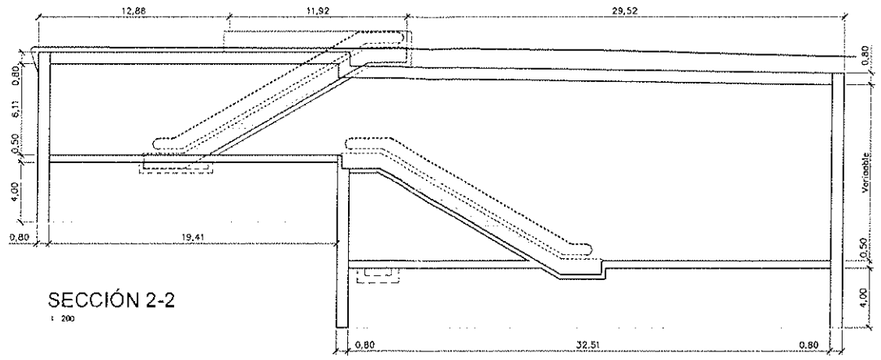
0764_PLOC-EST-ESR-L2-21-08-ACC-P001-P002.dwg

X:\Structural\Revit\pk02-21-ESR\1 documentacion\plantillas\plantillas templates\pk02-xxxx-1 est.ca_lineal\02 planos\01-ploc\07 _ploc-est-esr-l2-21-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:12

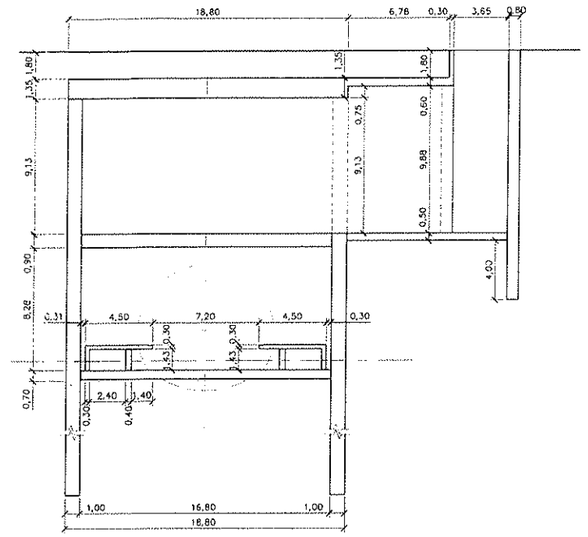
013020



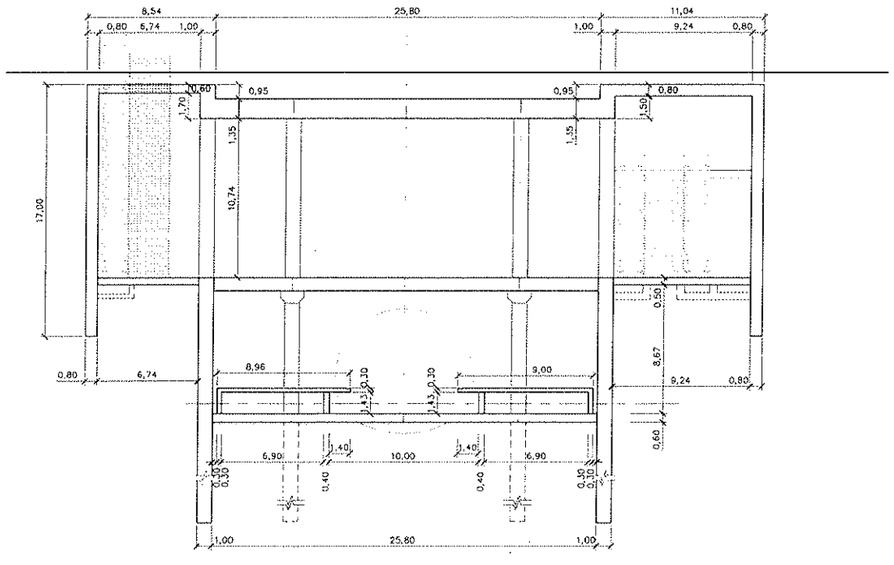
SECCIÓN 1-1
1 : 200



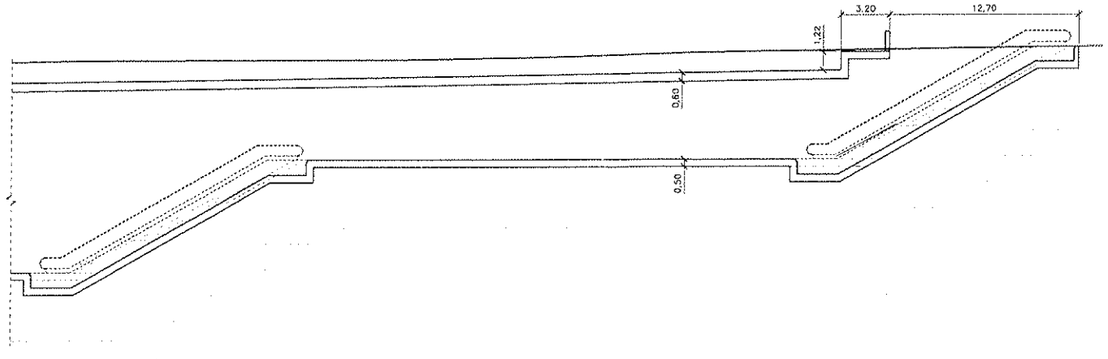
SECCIÓN 2-2
1 : 200



SECCIÓN 3-3
1 : 200



SECCIÓN 4-4
1 : 200



SECCIÓN 5-5
1 : 200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:100
FECHA: FEBRERO 2014

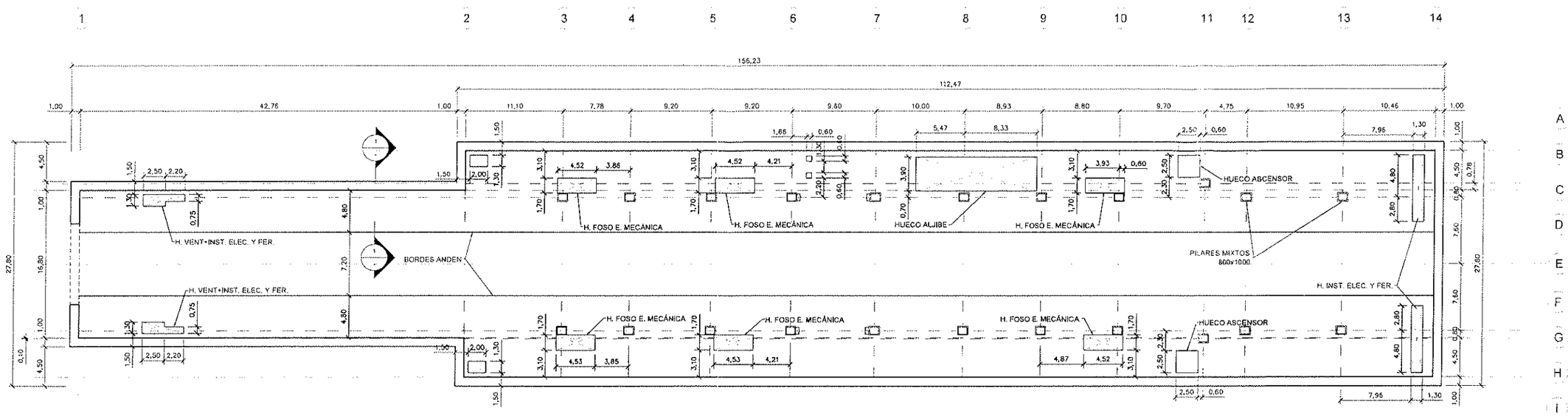
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA-21
SECCIÓN ACCESOS

CLASIFICACIÓN: PLOC-EST-ESR-L2-21-08-ACC-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-08-ACC-P001-P002.dwg

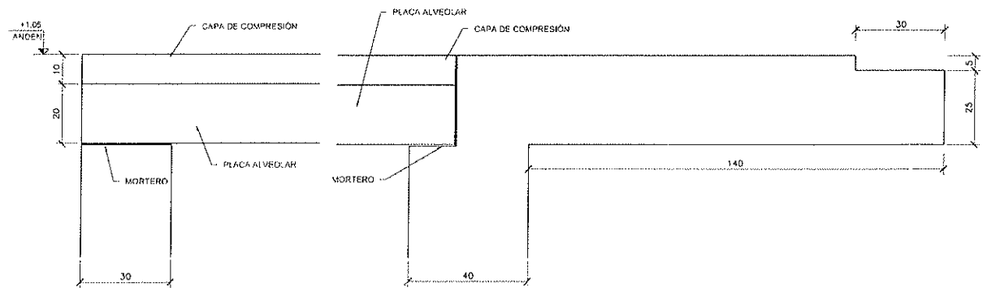
\\clientes\Autodesk\vault\proj\0701\Revit\documentos\en tramite\dwg\03-xxxx - hoja_membretada\02 planos\11-ESR\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-21-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:12

013330



PLANTA ANDÉN

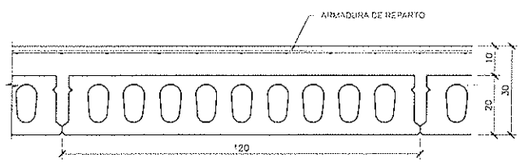
1 : 250



SECCIÓN 1-1

1 : 10

COTAS EN cm



DETALLE PLACA ALVEOLAR

1 : 10

COTAS EN cm

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250 (INDICADAS)
FECHA: FEBRERO 2014

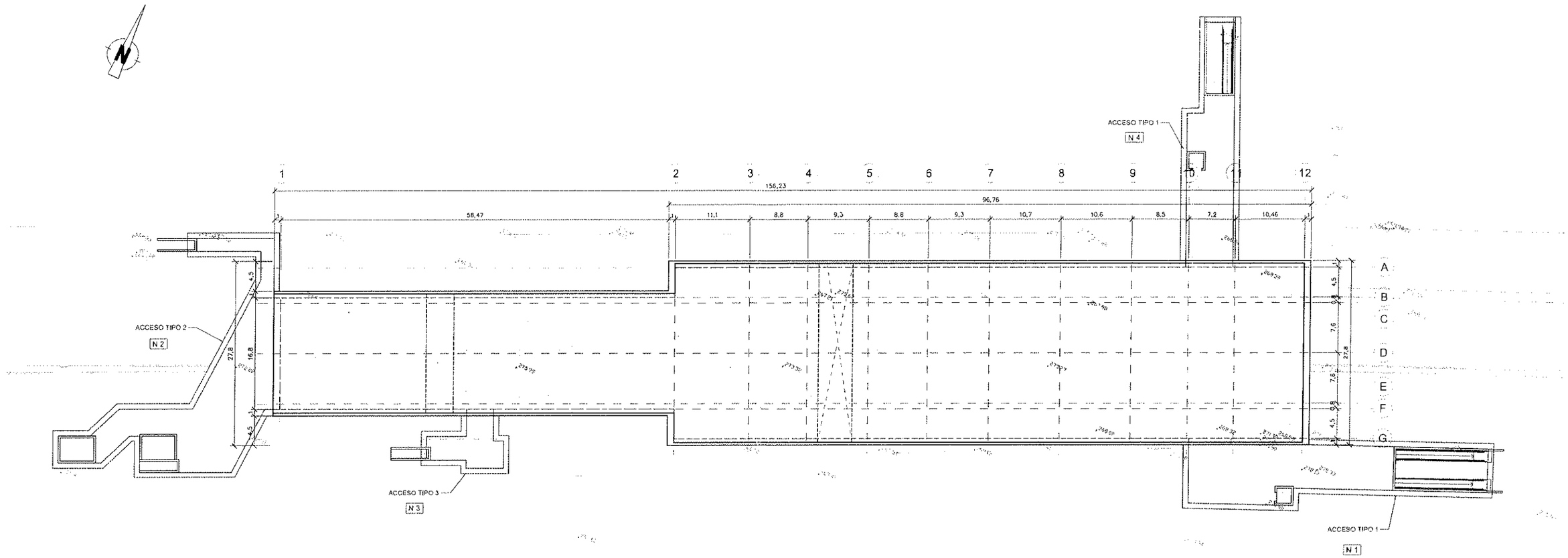
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN ÓVALO SANTA ANITA-21
PLANTA ANDÉN

CODIGO: PLOC-EST-ESR-L2-21-09-AND-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\Ntk\contratos\proyp\03-215\01\documentos\in trnsparan\p03-xxxx - text.m.limit02 planes\15-4297_plloc-est-esr\0701_plloc-est-esr-l2-21-09-and-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:10

0701_PLOC-EST-ESR-L2-21-09-AND-P001-P001.dwg



PLANTA

1 : 300

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingenieros

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PLANTA

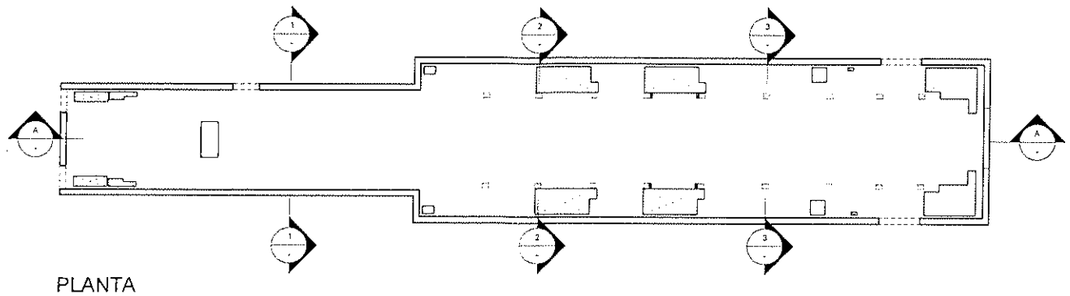
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE -P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

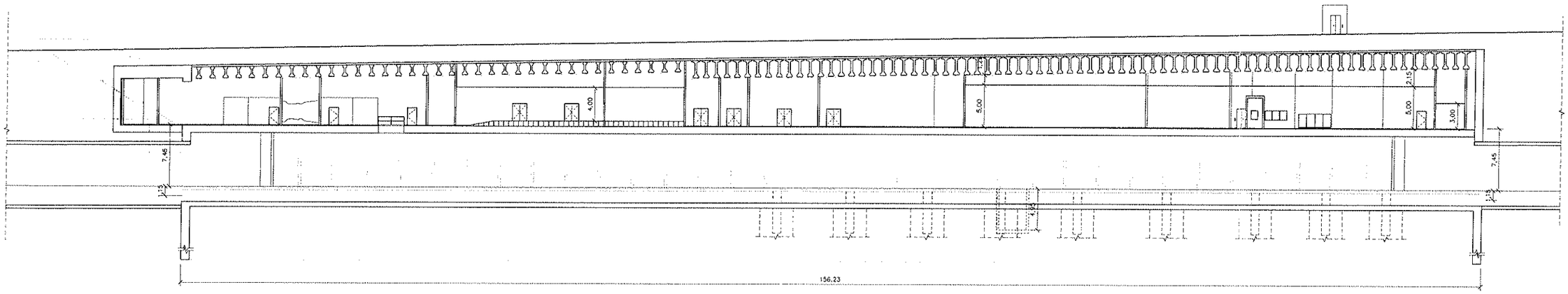
PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE-P001-P003.dwg

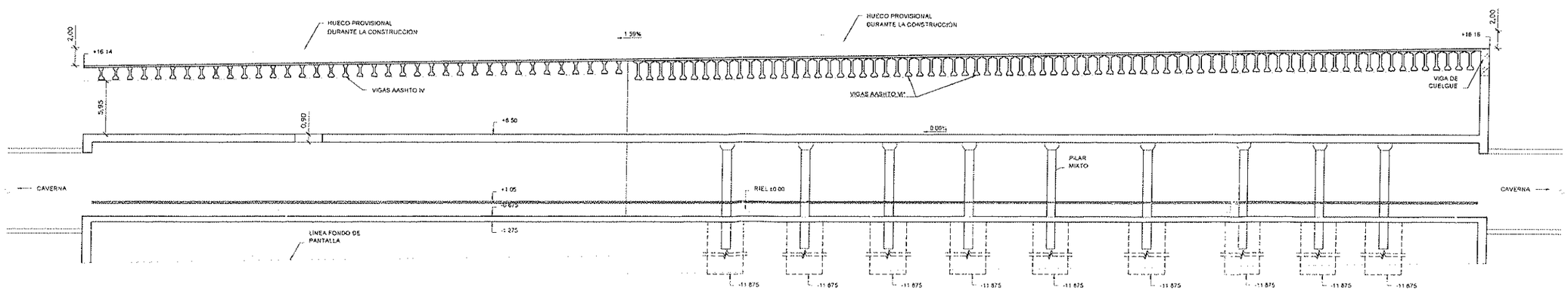
\\Ekka\estudios\varios\PSI-214\ROA documentaciones\imagenes\gif\03-xxxx - final.un.intro\6 planos\1-2\07_plot-est-esf\0701_plot-est-esf-82-27-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 19:07

013932



PLANTA
1 : 500





SECCIÓN LONGITUDINAL A-A
1 : 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑS GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

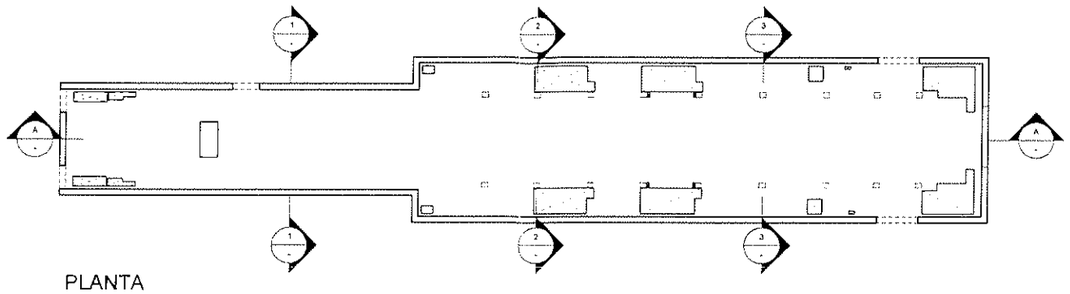
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
SECCIÓN LONGITUDINAL

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE-P-002
HOJA: 02 de 03
REVISIÓN: 0

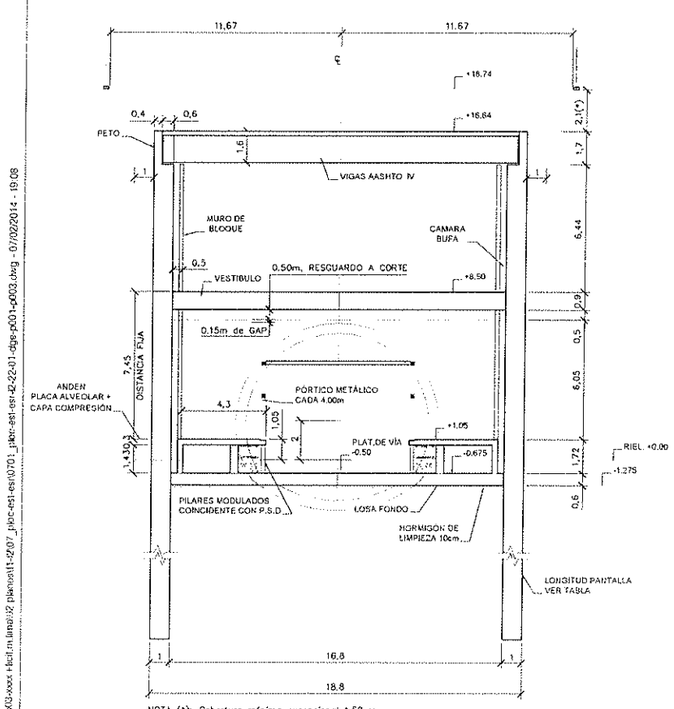
0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE-P001-P003.dwg

Dibujado por: [illegible] Fecha: 07/02/2014 - 19:07 Archivo: [illegible]

013933

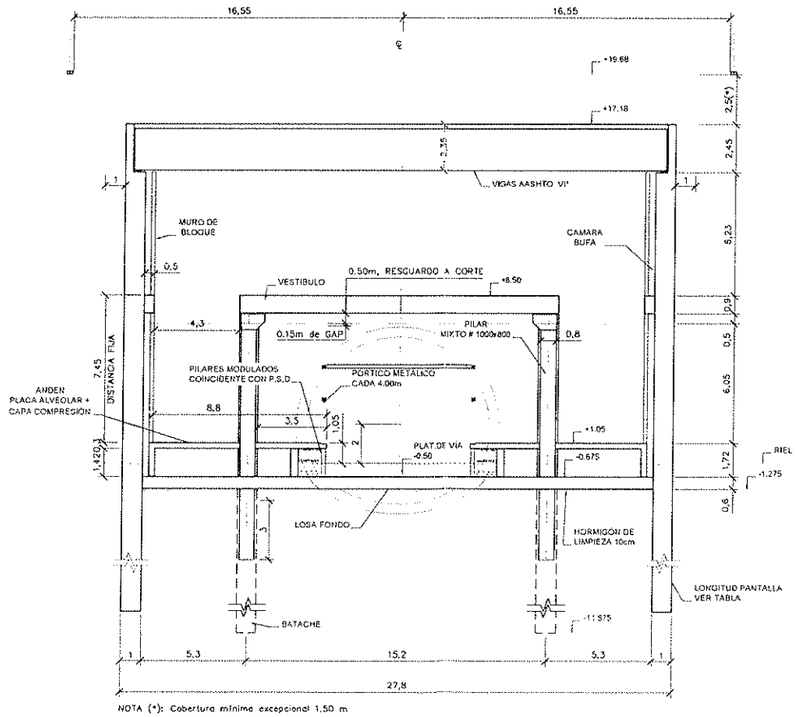


PLANTA
1 : 500



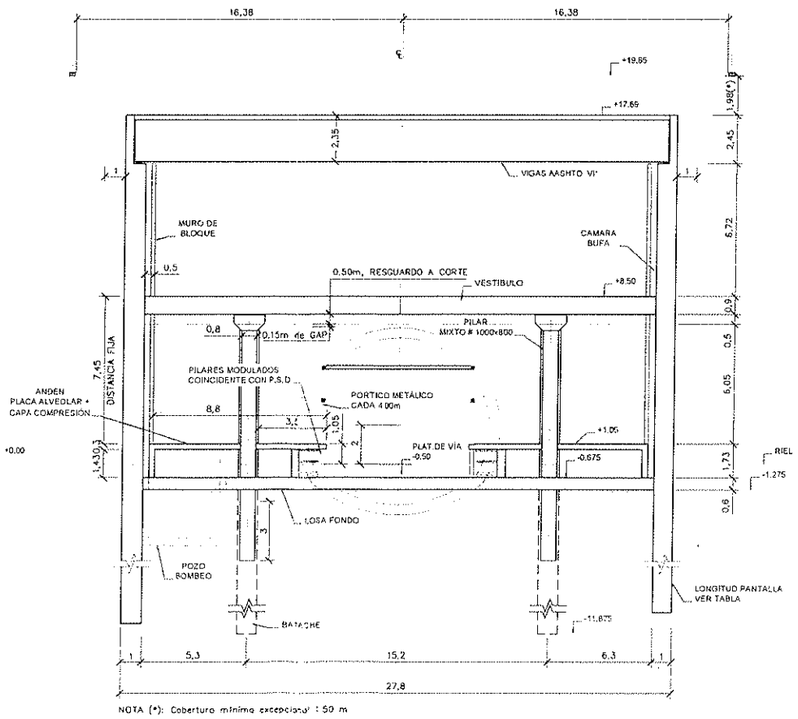
NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 1-1
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 2-2
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 3-3
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN SABAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 INDICADAS
FECHA FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
SECCIONES TRANSVERSALES

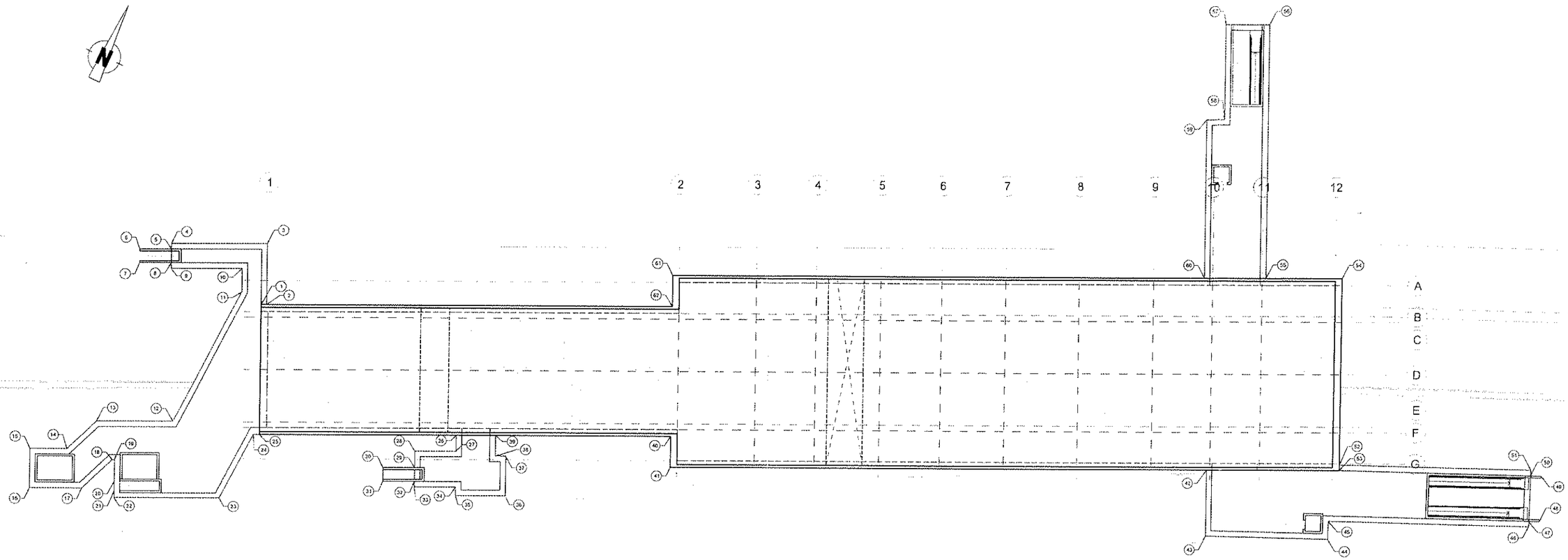
PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE-P-003
HOJA 03 de 03
REVISIÓN 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-01-DGE-P001-P003.dwg

C:\Users\jsabage\Documents\[0701-14309] documentacion complementaria\03-planos\1-02\07_ploc-est-esr-l2-22-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 19:08

[14310]

013934



PLANTA REPLANTEO

1 : 300

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	286916.077	8666990.426
2	286916.809	8666990.749
3	286913.257	8666998.801
4	286900.598	8666993.217
5	286900.920	8666992.486
6	286896.731	8666990.642
7	286897.537	8666988.812
8	286901.728	8666990.656
9	286902.051	8666989.923
10	286911.416	8666994.054
11	286912.782	8666990.957
12	286911.448	8666959.878
13	286901.416	8666985.453
14	286899.115	8666960.059
15	286894.265	8666957.919
16	286896.568	8666952.703
17	286903.474	8666955.751
18	286905.833	8666961.281
19	286906.117	8666961.406
20	286907.367	8666958.573

PTO	X	Y
21	286907.932	8666957.292
22	286908.237	8666956.374
23	286922.203	8666962.491
24	286922.860	8666972.870
25	286923.665	8666973.225
26	286946.599	8666984.606
27	286950.540	8666982.535
28	286945.285	8666980.128
29	286948.554	8666977.932
30	286941.864	8666976.083
31	286942.671	8666974.254
32	286946.862	8666976.102
33	286947.185	8666975.370
34	286952.838	8666977.776
35	286953.123	8666976.678
36	286956.740	8666978.598
37	286957.430	8666984.835
38	286955.027	8666984.216
39	286954.614	8666986.966
40	286974.077	8666997.229
41	286973.193	8666993.111

PTO	X	Y
42	287050.891	8667024.431
43	287054.758	8667015.670
44	287071.077	8667022.443
45	287070.081	8667024.844
46	287096.933	8667035.987
47	287096.626	8667036.725
48	287098.032	8667037.309
49	287095.502	8667043.405
50	287094.097	8667042.821
51	287093.782	8667043.580
52	287058.098	8667032.857
53	287058.420	8667032.167
54	287057.200	8667057.600
55	287047.171	8667053.178
56	287032.359	8667086.755
57	287026.595	8667084.212
58	287032.139	8667071.046
59	287029.760	8667070.597
60	287039.029	8667049.585
61	286958.673	8667018.545
62	286970.489	8667014.429

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

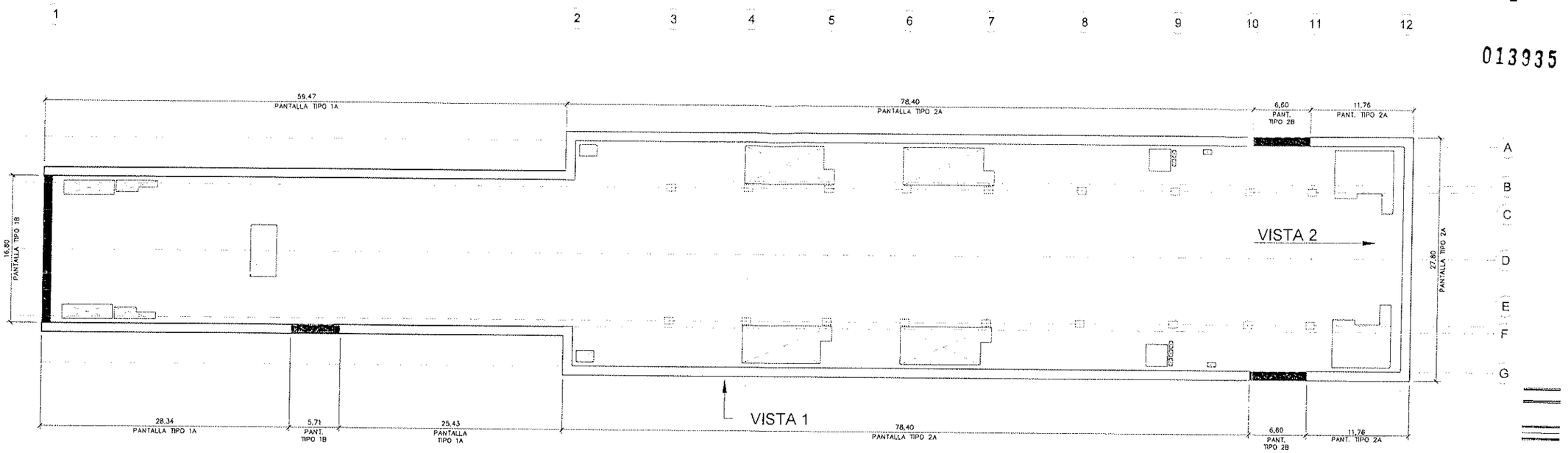
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PLANTA REPLANTEO

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-22-02-REP-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

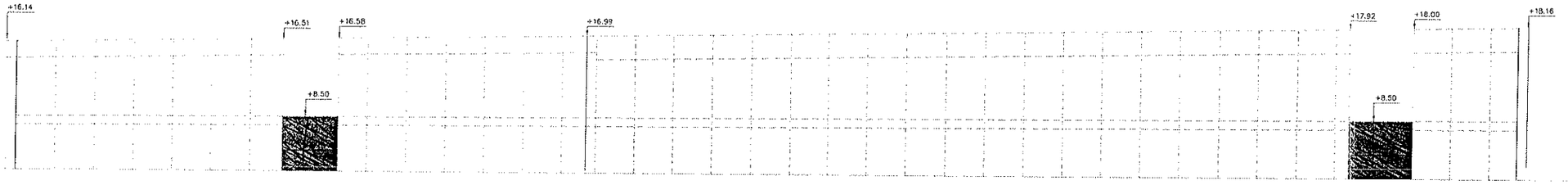
0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-02-REP-P001-P001.dwg

C:\Autodesk\Vault Client Projects\p63-2414\01 documentacion tecnica\p63-xxxx - letra.m.urbe\02 planos\01-ploc\07_ploc-est-esr-l2-22-02-rep-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:10

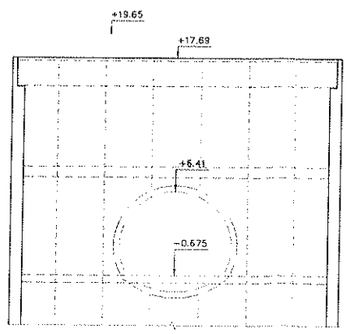
013935



PLANTA
1 250



VISTA 1
1 250



VISTA 2
1 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=25.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=23.00m	1.00	180.00
	Balaches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PANTALLAS PLANTA

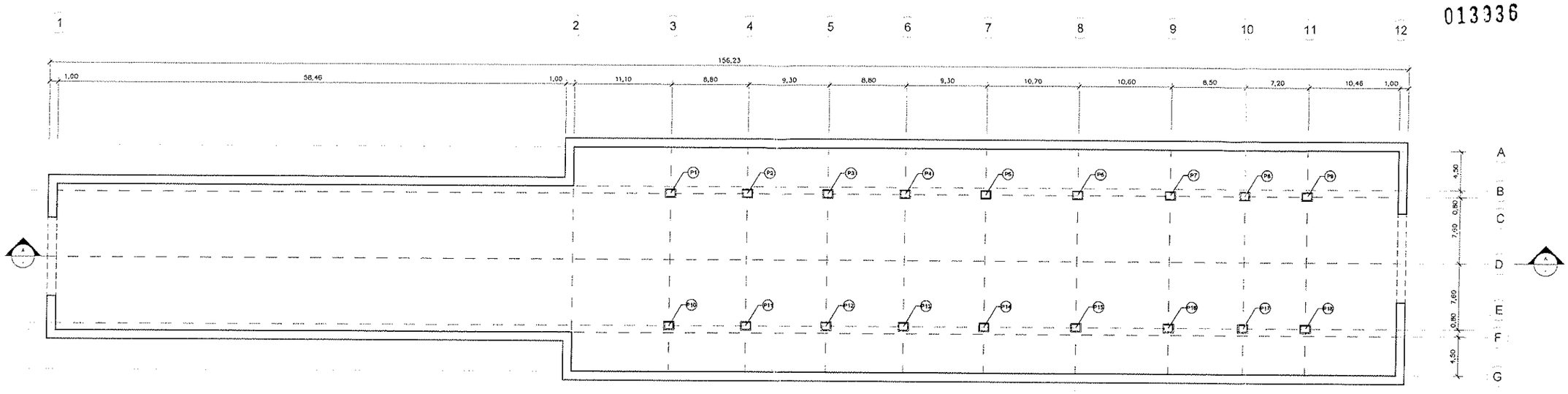
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-22-03-PAN-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0
0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-03-PAN-P001-P001.dwg

Este documento es propiedad del Consorcio Nuevo Metro de Lima y no puede ser reproducido ni comunicado sin su autorización escrita.
C:\Users\jmarquez\Desktop\0-Anibal\11 documentacion tramitada\p400-xxxx-Hist.m.tunel\02 planos\11-f2\07_plano-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-22-03-pan-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:11

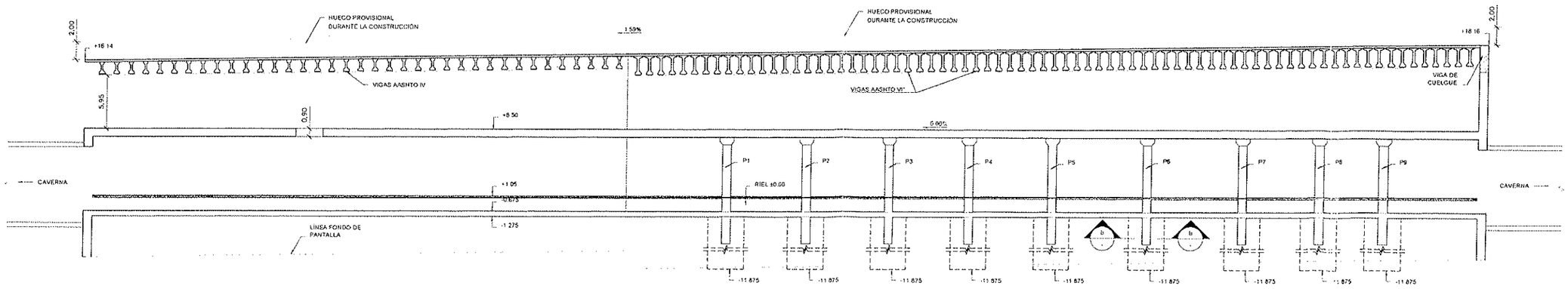
[14312]

013336



PLANTA REPLANTEO

1 : 250



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

1 : 250

REPLANTEO DE PILAS

PTO	X	Y
1	286982.290	8667017.668
2	286990.335	8667021.217
3	286998.850	8667024.973
4	287006.895	8667028.522
5	287015.403	8667032.285
6	287025.193	8667036.594
7	287034.891	8667040.873
8	287042.667	8667044.303
9	287049.254	8667047.209
10	286988.418	8667003.758
11	286996.477	8667007.313
12	287004.985	8667011.066
13	287013.037	8667014.618
14	287021.545	8667018.373
15	287031.335	8667022.690
16	287041.026	8667026.966
17	287048.802	8667030.396
18	287055.389	8667033.302

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
CIMENTACIÓN

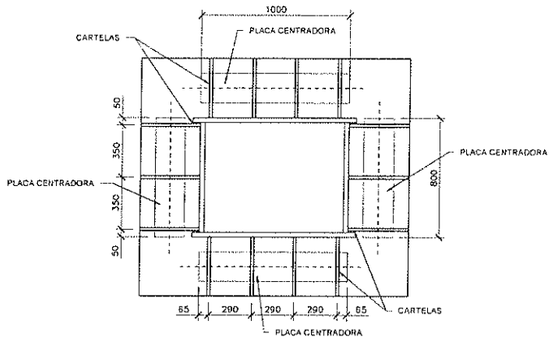
CLAVE: PLOC-EST-ESR-L2-22-04-CIM-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-04-CIM-P001-P002.dwg

\\Estructuras\proyectos\PG-2\14\01 documentacion tecnica\02 planos\1-ESTR\0701_ploc-est-esr-l2-22-04-cim-p001-p002.xxx | lied.m.lima\02 planos\1-ESTR\0701_ploc-est-esr-l2-22-04-cim-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 19:13

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 1

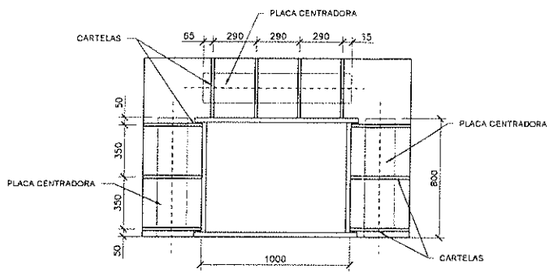
1 : 20
COTAS EN mm



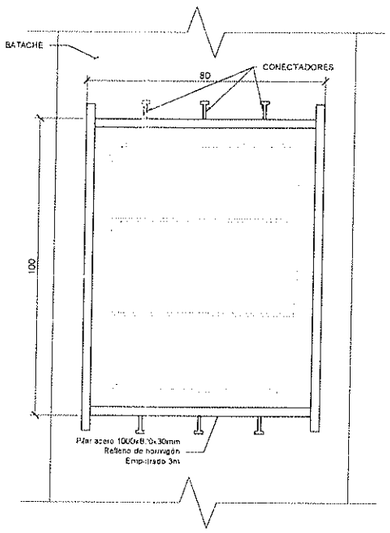
PLANTA

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 2

1 : 20
COTAS EN mm

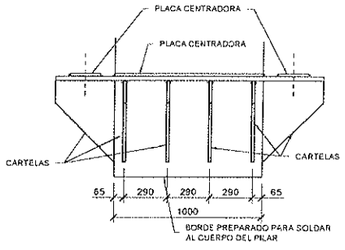


PLANTA

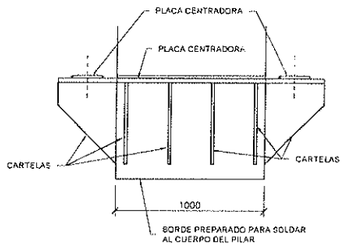


SECCIÓN B-B

COTAS EN cm



ALZADO



ALZADO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:20
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
DETALLES PILAS

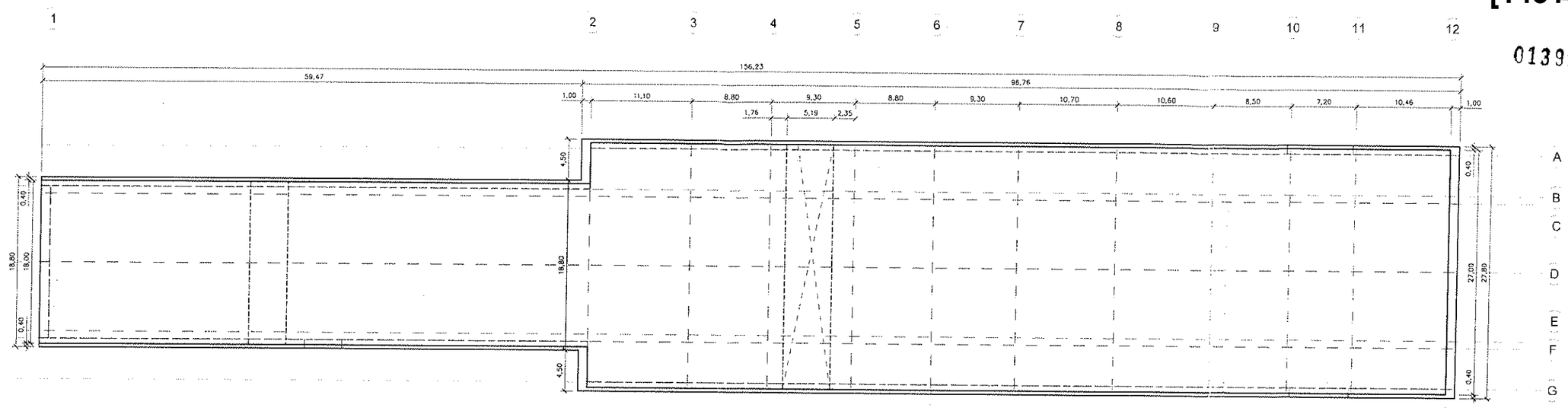
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-22-04-CIM-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-04-CIM-P001-P002.dwg

\\Archivos\proyectos-de-ingenieria\2012\0701\documentacion\material\p03xxxx+ltcl.m.lima\02 planos\01-12\07_ploc\est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-22-04-cim-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 19:13

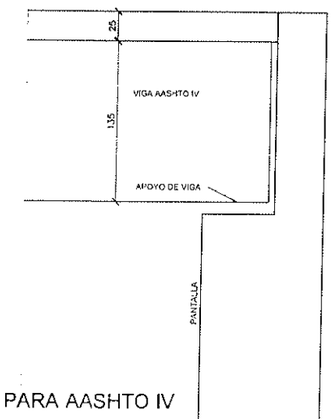
[14314]

013938



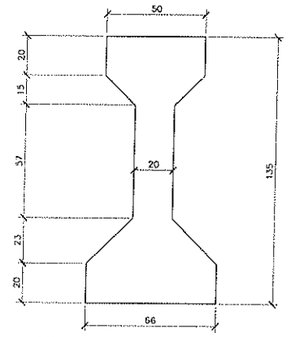
PLANTA CUBIERTA

1 : 250



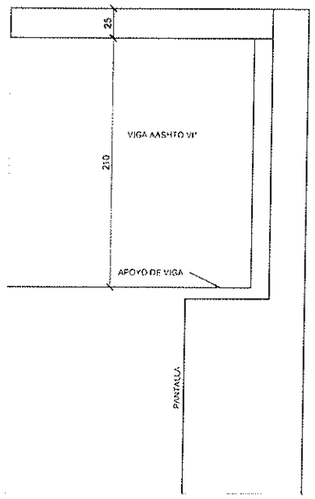
DETALLE APOYO PARA AASHTO IV

1 : 25
COTAS EN cm



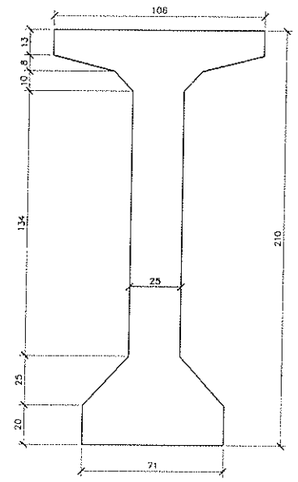
TRABE AASHTO IV. Separación 160cm

1 : 15
COTAS EN cm



DETALLE APOYO PARA AASHTO VI*

1 : 25
COTAS EN cm



TRABE AASHTO VI*. Separación 125cm

1 : 15
COTAS EN cm

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=25.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=23.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

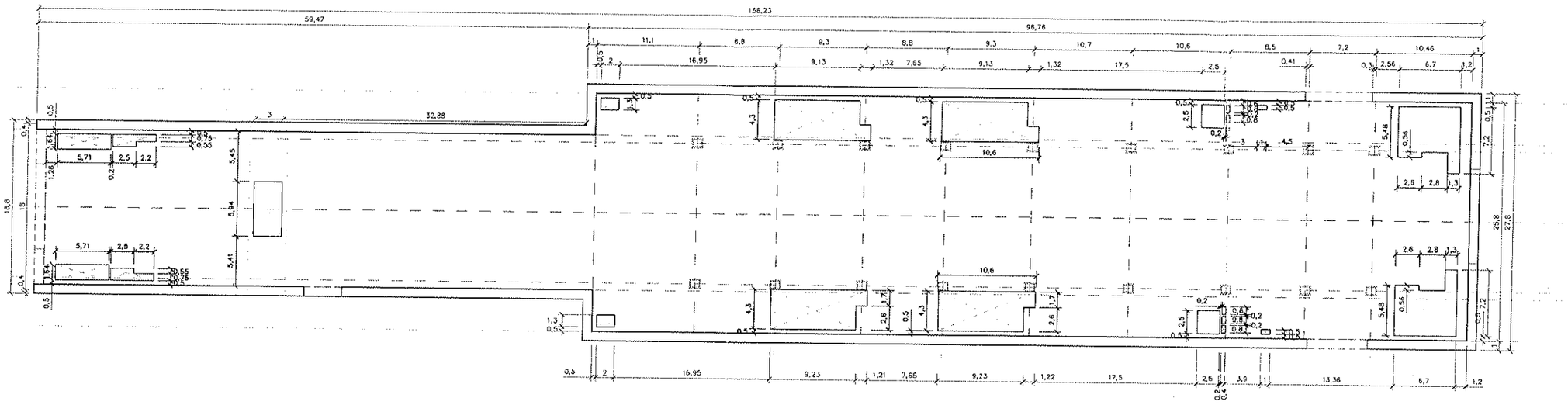
CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

NO CAMBIOS		ESTRUCTURAS	
FECHA: FEBRERO 2014		ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22	
		PLANTA CUBIERTA	
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA		CÓDIGO: PLOC-EST-ESR-L2-22-05-CUB-P-001	HOJA: 01 de 01
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA		0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-05-CUB-P001-P001.dwg	REVISIÓN: 0
REPRESENTANTE LEGAL			

15:42:[illegible] - 19:14

013939



PLANTA VESTÍBULO

1 : 500

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=25.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=23.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:500
ESCALA: A1
FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PLANTA VESTIBULO

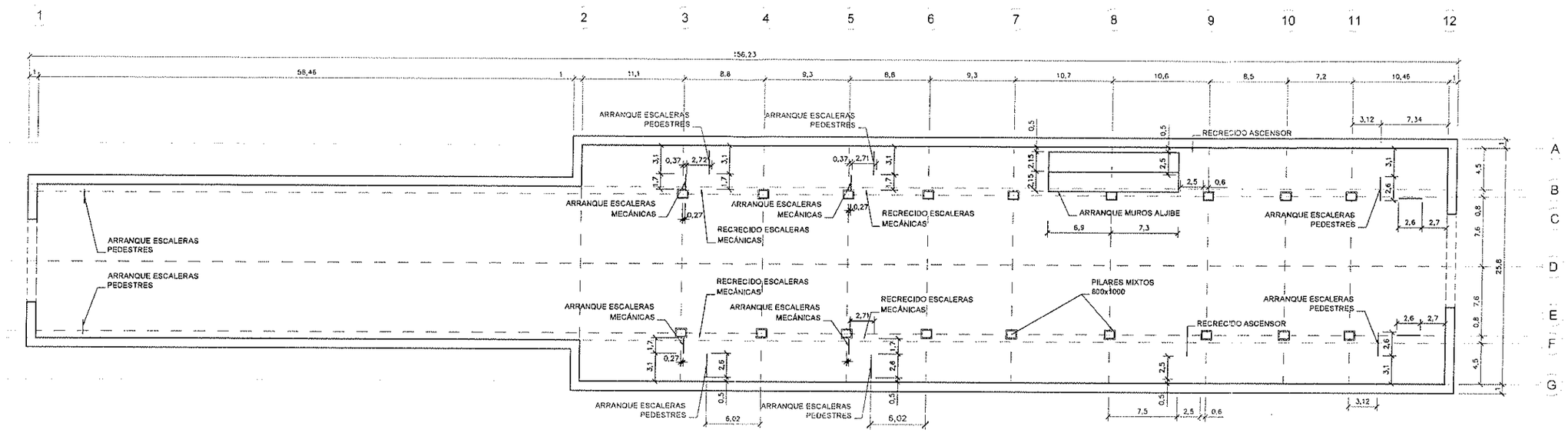
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-22-06-VES-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

PLOC-EST-ESR-L2-22-06-VES-P001-P001.dwg

\\data\archivos\ayesa\proj\12-12-0190\1 documentacion\1 tempo\adj\02-xx-xx-ind_m.bim\02 planos\1\12-07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-22-06-ves-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:1

013940



PLANTA LOSA DE FONDO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=25.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=23.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PLANTA LOSA FONDO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN NASAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

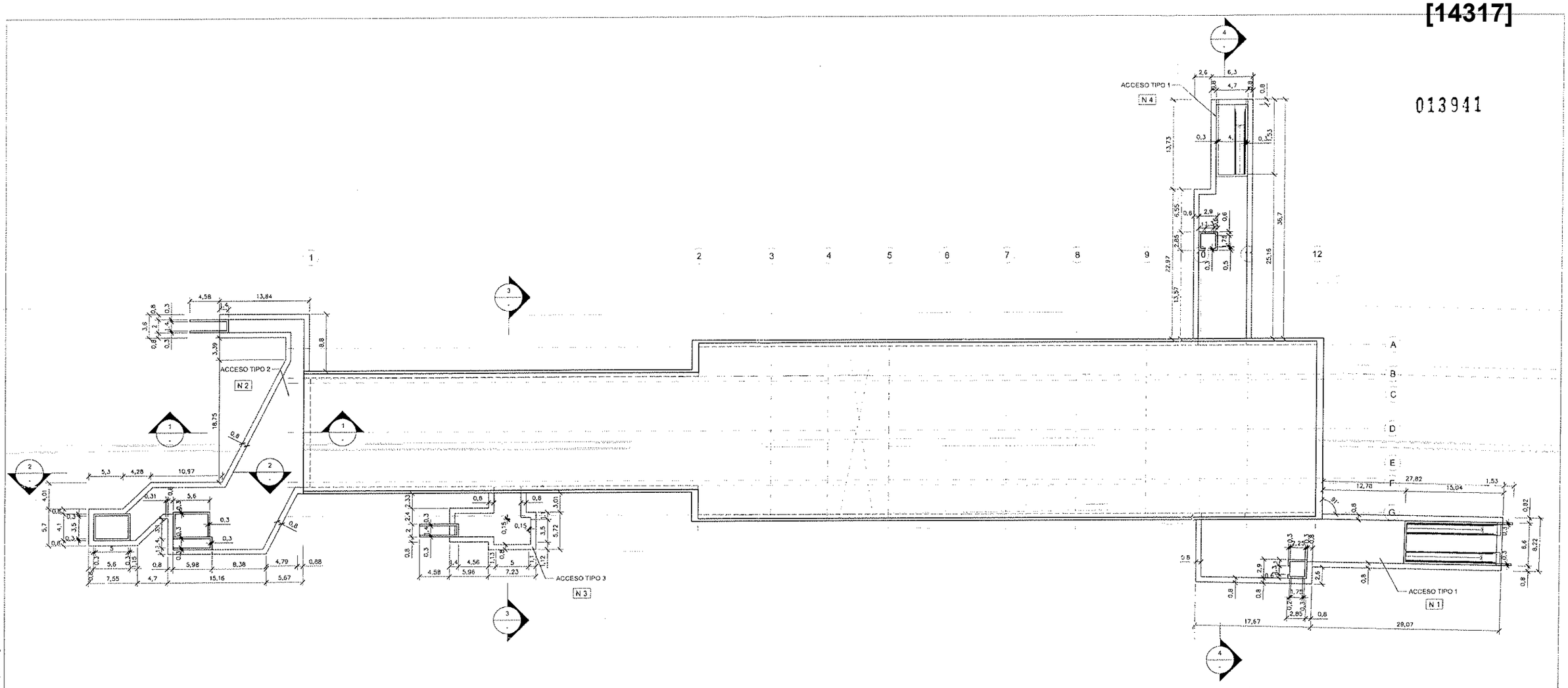
CÓDIGO: PLOC-EST-ESR-L2-22-07-LSF-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

PLOC-EST-ESR-L2-22-07-LSF-P001-P001.dwg

\\datos\proyectos\proyectos\2013\2013-0158\1 documentacion tecnica\4 ingenieria\03 estructuras\1-planos\01-2207_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-22-07-lsf-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:15

[14317]

013941



PLANTA ACCESOS

1 : 300

CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=25.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=23.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr 250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

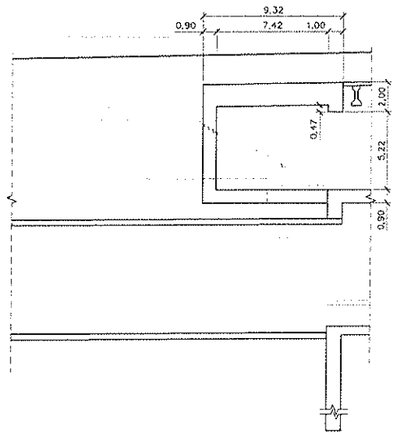
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PLANTA ACCESOS

CODIGO: L2-22-08-ACC-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

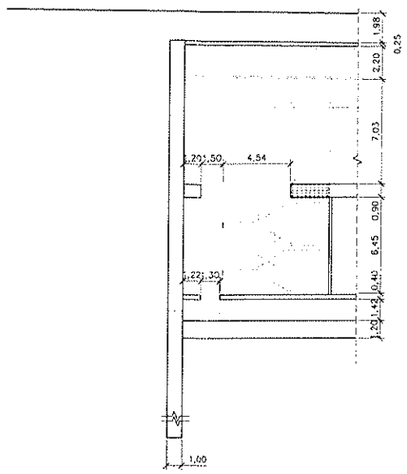
REPRESENTANTE LEGAL

\\Ciclocentro.civilnovec.pri\L2\L2-1\2-1-2-1-2-1-

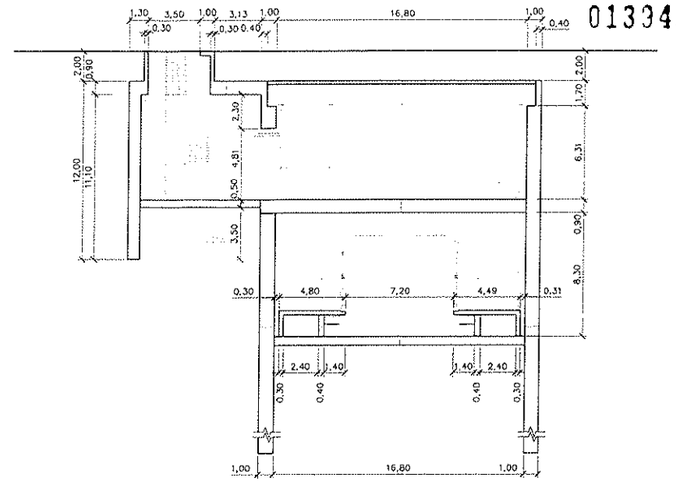
013342



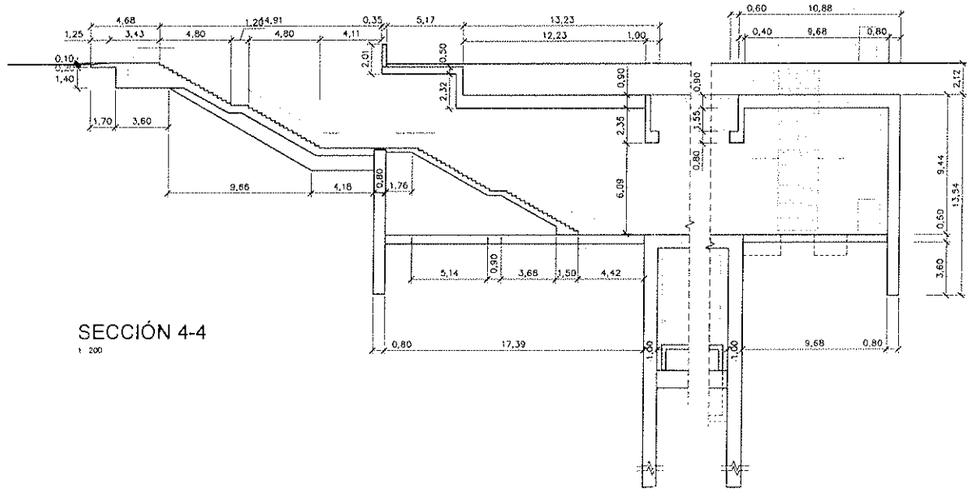
SECCIÓN 1-1
1 : 200



SECCIÓN 2-2
1 : 200



SECCIÓN 3-3
1 : 200



SECCIÓN 4-4
1 : 200

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:200
INDICADAS
FECHA
FEBRERO 2014

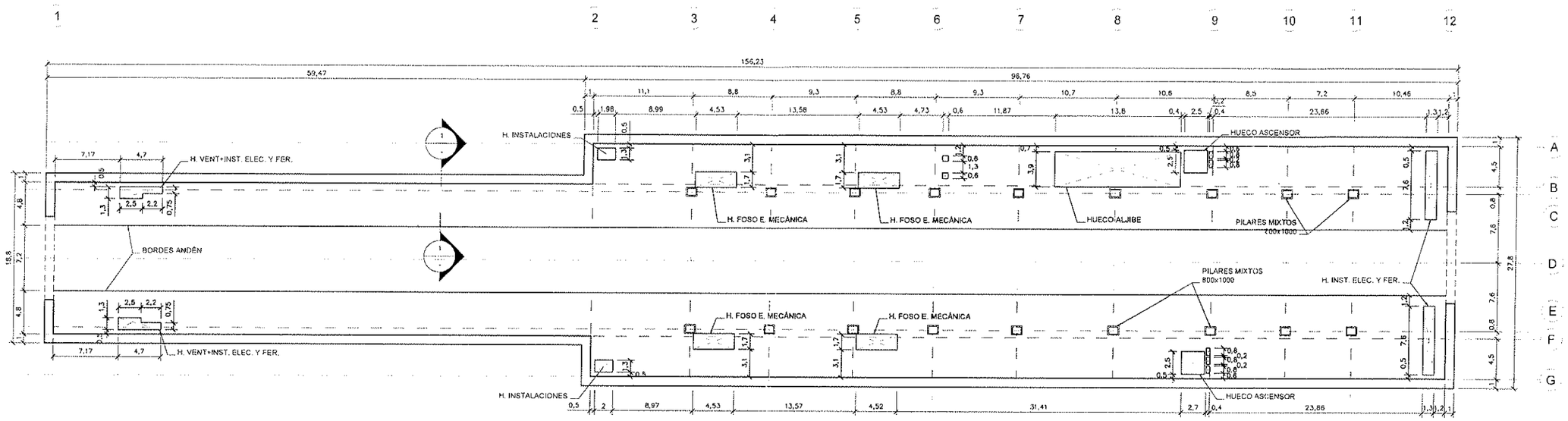
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
SECCIONES ACCESOS

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-22-08-ACC-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFREDO JUAN SALAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

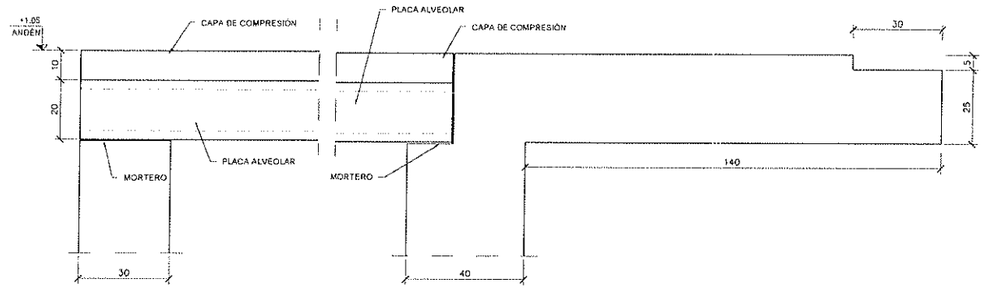
\\Cliks\proyectos\pro\2418\01 documentacion tesupro\tp00-xxxx Hoja tu Junio\2 planos\11-2707_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-22-18-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 19:16

0701_PLOC-EST-ESR-L2-22-08-ACC-P001-P002.dwg



PLANTA ANDÉN

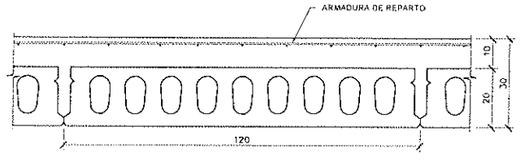
1 : 250



SECCIÓN 1-1

1 : 10

COTAS EN cm



DETALLE PLACA ALVEOLAR

1 : 10

COTAS EN cm

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c,min Mpa	f'c,diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

C:\Users\cristian.rivera\Desktop\L2-218\04 Construcción\Estructuras\Temporal\KD3-xxxx-Ant.Mirafl\02 Planos\01-ARQ\07_ploc-est-esr\07101_ploc-est-esr-l2-22-09-and-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:19

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

DETALLES: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL-22
PLANTA ANDÉN

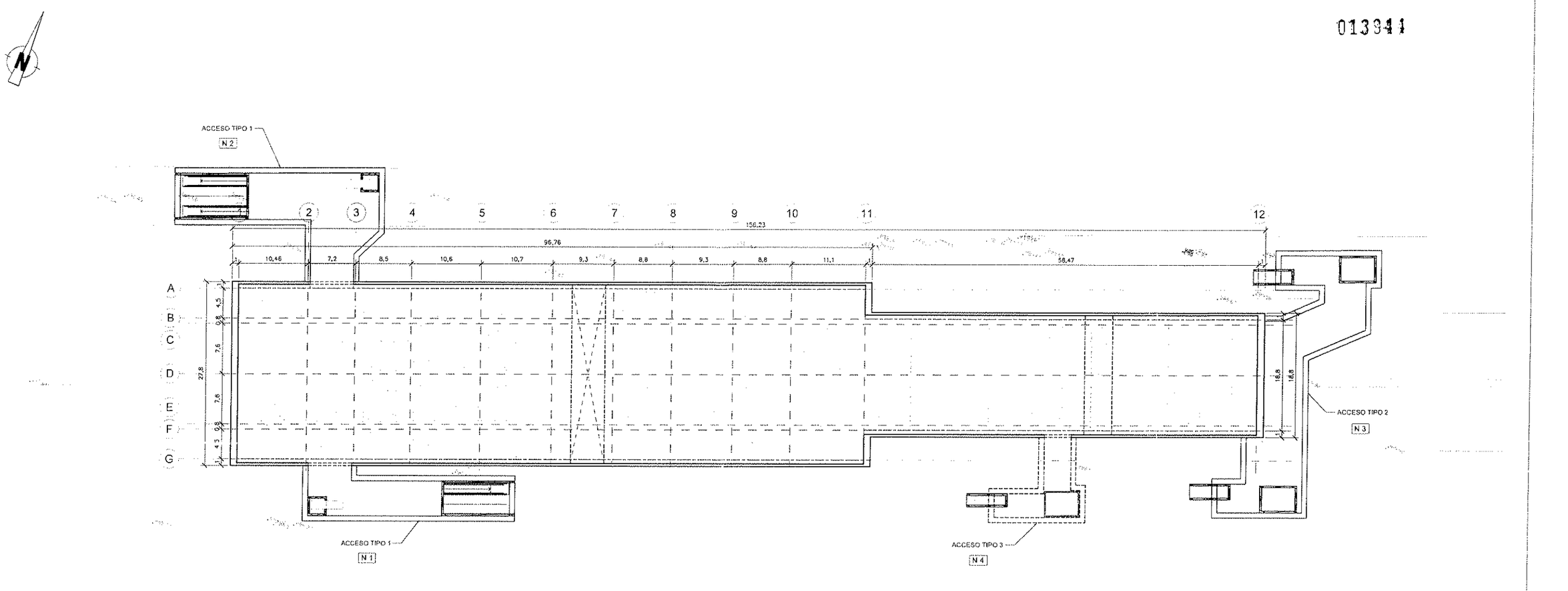
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-22-09-AND-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
FERNANDO BASAÑS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLOC-EST-ESR-L2-22-09-AND-P001-P001.dwg

[14320]

013341



PLANTA
1 :300

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy,min kg/cm2	fy,max kg/cm2	fu,min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c,min Mpa	f'c,diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

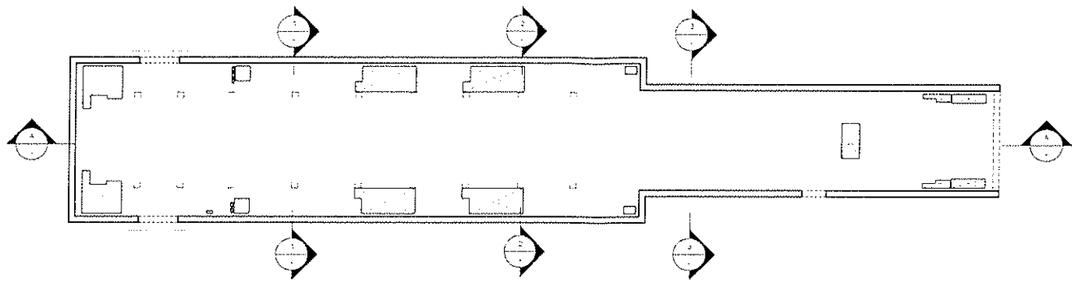
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P001-P003.dwg

C:\Users\rcastillo\Desktop\0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P001-P003.dwg • Ficha Jueves 20 [Guardado] • 07/02/2014 19:58

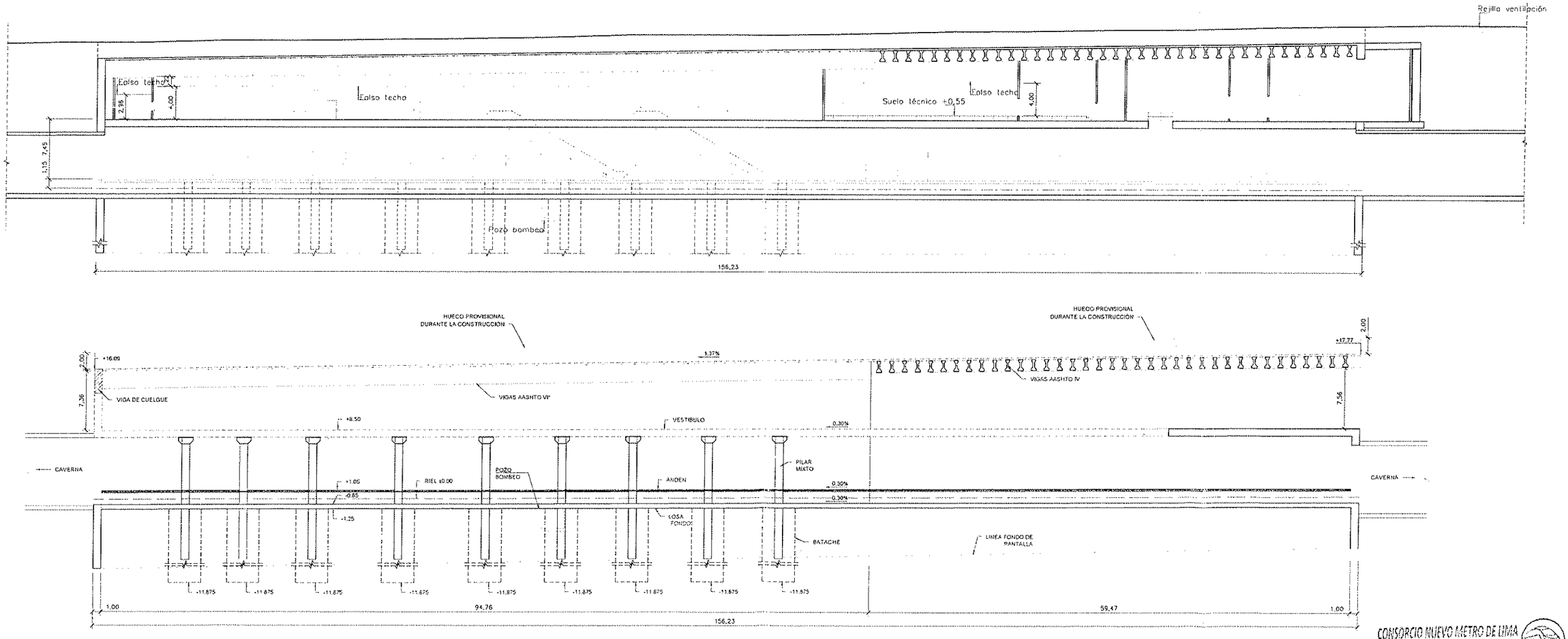
[14321]

013345



PLANTA

1: 500



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

1: 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 INDICADAS
FECHA FEBRERO 2014

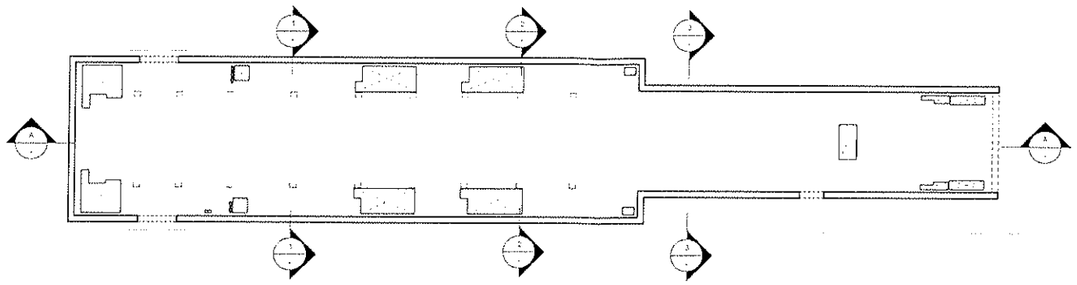
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
SECCIÓN LONGITUDINAL

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P-002
HOJA 02 de 03
REVISIÓN 0

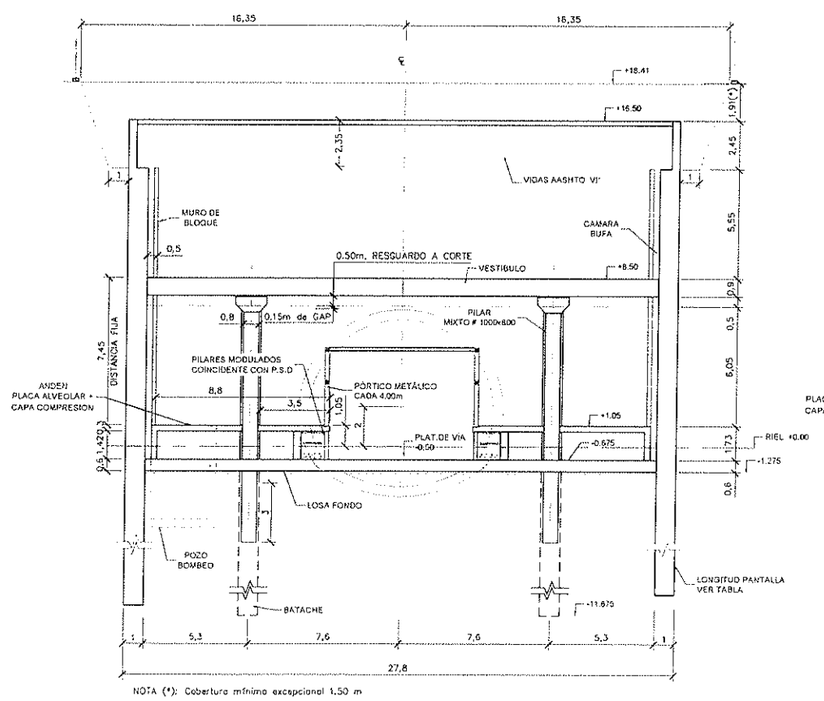
0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Estructuras\proyectos\pl-23-01-0701 documentacion\proyecto\pl23-xxx + ficheros\02 planos\11-2207_ploc-est-esr-l2-23-01-dge-p0701_ploc-est-esr-l2-23-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:00

013946

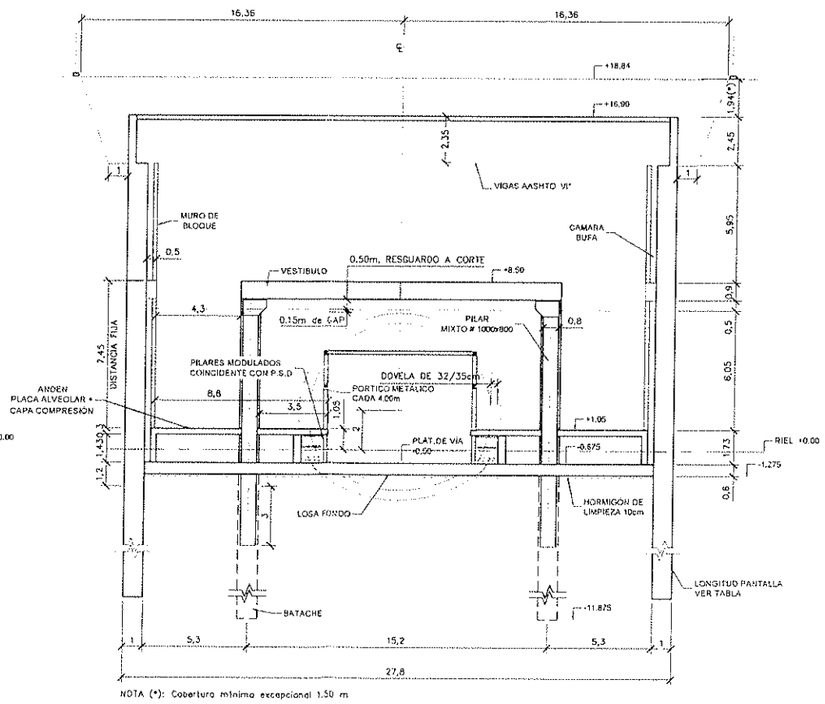


PLANTA
1 : 500



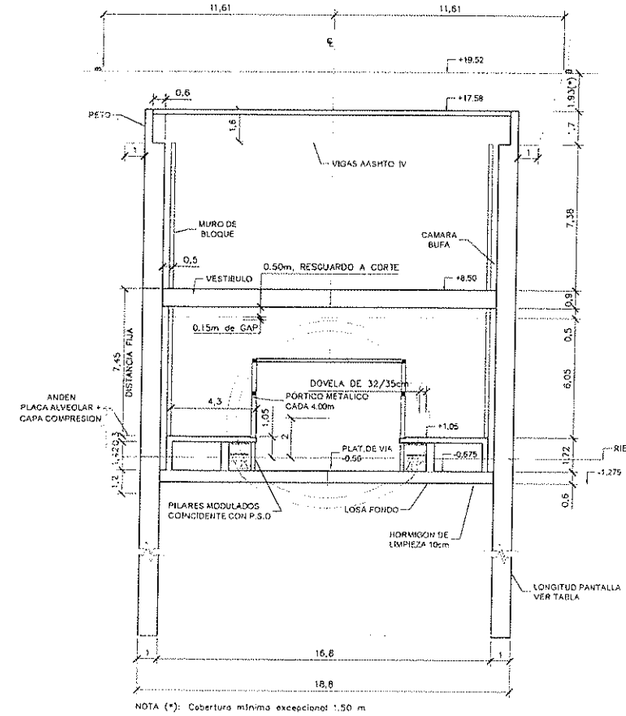
NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 1-1
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 2-2
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 3-3
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESTADO: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
SECCIONES TRANSVERSALES

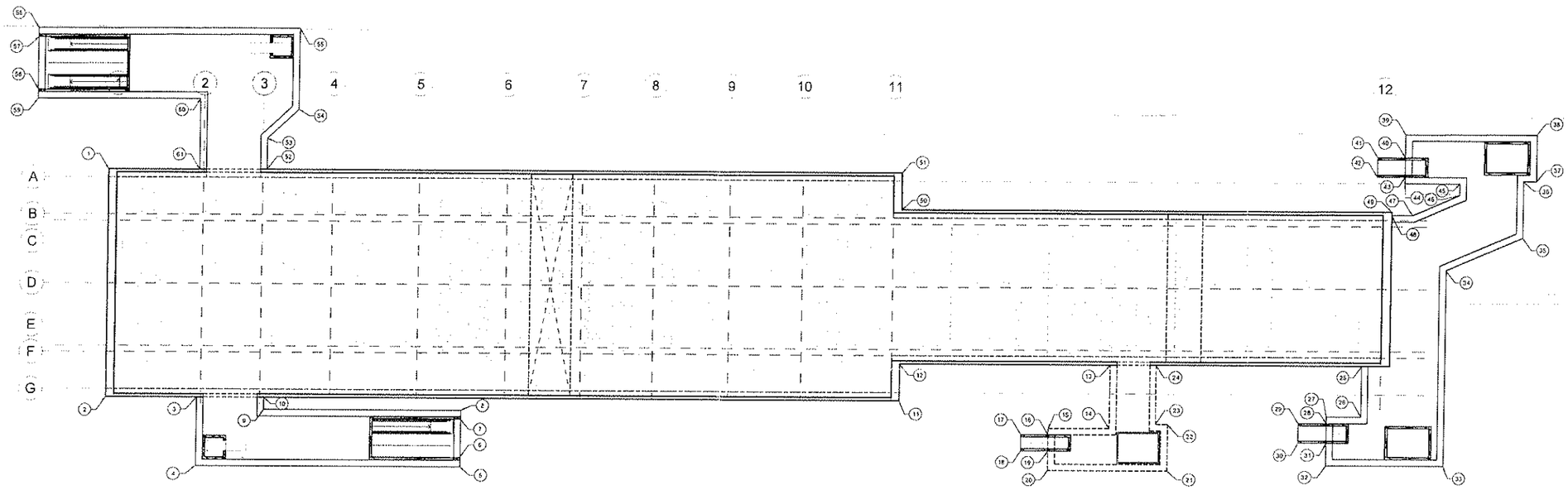
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P-003
HOJA: 03 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Estructuras\estructuras\proyectos\PROYECTOS\L2 documentacion temporal\PROYECTOS\L2 planos\01 planos\01-02\01_planos\01-est\01-esr\0701_plano-est-esr-l2-23-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 20:00

[14323]

013947



PLANTA REPLANTEO

1 : 300

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	288063.543	8667470.661
2	288074.081	8667444.936
3	288084.223	8667449.090
4	288087.404	8667441.334
5	288117.173	8667453.544
6	288116.759	8667454.563
7	288114.975	8667458.912
8	288114.558	8667459.930
9	288092.373	8667450.830
10	288091.811	8667452.199
11	288163.618	8667481.614
12	288161.913	8667485.778
13	288185.441	8667495.416
14	288188.374	8667488.256
15	288181.584	8667485.467
16	288181.885	8667484.734
17	288178.851	8667483.487
18	288179.611	8667481.637
19	288182.645	8667482.884
20	288183.553	8667480.674

PTO	X	Y
21	288197.004	8667486.184
22	288194.842	8667491.460
23	288193.455	8667490.869
24	288190.715	8667497.577
25	288213.872	8667507.062
26	288216.220	8667501.329
27	288212.207	8667499.664
28	288212.513	8667498.925
29	288209.484	8667497.668
30	288210.404	8667495.451
31	288213.433	8667496.708
32	288214.496	8667494.143
33	288227.763	8667499.589
34	288216.703	8667521.707
35	288225.828	8667528.946
36	288223.212	8667535.332
37	288224.663	8667535.936
38	288222.479	8667541.199
39	288207.659	8667535.650
40	288208.720	8667532.458

PTO	X	Y
41	288205.682	8667531.197
42	288206.597	8667528.993
43	288209.630	8667530.237
44	288209.933	8667529.497
45	288216.121	8667532.065
46	288216.660	8667530.751
47	288212.270	8667526.291
48	288209.971	8667525.349
49	288209.819	8667525.719
50	288154.786	8667503.175
51	288153.080	8667507.339
52	288081.273	8667477.924
53	288079.828	8667481.425
54	288082.024	8667486.133
55	288078.242	8667495.296
56	288049.022	8667483.234
57	288049.441	8667482.217
58	288051.883	8667476.302
59	288052.303	8667475.285
60	288070.428	8667482.767
61	288073.685	8667474.816

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
eurostudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA REPLANTEO

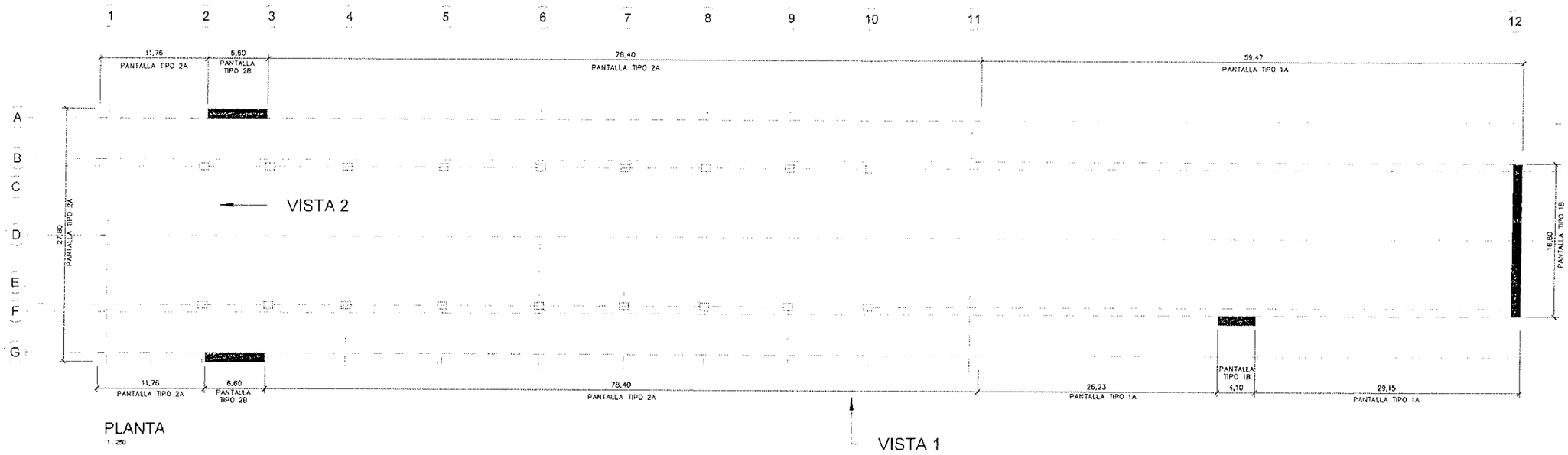
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-23-02-REP-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-02-REP-P001-P001.dwg

3:\6.Anexos\Anexos\Anexo1\2-2\4-0701 documentación temporal\p03-xxx-t-tcl_m.lima\02 planos\11-t2\07_plano-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-23-02-rep>p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:24

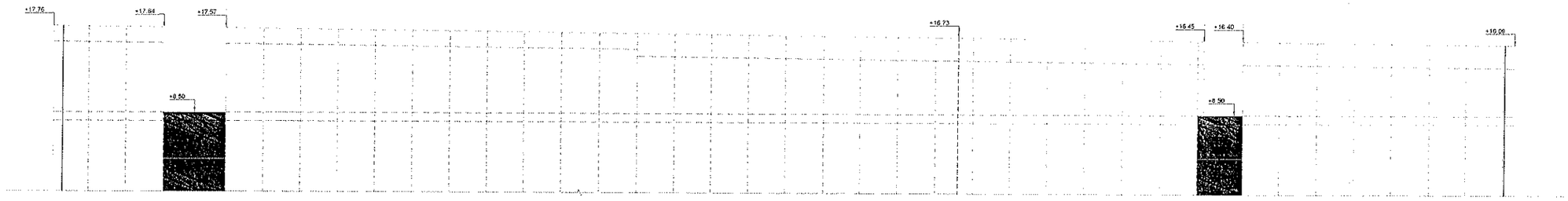
[14324]

013048

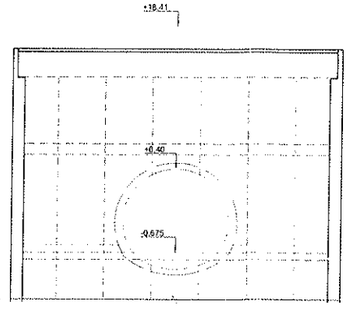


PLANTA
1 : 250

VISTA 1



VISTA 1
1 : 250



VISTA 2
1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=24.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PANTALLAS PLANTA

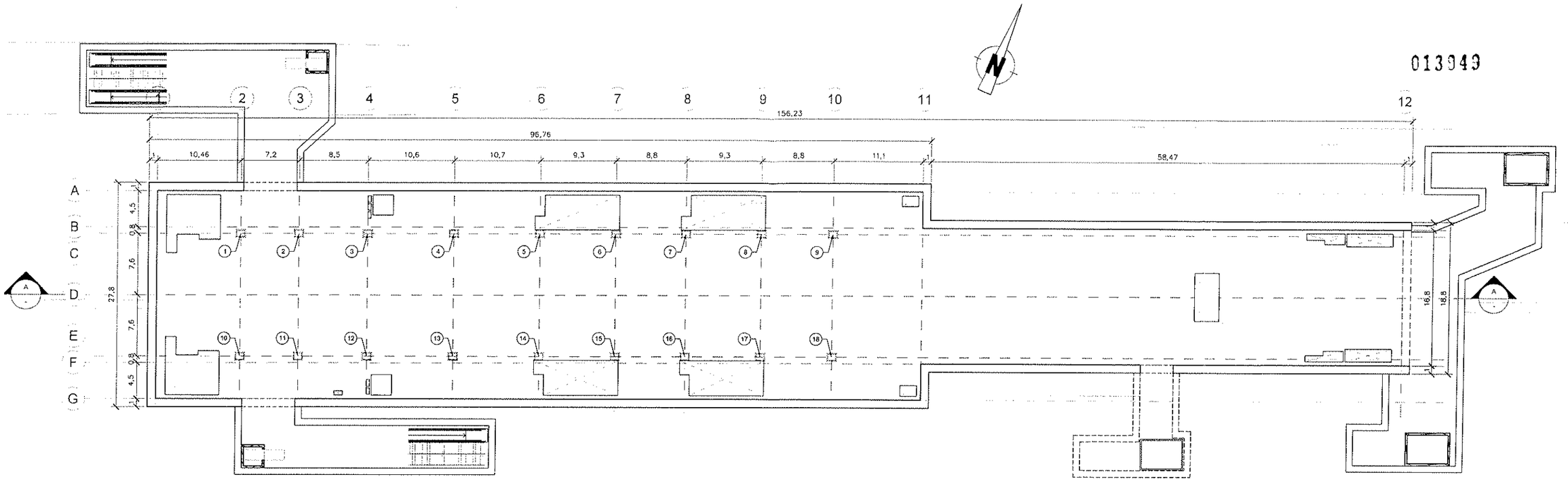
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BADANI GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CODIGO: 1201-PLOC-EST-ESR-L2-23-03-PAN-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0
1201-PLOC-EST-ESR-L2-23-03-PAN-P001-P001.dwg

Elaboración Expediente Técnico (EET) - 2013/01 - (Documentación complementaria) 03-Estructuras\Estructuras temporales\03-Estructuras temporales_07_pilas-estacas\1201-ploc-est-esr-l2-23-03-pan-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:25

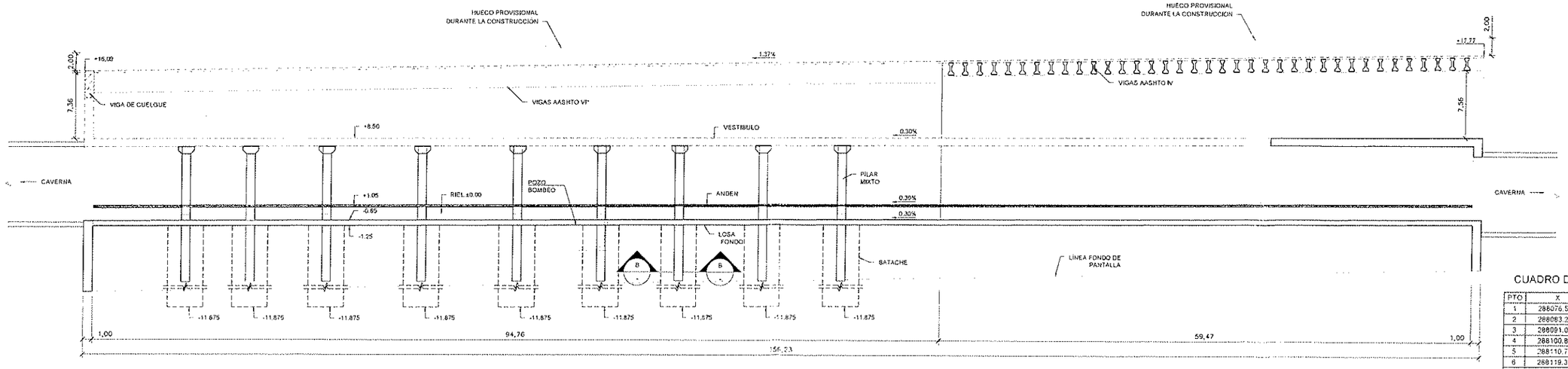
[14325]

013949



PLANTA REPLANTEO

1: 250



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

1: 250

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	288076.536	8667466.176
2	288083.214	8667471.905
3	288091.053	8667475.126
4	288100.872	8667479.145
5	288110.773	8667483.201
6	288119.378	8667486.726
7	288127.522	8667490.062
8	288135.127	8667493.587
9	288144.271	8667495.923
10	288082.298	8667455.110
11	288088.960	8667457.839
12	288096.825	8667461.061
13	288106.634	8667465.079
14	288116.535	8667469.135
15	288125.140	8667472.660
16	288133.284	8667475.996
17	288141.889	8667479.521
18	288150.033	8667482.857

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO RIOS BASTAS GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 1:250
FECHA FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
CIMETACIÓN

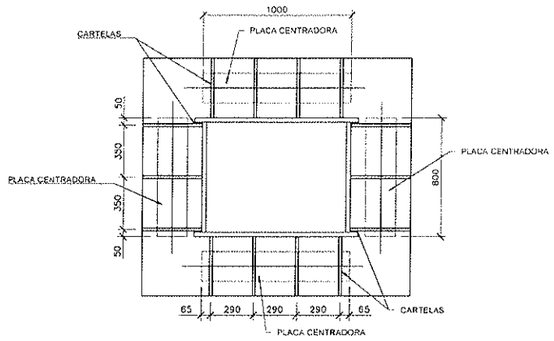
PLANO N° PLOC-EST-ESR-L2-23-04-CIM-P-001
HOJA 01 de 02
REVISIÓN 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-04-CIM-P001-P001.dwg

C:\Users\jmiro\Desktop\2-Estudios\2-Estudios\02 documentacion en tramitacion\03-xxx Herramienta\02 planos\01-2017_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-23-04-cim-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:26

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 1

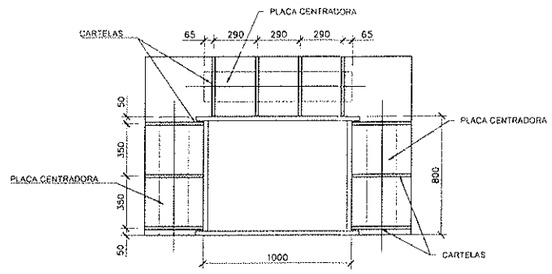
1 : 20
COTAS EN mm



PLANTA

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 2

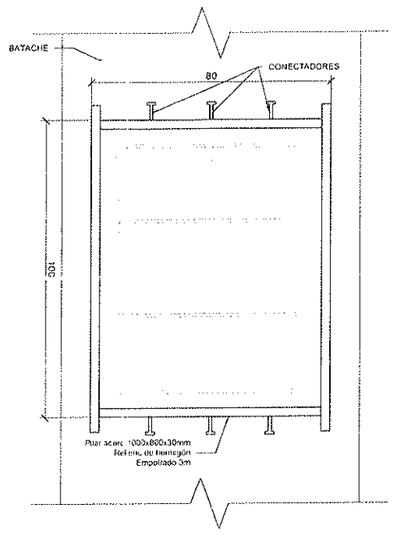
1 : 20
COTAS EN mm



PLANTA

ALZADO

ALZADO



SECCIÓN B-B

COTAS EN cm

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
DETALLES PILAS

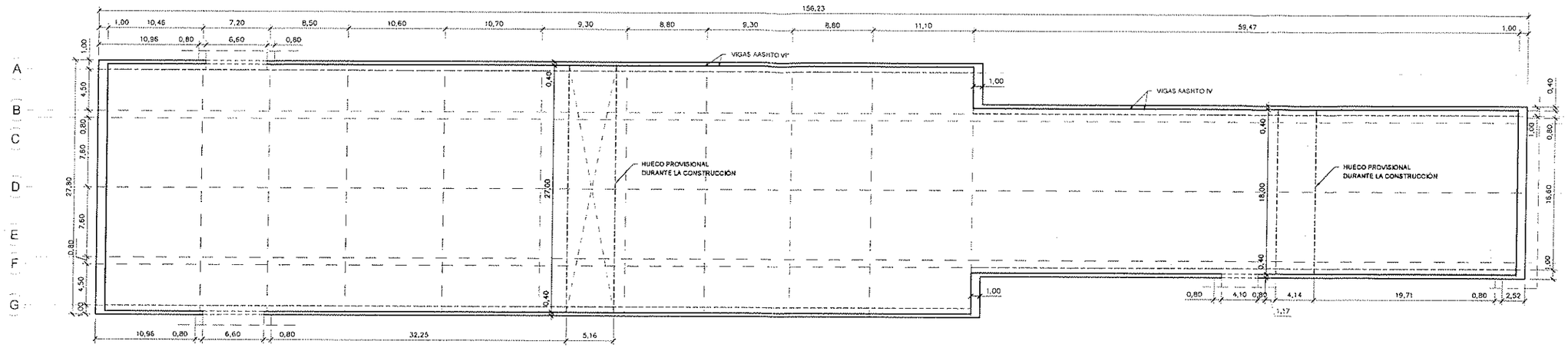
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-23-04-CIM-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-04-CIM-P001-P001.dwg

15/01/2014 08:55:54 p:\10-2148\01-documentacion temporal\pl\0-xxx-final_n.lim.v02 (diseño)\1-12\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-23-04-cim-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:26

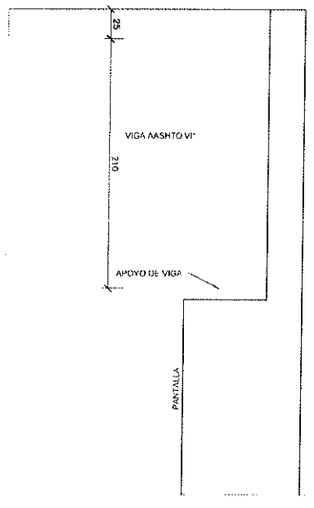
[14327]

013951



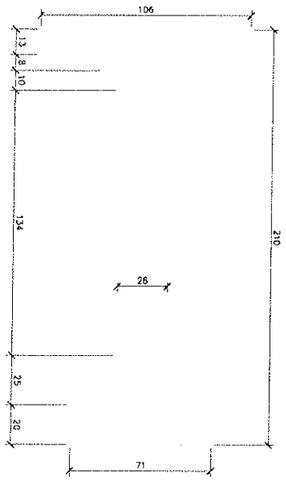
PLANTA CUBIERTA

1 : 250



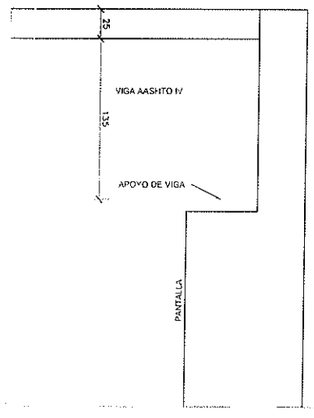
DETALLE APOYO PARA AASHTO VI*

1 : 25
COTAS EN cm



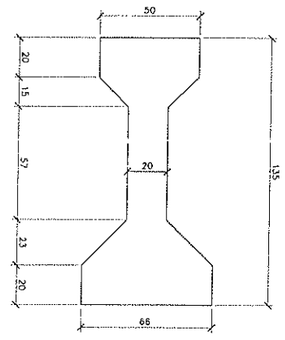
TRABE AASHTO VI*. Separación 125cm

1 : 15
COTAS EN cm



DETALLE APOYO PARA AASHTO IV

1 : 25
COTAS EN cm



TRABE AASHTO IV. Separación 160cm

1 : 15
COTAS EN cm

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=24.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGIA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGIAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA CUBIERTA

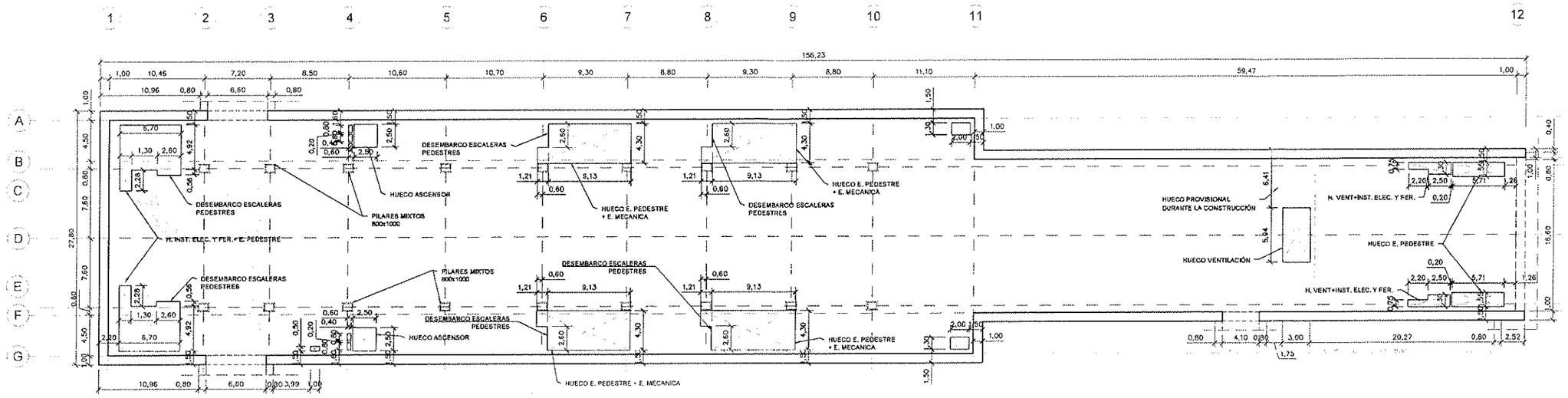
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-23-05-CUB-P-001 | HOJA: 01 de 01 | REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-05-CUB-P001-P001.dwg

\\Cifs2\soporte\Documentos\3871-2014\B\04 documentacion complementaria\plot\3-xxx-Plot-maestro\02 planos\01-PLOT_planos\est-esr\0701_plot-est-esr-l2-23-05-cub-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:28

013952



PLANTA VESTÍBULO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=24.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:1
INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

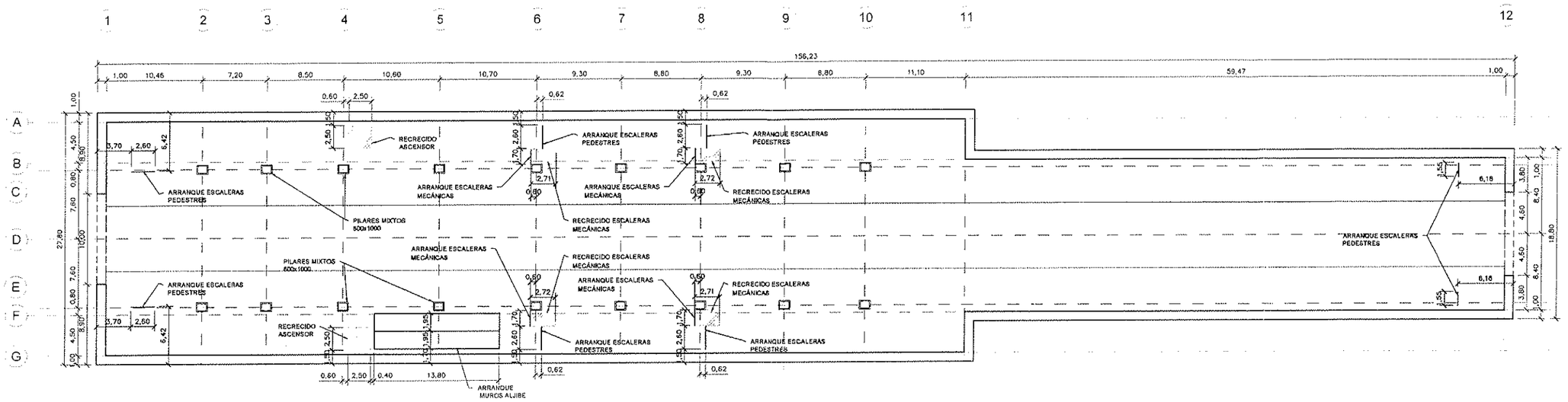
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA VESTÍBULO

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-23-06-VES-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\Estructuras\proyectos\2013-214\03-documentacion tecnica\dgn\03-xxxx-x-ltct.m.lima\02 planos\l1-l2\07_plaxx-est-esr\ploc-est-esr-l2-23-06-ves-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:28

013953



PLANTA LOSA DE FONDO

1 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=24.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo. Zona ancha	0.90	160.00
	Vestíbulo. Zona estrecha	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

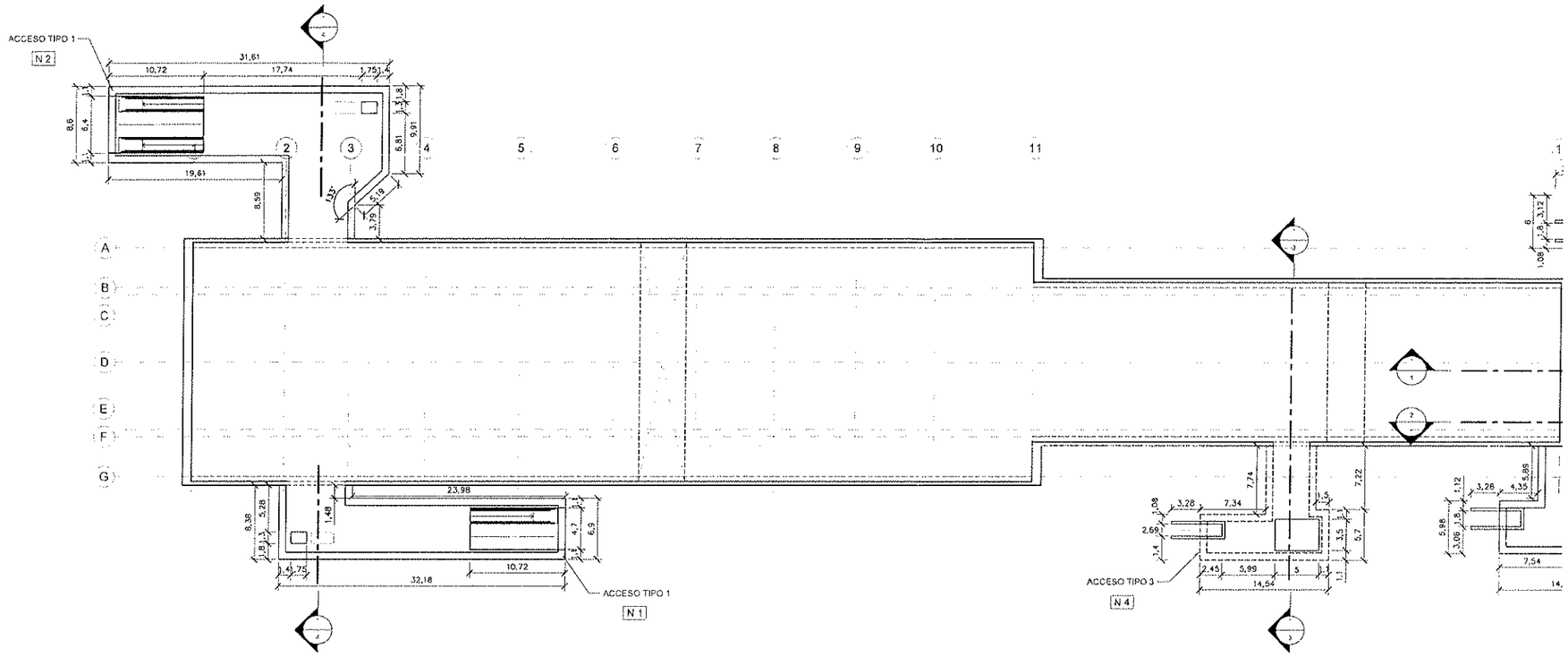
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA LOSA DE FONDO

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-23-07-LSF-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

0701-PLOC-EST-ESR-L2-23-07-LSF-P001-P001.dwg

\\Estructuras\proyectos\2013-0154\04-documentacion\01-tramitacion\03-xxxx+bcd.m.jesus\02 planos\01-ejes\07 plot\plot-est-esr-l2-23-07-lsf-p001_plot-est-esr-l2-23-07-lsf-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 18:30



PLANTA ACCESOS

1 : 300

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy,min kg/cm2	fy,max kg/cm2	fu,min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

TIPOLC

ELEM
Pantallas
Losa Cubi
Losas Inte Escaleras Interiores
Losa de Fc
Viguetas A
Pilares
Batache de
Hormigón limpi
Dovelas

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
iT INGENIERÍA

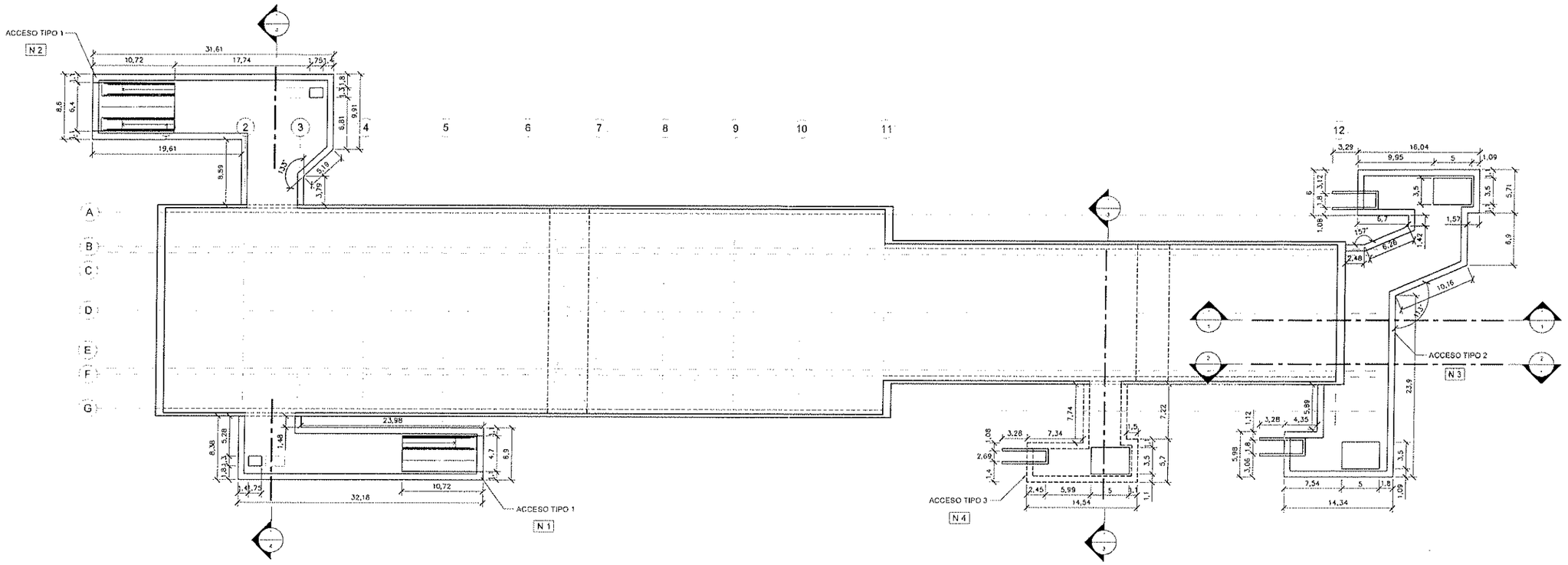
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

CONSORC
ALFONS
REP

C:\Users\mariaalejandra.reyes\p20221489\1 documentacion temporal\pg06-xxx - lect.rt.jmaz02 planos\11-t2\01_plan-acc-est-est\0701_plan-acc-est-est-R42-23-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:47

013954



PLANTA ACCESOS
1 : 300

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA ACCESOS

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-23-08-ACC-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

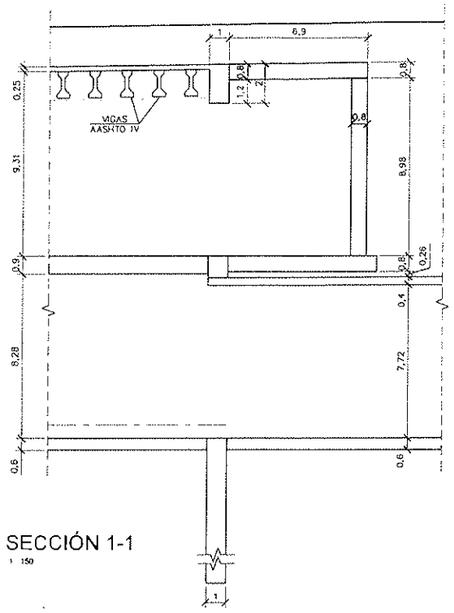
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-08-ACC-P001-P002.dwg

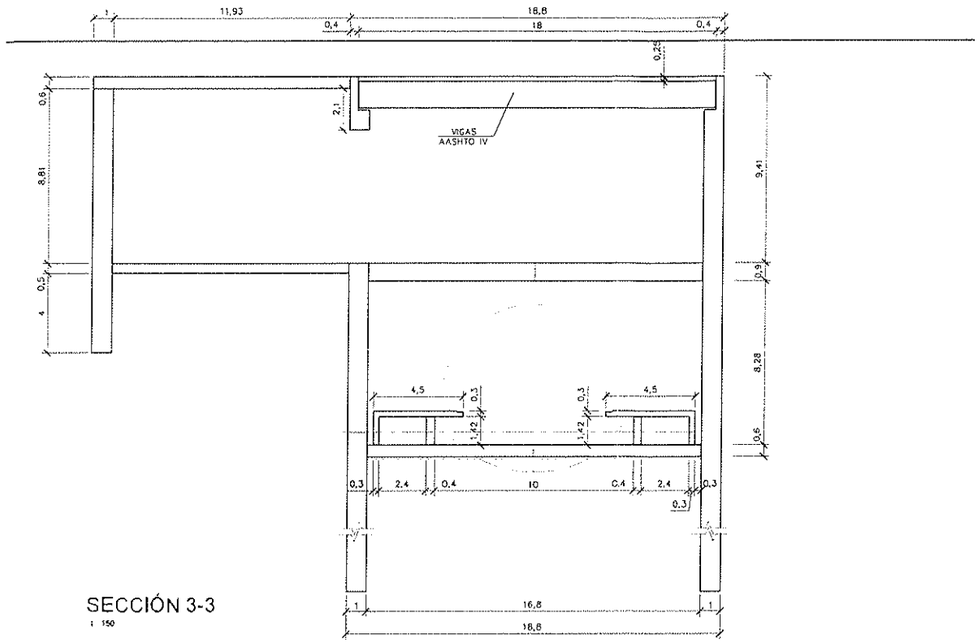
07/02/2014 - 20:47
\\Datos\trabajos\proy\53-74\01 documentacion temporal\K03-xxxx + Host.n.lamina\02 planos\11-t2\01_sitio-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-23-08-acc-p001-p002.dwg

[14332]

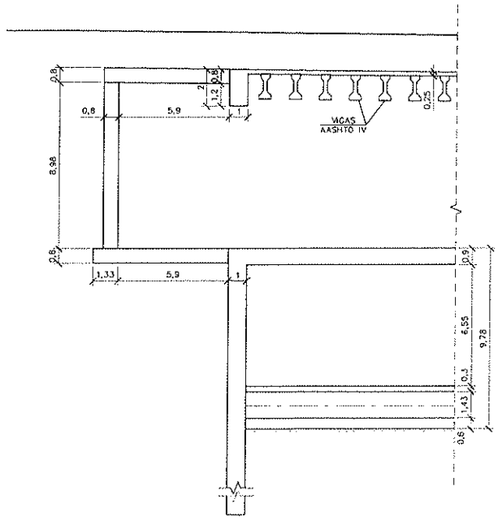
013055



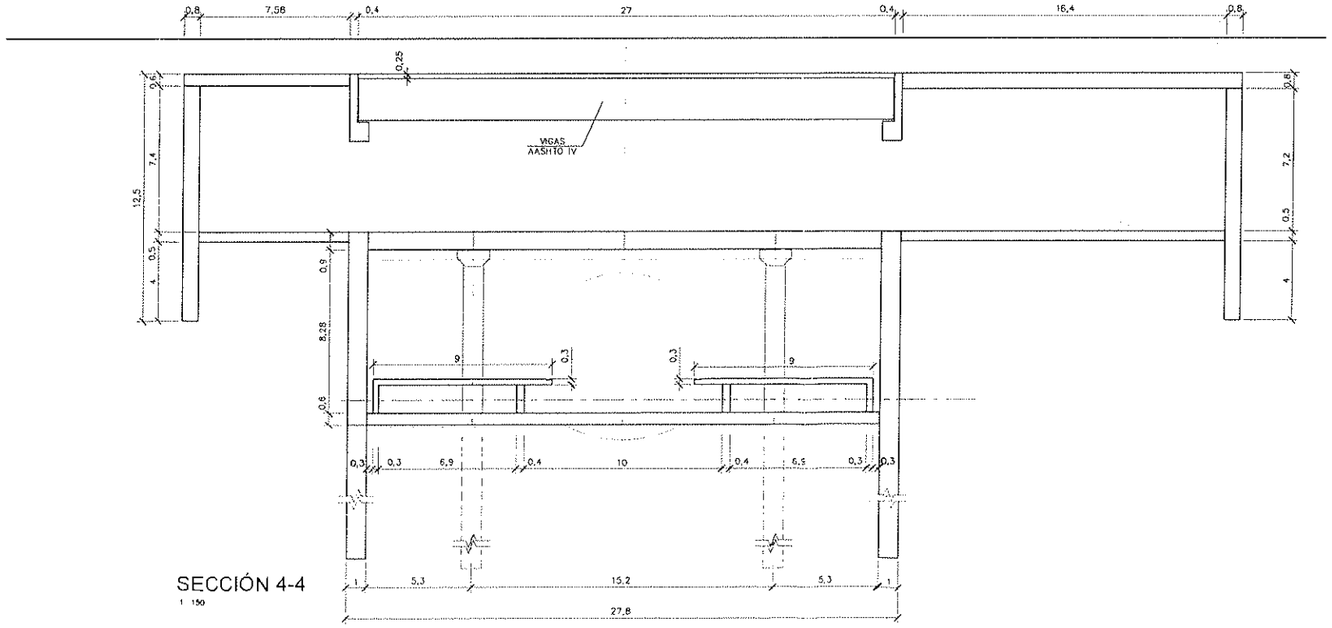
SECCIÓN 1-1
1 : 150



SECCIÓN 3-3
1 : 150



SECCIÓN 2-2
1 : 150



SECCIÓN 4-4
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa | eurostudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1 1:150 | A3
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
SECCIONES ACCESOS

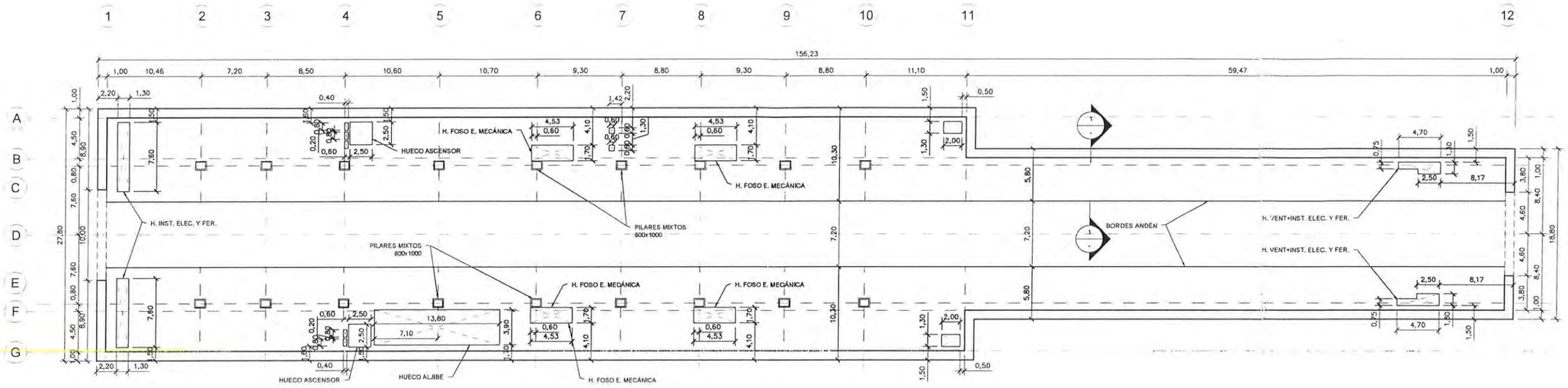
PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-23-08-ACC-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-08-ACC-P001-P002.dwg

\\cdata\cnm\proyectos\2013\2-2013\03-documentacion tecnica\4-pt\3-exec + lic\1_linea02_planos\11-12\07_ploc-est-esr\l2-23-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:47

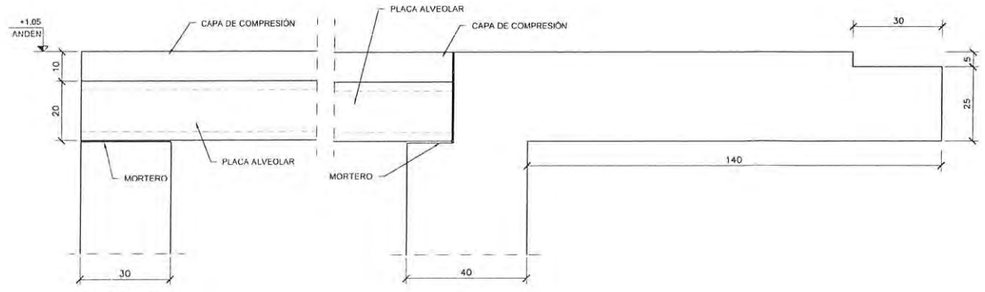
[14333]

013056



PLANTA ANDÉN

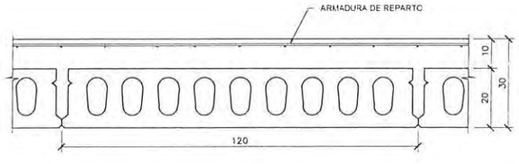
1 : 250



SECCIÓN 1-1

1 : 10

COTAS EN cm



DETALLE PLACA ALVEOLAR

1 : 10

COTAS EN cm

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: A1: 1:250

FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN LA CULTURA-23
PLANTA ANDÉN

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-23-09-AND-P-001

HOJA: 01 de 01

REVISIÓN: 0

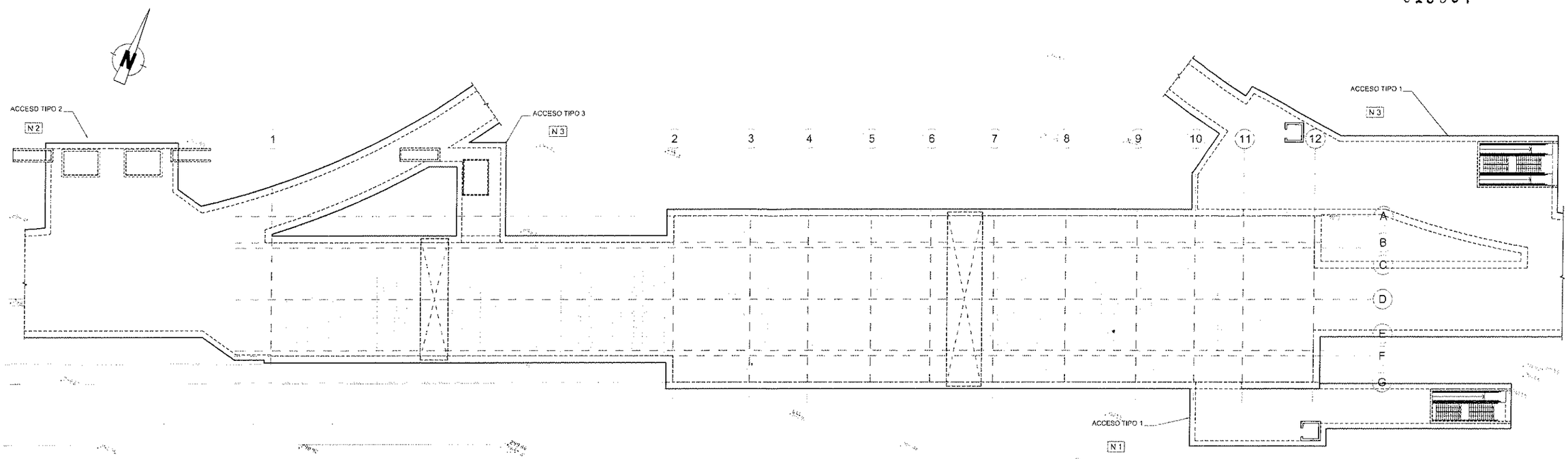
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAGE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0701_PLOC-EST-ESR-L2-23-09-AND-P001-P001.dwg

\\cklavencia\drives\pi03c2448\01 documentación temporal\pi03-xxxx-i-kst_m.lima\02 planos\11-t2\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-p2-23-09-and-p\p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:32

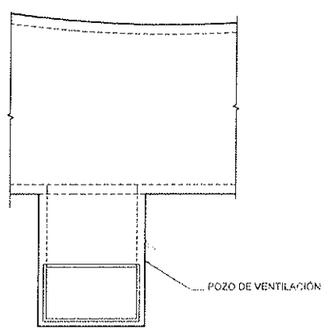
[14334]

013957



PLANTA

1 : 300



PLANTA

1 : 300

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PLANTA

PLANO: PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE-P-001
HOJA: 01 de 03
REVISIÓN: 0

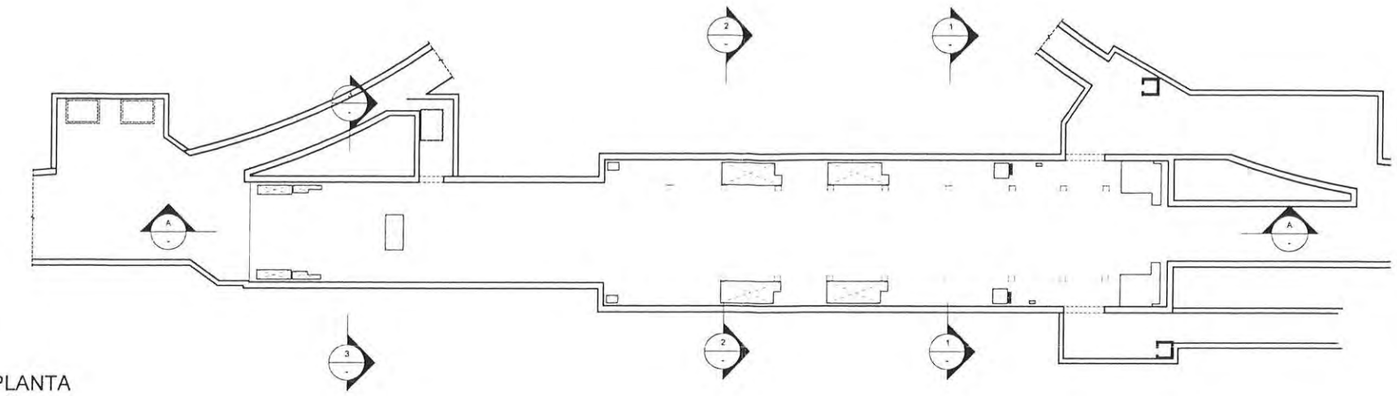
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\datosnuevometrodelima\pyto2-24-1\BIM\1 documentacion tecnica\all pd3\xxxx - ind_m.lima\02 jobs\ss11-42\07 _ploc-est-esr\07\01 _ploc-est-esr-l2-24-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 19:54

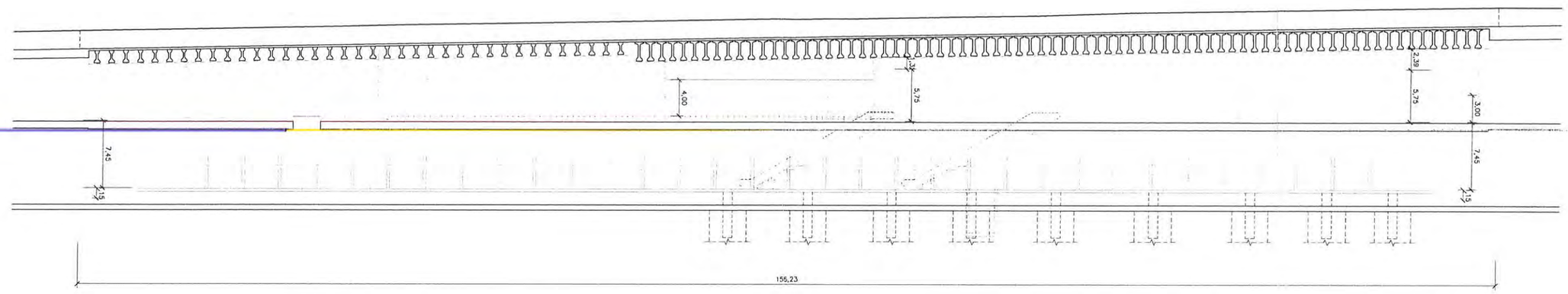
07/01_PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE-P001-P003.dwg

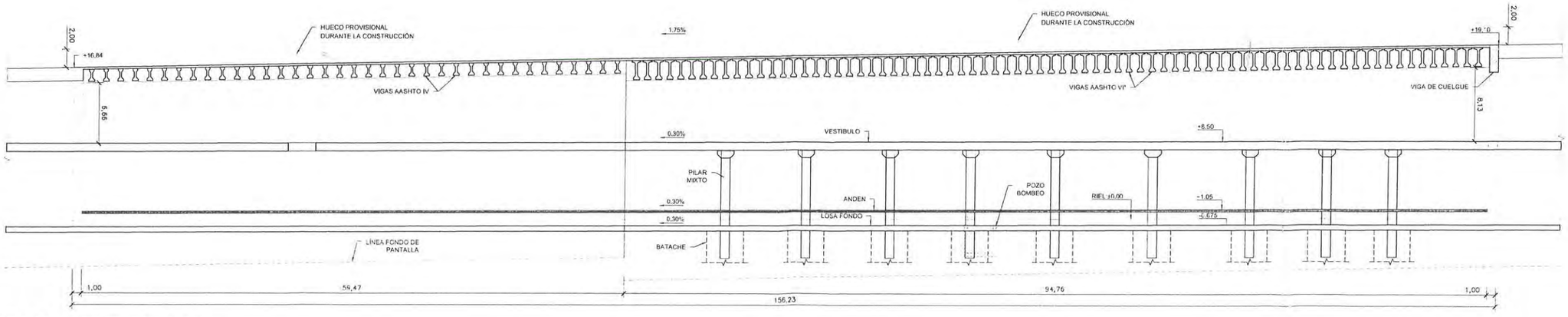
[14335]

013953



PLANTA
1 : 500





SECCIÓN LONGITUDINAL A-A
1 : 250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

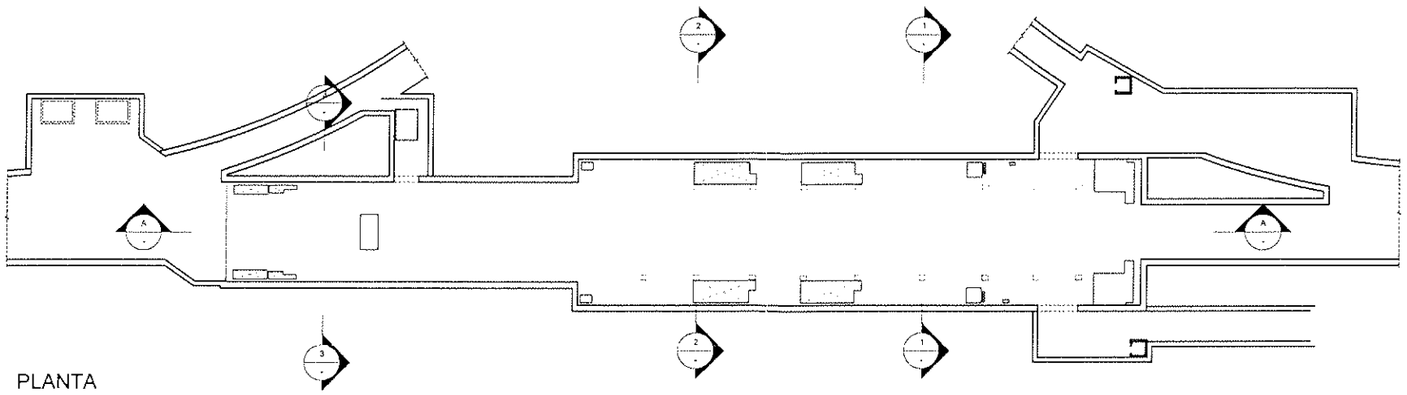
ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
SECCIÓN LONGITUDINAL

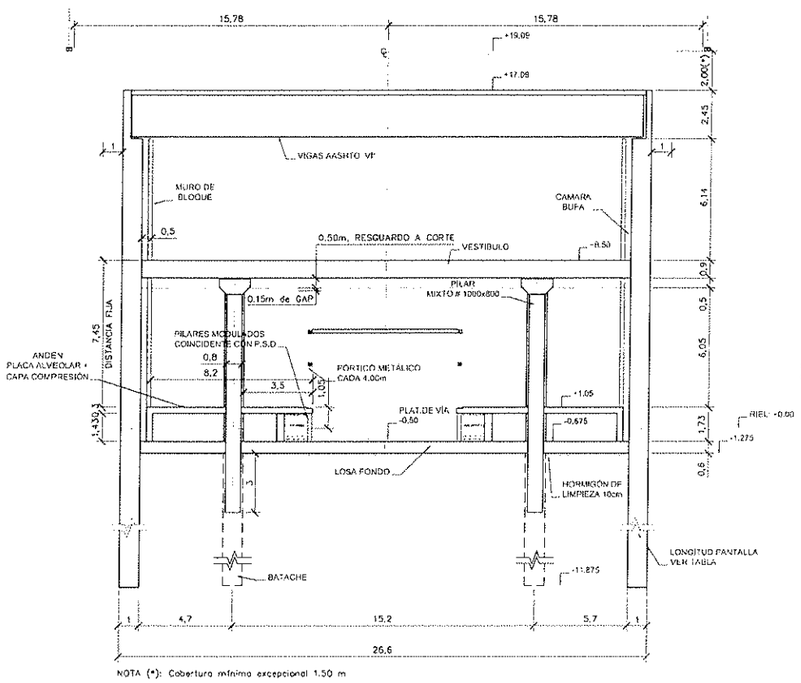
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE-P-002
HOJA: 02 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Cklavancion\revit\p03-244\04 documentación temporal\p03-xxxx-Hist.m.lima\02 planos\11-ID07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-24-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 19:55

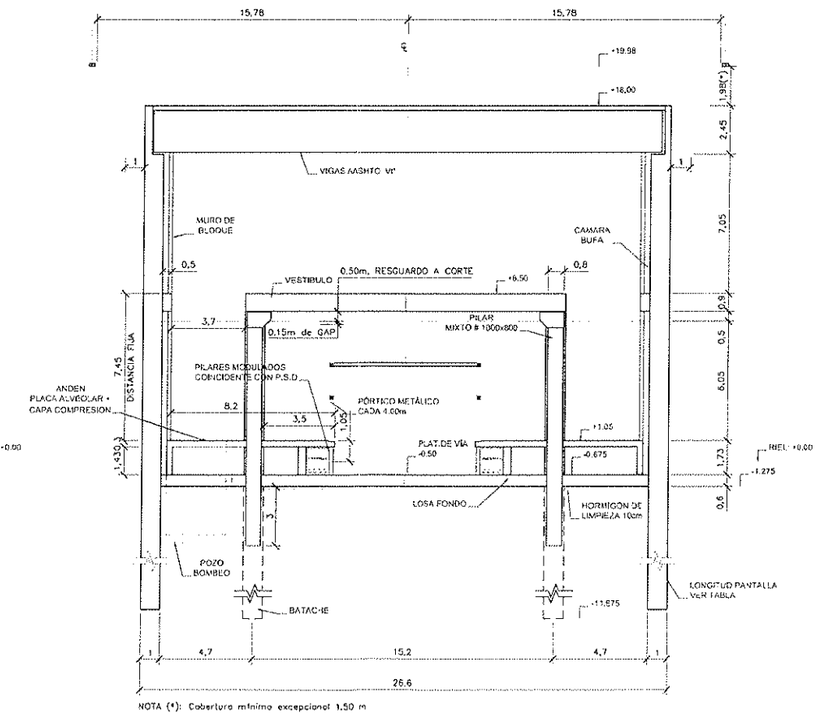


PLANTA
1 : 500



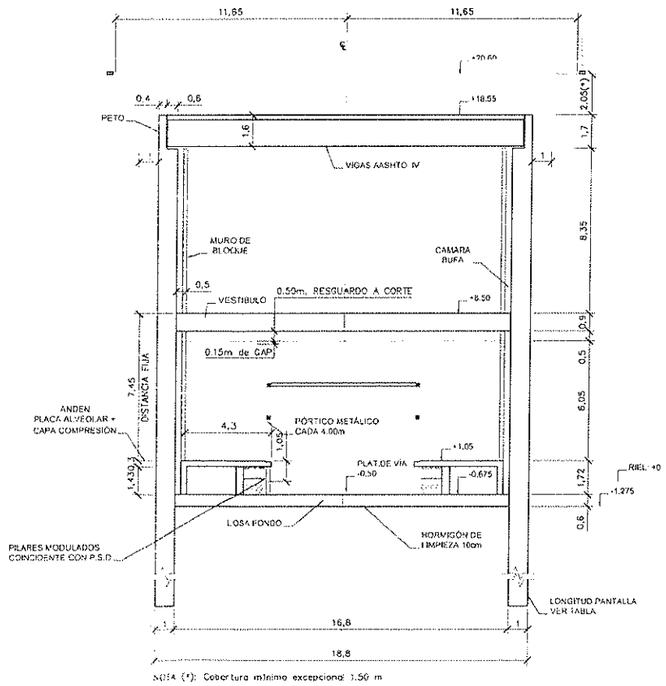
NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 1-1
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 2-2
1 : 150



NOTA (*): Cobertura mínima excepcional 1.50 m

SECCIÓN 3-3
1 : 150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
SECCIONES TRANSVERSALES

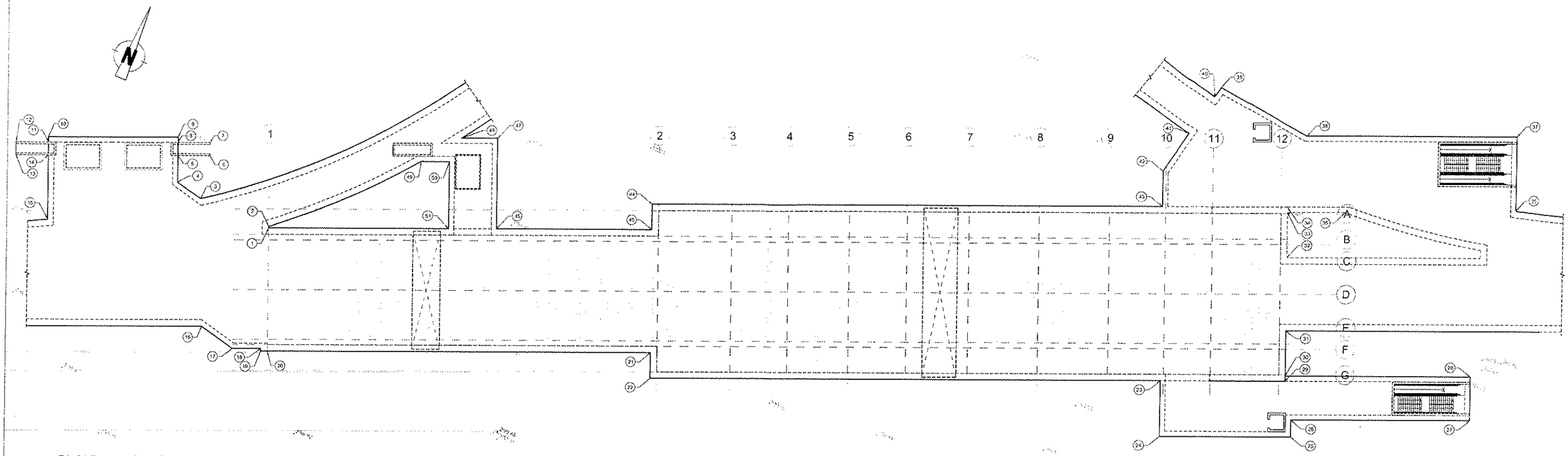
CLAVE: PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE-P-003
HOJA: 03 de 03
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-01-DGE-P001-P003.dwg

\\Estudios\proyectos\0701-14\004-Documentacion temporal\p03-xxx-Metro\Linea 02 planos\01-12\07_ploc-est-esr0701_pkx-est-esr-l2-24-01-dge-p001-p003.dwg - 07/02/2014 - 10:56

[14337]

013960



PLANTA REPLANTEO

1 : 300

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	288796.710	8667766.157
2	288796.622	8667766.371
3	288785.411	8667766.318
4	288781.197	8667767.304
5	288779.656	8667771.064
6	288784.172	8667772.914
7	288783.414	8667774.765
8	288778.898	8667772.915
9	288778.595	8667773.655
10	288760.459	8667766.226
11	288760.762	8667765.486
12	288756.246	8667763.636
13	288757.004	8667761.785
14	288761.520	8667763.635
15	288765.217	8667754.610
16	288793.115	8667748.451
17	288798.790	8667747.123
18	288802.761	8667748.750
19	288802.908	8667748.381
20	288803.833	8667748.761
21	288857.945	8667770.915
22	288859.422	8667767.306
23	288931.240	8667796.712
24	288934.462	8667788.645
25	288953.104	8667796.481

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
26	288952.118	8667798.888
27	288977.326	8667809.215
28	288974.787	8667815.415
29	288948.965	8667803.970
30	288948.660	8667804.717
31	288946.047	8667811.097
32	288941.805	8667821.461
33	288939.190	8667827.847
34	288938.887	8667828.587
35	288947.332	8667831.162
36	288971.203	8667841.319
37	288966.918	8667851.780
38	288937.378	8667838.679
39	288922.332	8667841.543
40	288921.979	8667839.880
41	288920.568	8667833.226
42	288919.106	8667826.332
43	288921.156	8667821.326
44	288849.343	8667791.923
45	288850.621	8667788.313
46	288828.728	8667779.267
47	288823.493	8667792.047
48	288818.478	8667785.993
49	288814.260	8667784.374
50	288818.149	8667785.968
51	288822.019	8667776.520

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASANE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | euroestudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300

FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PLANTA REPLANTEO

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-24-02-REP-P-001

HOJA: 01 de 01

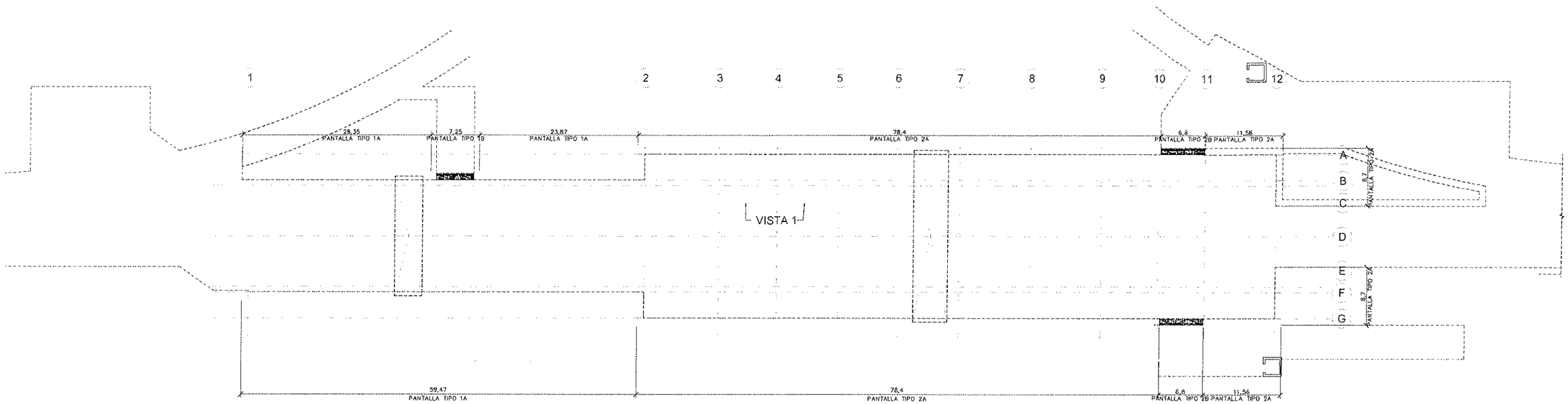
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-02-REP-P001-P001.dwg

\\Vdiserv\proinversion\proj\0701-2014\0701 documentacion temporal\p03-xxxx-ltst_m.lima\02 planos\11-ploc\0701_ploc-est-esr-l2-24-02-rep-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 19:59

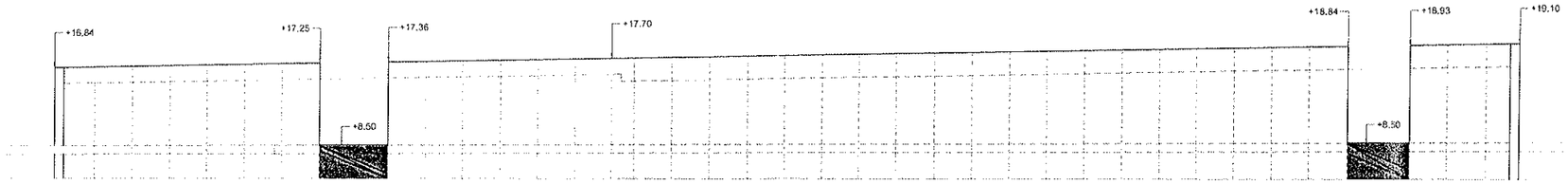
[14338]

013361



PLANTA ESTACIÓN
1 : 300

NOTA: Definición de pantallas de accesos en planos de accesos.



VISTA 1
1 : 300

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=26.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)		
	AASHTO V (1.60+0.30 m)		
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN GASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
avesa
eurostudios
iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA: 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

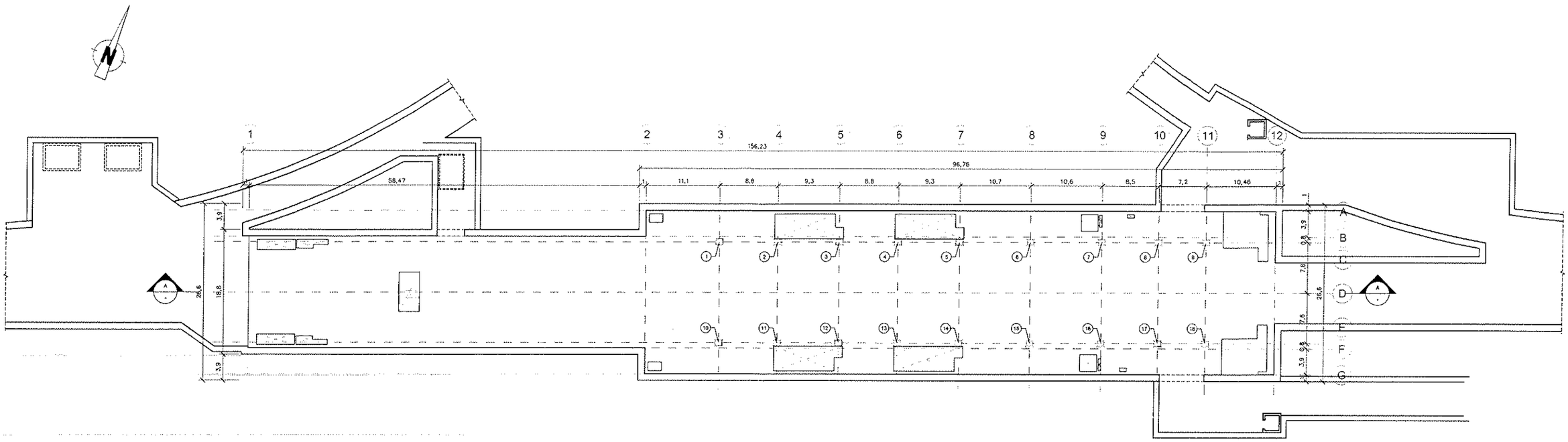
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PANTALLAS PLANTA

PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-24-03-PAN-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-03-PAN-P001-P001.dwg

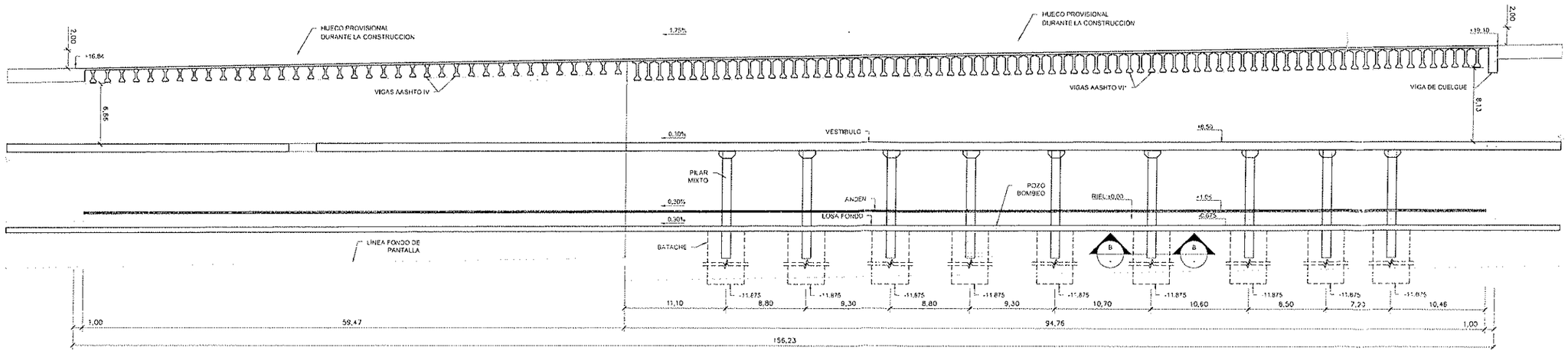
\\Archivos\estudios\p12-24\p1204\documentacion temporal\p03-xxxx-ltell.m.lima\02 planos\11-t207_ploc-est-esr\t701_ploc-est-esr-l2-24-03-pan-p001-px001.dwg - 07/02/2014 - 20:00

013962



PLANTA REPLANTEO

1 : 300



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A

1 : 250

CUADRO DE REPLANTEO

PTO	X	Y
1	288852.701	8667791.233
2	288870.845	8667794.567
3	288879.451	8667798.091
4	288887.595	8667801.426
5	288895.201	8667804.950
6	288905.103	8667809.004
7	288915.913	8667813.021
8	288923.777	8667816.241
9	288930.440	8667818.969
10	288868.460	8667777.166
11	288876.605	8667780.501
12	288885.210	8667784.025
13	288893.355	8667787.359
14	288901.961	8667790.883
15	288911.863	8667794.938
16	288921.672	8667798.954
17	288929.537	8667802.175
18	288936.200	8667804.903

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BÁSABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurocstudios | iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
CIMENTACION

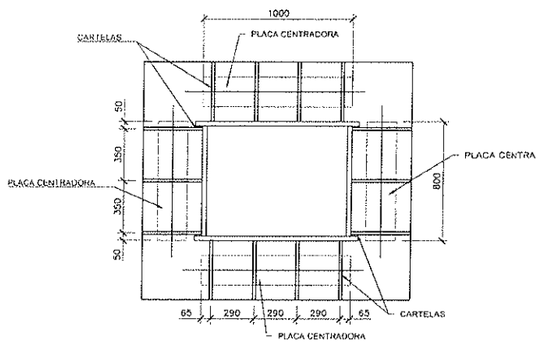
PLANO Nº: PLOC-EST-ESR-L2-24-04-CIM-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-04-CIM-P001-P002.dwg

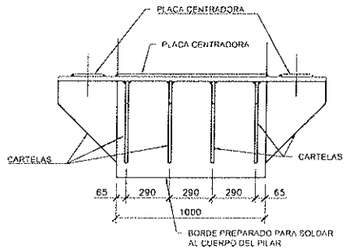
\\datos\trabajos\pk3\248014\documentos\en tramite\pk03-xxx-+bol.m.linea\02 planos\11-12\07_obra-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-24-04-cim-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:02

MÉNSULAS APOYO NIVEL VESTÍBULO. TIPO 1

1: 20
COTAS EN mm



PLANTA

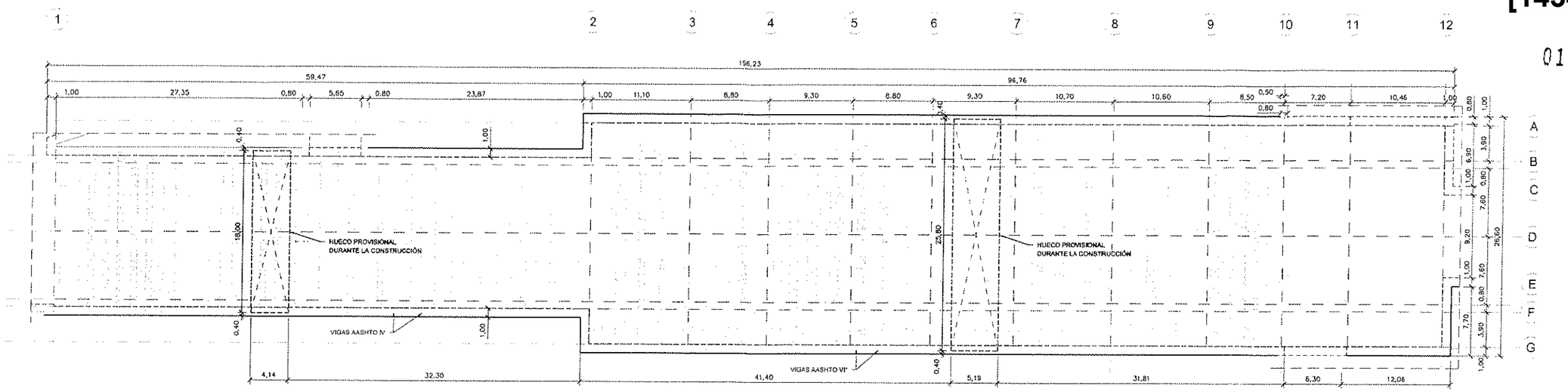


ALZADO

\\dcfserver\Estructuras\proyectos\PY-418\01-documentacion tecnica\pt03-xxxx-t-bcd-m-bimxx02 (planos)\1-02\01_plano-est-esq-0-01-01-cm-p001-xx002.dwg - 07/02/2014 - 20:02

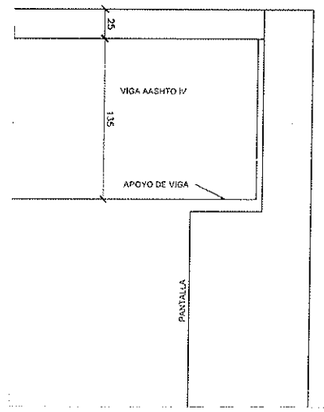
[14341]

013964



PLANTA CUBIERTA

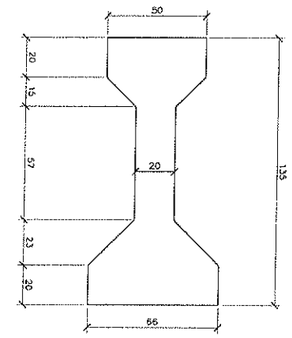
1 : 250



DETALLE APOYO PARA AASHTO IV

1 : 25

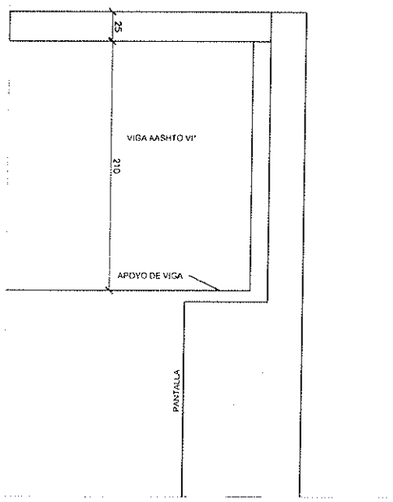
COTAS EN cm



TRABE AASHTO IV. Separación 160cm

1 : 15

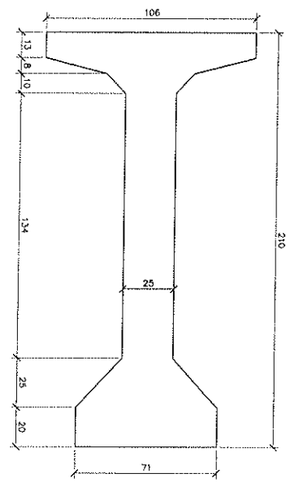
COTAS EN cm



DETALLE APOYO PARA AASHTO VI*

1 : 25

COTAS EN cm



TRABE AASHTO VI*. Separación 125cm

1 : 15

COTAS EN cm

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=26.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

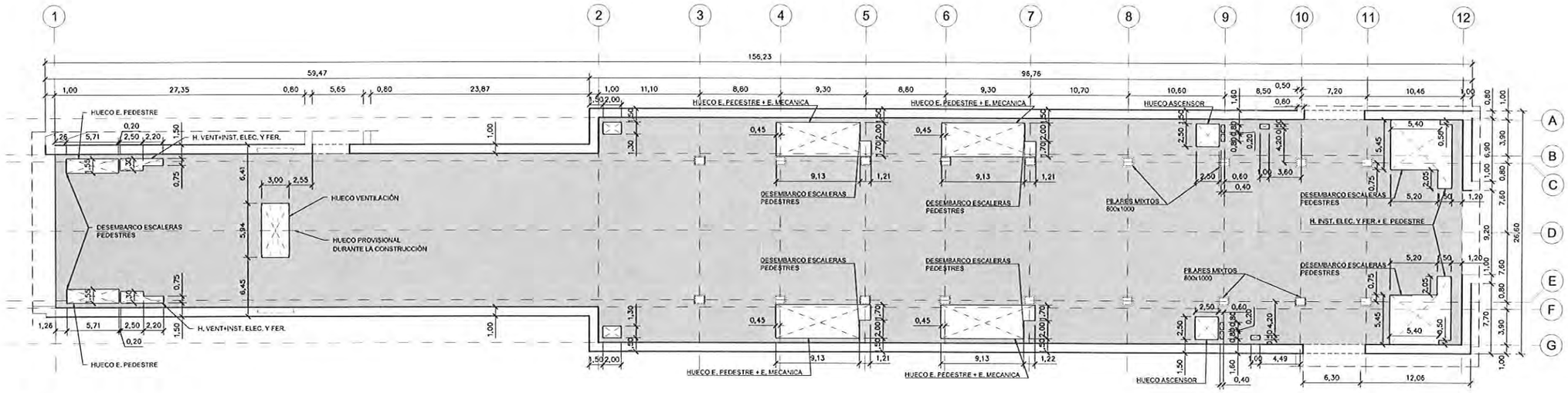
TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

013965



PLANTA VESTÍBULO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=26.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PLANTA VESTÍBULO

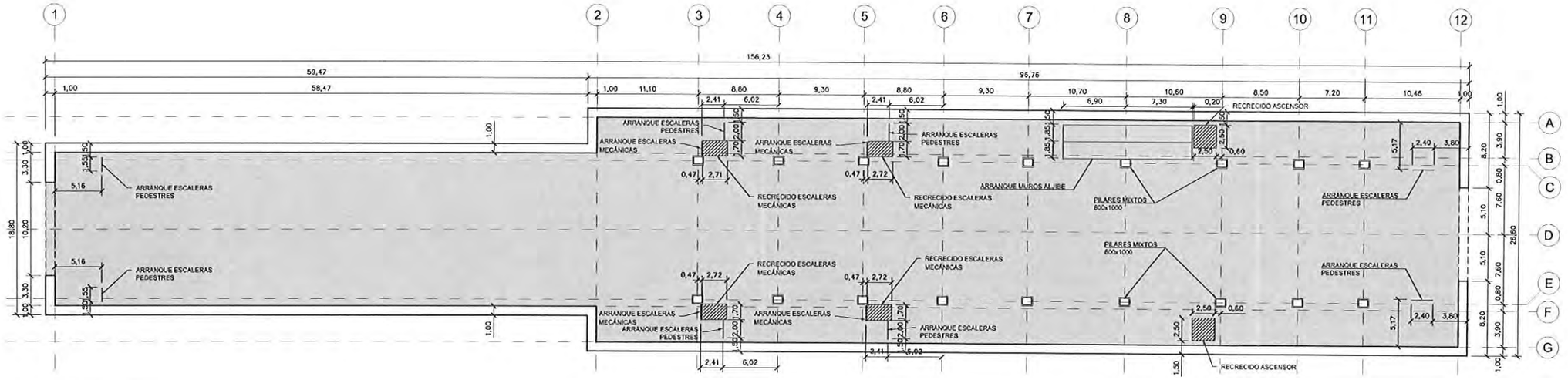
PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-24-06-VES-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

(PDF) PLOC-EST-ESR-L2-24-06-VES-P001-P001.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

\\cldavnc\ordenes\p03-2448\04 documentacion temporal\p03-xxxx-+lict.m.lima\02 planos\11-t2\07_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-t2-24-06-ves-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:04

013966



PLANTA LOSA FONDO

1 : 250

CUANTÍA POR ELEMENTOS			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Zona ancha. L=26.00m	1.00	180.00
	Zona estrecha. L=24.00m	1.00	180.00
	Bataches en Pilas. L=10.00m	1.00	150.00
PILAS	1.00x0.80	-	130.00
LOSAS	Vestíbulo	0.90	140.00
	Bajo andén	0.60	125.00
	Escaleras	0.30	Varios
PLACA ALVEOLAR	Forjado placa alveolar (20+10 cm)	-	-
VIGAS PRETENSADAS	AASHTO IV (1.35+0.25 m)	-	-
	AASHTO V (1.60+0.30 m)	-	-
	AASHTO VI* (2.10+0.25 m)	-	-
MUROS	Andén	0.30	140.00
		0.40	140.00

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

APROBADO VISADO POR

\\datavnc\ordenes\p03-2448\04 documentación temporal\p03-xxxx-+ lict.m.lima\02 planos\1-2\07_plsc-est-esr\0701_plsc-est-esr-l2-24-07-lsf-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:04

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

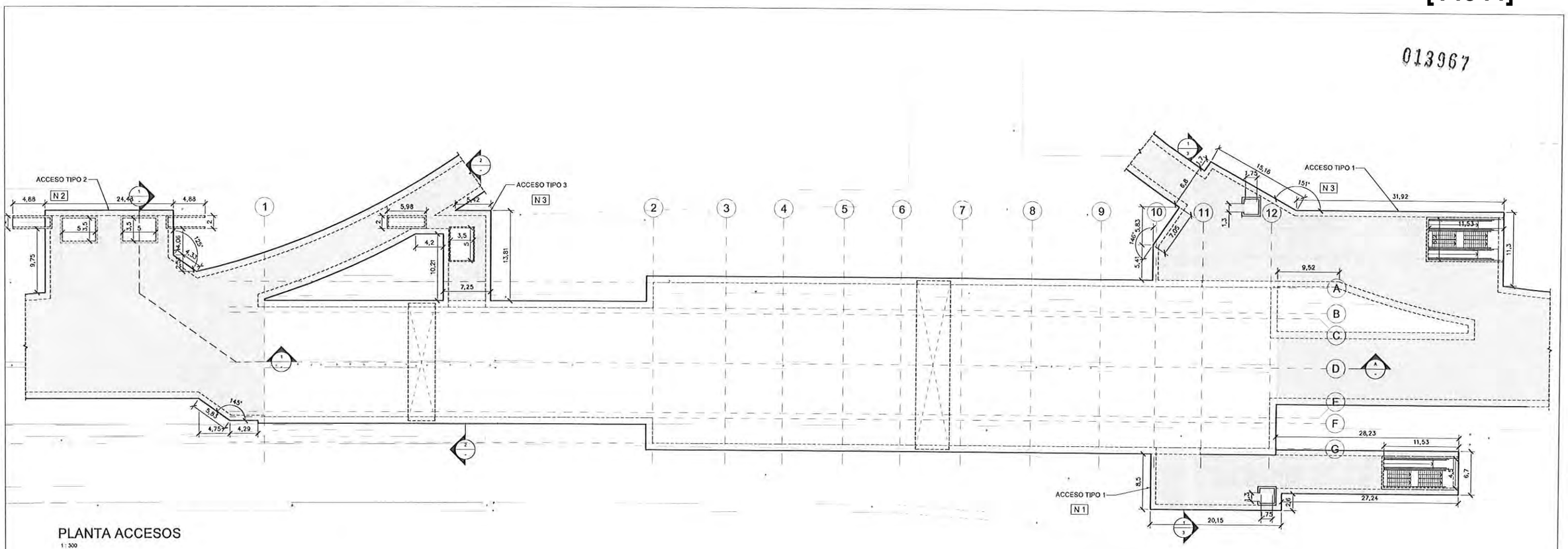
ESCALA (A1): 1:250
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PLANTA LOSA FONDO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PLSC-EST-ESR-L2-24-07-LSF-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0
0701-PLOC-EST-ESR-L2-24-07-LSF-P001-P001.dwg

013967



PLANTA ACCESOS
1 : 300

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:300
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PLANTA ACCESOS

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-24-08-ACC-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

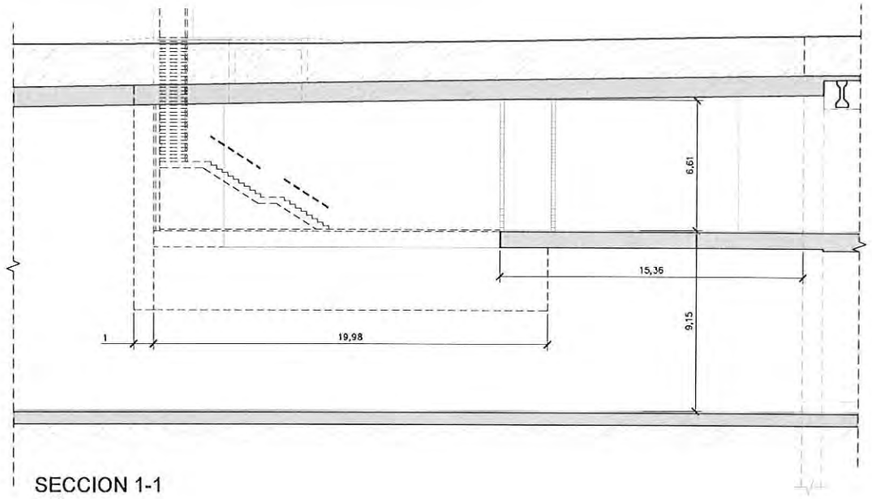
070 PLOC-EST-ESR-L2-24-08-ACC-P001-P002.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

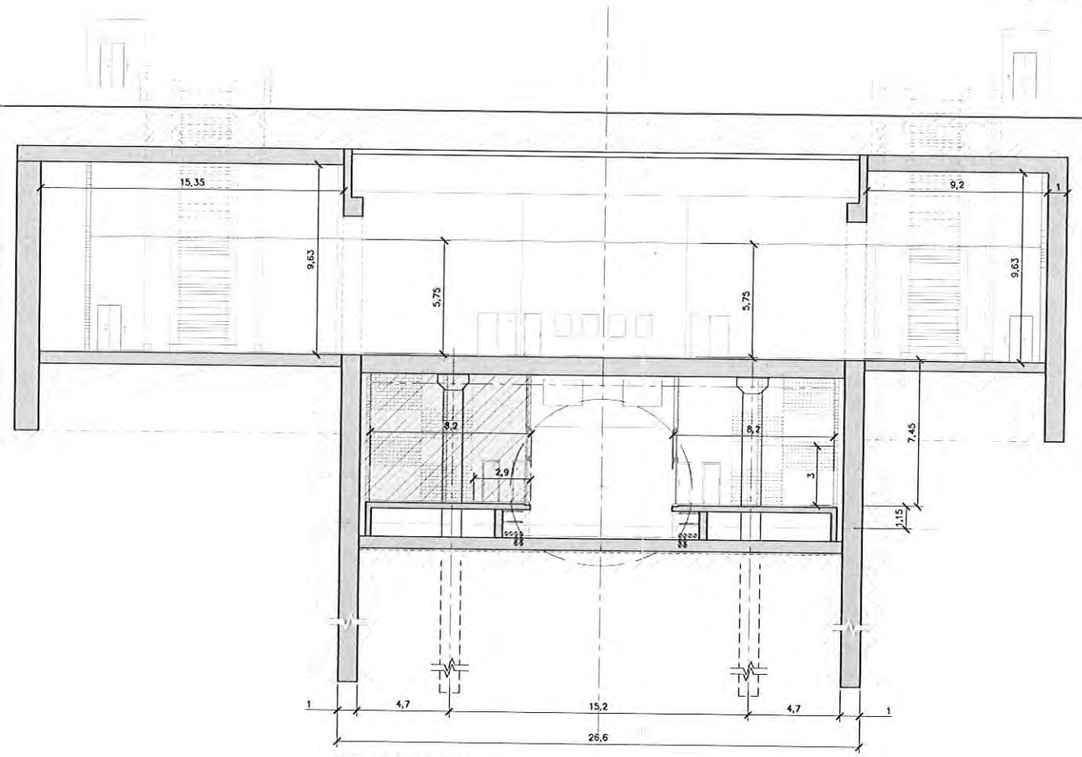
\\cldawncl\ordenes\p03-24480\04 documentación temporal\p03-xxxx-+ict.m.lima\02 planos\11-f2\07_plec-est-esr\0701_plec-est-esr-l2-24-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:05

[14345]

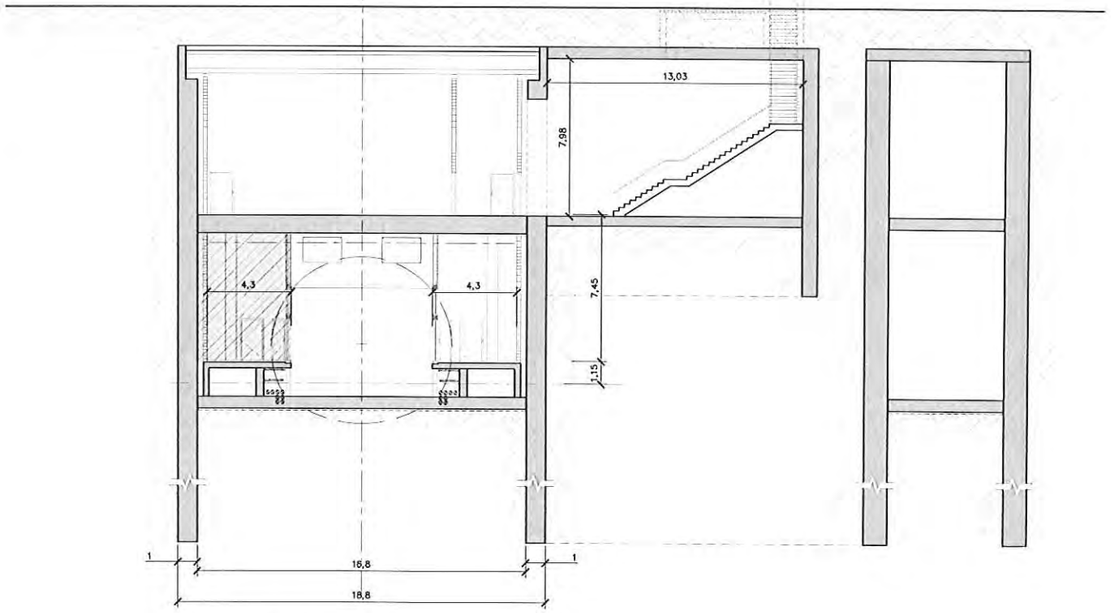
013963



SECCION 1-1
1 : 150



SECCION 2-2
1 : 150



SECCION 3-3
1 : 150

\\ddsavincl\ordenes\p03-2448\04 documentación temporal\p03-xxxx-ilcit.m.lima\02 planos\11-4207_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-24-08-acc-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 20:06

DOCUMENTO SELLADO Y VISADO POR MANUEL ROMERO NOTARIO LIMA - PERU

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:150
FECHA: FEBRERO 2014

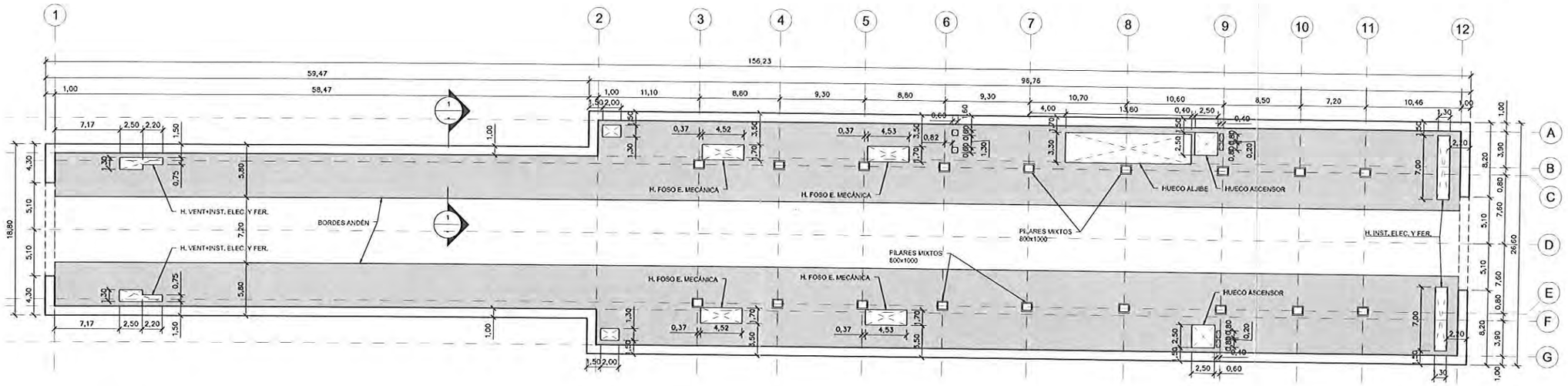
ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
SECCIONES ACCESOS

PLANO N°: PLOC-EST-ESR-L2-24-08-ACC-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-08-ACC-P001-P002.dwg

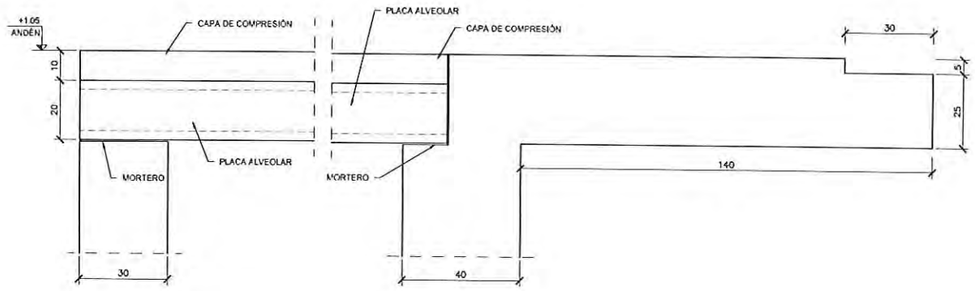
[14346]

013969



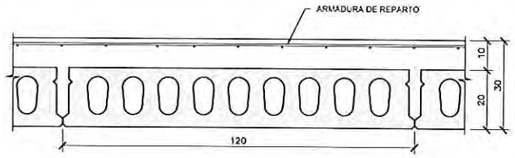
PLANTA ANDÉN

1 : 250



SECCIÓN 1-1

1 : 10
COTAS EN cm



DETALLE PLACA ALVEOLAR

1 : 10
COTAS EN cm

TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

ELEMENTO	TIPO DE CONCRETO (MTC E704)		f'c.min Mpa	f'c.diseño Mpa	Recub. mm	Clase Exposición
Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	50	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	30	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	40	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	75	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	30	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm2	fy.max kg/cm2	fu.min kg/cm2
Acero en Concreto Reforzado	Gr.60 (ASTM A-706)	4200	5500	5600
Acero en Concreto Pre y Post Tensado	Gr.270 (ASTM A-416M)	--	--	--
Acero Estructural Perfiles Laminados	Gr.250 (ASTM A-709M)	2500	--	4000

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA-24
PLANTA ANDÉN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CODIGO: PLOC-EST-ESR-L2-24-09-AND-P-001 | HOJA: 01 de 01 | REVISIÓN: 0

0701_PLOC-EST-ESR-L2-24-09-AND-P001-P001.dwg

\\datawincl\ordenes\pC0-2448\04 documentación temporal\pC0-xxxx-Hist.n.km\02 planos\11-P207_ploc-est-esr\0701_ploc-est-esr-l2-24-09-and-p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 20:06

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013970

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO			CONTENIDO
TOMO 2	A		MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1.		**MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO**
	A.2.		**CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES**
			Apéndice 1: Planos de esquema de línea y plantas generales
	A.3.		**TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO**
			Apendice 1: Planos topográficos
TOMO 3	A.4.		**GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO**
			Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos
			Apéndice 2: Registros de calicatas
			Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ
			Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
TOMO 4			Apéndice 5: Ensayos de laboratorio
			Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente
			Apéndice 7: Planos geologico-geotécnicos
TOMO 5	A.5.		**TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL**
		A.5.1.	**Diseño del Trazado**
			Apéndice 1:Planos de planta y perfil longitudinal
TOMO 6		A.5.2	**Tipo de Superestructura de vía**
			Apéndice 1:Planos de esquema de vía, secciones tipo y detalles
		A.5.3.	**Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas**
			Apéndice 1: Planos esquemáticos de la línea con parámetros de diseño
		A.5.4.	**Estudio funcional de la superestructura de vía**
			Apéndice :Simulaciones cinemáticas
		A.5.5.	**Estudio de ruido y vibraciones**
			Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6.		**TUNEL**
		A.6.1.	**Memoria descriptiva general de túneles**
			Apéndice 1: Plantas de procesos constructivos
		A.6.2.	**Selección del diámetro del túnel**
			Apéndice 1. Memoria de Cálculo de gálibos UIC
			Apéndica 2. Secciones tipo en túnel (recta y curva, mina y TBM), ramales a talleres, terceras vías (C&C y caverna)
			Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
		A.6.3.	**Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal, profundidad del túnel y rendimientos por día proyectados.**
			Apéndice1. Planos de planta de dovelas, revestimiento con dovelas, pozos de ataque, estructura de revestimiento del túnel, drenaje y tratamiento de terremos, impermeabilización.
		A.6.4.	**Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes**
			Apéndice 1. Modelización numérica revestimiento primario
			Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en anillos
			Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo
			Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo
			Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavernas
		A.6.5.	**Selección de TBM**
TOMO 8		A.6.6.	**Pozos de ataque para TBM**
		A.6.6.1.	**Pozos de ataque y extracción para TBM**
			Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta
			Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2.
			Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4.
			Apéndice 4. Planos pozos de ataque y extracción
		A.6.6.2.	**Logística TBM**
			Apéndice 1: Planos Layout de distribución de equipos en la obra
		A.6.7.	**Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos.**
			Apendice 1: Cálculos de subsidencias de la L2
			Apendice 2: Cálculos de subsidencias de la L4
			Apéndice 3. Planos de asentamientos
		A.6.8.	**Sistema de Monitoreo y Auscultación.**
			Apendice 1: Planos
TOMO 9		A.6.9.	**Excavación en trinchera (método Cut & Cover)**
			Apendice 1. Cálculos ramales Bocanegra
			Apendice 2. CálculosTerceras Vías
			Apendice 3. Cálculos ramales Santa Anita
			Apéndice 4. Planos
		A.6.10.	**Excavación en caverna**
			Apéndice 1.Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos
			Apéndice 2.Esfuerzos en el revestimiento por modelización numérica

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	Apéndice 3.Dimensionamiento del revestimiento definitivo
	Apéndice 4. Planos
	A.7. ESTACIONES DE PASAJEROS
	A.7.1. Memoria Descriptiva General por estación
TOMO 10	Apéndice 1: Planos definición funcional
	A.7.2. Arquitectura por tipología de estación.
	Apéndice 1: Planos definición geométrica por estación tipo
	A.7.3. Excavación y tratamientos de consolidación por tipología
	Apéndice 1: Planos de procedimientos constructivos
	A.7.4. Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.
TOMO 11	Apendice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C
	Apendice 2: Dimensionamiento estrucutural. Estaciones caverna
	Apéndice 3: Planos de estructuras de estación.
	A.7.5. Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.
	Apéndice 1.Cálculos de evacuación
	Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo
	Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación
TOMO 12	**A.7.6. Instalaciones ferroviarias en estación**
	A.7.6.1 Sistema de alimentación eléctrica
	A.7.6.2 Sistema de las puertas de andén
	A.7.6.3 Sistema de control de pasajeros
	A.7.6.4 Sistema de telecomunicaciones
	A.7.6.5 Sistema de señalización
	A.7.6.6 Dimensionamiento de torniquetes
	A.7.7. Simulación del flujo de pasajeros
	Apéndice 1.Cálculos de Evacuación
	Apéndice 2.Informes de simulación
	A.7.8 Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación
	A.7.8.1. Instalaciones no ferroviarias.
	A.7.8.2. Hidrología y drenaje
TOMO 13	Apéndice 1: Planos
	A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA
	A.8. Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana
	Apendice 1: Matriz de alteracion del entorno urbano
	A.8.1. Estaciones Línea 2
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2
	A.8.2. Estaciones Línea 4
	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
	A.8.3. Soluciones de ingeniería
	A.8.4. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
	A.8.5. Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4
	A.8.6. Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)
TOMO 14	Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4
	A.9. PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA
	A.9.1. Memoria descriptiva general
	A.9.2. Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller
	Apéndice 1: Equipos
	Apéndice 2: Planos generales Santa Anita y Bocanegra
	A.9.3 Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia
	A.9.3.1. Arquitectura de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2. Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia
TOMO 15	Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4 Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia
	A.9.4.1. Estructuras de los Patios Taller.
	Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller
	A.9.4.2. Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia
	Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos
	A.9.5 Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes
	A.9.5.1. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller
	A.9.5.2. Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos
	Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freatico
	Apendice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freatico
	Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freatico
	A.9.6. Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de via Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres
TOMO 16	**A.9.6.1. Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres**
	Apéndice 1: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	A.9.6.2. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.
	A.9.6.3. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.
	A.9.7. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia
	A.10. DESVÍOS
	Apéndice 1: Planos macrodesvíos
	B DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES
	B1 Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento
TOMO 17	C DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
	C.1 INSTALACIONES FERROVIARIAS
	C.1.1. Superestructura de vía
	Apéndice 1: Planos
	C.1.2. Instalaciones ferroviarias
	C.1.2.1 Señalización y control
	C.1.2.2 Puertas de andén
	C.1.2.3 Mando y control centralizado
	C.1.2.3.1 SCADA-DWH
	C.1.2.3.2 IWS
	C.1.2.3.3 Service Availability
	C.1.2.4 Control de pasajeros
	C.1.2.5 Sistema de Alimentación
	C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica
	C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones
	C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)
	C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia
	C.1.2.7.3 Subsistema de Relojería
	C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)
	C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora
	C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria
	C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio
	C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía
	C.1.2.7.9 Subsistema Data Communication System (DCS)
	C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)
	C.1.2.7.11 Fleet Data Collector
	C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo
	C.1.2.8 Puesto Central de comando y control
	C.1.2.9 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA
	C.1.2.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN
TOMO 18	C.2 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS
	C.2.1. Diseño de las instalaciones no ferroviarias
	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 19	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos
	Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos
	C.2.2. Suministro e instalacion
TOMO 23	D DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1 DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLE, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
	D.1.1. Configuración del tren
	D.1.2. Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
	D.1.3. Gálibo
	D.1.4. Capacidad de transporte del tren
	D.1.5. Características de los trenes
	D.1.6. Prestaciones de los trenes
	D.1.7. Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones. Sistema de señalización y comunnicación
	D.1.8. Salidas de emergencia del tren
	D.1.9. Composición estructural de las cajas
	D.1.10. Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
	D.1.11. Design Book
TOMO 24	E METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1. EL PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS
	E.2 RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

013973

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO				CONTENIDO
	E.3			LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE
	E.4			LA OPERACIÓN
TOMO 25	F			ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.			Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.			CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H			PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1			PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2			TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3			CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4			FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5			PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6			FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7			PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8			PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9			DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10			PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11			PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I			PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1			ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2			INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3			TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4			EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5			TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6			AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7			PERSONAL REQUERIDO
	I.8			LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES
	I.9			OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J			PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.			PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
		J.1.1.		Plan General de Calidad.
				Apéndice 1. Certificados de Calidad
		J.1.2.		Plan de Calidad de Diseño
		J.1.3.		Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
		J.1.4.		Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
		J.1.5.		Plan de Calidad del Material Rodante
		J.1.6.		Plan de Calidad en Explotación
	J.2.			MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K			PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1.			MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
		K.1.1.		Gestión Ambiental
			K.1.1.1	Gestión Ambiental Diseño y Construcción
				Apendice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal.
				Apendice 2: Matrices ambientales
				Apendice 3: Fichas ambientales
				Apendice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés
				Apendice 5: Plan de gestión de residuos
				Apendice 6: Planes de emergencia medioambientales
				Apendice 7: Informe de evaluación arqueológica
				Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos
				Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica
				Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro
				Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos
				Apendice 8: Planos de gestión ambiental
				Apendice 9: Planos arqueología
TOMO 28			K.1.1.2	Gestión Ambiental Explotación
				Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
		K.1.2.		Plan de Seguridad y Salud
			K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción
				Apéndice 1: Fichas de inspección

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

013074

TOMO		CONTENIDO
	K.1.2.2	**Plan de Seguridad y Salud en Explotación**
		Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L	PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1.	**MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**
	M	MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1.	**MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.**
	M.2.	**MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE**
	N	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)
	N.1.	**HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**
	N.2.	**HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS**
TOMO 30	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1.	**ESTUDIOS BÁSICOS**
	O.1.1.	**Topografía de detalle**
		Apéndice 1: Planos
	O.1.2	**Estudio geotécnico**
		Apendice 1: Registro de sondeos mecanicos
		Apendice 2: Registro de calicata
		Apendice 3: Registro de la investigacion geofisica
		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
TOMO 31		Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
		Apendice 5: Planos
	O.1.3.	**Análisis de riesgo sísmico**
		Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú
		Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excendencia para aceleración espectral T=0 s.
		Apéndica 3: Espectros de peligro uniforme
		Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	**Estudio de desvíos de tráfico**
		Apéndice 1 :Planos de desvíos
	O.1.5.	**Estudio de interferencias**
		Apéndice 1: Planos de interferencias
	O.2.	**GEOMETRIA (Trazado)**
	O.2.1.	**Trazado de las vías**
		Apéndice 1: Planos
TOMO 32	O.3	**TÚNELES**
	O.3.1.	**Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos**
	O.3.2.	**Diseño de las secciones tipo de túnel**
		Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario.
		Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos.
		Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo.
		Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea
		Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles.
		Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias.
		Apéndice 7. Planos
	O.3.3	**Ramal a talleres**
		Apéndice 1:Cálculos de ramales Santa Anita
		Apéndica 2:Planos
	O.3.4.	**Pozos de ataque (ventilación)**
		Apéndice 1: Planos
		ESTACIONES
	O.4.1.	**Memoria descriptiva de las estaciones**
	O.4.2.	**Arquitectura de estaciones**
		Apéndice 1. Cálculos de evacuación
		Apéndice 2. Planos funcionales de estación
	O.4.3.	**Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.**
TOMO 33	O.4.4.	**Estructuras**
		Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 34		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
		Apéndice 3. Planos
		PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	**Descripción funcional**
		Apéndica 1: Planos
	O.5.2	**Excavaciones y muros de contención. Estructurss**
		Apéndice 1:Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

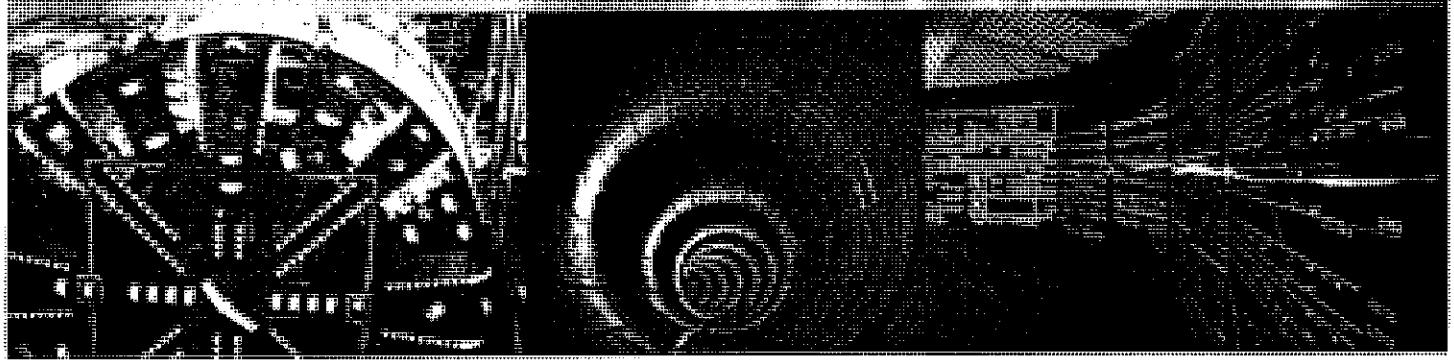
TOMO		CONTENIDO
TOMO 35	O.5.3.	Arquitectura general
	O.5.4	Plan de movimiento de tierras
		CRONOGRAMA
	O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013075

O.5. PATIO TALLER SANTA ANITA



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

051

[14355]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

013977

O.5.1.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PATIO TALLER SANTA ANITA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva

Índice

0. Detalle de contenido mínimo 1
0.1 Memoria descriptiva 1
0.2 Ocupación de la superficie 1
1. Introducción 2
2. Generalidades 3
2.1 Material rodante 3
2.2 Descripción General 4
3. Descripción Funcional 8
3.1 Funcionamiento general del centro de mantenimiento 8
3.2 Dimensionamiento general de talleres y cocheras 9
3.3 Criterios generales de diseño 11
3.4 Programa funcional 13
3.4.1 Acceso ferroviario y distribución en patio 14
3.4.2 Vía de pruebas (Test track) 15
3.4.3 Vía de maniobra y traspaso automatico a manual 15
3.4.4 Instalación de lavado exterior de material rodante 15
3.4.5 Acceso viario del Personal del taller. viales 15
3.5 Nave de Taller de Mantenimiento 16
3.5.1 Vía de Torno de Foso (VTF) 16
3.5.2 Área de Mantenimiento de ciclo corto (Vías en pilarillos VF1 a VF6) 17
3.5.3 Vía de Pintura de trenes (Vía VP) 18
3.5.4 Área de Mantenimiento de ciclo largo (VRCL1 y VRCL2) 19
3.5.5 Área de Bogies y Rodadura 19
3.5.6 Vía de Limpieza de Bajo Bastidor (VLBB) 20
3.5.7 Área de Secciones Productivas. 21
3.5.8 Cuartos técnicos y auxiliares 22
3.5.9 Almacén de Material Rodante 22
3.5.10 Taller de mantenimiento componentes de instalaciones fijas. 22
3.5.11 Características básicas de las vías destinadas a revisiones 23
3.6 Nave de material rodante auxiliar. 23
3.7 Edificio de Administración y Servicios 24
3.8 Subestación eléctrica de Rectificación (SER) y auxiliares 24
3.9 Aparcamiento Personal Oficinas, Taller y Visitantes 25
3.10 Instalaciones No Ferroviarias en Naves de Talleres y Edificio de Oficinas y Auxiliares 25

APÉNDICE 1 PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva

013079

0. DETALLE DE CONTENIDO MÍNIMO

A continuación se recoge en este documento la descripción funcional y arquitectónica del patio-taller de Santa Anita, donde se pretenden definir los criterios utilizados para dicho diseño.

A modo esquemático, en este documento se tiene:

- Memoria descriptiva.
- Ocupación de la superficie.

Como un pequeño avance de lo que se ha incorporado a este documento, se resume el contenido en los siguientes apartados, previos a la redacción completa del mismo.

0.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

A lo largo del apartado 2, se realiza una descripción general del taller y de las necesidades del mismo. En el apartado 3 se realiza la descripción funcional del patio, definiendo cada uno de los elementos que lo componen.

Los criterios generales y soluciones utilizados para el diseño del Patio y Taller de Mantenimiento de Santa Anita, participan de la experiencia del grupo consultor en cuanto al diseño, modernización y explotación de talleres de mantenimiento de diversas explotaciones ferroviarias.

En los puntos que completan este documento se describe la funcionalidad de cada uno de los elementos que componen este patio:

- Talleres
- Edificio administrativo
- Edificio para material rodante auxiliar
- Edificio de subestación de rectificación (ser) y cabinas eléctricas. Depósito contraincendios y bombeo y central de aire comprimido
- Zona de lavado de lavado automático de trenes
- Edificio de seguridad y control de acceso
- Zona de almacenaje de residuos y residuos peligrosos

Además, al diseño de este espacio se ha incorporado una reserva de aproximadamente 1.600 m^2 para la ubicación de la SEAT, en caso de que su instalación fuera necesaria.

0.2 OCUPACIÓN DE LA SUPERFICIE

En el apartado 3.3 se recogen los criterios de diseño considerados a la hora de la definición de la superficie de ocupación, determinando las vías necesarias para el taller en cada una de las etapas.

Estas vías son las siguientes:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva

6	Vías de mantenimiento de ciclo corto	Mantenimiento preventivo y correctivo
2	Vías de mantenimiento de ciclo largo	Mantenimiento de bogies y ejes
1	Vía de torno de foso	Torneado de ruedas
1	Vía de lavado de bajo bastidor	Lavado inferior de bastidor de tren
1	Vía de pintado	Pintado completo de coche de tren
1	Vía de pruebas dinámicas	Pruebas dinámicas
36	Vías de estacionamiento*	Estacionamiento de trenes y limpieza interior
1	Vía túnel de lavado	Lavado exterior de tren
1	Vía de diagnóstico	Diagnóstico de ejes, ruedas y pantógrafo
1	Vía de maniobra y traspaso automático a manual	Vía de traspaso en conducción manual a automática
3	Vías de mantenimiento de material rodante auxiliar	Mantenimiento de material rodante auxiliar (mantenimiento de vía e instalaciones fijas)

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto definir los criterios que se han implementado en el diseño y definición del patio-taller de Santa Anita.

Así, se recoge la descripción funcional, la descripción arquitectónica de los edificios y naves que componen la instalación, la definición de las estructuras, las instalaciones que se consideran en cada edificación y por último, las consideraciones realizadas para el diseño de la urbanización.

Las actividades que se llevarán a cabo dentro del patio-taller serán el mantenimiento, la reparación y el estacionamiento del Material Rodante utilizado en la Línea 2, garantizando el correcto funcionamiento del servicio de Metro.

Se ha establecido un programa edificado que de servicio a los usos que se necesitan desarrollar en el patio-taller tanto para labores técnicas como administrativas en la gestión de la línea. Tanto la ordenación en superficie de los espacios abiertos como la implantación de los edificios, responde a la lógica funcional y de movimiento de los trenes que deben transitar y acceder a las distintas dependencias diseñadas. Aunar dicha lógica y mantener la coherencia espacial en ambos conjuntos ha sido la principal premisa en el diseño de los mismos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2. GENERALIDADES

013981

El esquema funcional que se ha utilizado permite una solución del espacio en superficie similar y apoyada en la practicidad ferroviaria. El patio-taller de Santa Anita conecta con la línea 2 haciendo emerger los trenes a superficie y estableciendo un trazo de vía que circunda la parcela donde se sitúa dicho patio, permitiendo a los trenes desembocar en la zona de talleres. La ubicación del taller es una posición alineada y controlada respecto a los linderos de los predios.

La ordenación del espacio a la que se da lugar establece una diferenciación entre las zonas libres, de accesos y edificada respecto al resto de superficie destinada al tránsito de trenes. Dicha zona, a la que podemos llamar vividera, se conecta directamente con el viario de acceso en superficie. El resultado final es una segregación de usos y una ordenación equilibrada de los mismos que permite conseguir una cualificación de los espacios abiertos vivideros, las edificaciones de carácter más industrial, la zona administrativa y el ámbito ferroviario.

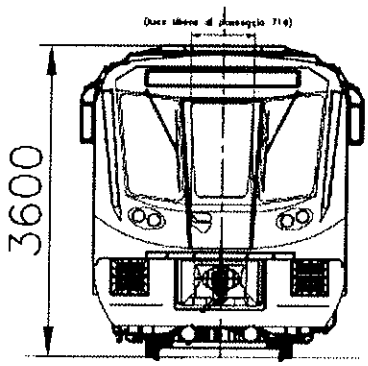
En el desarrollo de las edificaciones del patio-taller se opta por un diseño unitario respondiendo de forma particular a las necesidades precisas que surjan en cada una de las mismas. Constructivamente se establece un modelo que da respuesta a todas las edificaciones con estructuras prefabricadas de concreto y fábricas de cierre mediante paneles prefabricados del mismo material. Las coberturas se llevan a cabo con materiales ligeros sobre sub-estructura metálica en el caso de los servicios industriales y mediante losa de concreto en el edificio administrativo. En el caso de este último y en todos los ambientes vivideros, la capa de cerramiento se trasdosa con tabiquería seca, consiguiendo el requerimiento estético mínimo y permitiendo la instalación trasdosada de las redes eléctricas y sanitarias.

En los puntos sucesivos se recogen los elementos que componen los patios así como la ordenación de los mismos en cuanto a urbanización y ubicación de los edificios enumerados.

2.1 MATERIAL RODANTE

Las características técnicas del material rodante son:

Vista Frontal



Material rodante configuración 6 coches

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013982



Train characteristics configuration 6 cars	
Train Length	107 m
Number passengers seated	174
Number passengers(6 pass/m2)	1242
Train configuration	M1-R-M2-M2-R-M1 M1(2) = motor car; R= trailer car
Bogie configuration	BoBo -22 –BoBo – BoBo – 22 – BoBo
Numbers of motor bogie per vehicle	8
Number Traction converters per train	4
Number traction motors per converter	4
Number of pantograph	2 (1 per motor car M1)
Auxiliary power	230 kW

Material rodante configuración 7 coches



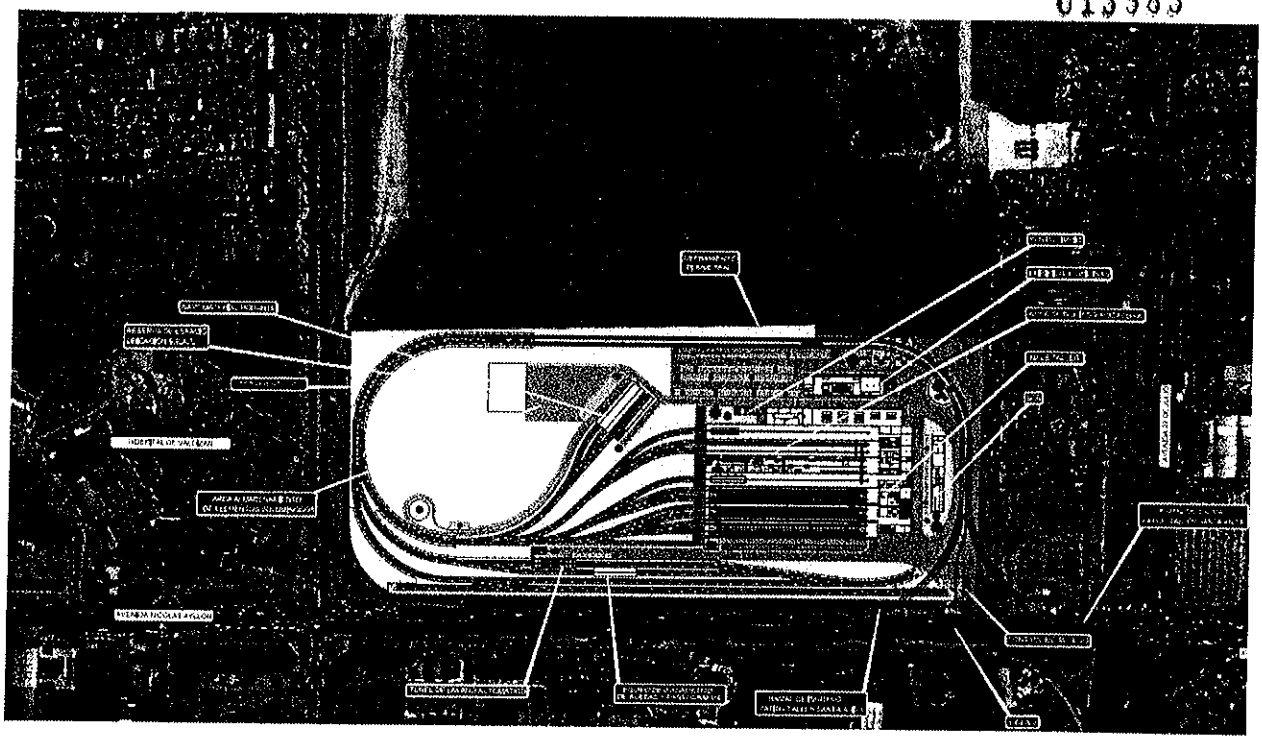
Train characteristics configuration 7 cars	
Train Length	125 m
Number passengers seated	207
Number passengers(6 pass/m2)	1450
Train configuration	M1-R-M2-M3-M2-R-M1 M1(2,3) = motrici; R= rimorchiata
Bogie configuration	BoBo -22 –BoBo – BoBo – BoBo – 22 – BoBo
Numbers of motor bogie per vehicle	10
Number Traction converters per train	5
Number traction motors per converter	4
Number of pantograph	3 (1 per motor car M1 and M3)
Auxiliary power	270 kW

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

El patio de Santa Anita operará para la Línea 2 del Metro de Lima. Se ubica en las afueras de Lima, en las afueras del Mercado de Santa Anita.

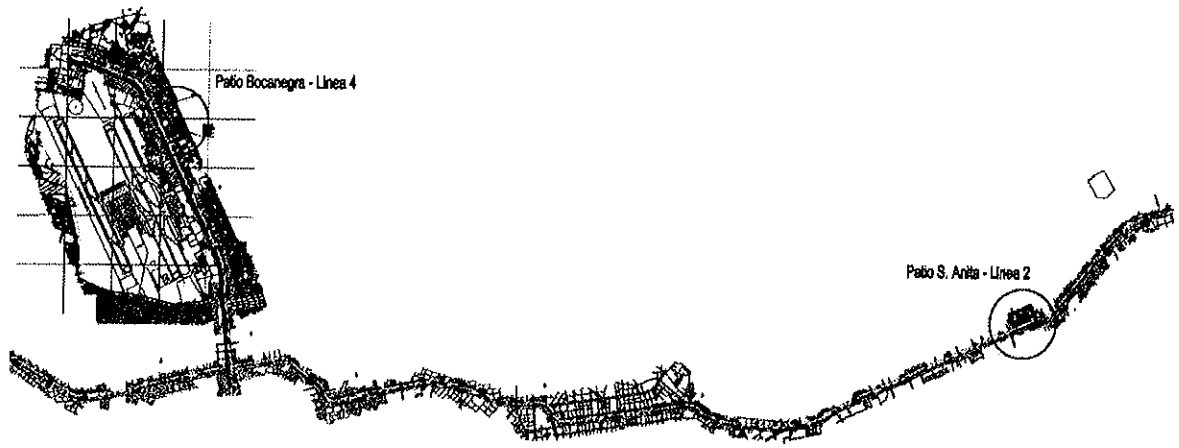
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva



Su diseño, respeta la estructura del tejido urbano que circunda el emplazamiento seleccionado, evitando edificios de elevada altura.

El Patio y Taller de Mantenimiento de Santa Anita constituye la principal instalación complementaria para la Línea 2 del Metro de Lima, ya que son elementos de mantenimiento y depósito de los trenes que circulan por ella. Estas instalaciones, precisan una gran superficie para su implantación, ocupando estratégicamente una posición adecuada para la explotación de la línea.



Localización Patio de Santa Anita Línea 2

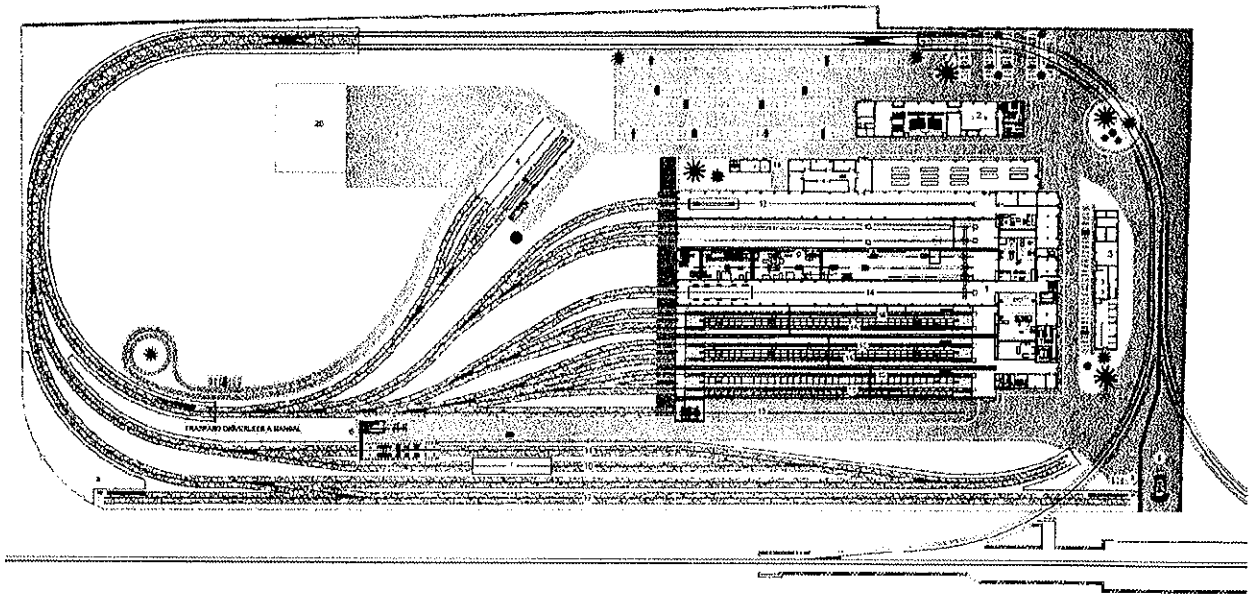
El diseño de estos talleres considera la ocupación de vía de taller es la que corresponde con el cumplimiento de las necesidades de los controles para la condición del año 2047, con 77 trenes en la flota.

La ejecución de este patio-taller tendrá lugar en dos fases:

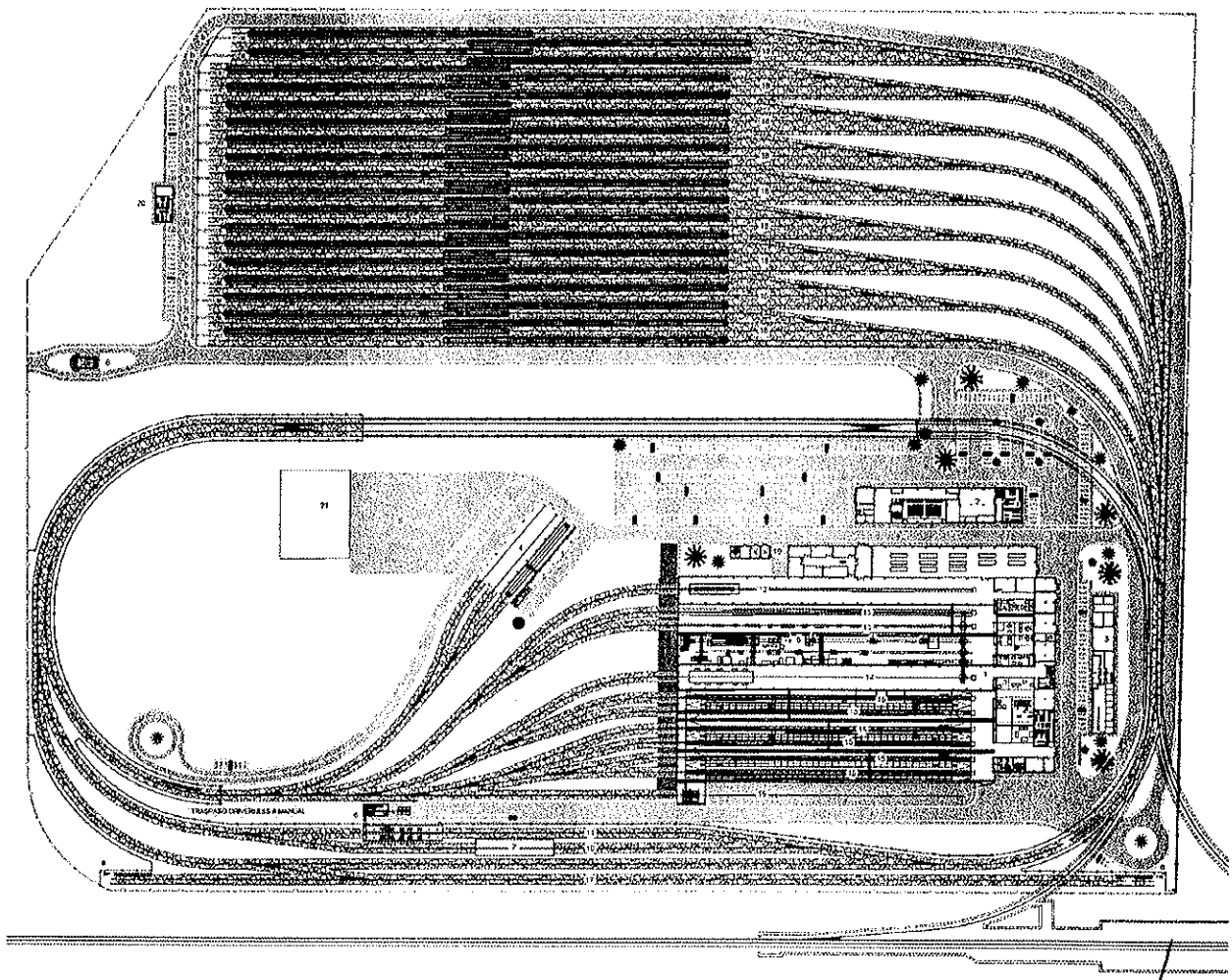
- Fase 1A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva



- Fase 2



El recinto de mantenimiento y zona de estacionamiento se ha dimensionado para una flota de trenes de 77 unidades en configuración de 6 coches o 67 unidades en configuración de 7 coches, previstas para la explotación de la Línea 2 del Metro de Lima en el periodo de previsto (2016 a 2048).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

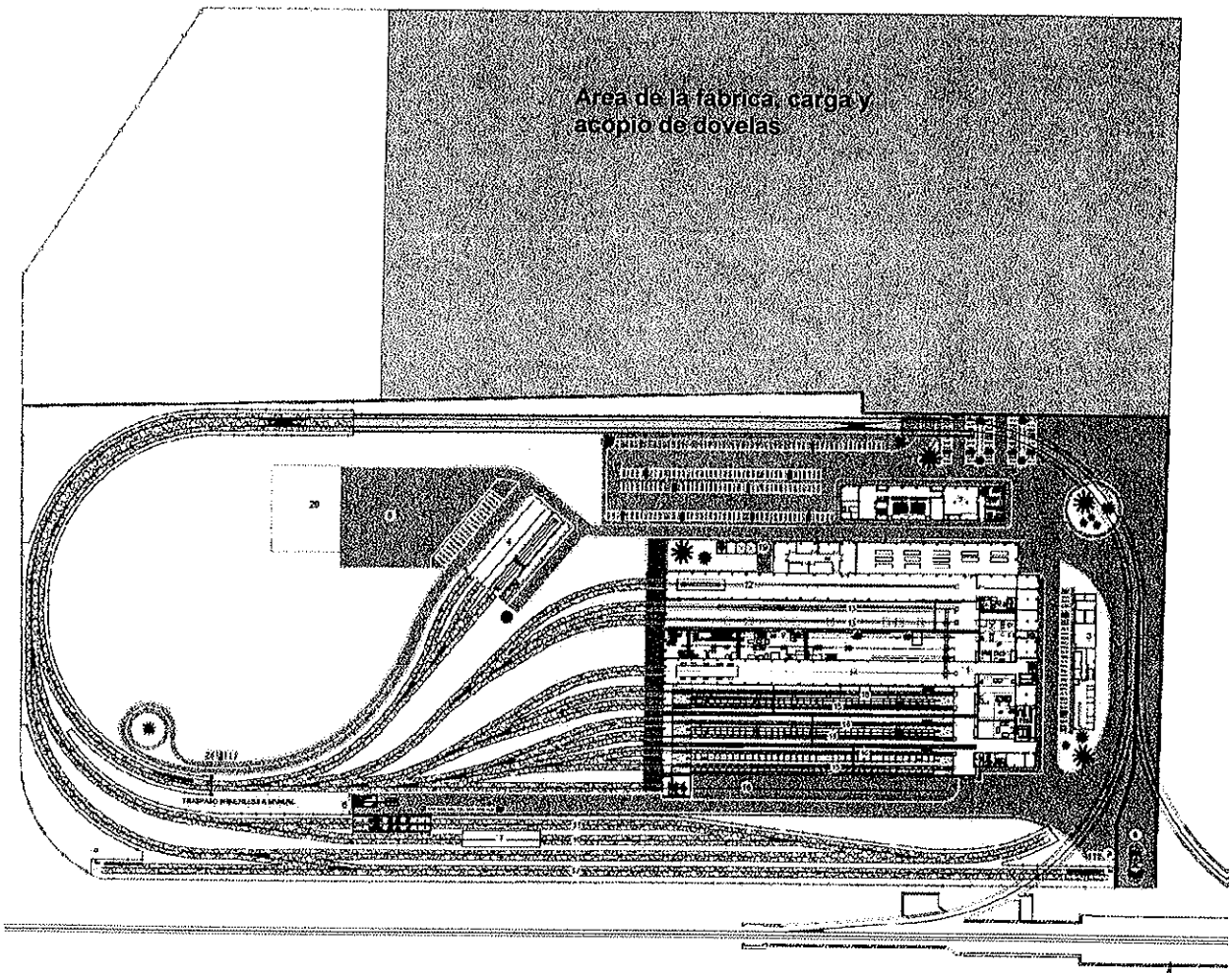
O.5.1. Memoria descriptiva

Los datos de partida previstos para la Explotación de la línea son los siguientes:

- Velocidad máxima circulación: 80 km/h
- Velocidad comercial: 35 km/h
- Distancia de recorrido por sentido: aprox. 27 km
- Horario de servicio comercial: 06:00 a 23:00
- Flota material rodante: 77 (70 operación +7 reserva)
- Km/año recorridos flota: 8.297.954 km

El dimensionamiento del Taller de mantenimiento previsto abarca todas las operaciones y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como revisiones generales (overhaul), considerándose que éstas, son realizadas con los medios instalados en el propio Taller.

Se ha considerado un área reservada para la fábrica, carga y acopio de dovelas, la cual se muestra a en la siguiente imagen. Esta área, tiene una superficie reservada aproximada de 8,2 Ha.



Así mismo, se ha reservado un área para la posible instalación de la SEAT, en caso de ser necesaria, de 1.600 m^2.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

3.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL CENTRO DE MANTENIMIENTO

En el Patio y Talleres se podrán realizar, entre otras, las actividades de mantenimiento indicadas anteriormente y, asimismo, dispondrá de las siguientes áreas, edificios e instalaciones según fases de puesta en servicio, Fase 1A y Fase 2.

FASE 1A (5+5)

Taller principal de Mantenimiento

- El taller de mantenimiento del material rodante estará dimensionado para el mantenimiento integral de 5 unidades de material rodante correspondiente al inicio de la explotación en la citada Fase 1A. Las unidades de material rodante tendrán una configuración de 6 coches con una longitud total de 107,00 metros. Dentro de dichas operaciones de mantenimiento estarán incluidas también, el control de parámetros de rodadura, limpiezas técnicas del bajo bastidor y cubierta de trenes, operaciones de preparación de superficies y pintado, mantenimiento de instalaciones fijas, etc..
- Zona de almacén de material rodante.
- Zona de instalaciones fijas en el interior de la nave taller, destinado al almacenamiento, mantenimiento y reparación de elementos fijos de la línea como escaleras mecánicas, ascensores, subestaciones de tracción, vía, catenaria, etc.
- Zona de cuartos técnicos, integrada en la nave de taller, para ubicar las instalaciones necesarias (enclavamientos, comunicaciones, etc.)
- Oficinas y cuartos dedicados a contratas, personal de explotación, etc

Nave de material rodante auxiliar

- Taller para el mantenimiento de dresinas y vehículos auxiliares de mantenimiento de la línea.
- Área de almacenamiento de elementos voluminosos.

Zona traspaso circulación automática-manual

- Zona para efectuar el cambio de tipo de circulación de automática a manual, para proceder al envío del material rodante al área de mantenimiento adecuada a las actividades a efectuar.

Vía de lavado de material rodante

- Vía de apartadero prevista para efectuar el lavado de los trenes

Vía de Pruebas del material rodante

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Ejecución de pruebas dinámicas del material rodante en la Vía de Pruebas.

Edificio Corporativo

- Edificio principal para albergar oficinas personal técnico-administrativo, Puesto de Control Central, salas de reuniones, salas de descanso, archivos, comedor, vestuarios, aseos, etc

Puesto de Control Acceso

- El Puesto de Control de acceso y seguridad

Varios

- Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones.
- Se dispondrá de un aparcamiento de vehículos del personal técnico-administrativo, del personal de conducción y visitas.
- Se dispondrá de viales adecuados para permitir la circulación (segura) en el interior del recinto de mantenimiento.
- Las zonas de maniobra a ubicar en el interior del recinto para dar servicio a los camiones y vehículos en general en la entrega de los equipamientos diversos.

FASE 2

- Edificios e instalaciones ya en marcha en la FASE 1A
- Estacionamiento de la flota de unidades de tren de la línea 2 hasta un total de 72 trenes, mediante la implantación de 36 vías de estacionamiento.

3.2 DIMENSIONAMIENTO GENERAL DE TALLERES Y COCHERAS

Para el dimensionamiento del taller se ha tenido en consideración las actividades de mantenimiento que se realizarán; a este respecto, tal y como comentado anteriormente, en el taller se efectuarán las siguientes intervenciones de acuerdo con el Plan de Mantenimiento del material rodante:

- Mantenimiento Preventivo y Revisión Ciclo Largo
- Mantenimiento Correctivo
- Pequeñas reparaciones de accidentes (accidentes menores que no afecten a aspectos estructurales de cajas y/o bogies)

Con el plan de mantenimiento preventivo y las estadías medias para el desarrollo de las actividades y por otra parte la estimación de intervenciones y estadías para reparaciones de correctivo (reparaciones diarias y accidentales) y asimismo, una serie de parámetros y criterios (flota de trenes, número de kilómetros recorridos, intervalos entre visitas, jornadas laborales, etc.., el Patio y Taller de Santa Anita finalmente dispondrá de las siguiente distribución de puestos de trabajo (vías) que permitan llevara a cabo el mantenimiento requerido (considerando trenes en configuración de 7 coches).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- 6 VÍAS DE MANTENIMIENTO DE CICLO CORTO sobre pilarillos
- 2 VÍAS DE MANTENIMIENTO DE CICLO LARGO, una de ellas dotada con plataformas de levante de tren completo

O.5.1. Memoria descriptiva

- 1 VÍA DE TORNO DE FOSO para el retorneo de ruedas sin necesidad de efectuar el desmontaje bogie-coche.
- 1 VÍA DE LAVADO DE BAJO BASTIDOR dotada con un foso de aproximadamente 26 metros de largo para la ejecución de dichas limpiezas.
- 1 VÍA DE PINTADO para pintado de paños de tren sin necesidad de desacoples de coches.
- 1 VÍA DE LAVADO EXTERIOR DE TREN, dotada de instalación de lavado móvil automático
- 1 VÍA DE PRUEBAS DINÁMICAS para las comprobaciones funcionales previas a salida a vía comercial.

Asimismo, el patio de Santa Anita dispondrá de las correspondientes vías de acceso de trenes en circulación automática, área de traspaso de circulación automática a manual, 3 vías para el mantenimiento del material rodante auxiliar (y en la Fase 2 se ejecutarán 36 vías para el estacionamiento de trenes).

Con respecto al dimensionamiento de las secciones productivas, la carga de trabajo vendrá determinada por demandas programadas, que coincidirán con las revisiones antes indicadas, y por demandas aleatorias, provenientes de averías en línea.

Cada sección productiva se destinará a la reparación de ciertos componentes del vehículo. Estas áreas se distribuyen de la siguiente forma:

Pantógrafos y aparellaje	77
Máquinas rotativas y eléctricas	136
Aire acondicionado	136
Cristales, tapicerías y confort	138
Compresores	66
Neumática	66
Hidráulica	50
Muelles y amortiguadores	105
Metrología	58
Cilindros de freno	66
Acopladores	50
Baterías	66
Soldeo	64
Electrónica	50
Taller instalaciones fijas	455

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAVE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva

El reparto de estas áreas para la reparación de los distintos componentes se ha hecho en base a la experiencia del diseño de otros talleres ferroviarios. Cada una de las áreas es adecuada para la reparación de las piezas o componentes a los que está destinado, ya que permite la ubicación de los bancos de trabajo necesarios en cada lugar, maquinaria, y el piecerío de uso más habitual, disponiendo así mismo del espacio suficiente para que el operario realice su trabajo en condiciones de confort y ergonomía recomendados.

Se acondicionará cada sección con las instalaciones fijas necesarias (tomas de fuerza, tomas de agua, tomas de aire comprimido, iluminación específica, etc.) más adecuadas a la labor que en ellas se realiza.

3.3 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Los criterios generales y soluciones utilizados para el diseño del Patio y Taller de Mantenimiento de Santa Anita participan de la experiencia del grupo consultor en cuanto al diseño, modernización y explotación de talleres de mantenimiento de diversas explotaciones ferroviarias.

Se presentan, de forma resumida, los criterios generales considerados en el diseño de la implantación del nuevo taller:

- A efectos de dimensionamiento y diseño del Taller, se considera que éste ha de ser capaz de realizar, en la medida de lo posible, todas las actividades de mantenimiento del Material Rodante y de las Instalaciones Fijas de la Red correspondientes a la Línea 2 del Metro de Lima; para ello, se ha dotado a todas las áreas y secciones productivas y de trabajo del equipamiento necesario para la ejecución de los diversos trabajos de manutención.
- Circulación de los vehículos de unas áreas del Taller a otras en función del trabajo a realizar, con el fin de evitar desplazamientos del personal a puestos de trabajo distantes de su área productiva.
- Aislar, por razones de seguridad e higiene, aquellos trabajos que requieran unas condiciones ambientales especiales, lo que implica evitar la realización de actividades molestas (soldadura, preparación de superficies, aplicación de pintura, etc.,) simultáneamente y en el mismo emplazamiento que otras actividades (montaje y desmontaje de componentes, limpiezas, ejecución de pruebas, etc.).
- Optimización del transporte de componentes entre Áreas de trabajo, lo que en el diseño se traduce en:
  - Situación de las Áreas y Secciones productivas de reparación de componentes lo más cerca posible de la zona de montaje de los mismos.
  - Establecimiento de ejes principales de transporte, para acceso de camiones al Taller y a los almacenes de repuestos de Material móvil, de Instalaciones fijas y de componentes.
  - Disposición de la zona de ensamblaje de subconjuntos junto a la zona de revisión de componentes.
  - Disposición de un área de bogies con secuencias de mantenimiento optimizadas.
  - Previsión de zonas de paso, bien definidas, entre Áreas de trabajo.
  - Implantación de una red de pasillos que permita la comunicación entre todas las secciones del Taller, y entre éstas y los almacenes.
- Equipamientos mecánicos, eléctricos y neumáticos adecuados a las labores de mantenimiento a desarrollar.
- Ejecución de los trabajos como un proceso continuo y repetitivo. Para reducir al máximo los tiempos de inmovilización del material rodante, se dispondrá de repuestos que permitan sustituir los elementos retirados de aquellos vehículos cuya estancia de reparación sea larga y pudiesen originar discontinuidades en el proceso. De esta

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

forma, el proceso de revisión y reparación de los mismos no afectará al flujo general de trabajo.

- Esto obligará a disponer de estanterías de almacenamiento de elementos en cada área y sección de trabajo, así como de dos almacenes con piezas en stock de repuestos reparados (Almacén de repuestos de Material móvil y almacén externo de Instalaciones fijas (muelle de carga) y almacén de componentes de instalaciones fijas que dará servicio a instalaciones fijas de la red ferroviaria.
- En dichos almacenes se centralizarán los componentes nuevos o reparados, así como otros procedentes del exterior.
- En este sentido, el almacén de repuestos de material rodante se ubicará próximo a las secciones productivas y al área de rodaje y reparación de bogies.

- Concentración en un mismo recinto del mantenimiento de 1er y 2º nivel.
  - De cara a minimizar los costes de inversión y operación asociados, y a optimizar el rendimiento de los recursos técnicos y humanos invertidos, es recomendable que, en parques de material rodante de tamaño medio y pequeño, los mantenimientos de 1er y 2º Nivel se concentren en un único recinto de las naves. Asimismo, la coexistencia de operarios de distinta y complementaria formación técnica en una misma área proporciona una situación de partida inmejorable para el aprovechamiento de la sinergia de ambos colectivos.
- Concentración en áreas de trabajo, para facilitar la organización y control de los mismos, limitando, en la medida de lo posible, el movimiento de las unidades entre diversas áreas y naves anexas, en función de las operaciones a realizar. De esta forma, el personal destinado al mantenimiento de ciclo largo/corto se concentrará en unas mismas zonas de trabajo, facilitando las tareas de organización, supervisión y control de las actividades.
- Definición de áreas, secciones y puestos de trabajo específicos para los grandes componentes (acoples, aire acondicionado, pantógrafos, cofres, bogies, etc.).
- Aislamiento de zonas productivas en las que se realicen actividades molestas, nocivas o peligrosas.

En este sentido se han de tomar las siguientes medidas:

- Ubicar la zona de torno de foso lo más alejada posible de otras áreas en las que exista permanencia continua de operarios.
- Cerrar y aislar la zona de preparación y pintado de coches.
- Disponer de un local cerrado para almacén de productos peligrosos (disolventes, pinturas, colas, etc.).
- Disponer de un local con ventilación exterior (y ventilación forzada, en caso de que fuese necesario) para el mantenimiento de las baterías del Material móvil y del resto de vehículos del Taller.
- Equipar a las Secciones productivas del utillaje específico para cada operación, lo que reducirá el tiempo empleado en cada actividad y, por tanto, el tiempo de paralización total del vehículo en revisión o reparación.
- Dotar a las instalaciones del Taller de una vía de pruebas dinámicas finales para las unidades reparadas y/o revisadas, permitiendo comprobar los niveles de aceleración y freno, pruebas globales de tracción en ambos sentidos de marcha, verificación de los escalones de operación, etc.
- Se dispondrá de una zona dedicada a la reparación y mantenimiento de instalaciones fijas de la red, con espacio reservado para un almacén de componentes totalmente cerrada. La función de este almacén será el acopio y reparación de elementos relacionados con las subestaciones de tracción, línea aérea, ascensores, escaleras mecánicas y otras instalaciones fijas propias de la línea.

- El personal operario dispondrá de vestuarios y aseos, de acuerdo a las normativas vigentes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Considerando la demanda de este patio, se han dimensionado considerando las siguientes vías:

6	Vías de mantenimiento de ciclo corto	Mantenimiento preventivo y correctivo
2	Vías de mantenimiento de ciclo largo	Mantenimiento de bogies y ejes
1	Vía de torno de foso	Torneado de ruedas
1	Vía de lavado de bajo bastidor	Lavado inferior de bastidor de tren
1	Vía de pintado	Pintado completo de coche de tren
1	Vía de pruebas dinámicas	Pruebas dinámicas
36	Vías de estacionamiento*	Estacionamiento de trenes y limpieza interior
1	Vía túnel de lavado	Lavado exterior de tren
1	Vía de diagnóstico	Diagnóstico de ejes, ruedas y pantógrafo
1	Vía de maniobra y traspaso automático a manual	Vía de traspaso en conducción manual a automática
3	Vías de mantenimiento de material rodante auxiliar	Mantenimiento de material rodante auxiliar (mantenimiento de vía e instalaciones fijas)

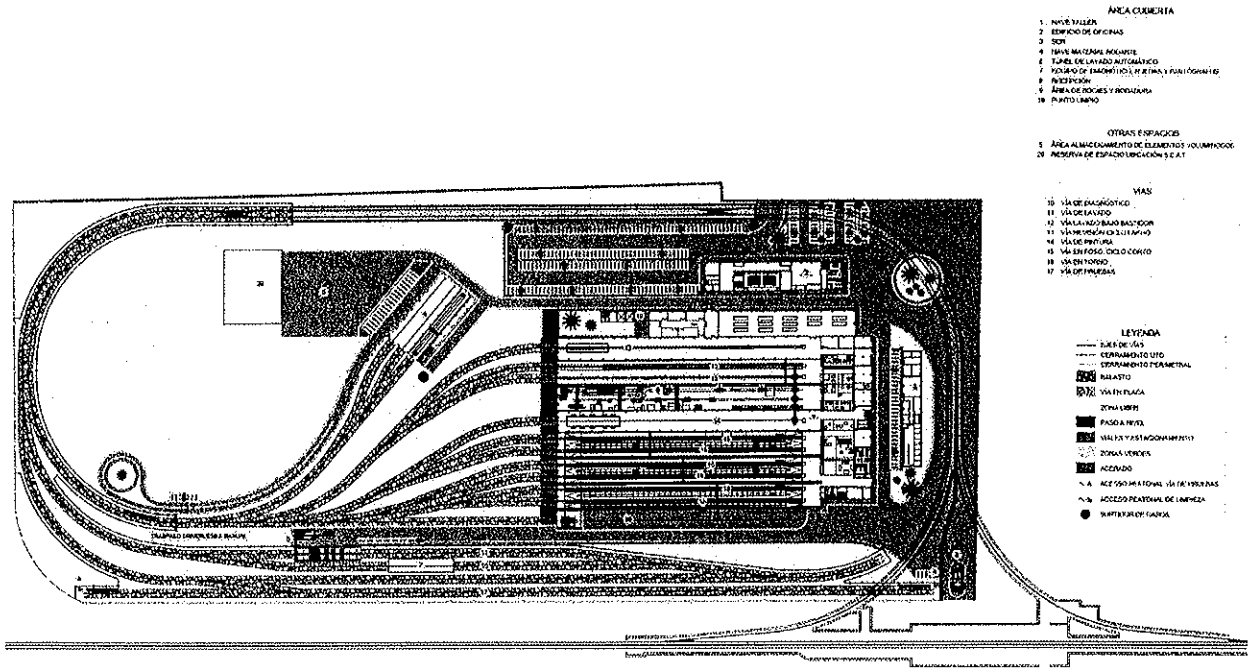
*Se ejecutarán en la Fase 2

3.4 PROGRAMA FUNCIONAL

La descripción funcional del Patio y Taller de Mantenimiento de Santa Anita se realizará estableciendo dos FASES temporales claramente definidas (FASE 1A (5+5) y FASE 2).

La FASE 1A inicial dispondrá de todos los edificios e instalaciones necesarias para el mantenimiento del material rodante e instalaciones fijas de la Línea 2 del Metro de Lima excepto las vías de estacionamiento de trenes, ya que estas se implementarán en la FASE 2 así como la continuación de la vía que da acceso a las mismas después del túnel de lavado.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Fase 1A. Patio y Talleres de Mantenimiento de Santa Anita

3.4.1 Acceso ferroviario y distribución en patio

La entrada de trenes al Taller se realiza a través de túnel que da acceso a la línea comercial.

Los trenes entran en modo de circulación automático (Vías en Superficie Driverless) y posteriormente pueden seguir en circulación automática hacia tres áreas:

- Vía de circulación hacia área de traspaso automático a manual que posteriormente da acceso a playa de vías del taller de mantenimiento principal y nave de mantenimiento auxiliar.
- Vía de circulación hacia el área de túnel de lavado de tren y área de diagnóstico de ruedas y pantógrafo.
- Vía de circulación para acceso directo al área de estacionamiento de trenes y asimismo a vía de pruebas del material rodante.

Las vías posteriores a la vía del túnel de lavado y área de diagnóstico de ruedas llegan así como la de circulación directa al estacionamiento llegan hasta un punto donde se interrumpe la Fase 1A (y que se prolongará hacia el área de estacionamiento en la Fase 2).

La vía de circulación automática (Vía en Superficie Driverless) estará físicamente separada de la de circulación manual (Vías en Superficie Manual) mediante una valla que impida el acceso a la misma.

En caso de que se quiera efectuar el cambio de automático a manual, existe una bretelle a la entrada del taller que permite cambiar de vía, siendo la circulación en automático hasta la zona de cambio "automático-manual" (Traspaso Driverless a Manual). A partir de aquí, manualmente los trenes se mueven por la playa de vías desplazándose hasta el área correspondiente: torno de foso (VTF), vías en pilarillos (VF1 a VF6), pintura (VP), levante de trenes (VRCL1), vía (VRCL2), vía de lavado de bajo bastidor (VLBB).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Asimismo, desde la zona de cambio automático a manual se dispone de una vía que llega a la nave de mantenimiento de material rodante auxiliar (locomotoras diesel, vehículo con grúa, etc).

3.4.2 Vía de pruebas (Test track)

Se dispone de una vía de pruebas que permite realizar pruebas cinemáticas así como realizar pruebas en modo UTO. La vía de pruebas tiene una longitud de aproximadamente 530 m, que se estima suficiente para alcanzar los 40km/h y poder efectuar registros cinemáticos y comprobar funcionalidad.

En los extremos de la vía de pruebas se ubican dos plataformas (estaciones simuladas), las plataformas permitirán el acceso/salida del tren al mismo nivel, para evitar escalones.

Existirá una valla que protege la vía de pruebas de accesos involuntarios, si bien para disponer de dicha longitud de vía en caso de acceso peatonal será necesario cruzar la vía de circulación en automático, aunque entendemos que dicho acceso estará procedimentado y bajo supervisión del Puesto de Control Central (OCC).

3.4.3 Vía de maniobra y traspaso automatico a manual

Se dispondrá de una vía que dispondrá de una zona para el traspaso de modo de circulación automático a modo de circulación manual (esta zona se encuentra justo antes de la playa de vías que da el acceso al Taller de Mantenimiento Principal de material rodante. Esta zona estará cercada y será de acceso restringido. Se dispondrá de una puerta de acceso cerca de los accesos a los trenes.

3.4.4 Instalación de lavado exterior de material rodante

Dentro de las actividades de mantenimiento del material rodante, el lavado y limpieza de los trenes constituye una de las tareas más repetitivas y supone una importante carga de trabajo asociada a la conservación de las unidades móviles, debiendo realizarse, por regla general, fuera de las horas de mayor tráfico.

Si bien los ciclos de limpieza de los trenes y la periodicidad con que éstas serán realizadas (con una frecuencia de entre 2 y 7 días por unidad), dependerá también de las condiciones ambientales y de los requisitos que establezca el operador, según los índices de calidad que se estime oportuno implantar.

El lavado exterior de los trenes se realizará en un túnel automático de lavado, instalado en una vía exterior, en la entrada del recinto de mantenimiento. El lavado permitirá la limpieza frontal y lateral del tren, incluidos carenados inferiores y superiores.

La vía de lavado tendrá una longitud de aproximadamente 217 m en recta y, un longitud total mayor a los 265 m que permitirá la limpieza de tren en la citada vía sin interferencias con vía de acceso al estacionamiento.

La instalación estará dotada de unos cepillos de limpieza y asimismo de cámaras enterradas cerca de la máquina para el agua de lavado. El túnel de lavado se tendrá un adecuado acceso a través del vial perimetral paralelo a la vía del torno de foso.

3.4.5 Acceso viario del Personal del taller. viales

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El acceso viario al Taller de mantenimiento en FASE 1A se realizará por la parte derecha del recinto.

El Puesto de Control dispondrá de terminales para visualización del sistema de CCTV y alarmas de encendido de los dispositivos de intrusión y los sistemas anti incendios.

El recinto dispondrá de calzadas y viales para permitir el acceso a las diversas áreas del recinto, tanto para el acceso a instalaciones, como para mantenimiento de las propias instalaciones del Patio-Taller y, asimismo, para verificaciones de seguridad de control de accesos. La calzada permitirá la circulación de vehículos en ambos sentidos de marcha, maniobras de giro y estacionamiento de camiones.

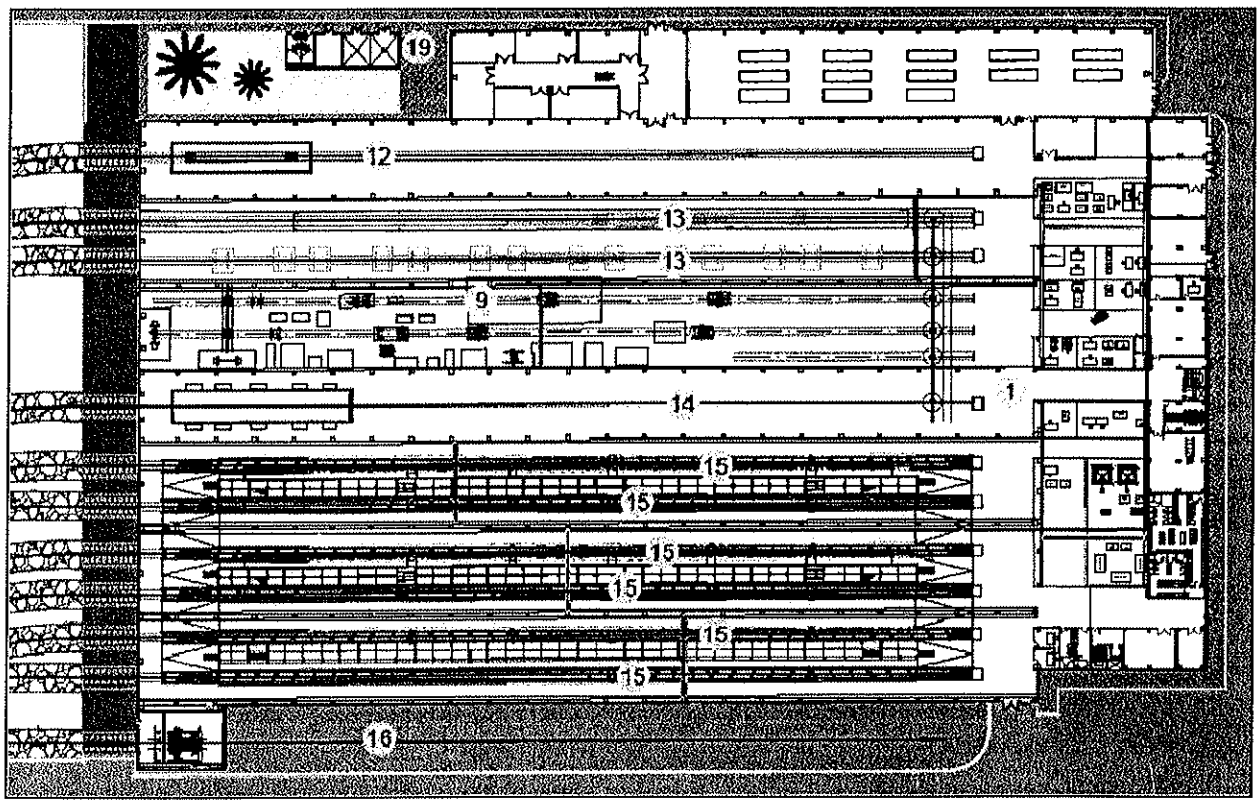
Los viales darán acceso a instalaciones exteriores a la nave taller como el torno de foso, el equipo de medición de parámetros de rodadura, el túnel de lavado.

3.5 NAVE DE TALLER DE MANTENIMIENTO

La nave de mantenimiento prevista estará dividida en diversas áreas con unas actividades específicas e incorporará las instalaciones necesarias para efectuar el mantenimiento del material rodante y sus componentes así como cuartos técnicos, oficinas, vestuarios y aseos.

La superficie prevista para la nave de mantenimiento es de, aproximadamente, unos 22.790 m^2.

Se adjunta, a continuación, una figura con las áreas de mantenimiento antes citadas.



Taller de Mantenimiento Material Rodante

El Taller de Mantenimiento dispondrá de las siguientes áreas o zonas de mantenimiento:

3.5.1 Vía de Torno de Foso (VTF)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva

En una vía de acceso al taller, paralela a las vías en pilarillos (VF1 a VF6), se ubicará el torno de foso. Esta localización, en un lateral de la nave taller evitará provocar un ruido excesivo en zonas en las que existe presencia continua de operarios.

En esta instalación se podrá efectuar el torneado de las ruedas y discos de freno del bogie del vehículo. La operación de reperfilado de las ruedas no requerirá el desmontaje previo del bogie. La vía estará electrificada hasta varios metros antes de la entrada del tren al interior de la instalación del torno de foso, desde aquí, mediante la ayuda de un locotractor eléctrico de arrastre, se posicionará el tren en la posición adecuada para efectuar el torneado.

La instalación dispondrá de una estructura techada más un margen de resguardo necesario para los operarios que efectúen trabajos en las mismas. La instalación dispone de un vial de acceso por carretera, con el objetivo de dar servicio a los camiones o vehículos que accedan con el propósito de efectuar la retirada de viruta procedente de los torneados. Esta viruta se extrae, mediante un sistema de cintas de arrastre, y se almacena, posteriormente, en un contenedor adyacente a la instalación.

Se dispondrá de un puente grúa de 2 toneladas para actividades de mantenimiento del propio torno de foso.

La vía VTF estará embebida lo cual nos permitirá efectuar las operaciones de descarga de coches durante los traslados de las unidades al Taller de Santa Anita. La descarga se realizará colocando el vehículo especial sobre las vías embebidas y a través de una rampa se irá bajando el coche sobre la vía.

3.5.2 Área de Mantenimiento de ciclo corto (Vías en pilarillos VF1 a VF6)

Se dispone de 6 vías en pilarillos para efectuar revisiones de ciclo corto o ligero (mantenimiento preventivo, correctivo, desinstalación de elementos que requieran una revisión compleja y reparación de averías). Estas vías tienen una longitud de 145,00 m (área en pilarillos).

A la altura de -1.40 m se accederá a través de rampas en los extremos de las vías

Se dispondrá de plataformas de acceso a los trenes a cubierta de los trenes, de forma que puedan realizarse las actividades de mantenimiento previstas sobre cubierta y en el interior de los coches.

En Vía VF1 se dispondrá de una plataforma corrida a lo largo del tren para el acceso al interior de los trenes (aquí por ejemplo se podrán efectuar trabajos de mantenimiento de puertas de acceso, etc).

Para acceso a trenes ubicados en vías VF2 a VF6 se dispondrá de un pulpito por vía de acceso al interior de los trenes, ubicados en zona próxima a coche motor (zona pasillo peatonal transversal) y asimismo, dispondrá de plataformas de acceso a nivel de cubierta para realizar trabajos de desmontaje de cubierta (pantógrafo, módulos de aire acondicionado, resistencias de freno, etc). En estas vías los pilares de las plataformas de acceso a cubierta estarán dispuestos de forma que se permita el acceso de un toro mecánico/carretilla a lo largo del tren con un pasillo mínimo de 2,5 m de ancho.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

013996



Disposición de plataformas en área de vías en pilarillos

Las seis (6) vías estarán electrificadas, siendo la catenaria rígida en vía VF1 fija y escamoteables en el resto de vías (VF2 a VF6), aprovechando para ello los pilares de la propia nave y los correspondientes a puentes grúa.

El espacio entre vías así como la disposición de pilares de plataformas y de la propia nave permitirá un adecuado acceso a los laterales de los trenes para la ejecución de los desmontajes de cofres y elementos del bajo bastidor y el paso de carretillas eléctricas para trabajos de mantenimiento accediendo a esta área a través de las rampas ubicadas en los extremos de las vías.

En estas vías se dispondrá de puentes grúa de 2 toneladas, con una disposición que permita que cada puente grúa de servicio a dos vías, excepto para la vía VF1, que dispondrá de un limitador de carrera ya que no se tiene acceso a la cubierta.



Ejemplo de disposición de catenaria escamoteable

3.5.3 *Vía de Pintura de trenes (Vía VP)*

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Se dispone de una vía dotada con una cabina de pintura de longitud adecuada para un coche (aproximadamente 32,00 metros), que permite realizar las operaciones previas y posteriores pintados de un coche sin desacoplarlo del tren.

La cabina de pintura será cerrada de manera que los efluvios puedan ser evacuados adecuadamente. La vía por fuera de la cabina de pintura es embebida y permitirá en caso de no efectuar pintados realizar otras actividades de mantenimiento. La cabina de pintura dispondrá de plataformas elevables en altura para efectuar los trabajos de pintado.

Al final de la vía de pintura se ubicará una plataforma giratoria de bogies que estará conectada con el "Área de bogies y rodadura" y permitirá efectuar el pintado de bogies.

La vía VP no estará electrificada, desplazándose el tren a la posición necesaria mediante un vehículo eléctrico auxiliar.

3.5.4 Área de Mantenimiento de ciclo largo (VRCL1 y VRCL2)

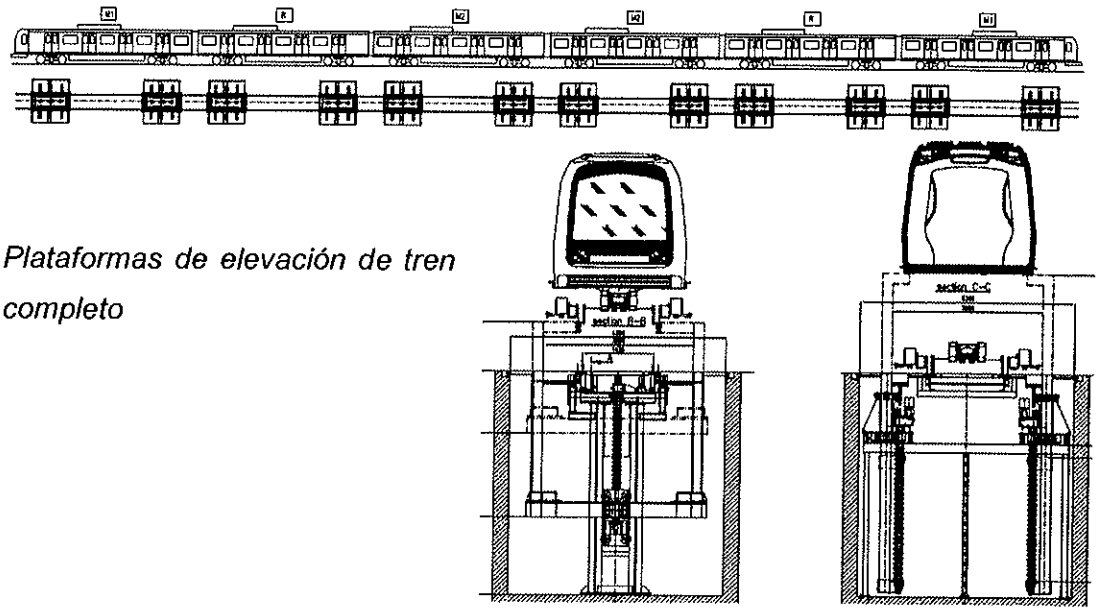
La nave dispondrá de dos vías embebidas para mantenimiento de ciclo largo (VRCL1 y VRCL2), dotada una de ellas (VRCL2) con PLATAFORMAS DE ELEVACIÓN DE TREN COMPLETO (14 plataformas para configuración 7 coches) equipadas con mecanismo de elevación y descenso de bogies.

Ambas vías estarán electrificadas con catenaria escamoteable.

El empleo de estas plataformas permitirá que la elevación del tren completo se realice con mucha mayor seguridad que si se utilizaran gatos de elevación. Este sistema permitirá efectuar el desmontaje de los bogies para revisión y/o reparación, bajándolos posteriormente a la vía y haciéndolos rodar a lo largo de la misma hasta llegar a las PLATAFORMAS GIRATORIAS DE BOGIES. Éstas permitirán direccionar el bogie al Área de Rodaje para efectuar el mantenimiento oportuno de los mismos.

De esta forma, la sustitución de bogies en el tren se efectuará con gran rapidez, favoreciendo menores estadías e inmovilización de trenes en el taller. Las dos vías estarán barridas por un puente grúa de 10 Tn. El puente grúa barre el pasillo transversal del taller, para permitir montajes y desmontajes de componentes y equipos desde camión.

La vía VRCL2 es una vía de mantenimiento de ciclo largo, embebida (en caso necesario en esta vía podrían ubicarse coches desacoplados sobre diploris).



Plataformas de elevación de tren completo

3.5.5 Área de Bogies y Rodadura

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva

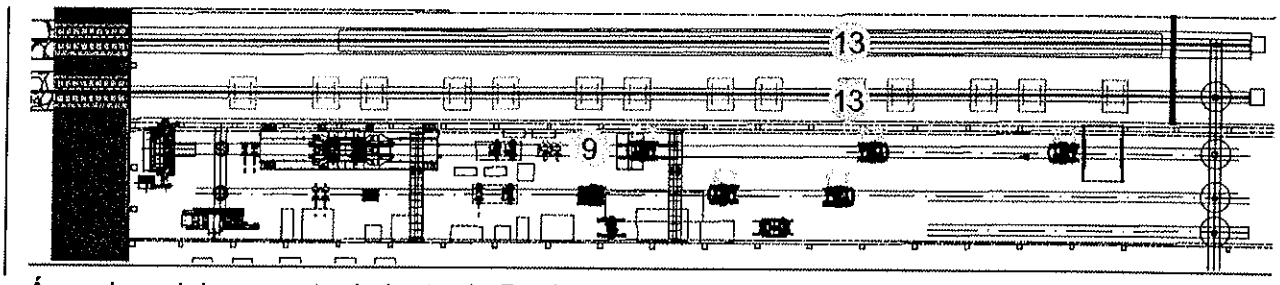
El área de bogies y rodaje (área de mantenimiento y vías VRCL3, VRCL4 y VRCL5) como se indicó anteriormente, está ubicada de forma que los bogies a revisar/mantener entren a través de una vía con plataforma girabogies e inicien el circuito de revisión (en forma de "C"). Paralelamente a estas vías, se dispondrá de una zona para dejar bogies (antes de inicio de su mantenimiento o ya revisados y en espera de montaje sobre el tren).

De forma general el proceso es el siguiente:

- Lavado de bogie mediante una cabina de limpieza manual
- Desmontaje de elementos de bogie en una prensa de desmontaje.
- Envío de bastidor de bogie a soldadura y/o pintura
- Desmontaje de elementos de ejes montados usando una mesa elevadora de ejes y envío de piezas y componentes a revisión/mantenimiento
- Banco de pruebas de ejes por U.T
- Zona de decalado/calado de ejes
- Zona de torneado de ejes desmontados

El proceso una vez revisados los elementos, consiste en el montaje de elementos de bogie y prueba final de montaje del mismo en área de prensa de montaje y tarado de bogies. Posteriormente, se realiza una prueba de rodaje del bogie.

Se dispondrá de dos puentes grúa 10 tons de capacidad que se desplazan a lo largo de toda el área de bogies y rodaje para facilitar el movimiento de piezas y componentes (además de carros pequeños, mesas de levante, etc).



Área de rodaje y mantenimiento de Bogies

El área de mantenimiento se ha diseñado para minimizar los movimientos de transporte, desde y hacia las cajas. En procesos de reparación dispondrá de una sección (línea) principal, desde donde se realizarán los diversos trabajos y se bifurcarán trabajos de mantenimiento de componentes.

La zona de mantenimiento indicada estará dotada de los medios necesarios para efectuar el mantenimiento de los bogies, efectuándose los desmontajes previstos en el plan de mantenimiento del material móvil; es decir, efectuando, entre otras, las operaciones de lavado y limpieza de bogies, desmontaje de bastidores, reparaciones y pintados de bastidores, desmontaje de cajas de grasa y reductores de los ejes, decalados y calados de ruedas y discos de freno, torneados, limpiezas de componentes, etc. Posteriormente, se efectuarán los trabajos de montaje de elementos revisados y sustituidos para montar y probar, nuevamente, los bogies antes de ser trasladados a la zona de plataformas de montaje para su inclusión bajo el tren.

3.5.6 Vía de Limpieza de Bajo Bastidor (VLBB)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Se dispone de una vía embebida para el lavado del bajo bastidor de los coches del material rodante. Se ha previsto un foso de longitud aproximada 26 m para efectuar estas actividades

de mantenimiento. El lavado se efectuará por medio de un carro deslizante que proyecta agua caliente y detergente a alta presión.

Esta zona de foso estará cubierta de forma que no se produzca el salpicado fuera de esta zona y pueda recogerse adecuadamente el agua sucia y grasa.

La vía estará electrificada si bien dispondrá de seccionadores de línea. Efectuar trabajos de mantenimiento de primer nivel (interiores, exteriores) y correctivo (sustitución lunas rotas, etc).

En cada una de las zonas se dispondrá de la maquinaria adecuada al uso de la sección, así como de las tomas de fuerza, agua, aire comprimido e iluminación especial necesarias.

Eventualmente se considerará la posibilidad de dotar a esta zona de unas pequeñas plataformas de acceso a nivel de cubierta para efectuar desde ellas (sin acceso al trenes) trabajos de soplado técnico de cubierta, por lo que asimismo esta zona debería, en ese caso disponer de paneles de cierre a modo de cabina con adecuado sistema de extracción de polvo.

3.5.7 Área de Secciones Productivas.

Para el mantenimiento de los componentes y dispositivos de los trenes, se dispondrá de diversas secciones productivas, dotadas de los medios necesarios para efectuar, en cada caso y según el componente de que se trate, las operaciones de revisión, reparación, puesta a punto y verificación de las condiciones funcionales.

A este respecto, se dispondrá de las siguientes secciones productivas:

- Pantógrafos y aparellaje
- Maquinas rotativas eléctricas
- Aire acondicionado y compresores
- Cristales, tapicería y confort
- Neumática e Hidráulica
- Electrónica
- Muelles y amortiguadores
- Cilindros de freno
- Acopladores
- Zona metrología
- Área soldeo

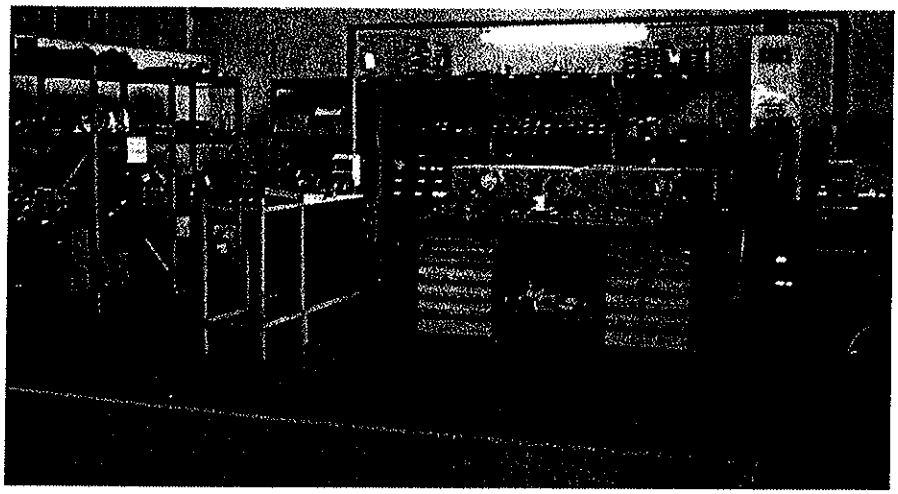
La iluminación media de las secciones garantizará una luminosidad media de 500 lux. En los puestos de trabajo y en las máquinas que lo precisen se instalará iluminación localizada. Todas las secciones dispondrán de las tomas de fuerza, agua y aire comprimido necesarias para la ejecución de las tareas propias de cada sección. Asimismo, las diferentes secciones estarán dotadas del equipamiento y maquinaria necesaria para efectuar las diversas operaciones de mantenimiento.

En la sección de baterías se desmontan, revisan y reparan las baterías de tracción del material móvil. Debido al riesgo de explosión, se evitará alcanzar altas concentraciones de los vapores generados durante la carga de las baterías, por lo que el cuarto dispondrá de un sistema automático de renovación de aire, así como de un sistema eléctrico de fuerza y alumbrado antideflagrantes. En esta sección se dispondrá de tomas de aire comprimido, agua y tomas de corriente de 220 V - 16 A y 380 V – 32 A con toma de tierra.

La sección de baterías estará dotada de cargadores de baterías, dispositivo de distribución de agua destilada y de ácidos, banco de trabajo, estanterías para material y repuestos, y pileta para lavado y aclarado de vasos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.1. Memoria descriptiva



Ejemplo Secciones productiva-Hidráulica

3.5.8 Cuartos técnicos y auxiliares

Junto a la zona de secciones productivas y oficinas, se ha dispuesto una zona de cuartos técnicos para los servicios complementarios. En dichos cuartos podrán ubicarse enclavamientos del sistema de señalización, cuadros eléctricos, grupos bombeo, compresores, etc, para proporcionar los diversos servicios al Taller de Mantenimiento principal.

3.5.9 Almacén de Material Rodante

Adosada a la nave principal, se ha previsto la ubicación de un almacén de repuestos y herramientas para el material rodante. Para conseguir que la ejecución de los trabajos de mantenimiento sea un proceso repetitivo, reduciendo en lo posible la estadía de las unidades en el Taller, es necesario disponer de repuestos de sustitución de los elementos averiados.

Se ha reservado, a este respecto, una superficie de 1345,00 m2, en cuyas dependencias se almacenarán materiales consumibles y conjuntos y subconjuntos de los vehículos ferroviarios, nuevos y reparados, así como las herramientas de taller.

El almacén dispondrá de un acceso directo desde el exterior, con entrada y salida de camiones y asimismo también tendrá acceso a la nave principal del taller, por lo que su ubicación favorecerá el tránsito de materiales a secciones productivas y áreas de montaje en trenes.

El almacén ha sido dimensionado para permitir el paso de carretillas elevadoras y servirá para recepcionar y expedir, según el caso, todos los materiales y repuestos transportados en camión, desde el exterior del recinto.

Junto a la zona de acceso de camiones se ubicará una zona de recepción, donde los materiales y repuestos serán debidamente comprobados.

Se dispondrá de una zona de almacenamiento en altura, con estanterías para repuestos pesados y voluminosos, una zona aislada para productos de características especiales (grasa, aceites, etc) y otra zona de estanterías para los repuestos consumibles más pequeños.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.5.10 Taller de mantenimiento componentes de instalaciones fijas.

El área colindante al almacén de material rodante estará reservada para el mantenimiento y reparación de componentes menores de instalaciones fijas de vía, subestaciones, escaleras

mecánicas, señalización, línea aérea, etc. Dispondrá por tanto, de diferentes secciones productivas para atender las instalaciones principales que componen la línea 2.

El área destinada a cada una de las secciones se ha establecido en base a la experiencia adquirida en el diseño de otros talleres ferroviarios y a los datos de explotación de los mismos. La superficie prevista es de 542 m^2.

3.5.11 Características básicas de las vías destinadas a revisiones

Las vías dispuestas para revisiones de ciclo corto y averías y operaciones de puesta a punto de las unidades, dispondrán de las siguientes características:

- Las vías estarán perfectamente niveladas
- Dispondrán de un seccionador para toda la longitud de la vía, de forma que se pueda cortar la tensión de cada vía independientemente del resto de las vías.
- La iluminación de los pasillos laterales tendrán un nivel mínimo de iluminación de 500 lux, aún cuando estén estacionadas unidades tren en las vías.
- Cada vía (según diseño final) dispondrá de suficientes tomas de aire comprimido y tomas de corriente de 220 V - 16 A con toma de tierra y protección IP-54, y toma de corriente trifásica 380 V - 32 A con toma de tierra y protección IP-54, así como tomas de agua, en los casos en que fuese necesario.
- El acceso a los techos de los coches sólo será posible cuando no exista tensión en la catenaria, para lo cual se dispondrá un sistema de enclavamiento que impida el paso de las personas mientras no se cumpla este requisito.
- El esquema de electrificación de vías dentro de la Nave Principal del Taller será el siguiente:

VTF	Torno de foso	No electrificada
VF1 A VF6	Vías en Pilarillos. Ciclo Corto	Electrificadas
VP	Vía de Pintura	No electrificada
VRCL1	Vía mantenimiento Ciclo Largo	electrificada
VRCL2	Vía mantenimiento Ciclo largo	Electrificada
VRCL3, VRCL4 Y VRCL5	Vías área bogies	No electrificadas
VLBB	Vía lavado bajo bastidor	Electrificada

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.6 NAVE DE MATERIAL RODANTE AUXILIAR.

Los vehículos auxiliares previstos para efectuar el arrastre del material rodante y los trabajos de mantenimiento de la nueva línea ferroviaria dispondrán de una nave techada, separada del Taller de mantenimiento principal.

Se dispondrá de tres vías, siendo una de ellas con foso corrido. Esta última dispondrá de un puente grúa de 5 toneladas para efectuar trabajos de desmontaje.

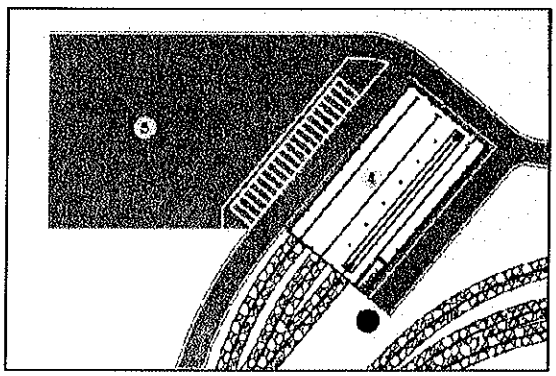
La nave dispondrá de un adecuado sistema de extracción y ventilación, para efectuar las operaciones y verificaciones de mantenimiento de los propios vehículos auxiliares.

La nave dispondrá asimismo, de un espacio reservado para oficinas, necesarias para el personal adscrito a dichos trabajos y de un almacén de instalaciones fijas, que permita desde su ubicación una fácil carga en vehículos auxiliare sopara llevarlos a cualquier punto de la línea 2.

La superficie prevista para la nave es de aproximadamente 1.355 m^2.

La alimentación de las dresinas se realizará desde un depósito de gasoil que se encuentra en el exterior, enterrado, próximo a esta sección.

Junto a esta nave se dispone de un área de almacenamiento en exterior de elementos voluminosos (su movimiento se realizará con una carretilla de capacidad 3 toneladas).



Nave de material rodante auxiliar

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.7 EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS

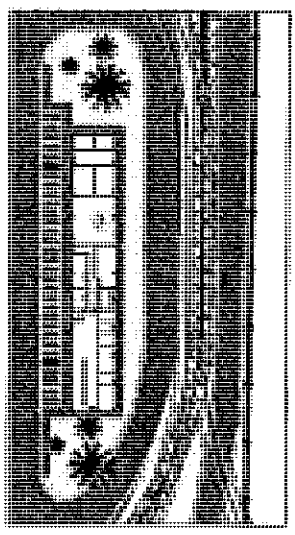
Se dispone, dentro del Patio de Santa Anita de un Edificio llamado de "Oficinas" para el personal técnico y administrativo y asimismo, servirá para ubicar el Puesto de Control Central de la Línea 2 (en segunda planta).

El edificio estará localizado entre el taller principal de mantenimiento y la zona de estacionamiento de trenes.

El edificio tendrá tres plantas con aproximadamente unos 1.523 m^2 de superficie por planta (total 4.569 m^2).

Para un mayor detalle consultar el punto 3.2.4 del presente documento.

3.8 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE RECTIFICACIÓN (SER) Y AUXILIARES



Se ubica en el recinto de mantenimiento una subestación (SER) y zona de instalaciones auxiliares. Dicho edificio es independiente del Taller principal de mantenimiento y está ubicada lateralmente al mismo en zona próxima a la portería de acceso en Fase 1ª.

En este edificio se ubicarán, entre otros, diversos servicios auxiliares para el taller de mantenimiento como son Grupos motocompresores para el sistema de aire comprimido, grupos de presión y depósitos para el sistema de protección contraincendios.

3.9 APARCAMIENTO PERSONAL OFICINAS, TALLER Y VISITANTES 014003

Se dispondrá de zonas de aparcamiento exterior para el personal técnico, administrativo y de mantenimiento así como para visitantes. Dichas áreas de estacionamiento se distribuirán en el Patio de forma que estén localizados junto a Edificio de "Oficinas", taller principal de mantenimiento, nave de material rodante auxiliar y área de acceso al patio.

La capacidad de estacionamiento de vehículos se adecua a los requerimientos del Contrato, disponiendo de espacio para 300 vehículos.

3.10 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN NAVES DE TALLERES Y EDIFICIO DE OFICINAS Y AUXILIARES

Los edificios y áreas del complejo de mantenimiento de Santa Anita (Talleres, Talleres menores, almacenes y oficinas y Edificios menores) dispondrán, entre otras, de las correspondientes instalaciones electromecánicas:

- Instalación eléctrica de MT y BT
- Instalaciones de revelación incendios y antirrobo
- Instalaciones de climatización y ventilación
- Instalaciones hídrico-sanitarias
- Instalaciones anti incendios
- Instalación de aire comprimido
- Instalación de ascensores y montacargas
- Instalación de difusión sonora y fónica de los datos
- Instalación de supervisión

El conjunto de dichas instalaciones permitirá la adecuada funcionalidad requerida para la ejecución de las actividades de mantenimiento previstas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[14382]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

014004

O.5.1.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PATIO TALLER SANTA ANITA

APÉNDICE 1: PLANOS

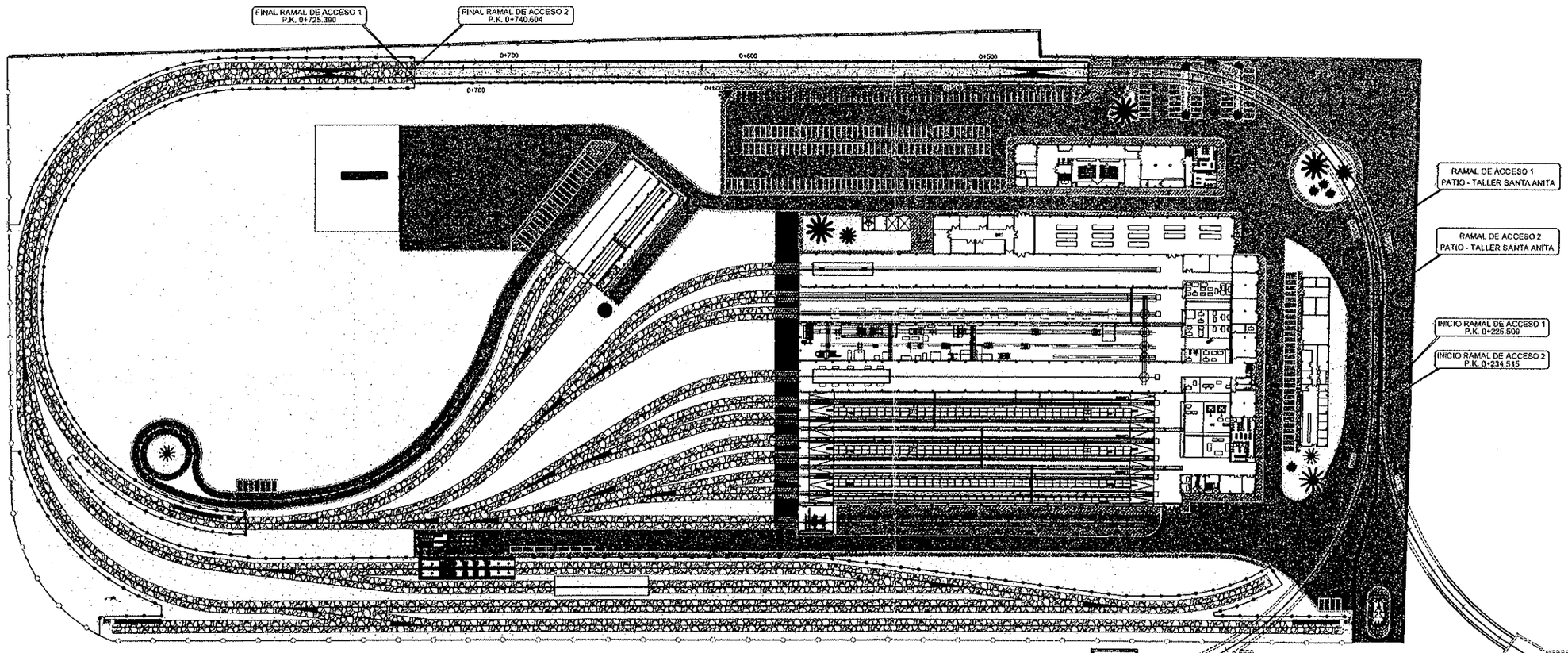
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-TRZ-GEN-PSA	LÍNEA 2. PLANIMETRÍA RAMAL DE INGRESO Y SALIDA A PATIO - TALLER SANTA ANITA	VARIAS	5
PLOC-TUN-FUN-RT-01	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER SANTA ANITA	1/500	2
PLOC-TUN-FUN-RT-02	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER SANTA ANITA. SECCIONES	VARIAS	2
PLOC-PSA-GEN-01	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. IMPLANTACIÓN GENERAL . ESTADO FINAL	1/2000	1
PLOC-PSA-GEN-02	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. IMPLANTACIÓN GENERAL. PLANO DE FASES	1/1000	2
PLOC-PSA-GEN-03	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE DOVELAS	1/1000	1
PLOC-PSA-TRZ-RP	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. PLANTA DE REPLANTEO	1/500	11
PLOC-PSA-TRZ-PL	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. PLANIMETRÍA	1/500	2
PLOC-PSA-TRZ-LO	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. PERFILES LONGITUDINALES	H 1/1000 - V 1/100	23
PLOC-PSA-ST	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. SECCIONES TIPO	1/100	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014006



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

z:\p03-2335\p03-2535\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\03_trazado\0305-ploc-trz-gen-psa-p001-p005.dwg - 25/02/2014 - 16:30

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

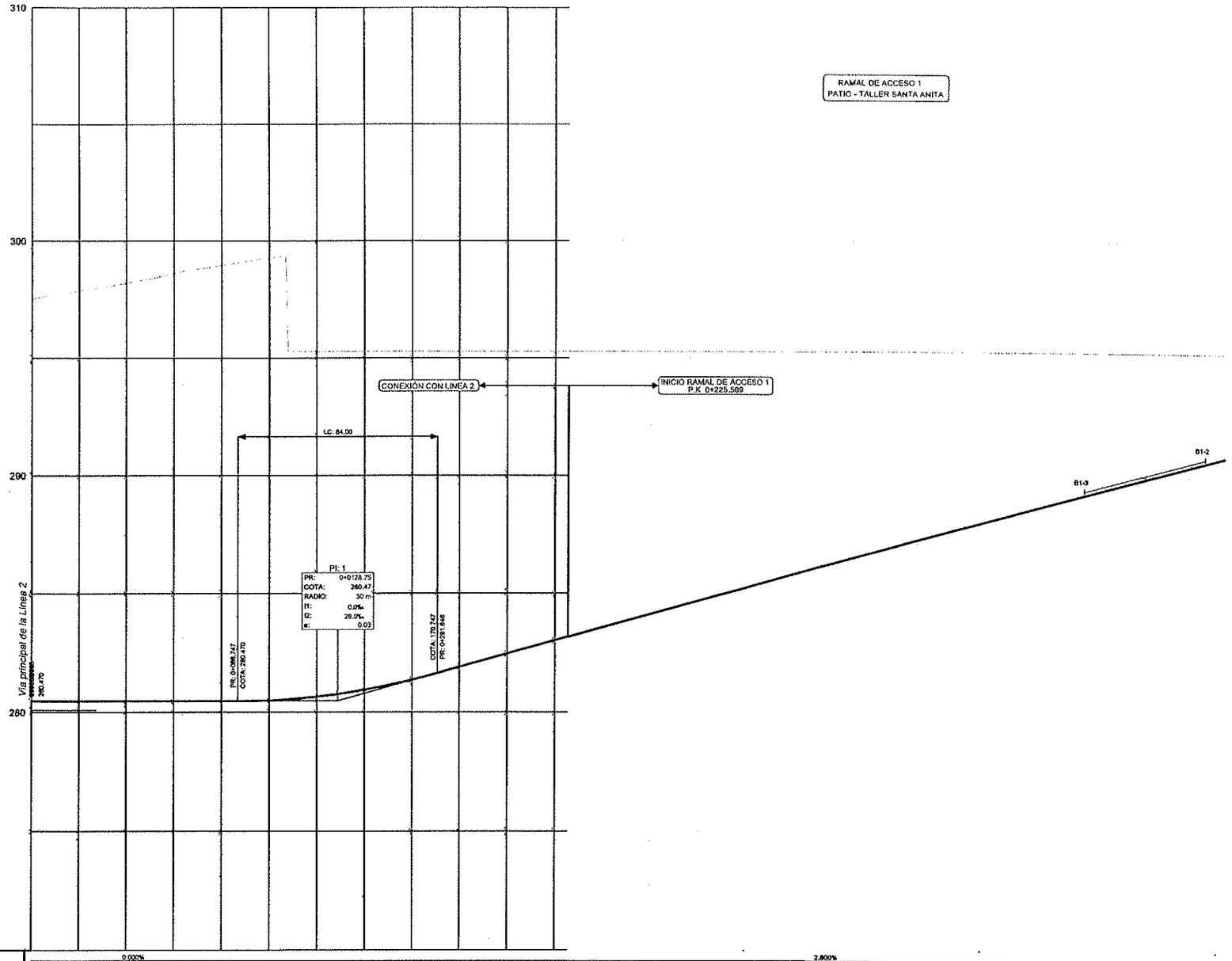
ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2
PLANIMETRÍA RAMAL DE INGRESO Y SALIDA A PATIO - TALLER SANTA ANITA
PLANTA

PLANO Nº: PLOC-TRZ-GEN-PSA-P-001
HOJA: 01 de 05
REVISIÓN: 0

0305-PLOC-TRZ-GEN-PSA-P001-P005.dwg

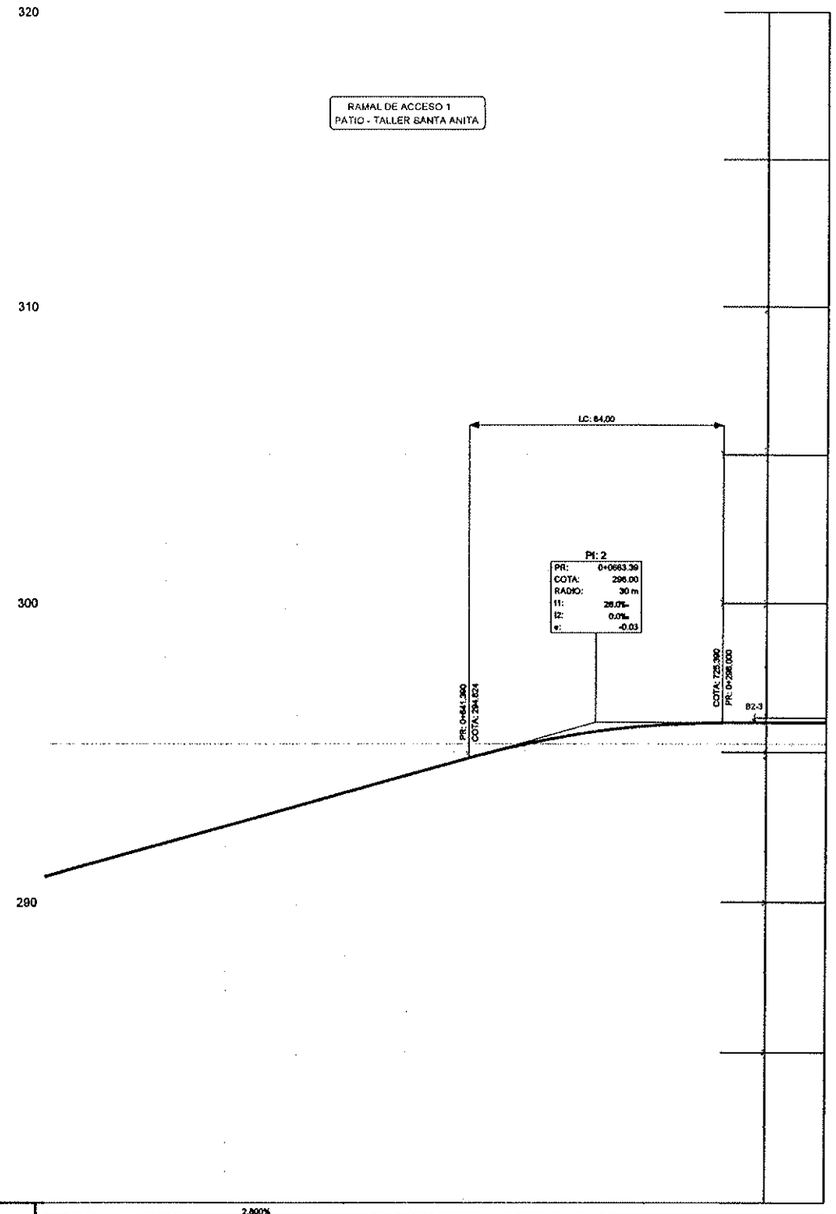
014007


310
300
290
280
RAMAL DE ACCESO 1
PATIO - TALLER SANTA ANITA
CONEXIÓN CON LINEA 2
INICIO RAMAL DE ACCESO 1
P.K. 0+225.509
LC: 84.00
B1-2
B1-3
PI: 1
PR: 0+0128.75
COTA: 280.47
RADIO: 30 m
i1: 0.0%
i2: 28.0%
e: 0.03
Vía principal de la Línea 2
280.470
PR: 0+096.747
COTA: 280.470
COTA: 170.747
PR: 0+281.846

| | | |

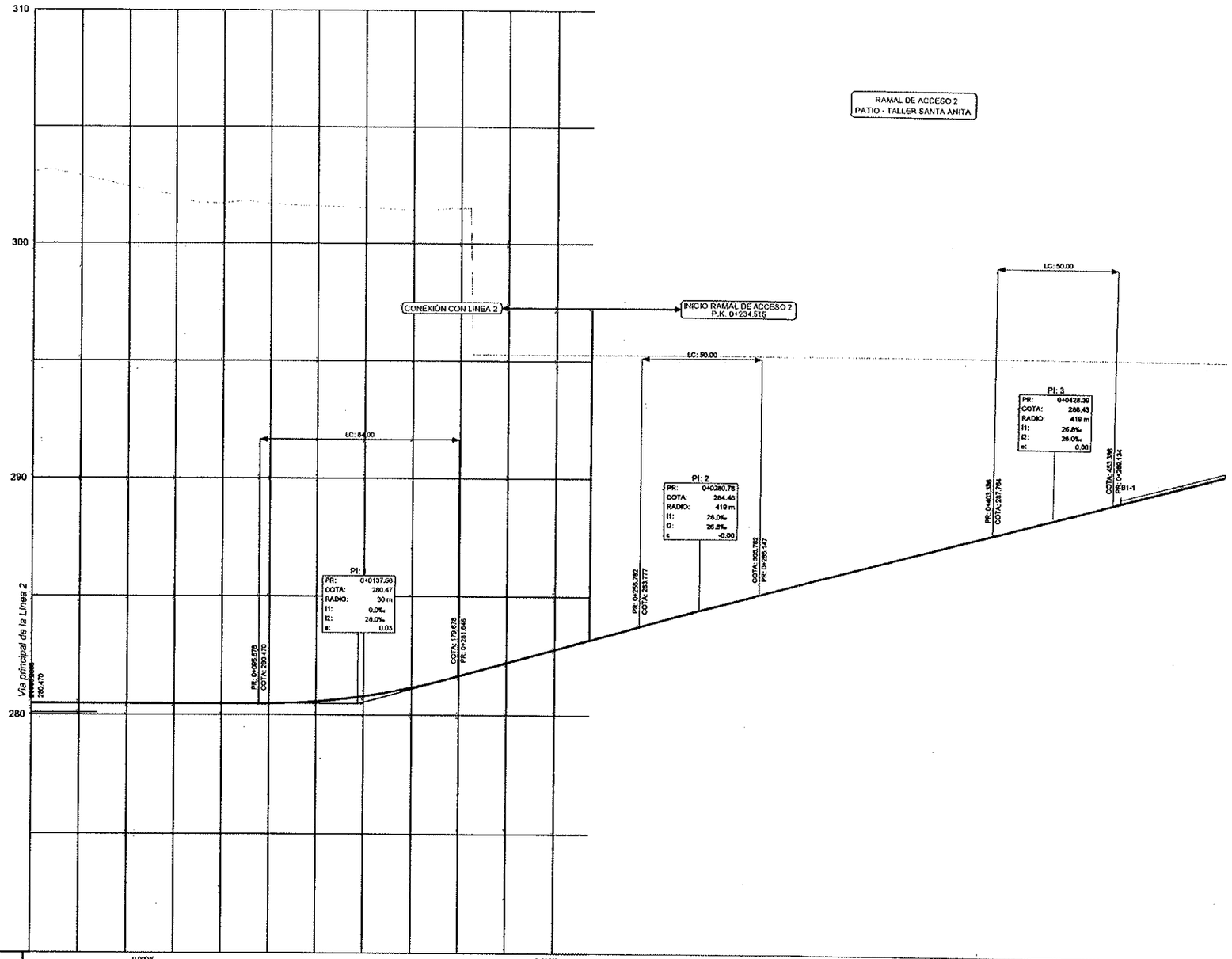
[14386]

014008



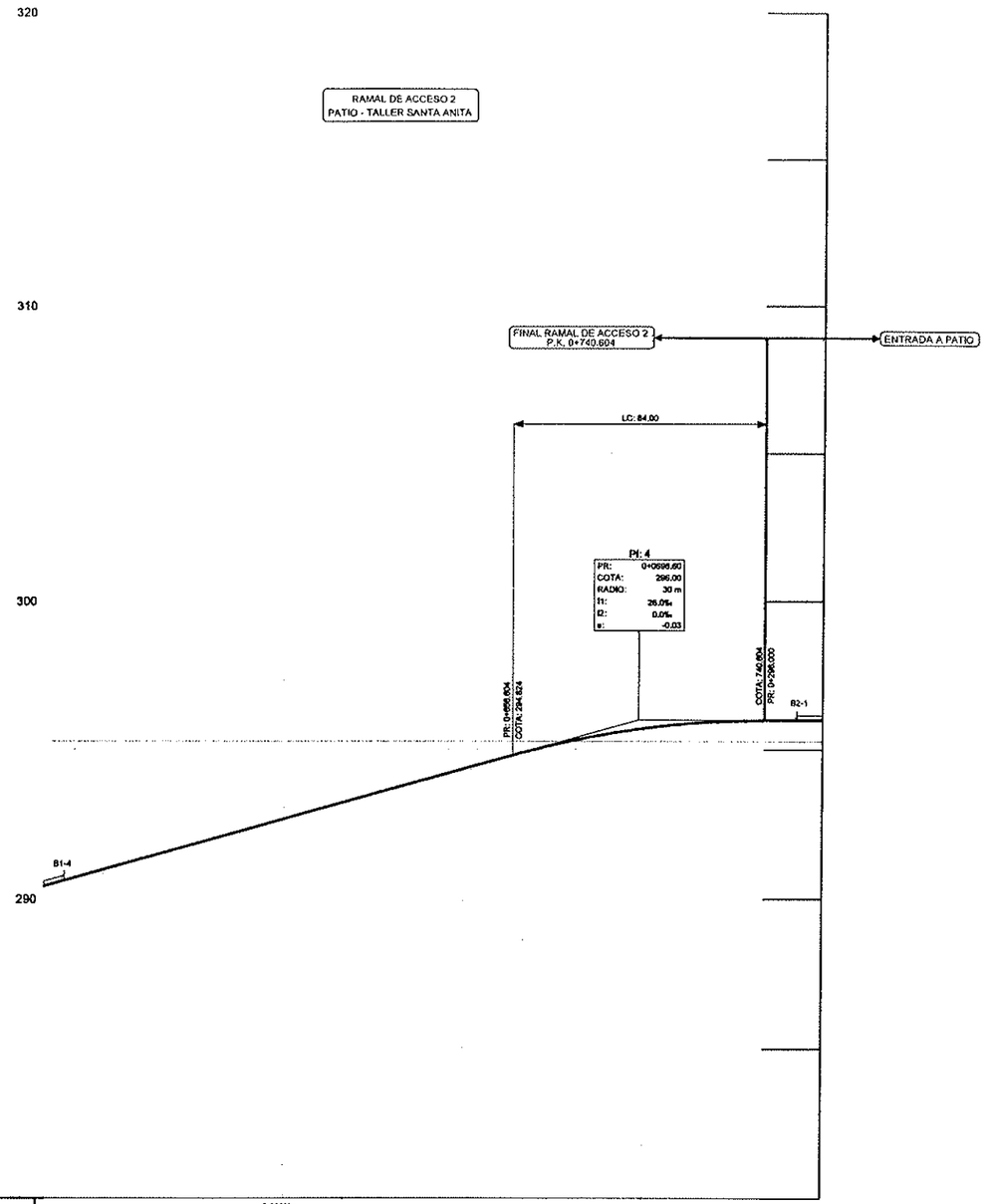
| | | |

014009


310
300
290
280
Vía principal de la Línea 2
RAMAL DE ACCESO 2
PATIO - TALLER SANTA ANITA
CONEXIÓN CON LÍNEA 2
INICIO RAMAL DE ACCESO 2
P.K. 0+234.515
LC: 64.00
LC: 50.00
LC: 50.00
PI:
PR: 0+0137.68
COTA: 280.47
RADIO: 30 m
t1: 0.0‰
t2: 28.0‰
e: 0.03
PI: 2
PR: 0+0260.75
COTA: 284.46
RADIO: 410 m
t1: 28.0‰
t2: 26.8‰
e: -0.00
PI: 3
PR: 0+0428.39
COTA: 288.43
RADIO: 410 m
t1: 26.8‰
t2: 28.0‰
e: 0.00
PR: 0+095.678
COTA: 280.470
COTA: 179.678
PR: 0+281.646
PR: 0+355.782
COTA: 283.777
COTA: 305.782
PR: 0+395.147
PR: 0+403.386
COTA: 287.784
COTA: 453.386
PR: 0+268.134
B1-1

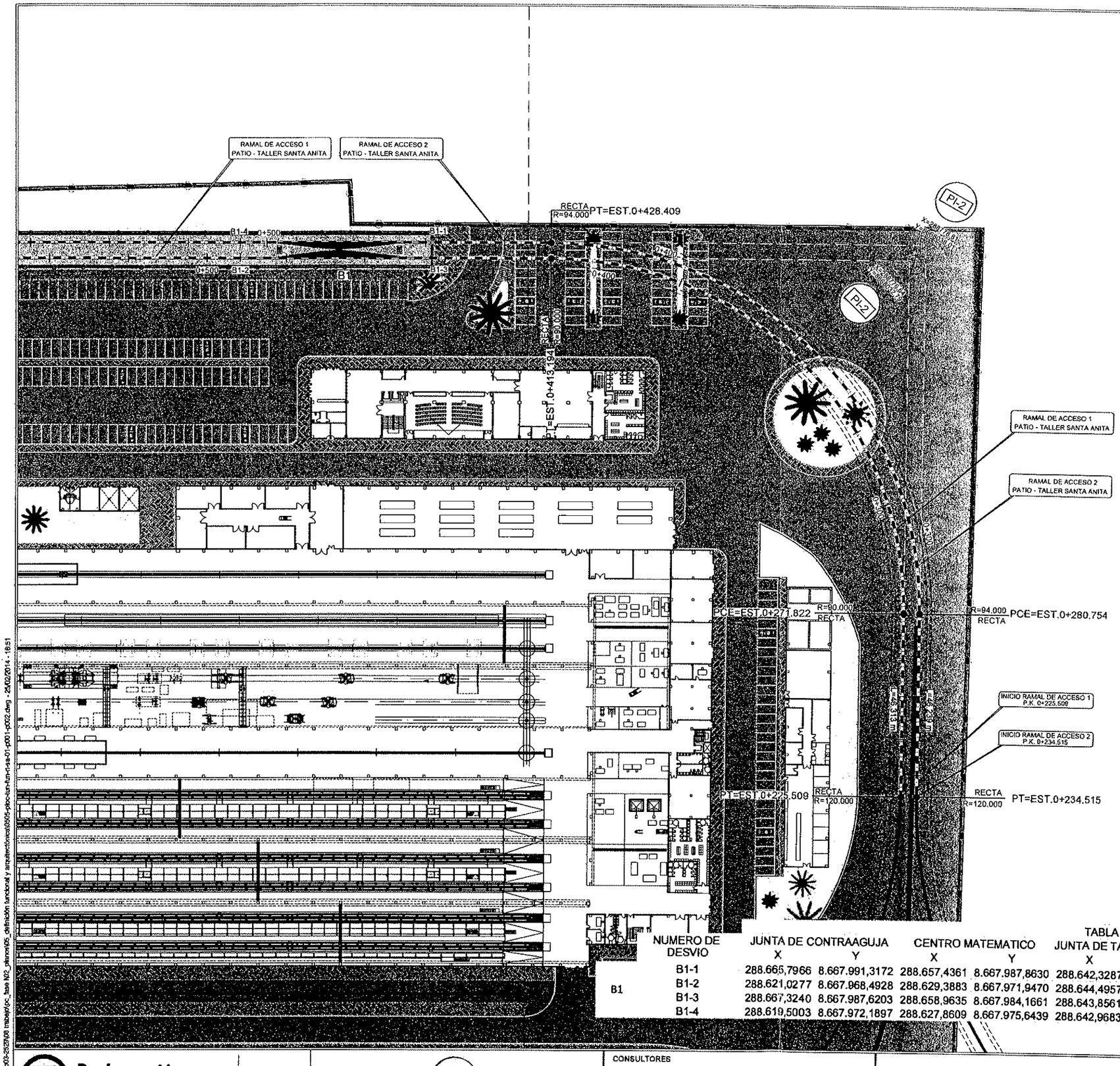
| | | |

014010


320
310
300
290
RAMAL DE ACCESO 2
PATIO - TALLER SANTA ANITA
FINAL RAMAL DE ACCESO 2
P.K. 0+740.604
ENTRADA A PATIO
LC: 84.00
PI: 4
PR: 0+656.60
COTA: 296.00
RADIO: 30 m
t1: 26.0%
t2: 0.0%
e: -0.03
PR: 0+656.604
COTA: 294.824
COTA: 740.604
PR: 0+296.000
B2-1
B1-4

| | | |

014011



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

PIQUETES DE VIA LIBRE

NUMERO DE DESVIO	X	Y
B1-1	288.665,7966	8.667.991,3172
B1-2	288.621,0277	8.667.968,4928
B1-3	288.667,3240	8.667.987,6203
B1-4	288.619,5003	8.667.972,1897

TABLA DE BRETELLE

NUMERO DE DESVIO	JUNTA DE CONTRAAGUJA		CENTRO MATEMATICO		JUNTA DE TALÓN PRINCIPAL		JUNTA DE TALÓN DESVIADA		P.K. JUNTA DE CONTRAAGUJA SOBRE VIA PRINCIPAL
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
B1-1	288.665,7966	8.667.991,3172	288.657,4361	8.667.987,8630	288.642,3287	8.667.981,6213	288.643,2195	8.667.979,7957	0+456,690
B1-2	288.621,0277	8.667.968,4928	288.629,3883	8.667.971,9470	288.644,4957	8.667.978,1887	288.643,6048	8.667.980,0143	0+491,568
B1-3	288.667,3240	8.667.987,6203	288.658,9635	8.667.984,1661	288.643,8561	8.667.977,9244	288.643,1986	8.667.979,8465	0+441,476
B1-4	288.619,5003	8.667.972,1897	288.627,8609	8.667.975,6439	288.642,9683	8.667.981,8856	288.643,6258	8.667.979,9635	0+506,782

B1

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
RAMALES A TALLERES
PATIO - TALLER SANTA ANITA

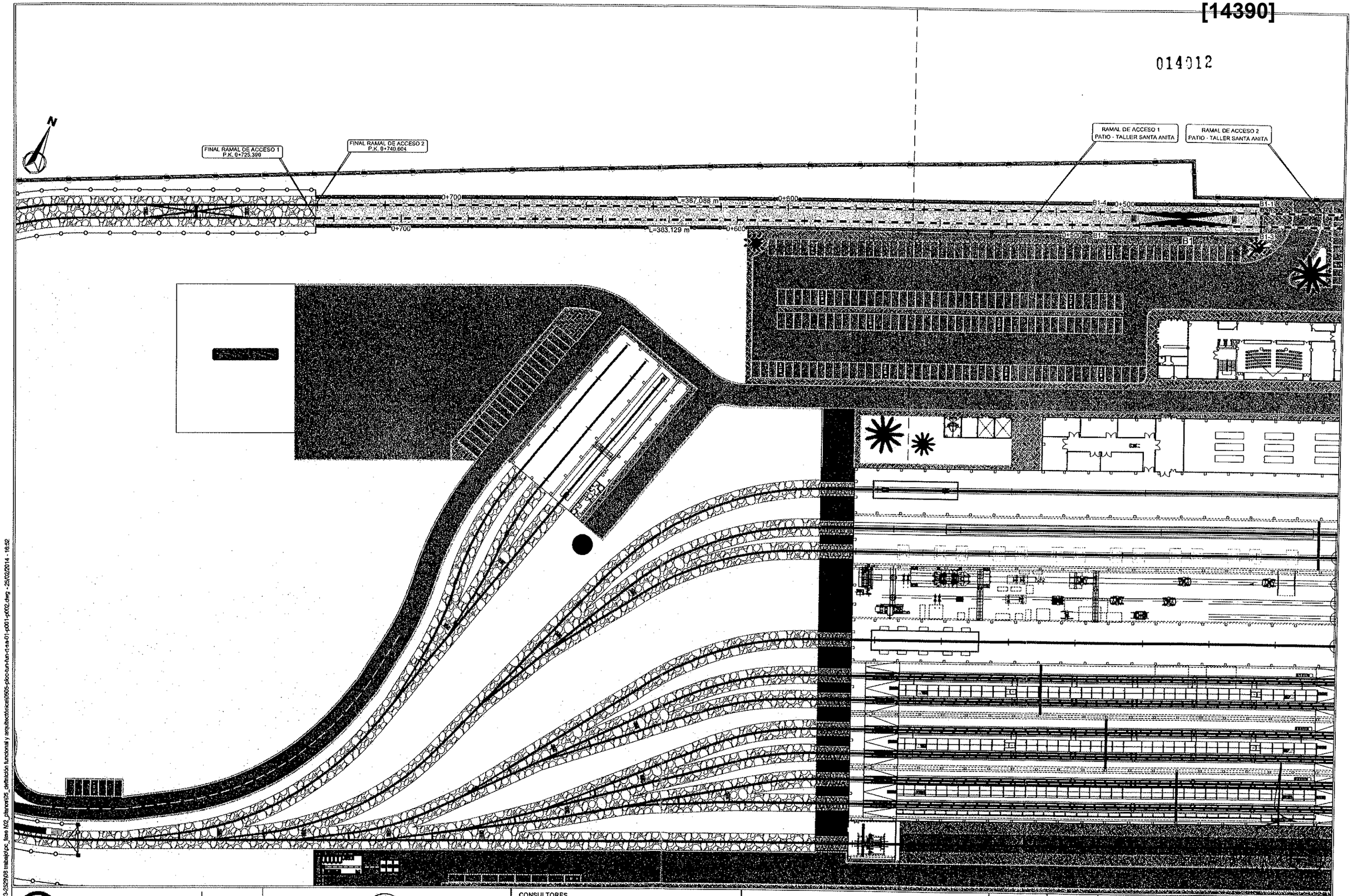
PLANO N°: PLOC-TUN-FUN-RT-SA-01-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

0505-PLOC-TUN-FUN-RT-SA-01-P001-P002.dwg

Z:\p03-2339\p03-2529\08 trabajos_base N02_planos\05_definición funcional y arquitectónica\0505-ploc-tun-fun-rt-sa-01-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 18:51

[14390]

014012



z:\p00-2035\p03-2329\08 trabajo\pc_base M02_planos\05_definición funcional y arquitectónica\0505-ploc-tun-fun-rt-sa-01-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 16:52

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
2iT ingeniería

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

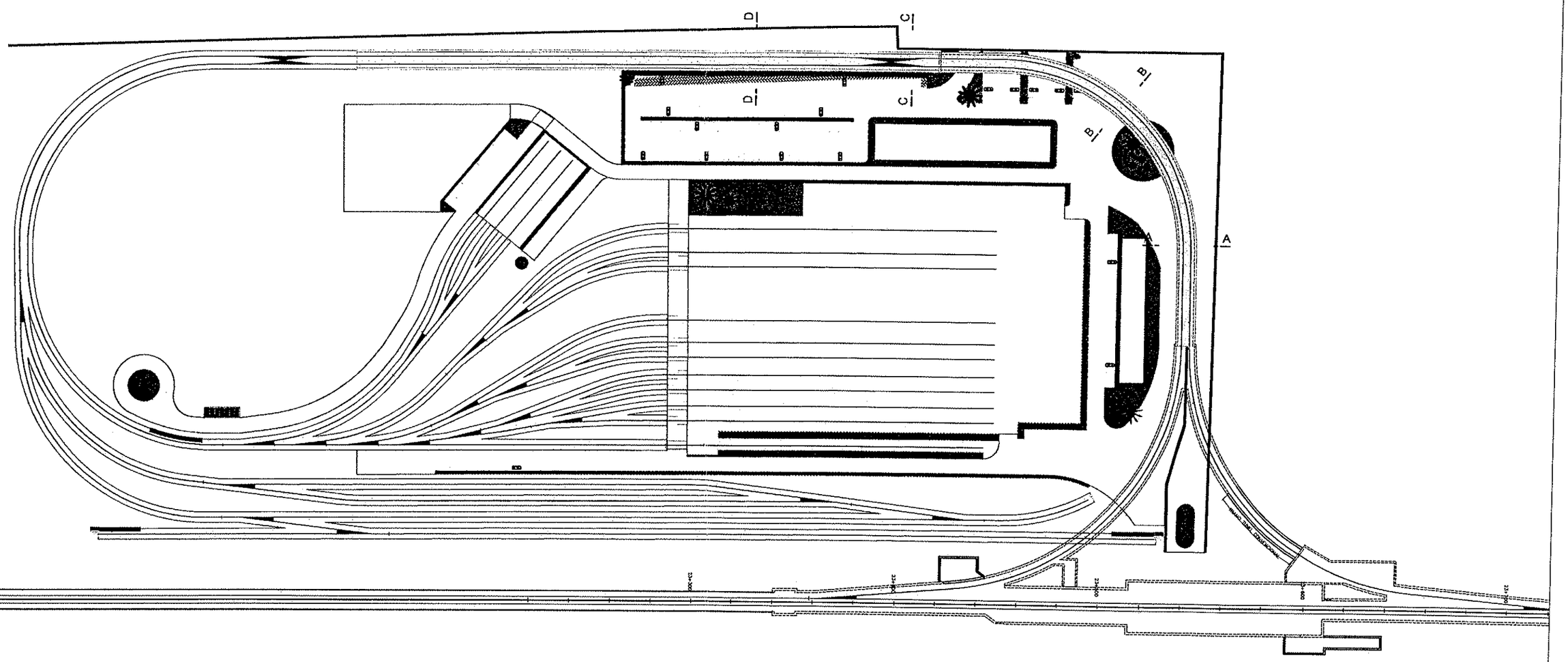
ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
RAMALES A TALLERES
PATIO - TALLER SANTA ANITA

PLANO Nº: PLOC-TUN-FUN-RT-SA-01-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0505-PLOC-TUN-FUN-RT-SA-01-P001-P002.dwg

014013



PLANTA
1 : 2000

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1:2000
FECHA: FEBRERO 2014

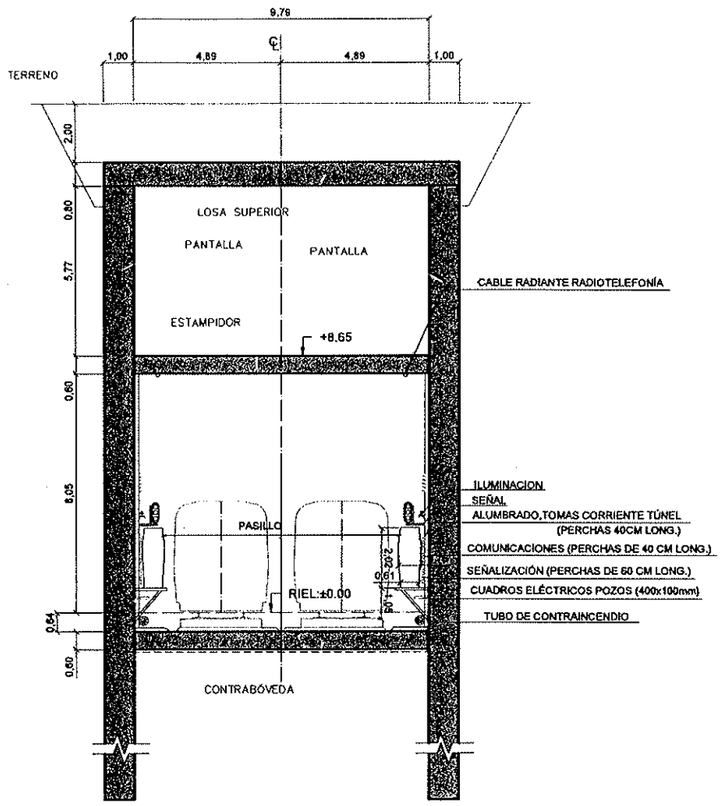
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
RAMALES A TALLERES
PATIO - TALLER SANTA ANITA. PLANTA SITUACIÓN DE SECCIONES

PLANO N°: PLOC-TUN-FUN-RT-SA-02-P-001 | HOJA: 01 de 02 | REVISIÓN: 0

0505-PLOC-TUN-FUN-RT-SA-02-P001-P002.dwg

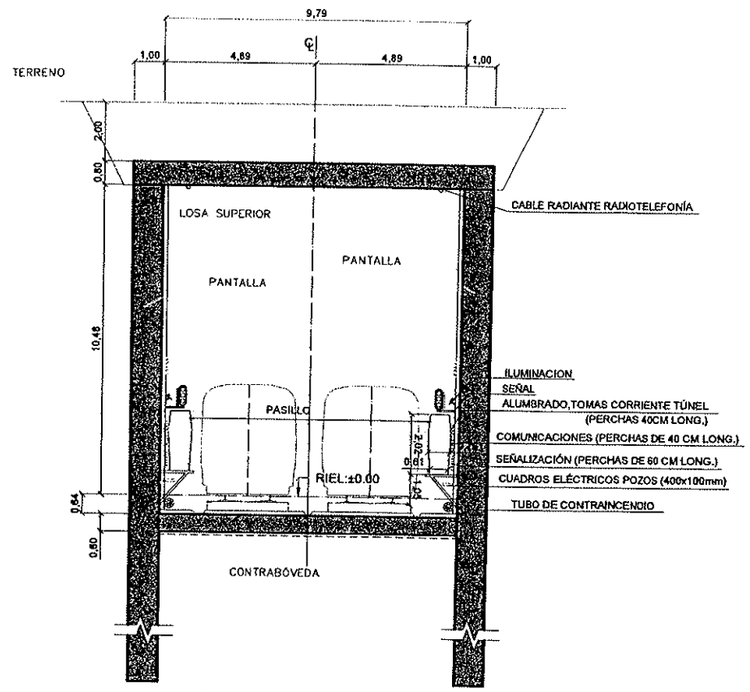
z:\p03-2339\p03-2529\08 trabajo\pc_base N02_planos\05_definición funcional y arquitectónica\0505-ploc-tun-fun-rt-sa-02-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 17:25

014014



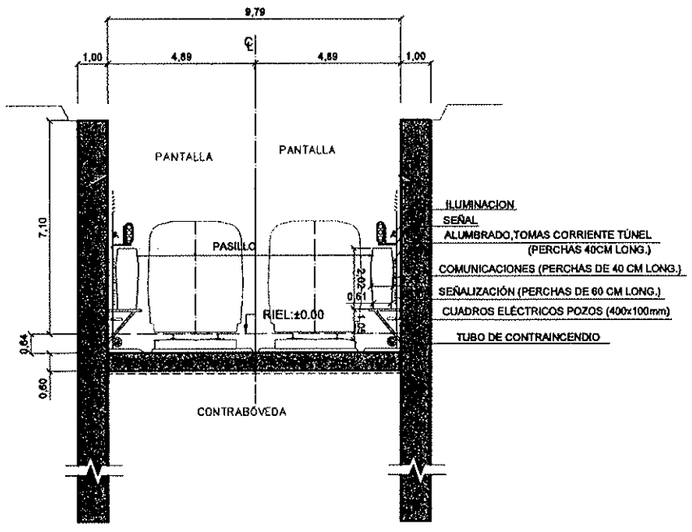
SECCIÓN A–A TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES

1:100



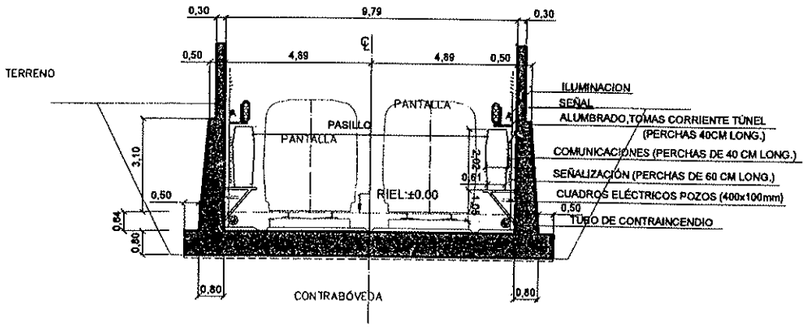
SECCIÓN B–B TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES

1:100



SECCIÓN C–C TIPO (CIELO ABIERTO)
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES

1:100



SECCIÓN D–D TIPO (CIELO ABIERTO)
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES

1:100

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CUANTÍA POR ELEMENTOS ACCESOS RAMALES

ELEMENTO		DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
RAMALES LATERALES		Pantallas L=27.00m	1.00	180.00
		Pantallas L=14.00m	0.80	125.00
		Dintel	1.50	185.00
		Losa Vestíbulo (Ancha)	0.80	150.00
		Losa Vestíbulo (Estrecha)	0.80	90.00
		Losa Fondo	0.60	90.00
CONEXIÓN CON TALLERES Y COCHERAS		Pantallas	1.00	180.00
	Dintel	Ramal izquierdo y derecho carril único	0.60	130.00
		Zona de carril doble	0.80	150.00
	Losa nivel de vestíbulo	Carril único ramal izquierdo	0.60	110.00
		Carril único ramal derecho	0.60	145.00
		Zona de carril doble	0.60	145.00
	Losa de fondo		0.60	90.00
	Muro en U	Losa emboquille	0.80	100.00
		Alzados de emboquille	0.80	75.00

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

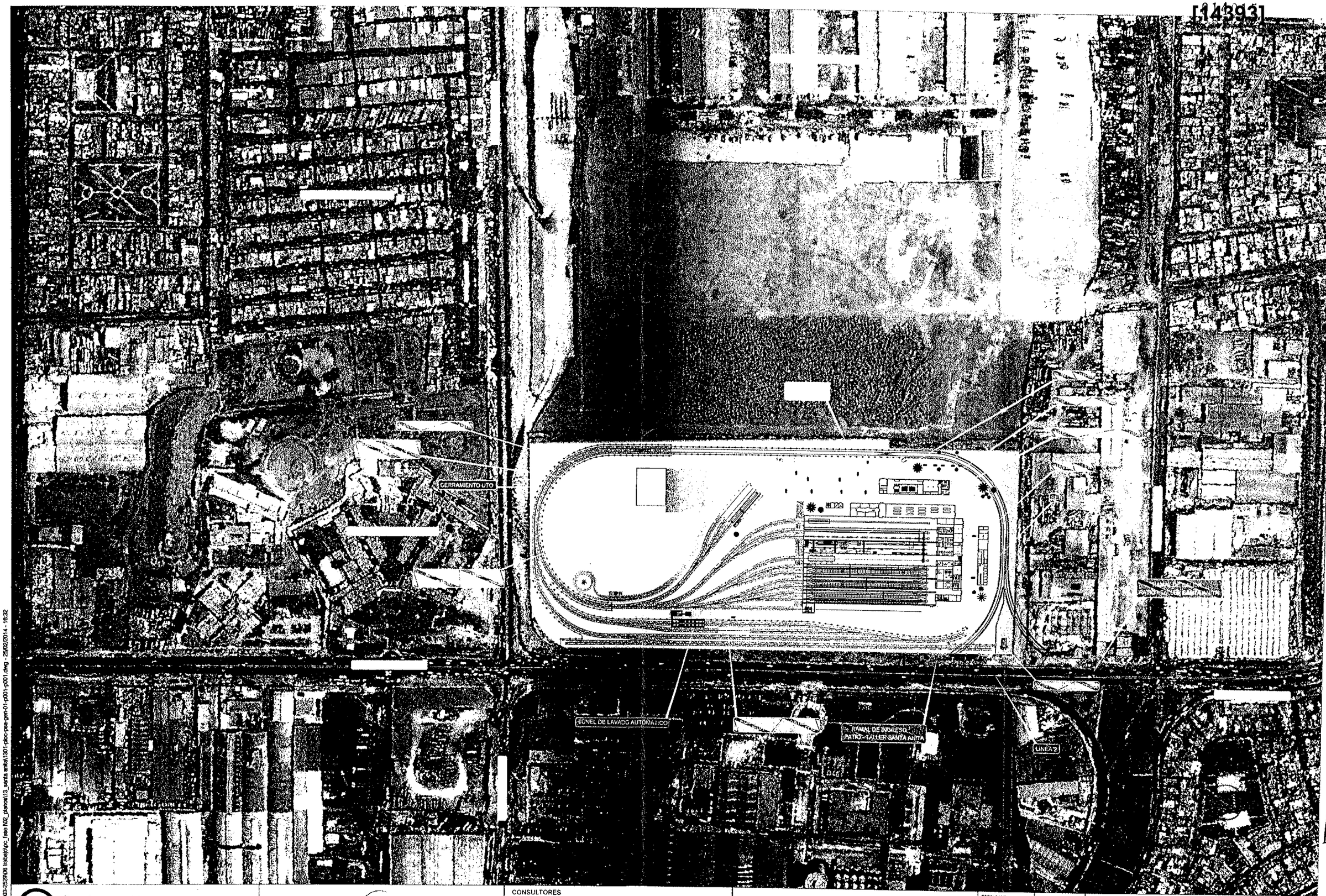
ESCALA (A1): 1:1000
FECHA: FEBRERO 2014

DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
RAMALES A TALLERES
PATIO - TALLER SANTA ANITA. SECCIONES

PLANO Nº: PLOC-TUN-FUN-RT-SA-02-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

0505-PLOC-TUN-FUN-RT-SA-02-P001-P002.dwg

z:\t00-2235\p03-2529\06 trabajo\pc_tren 1\02_planos\05_definición funcional y arquitectonica\0505-ploc-tun-fun-rt-sa-02-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 17:25



z:\pbi-2035\pbi-035090 metro\ploc_tres fil02_planos\13_santa anita\1301-ploc-psa-gen-01-p001-p001.dwg - 25/02/2014 - 18:32

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | iT INGENIERÍA

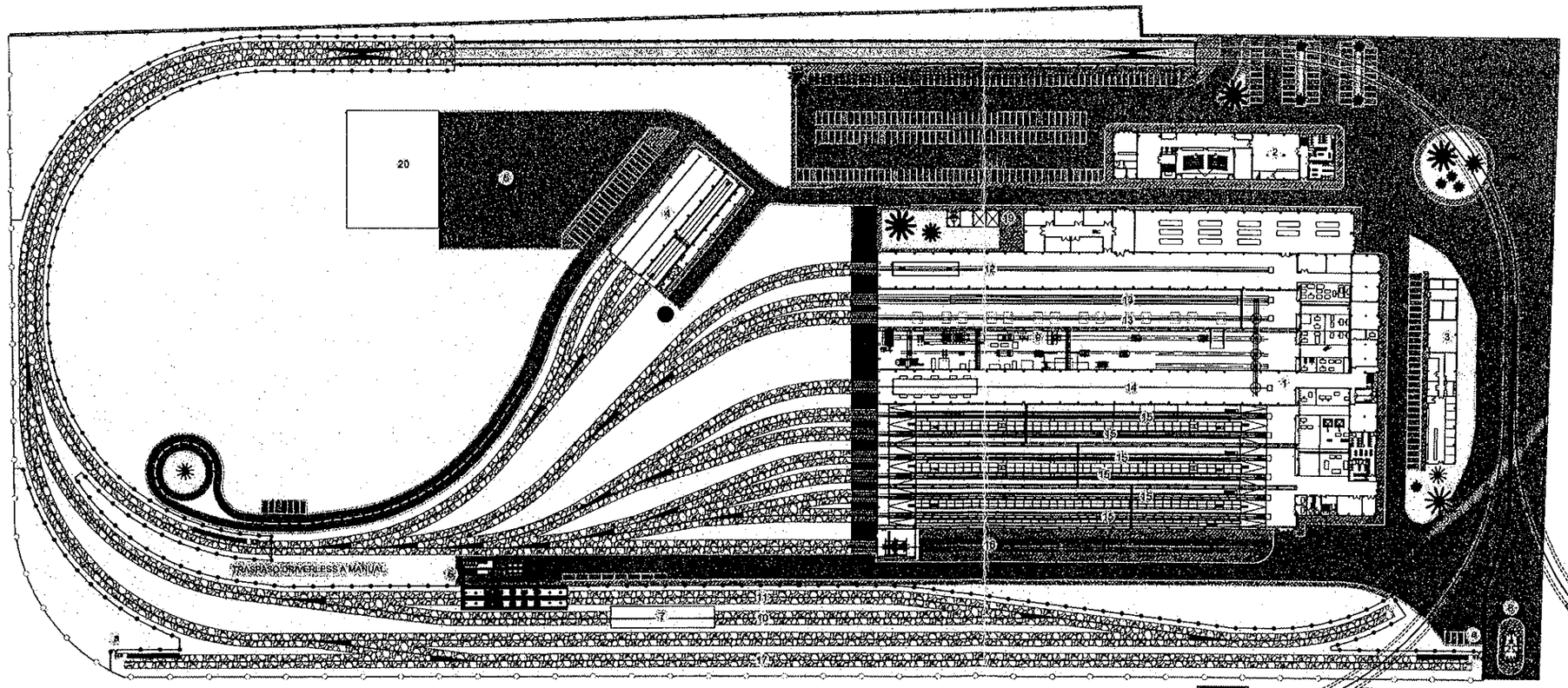
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/2000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
IMPLANTACIÓN GENERAL
ESTADO FINAL

PLANO N°: PLOC-PSA-GEN-01-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

1301-PLOC-PSA-GEN-01-P001-P001.dwg



ÁREA CUBIERTA

1 NAVE TALLER
2 EDIFICIO DE OFICINAS
3 SER
4 NAVE MATERIAL RODANTE
6 TÚNEL DE LAVADO AUTOMÁTICO
7 EQUIPO DE DIAGNÓTICO, RUEDAS Y PANTÓGRAFOS
8 RECEPCIÓN
9 ÁREA DE BOGIES Y RODADURA
19 PUNTO LIMPIO

OTRAS ESPACIOS

5 ÁREA ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS VOLUMINOSOS
20 RESERVA DE ESPACIO UBICACIÓN S.E.A.T.

VÍAS

10 VÍA DE DIAGNÓSTICO
11 VÍA DE LAVADO
12 VÍA LAVADO BAJO BASTIDOR
13 VÍA REVISIÓN CICLO LARGO
14 VÍA DE PINTURA
15 VÍA EN FOSO, CICLO CORTO
16 VÍA EN TORNO
17 VÍA DE PRUEBAS

LEYENDA

- EJES DE VÍAS
- CERRAMIENTO UTO
- CERRAMIENTO PERIMETRAL
- BALASTO
- VÍA EN PLACA
- ZONA LIBRE
- PASO A NIVEL
- VIALES Y ESTACIONAMIENTO
- ZONAS VERDES
- ACERADO
- a ACCESO PEATONAL VÍA DE PRUEBAS
- b ACCESO PEATONAL DE LIMPIEZA
- SURTIDOR DE GASOIL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

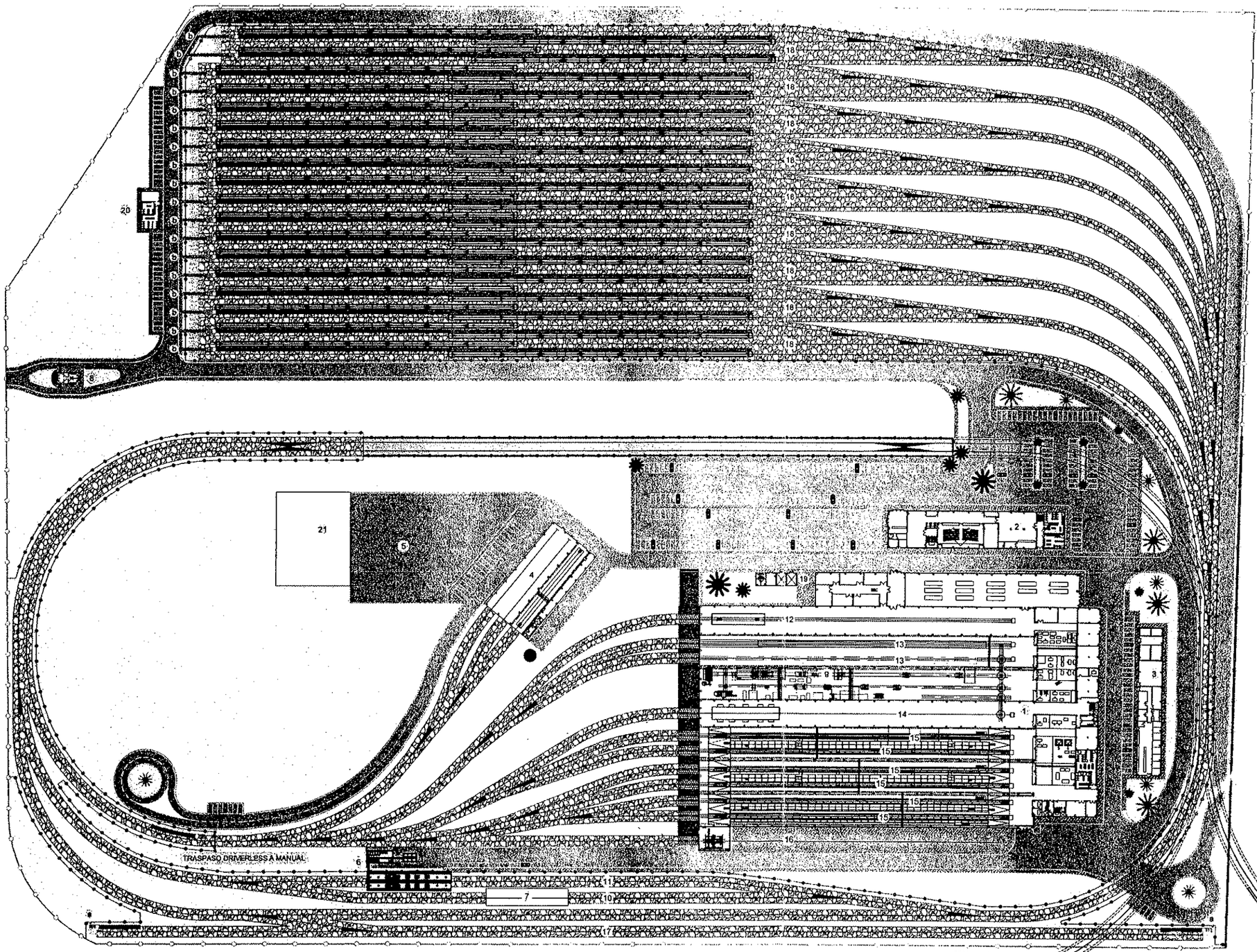
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
IMPLANTACIÓN GENERAL
PLANO DE FASE I

PLANO Nº: PLOC-PSA-GEN-02-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1301-PLOC-PSA-GEN-02-P001-P001.dwg

z:\c03-2335\p03-2529\08 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1301-ploc-psa-gen-02-p001-p001.dwg - 25/02/2014 - 16:04

014017



ÁREA CUBIERTA

1 NAVE TALLER
2 EDIFICIO DE OFICINAS
3 SER
4 NAVE MATERIAL RODANTE
6 TÚNEL DE LAVADO AUTOMÁTICO
7 EQUIPO DE DIAGNÓTICO, RUEDAS Y PANTÓGRAFOS
8 RECEPCIÓN
9 ÁREA DE BOGIES Y RODADURA
19 PUNTO LIMPIO
20 EDIFICIO DE LIMPIEZA

OTRAS ESPACIOS

5 ÁREA ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS VOLUMINOSOS
21 RESERVA DE ESPACIO UBICACIÓN S.E.A.T.

VÍAS

10 VÍA DE DIAGNÓSTICO
11 VÍA DE LAVADO
12 VÍA LAVADO BAJO BASTIDOR
13 VÍA REVISIÓN CICLO LARGO
14 VÍA DE PINTURA
15 VÍA EN FOSO, CICLO CORTO
16 VÍA EN TORNO
17 VÍA DE PRUEBAS
18 VÍA DE ESTACIONAMIENTO DE TRENES

LEYENDA

- EJES DE VÍAS
- CERRAMIENTO UTO
- CERRAMIENTO PERIMETRAL
- BALASTO
- VÍA EN PLACA
- ZONA LIBRE
- PASO A NIVEL
- VIALES Y ESTACIONAMIENTO
- ZONAS VERDES
- ACERADO
- a ACESSO PEATONAL VÍA DE PRUEBAS
- b ACCESO PEATONAL DE LIMPIEZA
- SURTIDOR DE GASOIL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

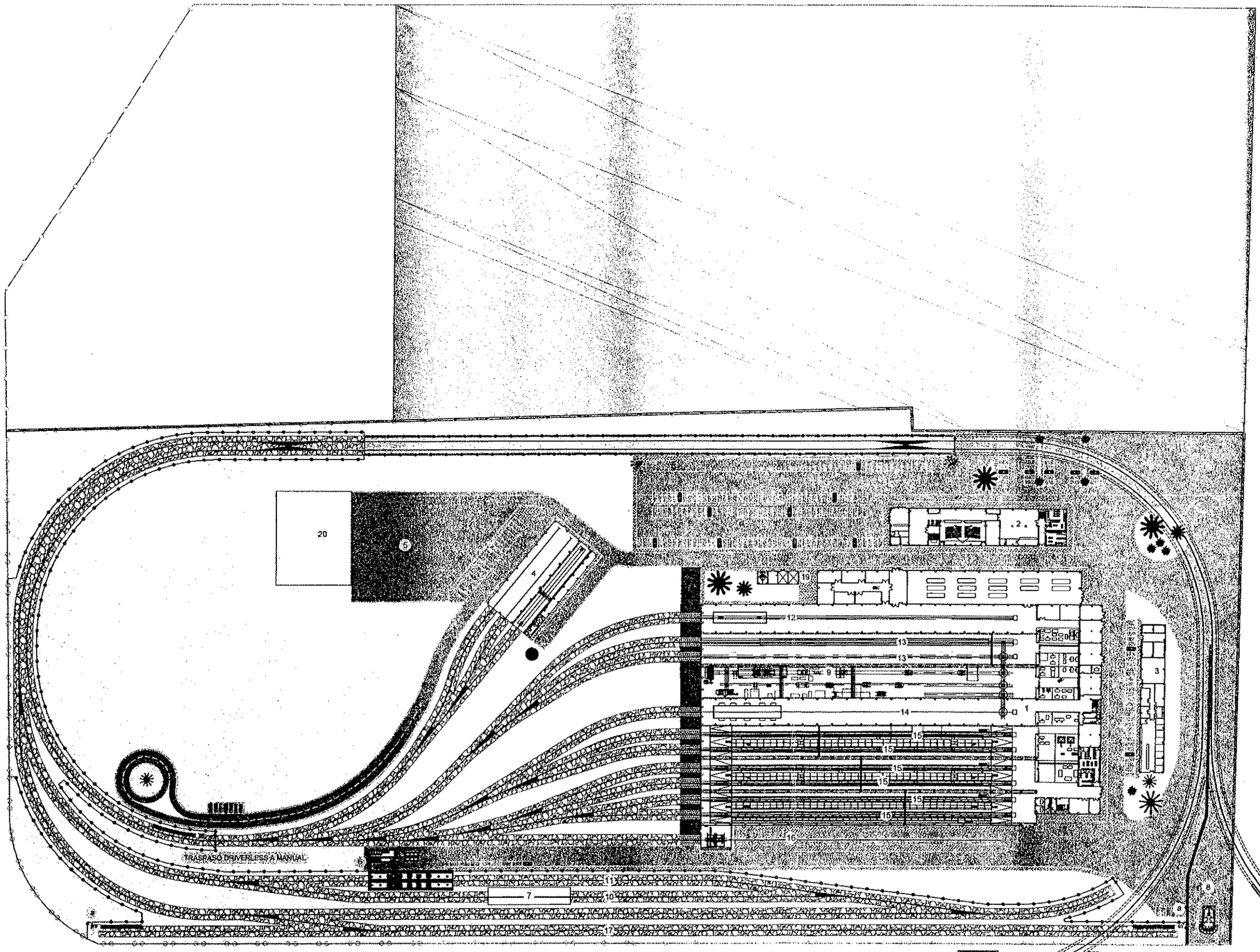
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
IMPLANTACIÓN GENERAL
PLANO DE FASE II

PLANO Nº: PLOC-PSA-GEN-02-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

1301-PLOC-PSA-GEN-02-P002-P002.dwg

z:\p03-2235\p03-2235f06 trabajo\pc_fase N02_planos\13_santa anita\1301-ploc-psa-gen-02-p002-p002.dwg - 25/02/2014 - 16:34

014018



ÁREA CUBIERTA

1 NAVE TALLER
2 EDIFICIO DE OFICINAS
3 SER
4 NAVE MATERIAL RODANTE
6 TÚNEL DE LAVADO AUTOMÁTICO
7 EQUIPO DE DIAGNÓTICO, RUEDAS Y PANTÓGRAFOS
8 RECEPCIÓN
9 ÁREA DE BOGIES Y RODADURA
19 PUNTO LIMPIO

OTRAS ESPACIOS

5 ÁREA ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS VOLUMINOSOS
20 RESERVA DE ESPACIO UBICACIÓN S.E.A.T.

VÍAS

10 VÍA DE DIAGNÓSTICO
11 VÍA DE LAVADO
12 VÍA LAVADO BAJO BASTIDOR
13 VÍA REVISIÓN CICLO LARGO
14 VÍA DE PINTURA
15 VÍA EN FOSO, CICLO CORTO
16 VÍA EN TORNO
17 VÍA DE PRUEBAS

LEYENDA

- EJES DE VÍAS
- CERRAMIENTO UTO
- CERRAMIENTO PERIMETRAL
- BALASTO
- VÍA EN PLACA
- ZONA LIBRE
- PASO A NIVEL
- VIALES Y ESTACIONAMIENTO
- ZONAS VERDES
- ACERADO
- ACCESO PEATONAL VÍA DE PRUEBAS
- ACCESO PEATONAL DE LIMPIEZA
- SURTIDOR DE GASOIL
- ÁREA DE FÁBRICA CARGA Y ACOPIO DE DOVELAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

z:\p03-2330\p03-2509\08 trabajo\ploc_fase II\02_planos\13_santa anita\1301-ploc-psa-gen-03-p001-p001.dwg - 25/02/2014 - 16:35

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

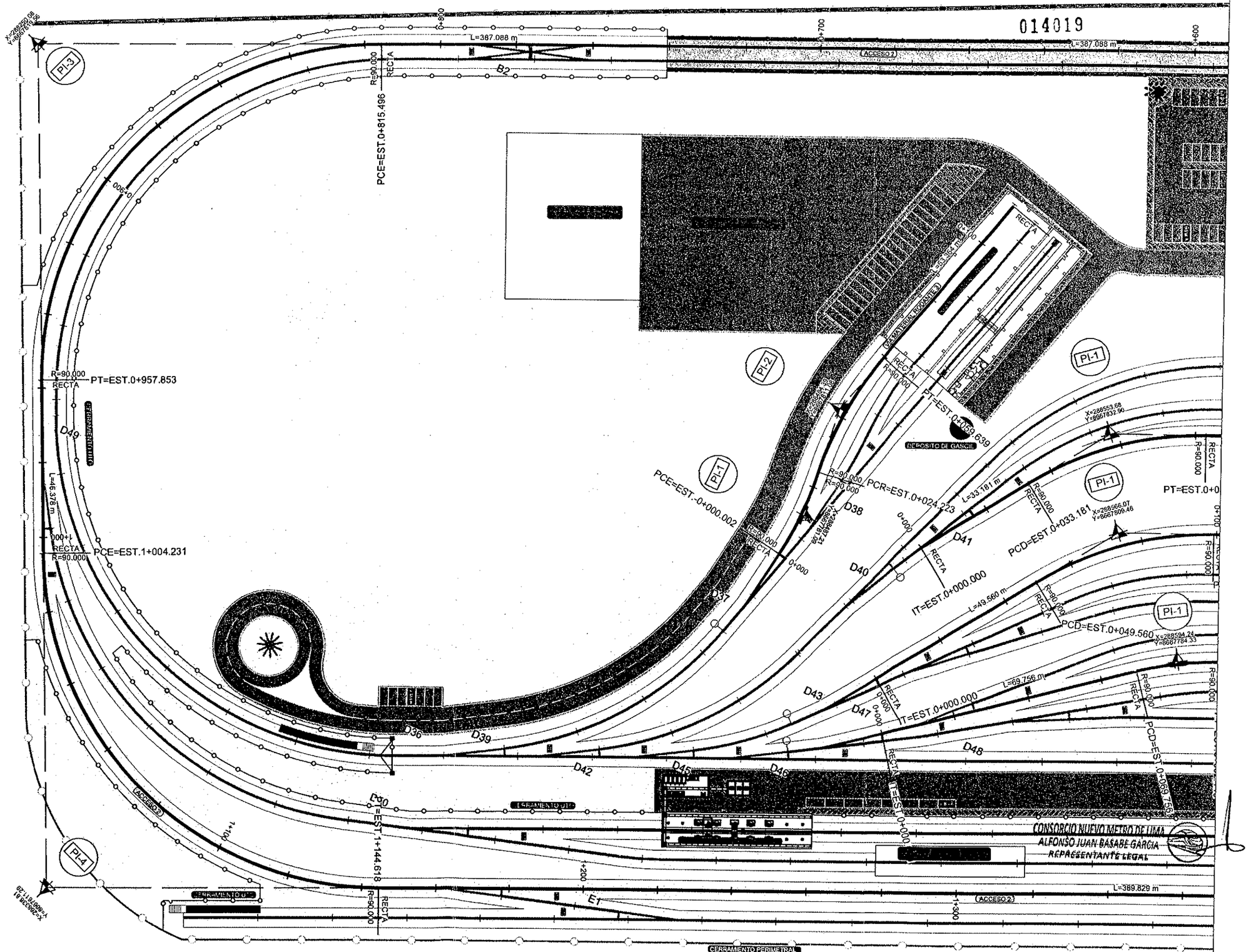
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACION DE DOVELAS

PLANO Nº: PLOC-PSA-GEN-03-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

1301-PLOC-PSA-GEN-03-P001-P001.dwg

[14397]

014019



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

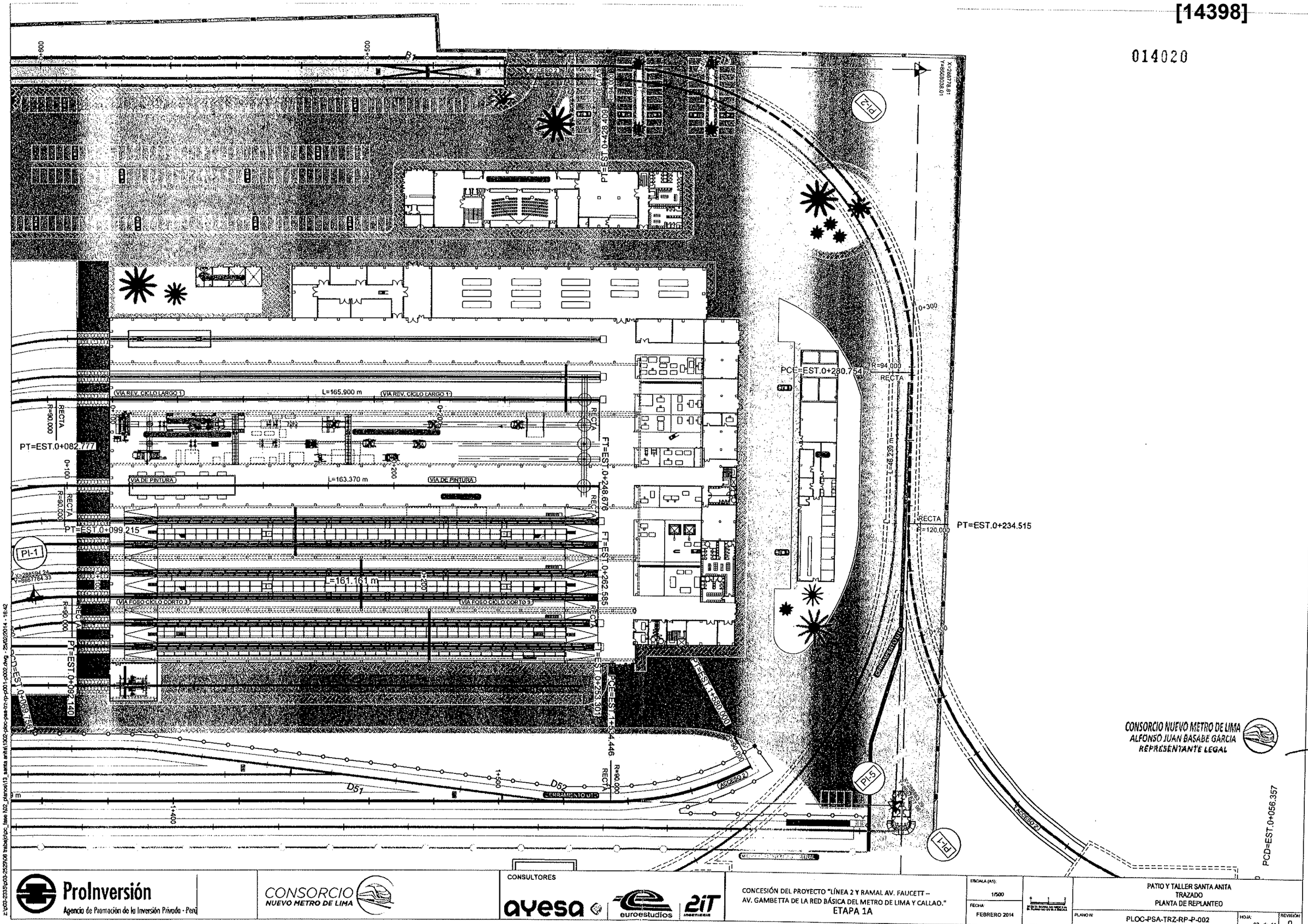
ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-001
HOJA: 01 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P001-P002.dwg

z:\pc0-2335\pl03-252908 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 16:43



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

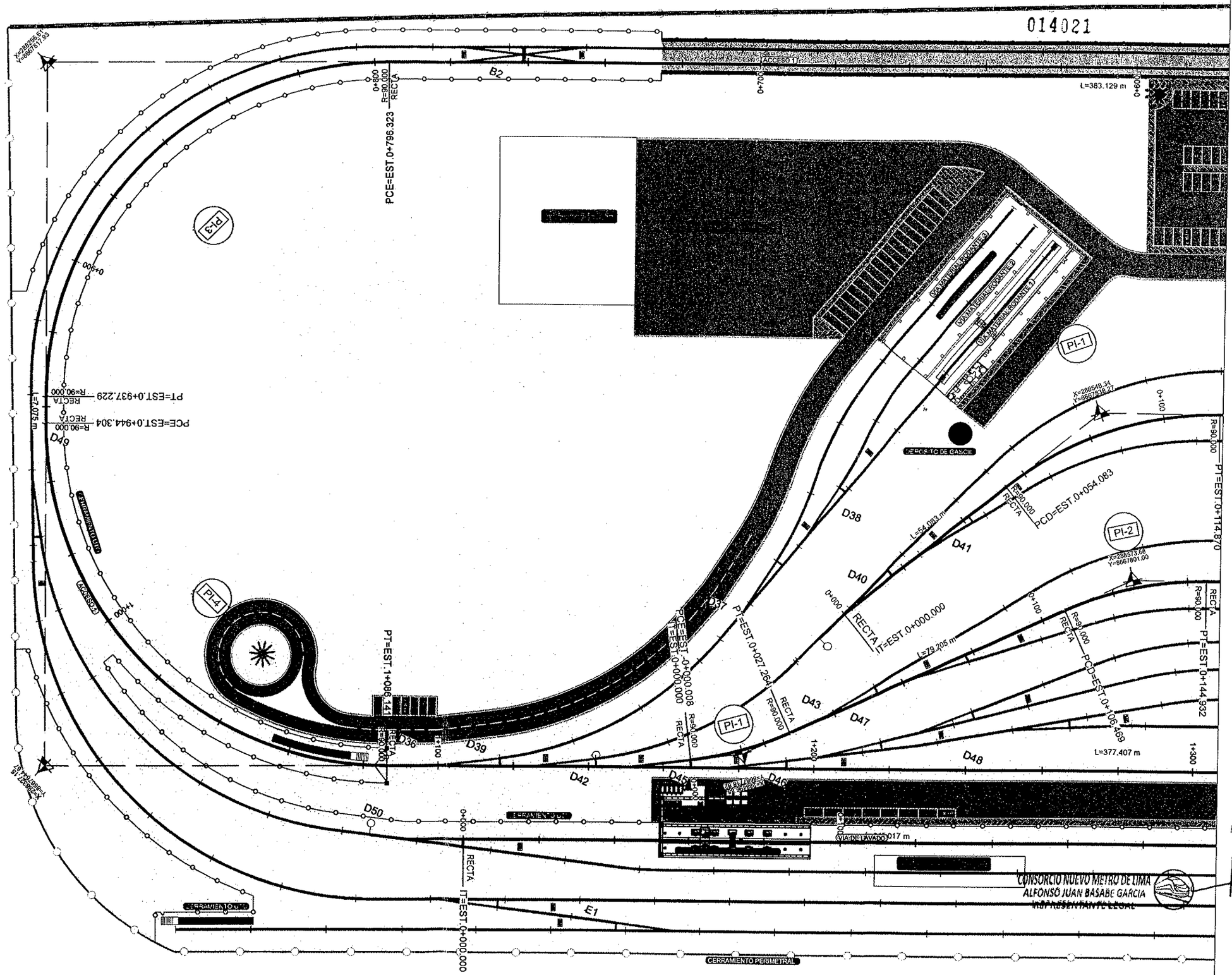
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-002
HOJA: 02 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P001-P002.dwg

z:\Obra\03-Entregables\01-Trabajos\oc_tren 1302_planta\13_planta\1302-ploc-psa-trz-rp-p001-p002.dwg 25/02/2014 - 16:42

014021



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

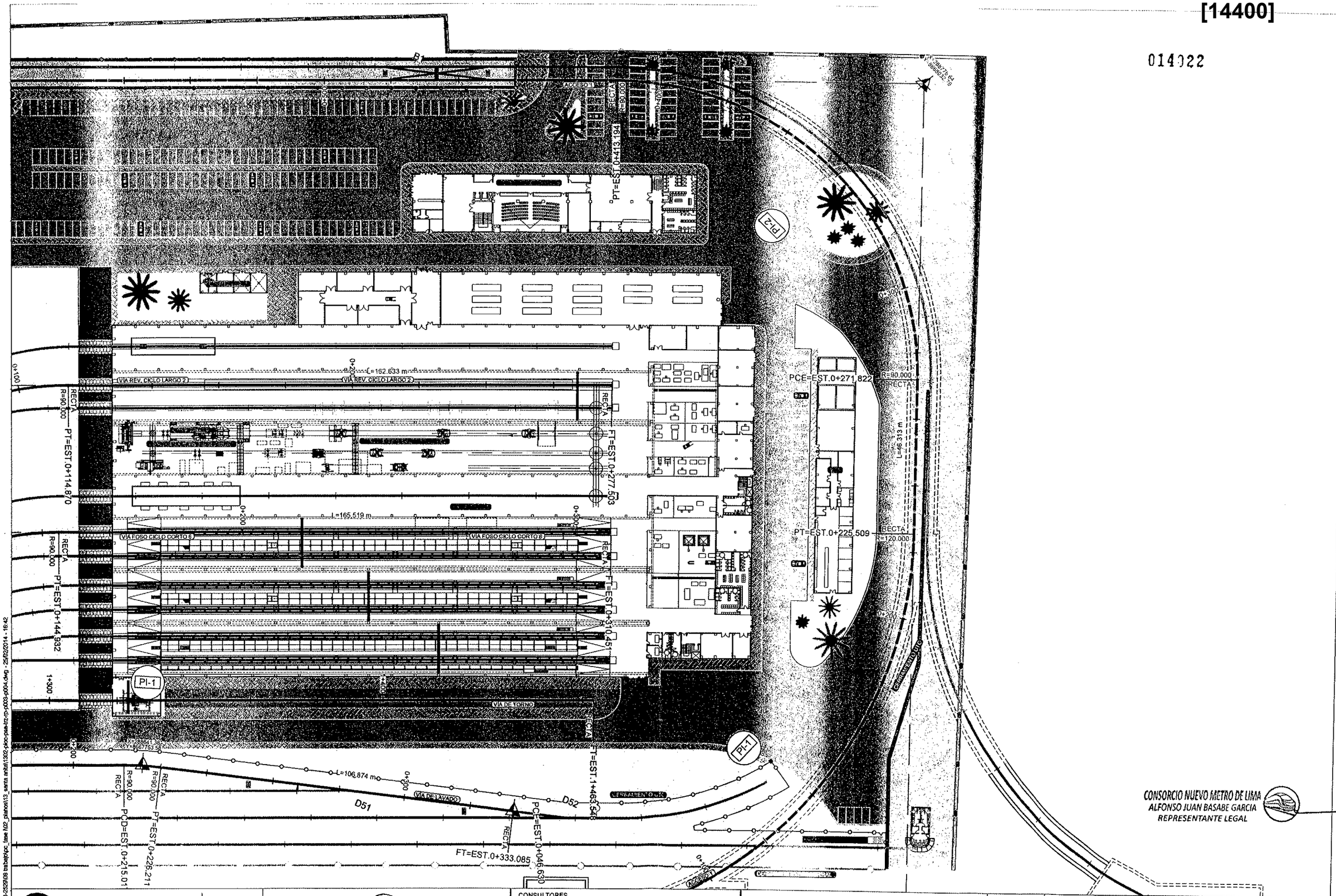
ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-003
HOJA: 03 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P003-P004.dwg

z:\p03-2335\p03-2539\09 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p003-p004.dwg - 25/02/2014 - 16:41



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa
euroestudios
2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

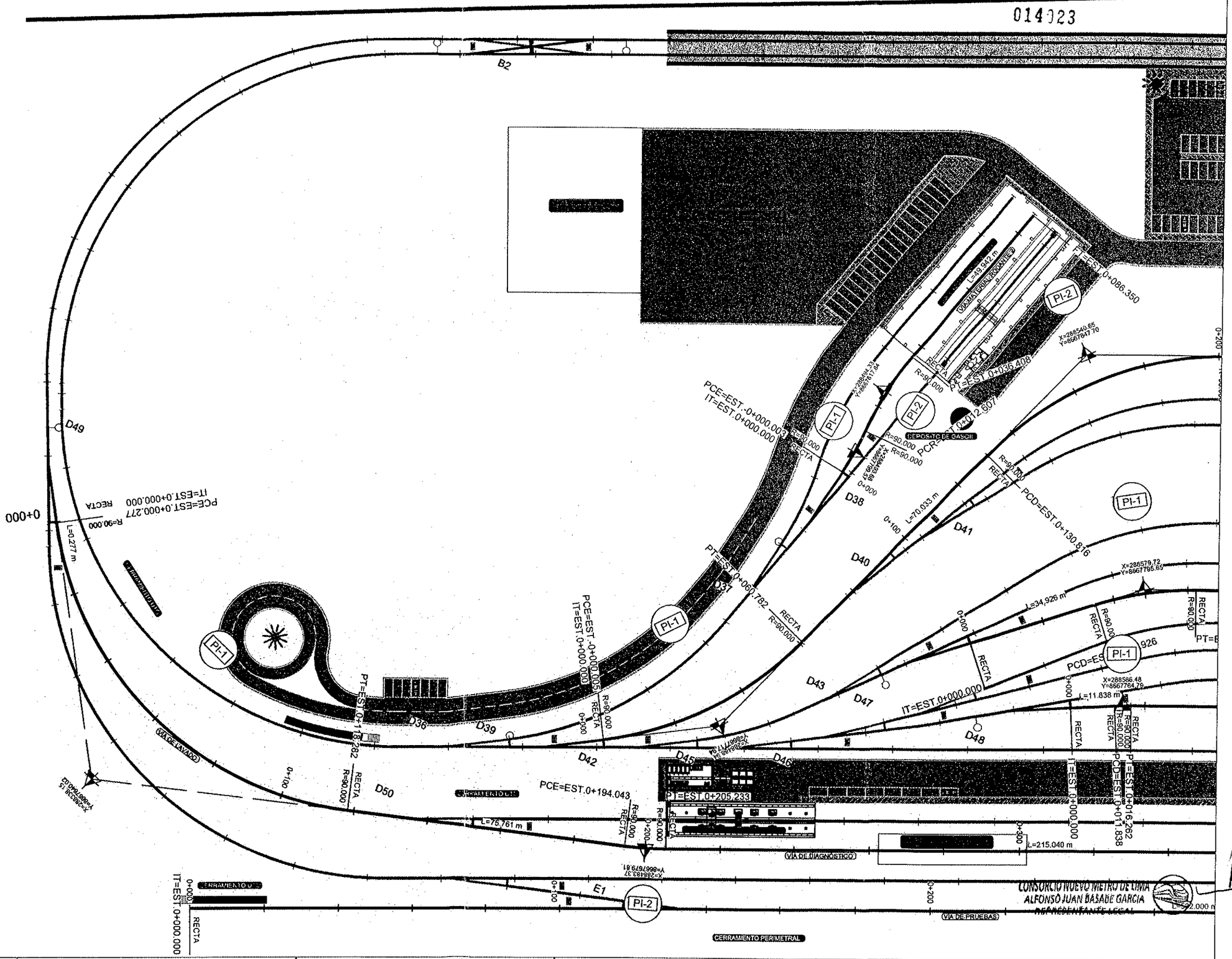
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-004
HOJA: 04 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P003-P004.dwg

Z:\pia\1302_planos varios\1302_planos-psa-trz-rp-ploc-psa-trz-rp-p004.dwg, 25/02/2014 - 16:41

014023



z:\p03-2335\p03-2529\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p005-p006.dwg - 25/02/2014 - 16:41

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERÍA

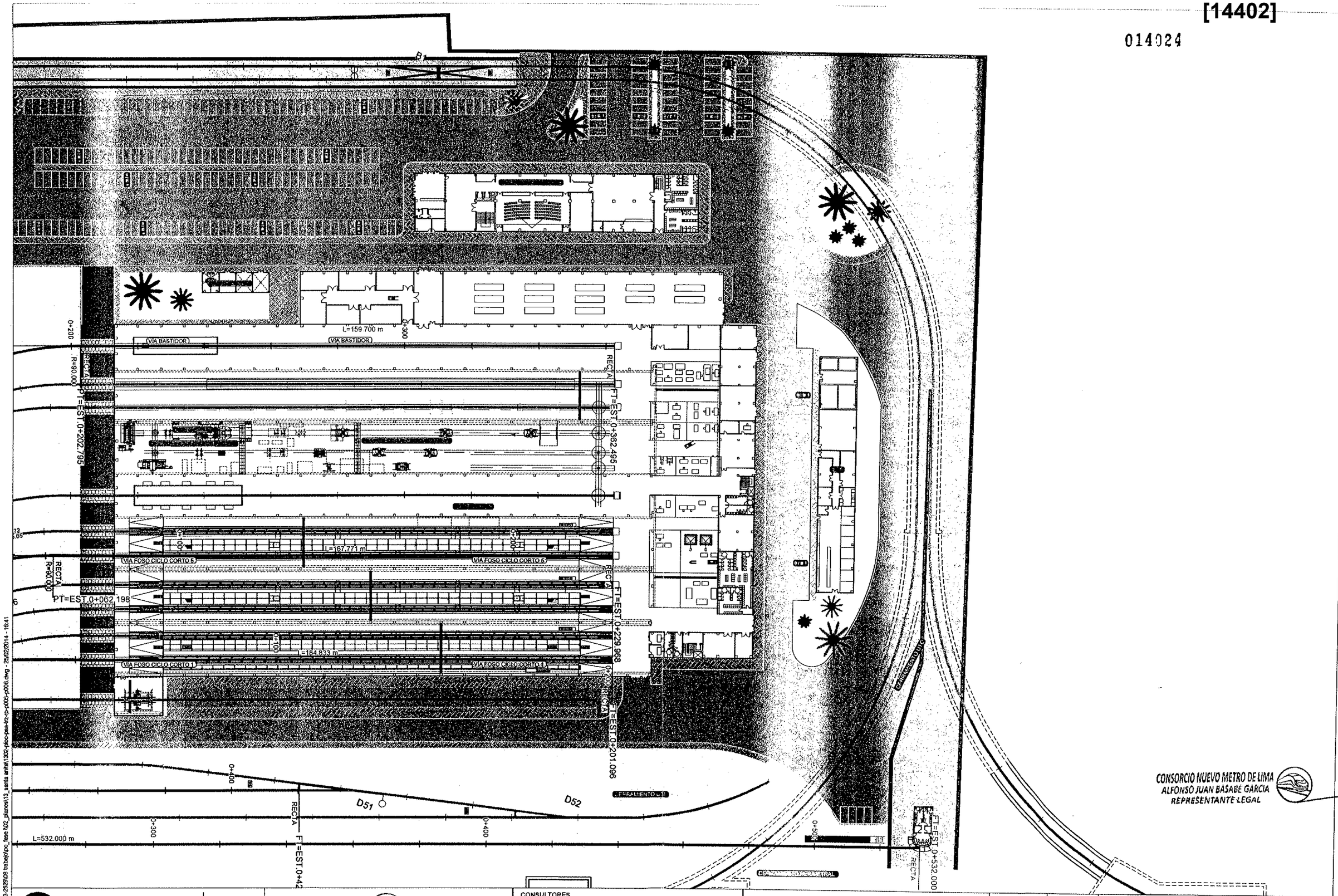
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-005
HOJA: 05 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P005-P006.dwg



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500

FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-006

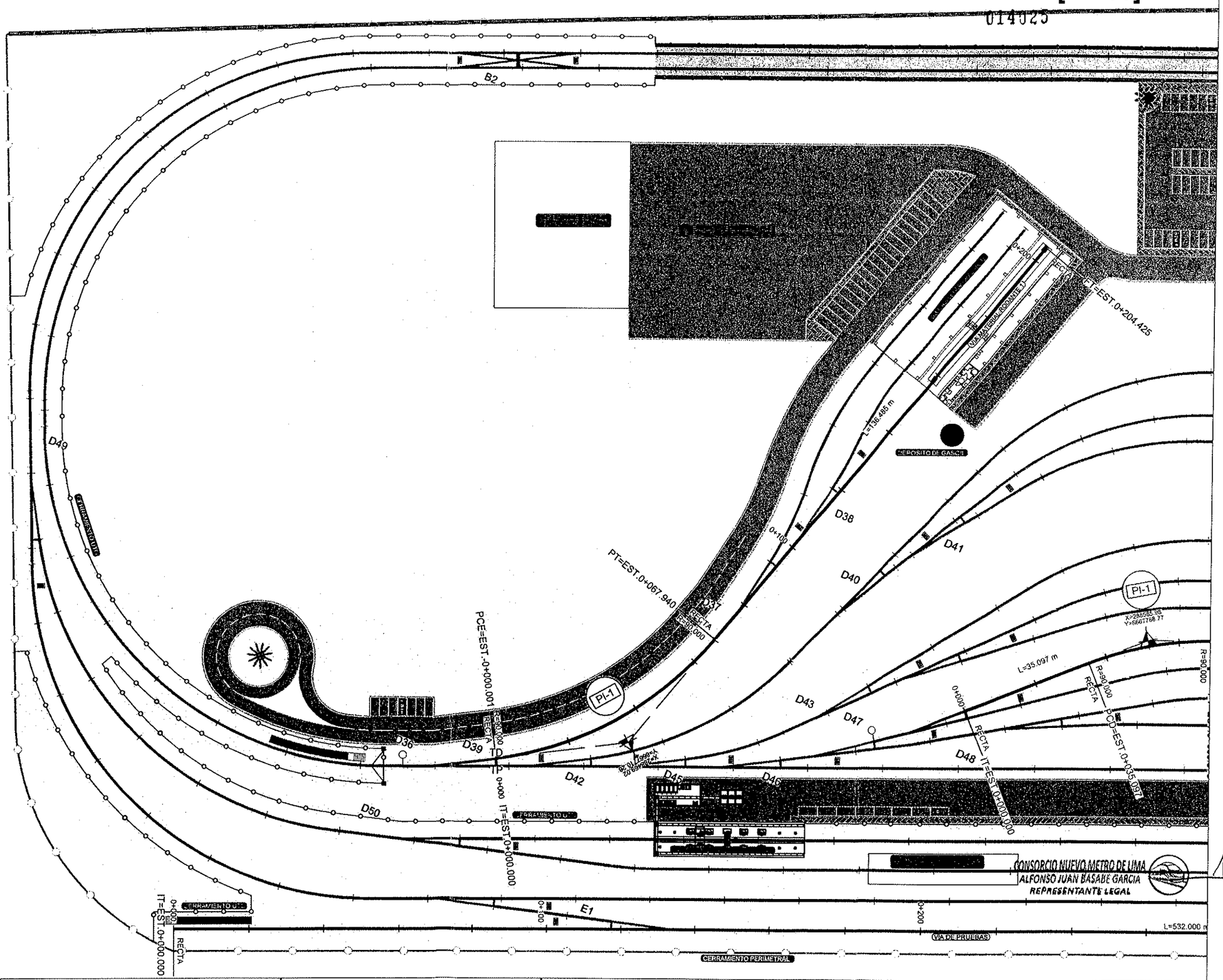
HOJA: 06 de 11

REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P005-P006.dwg

z:\03-23395\03-2529508 trabajos\pc_fase N2_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p005-p006.dwg - 25/02/2014 - 16:41

014025



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

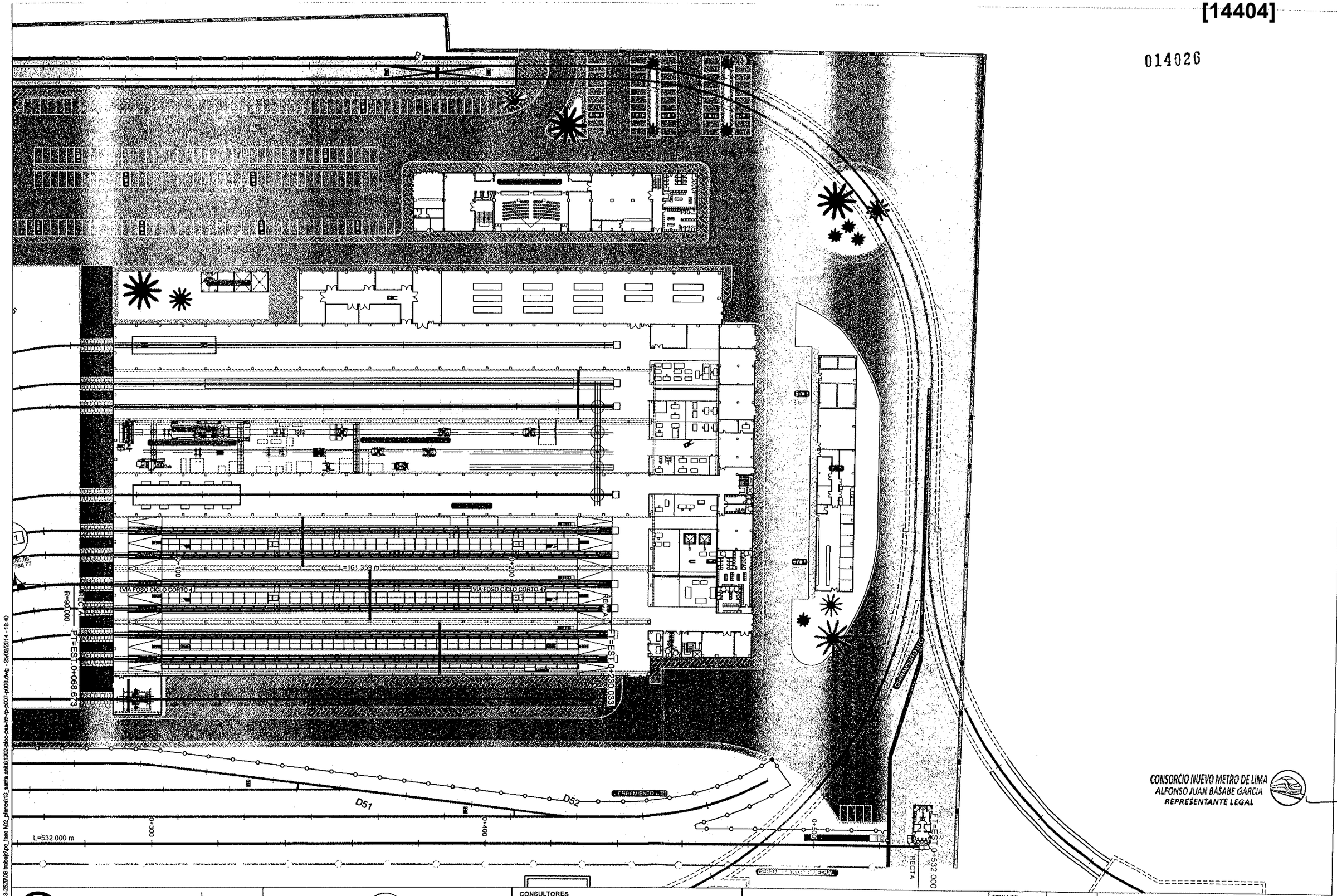
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-007
HOJA: 07 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P007-P008.dwg

z:\2013-2335\p03-2529\08 trabajo\pc_tasa N02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p007-p008.dwg - 25/02/2014 - 16:40

014026



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

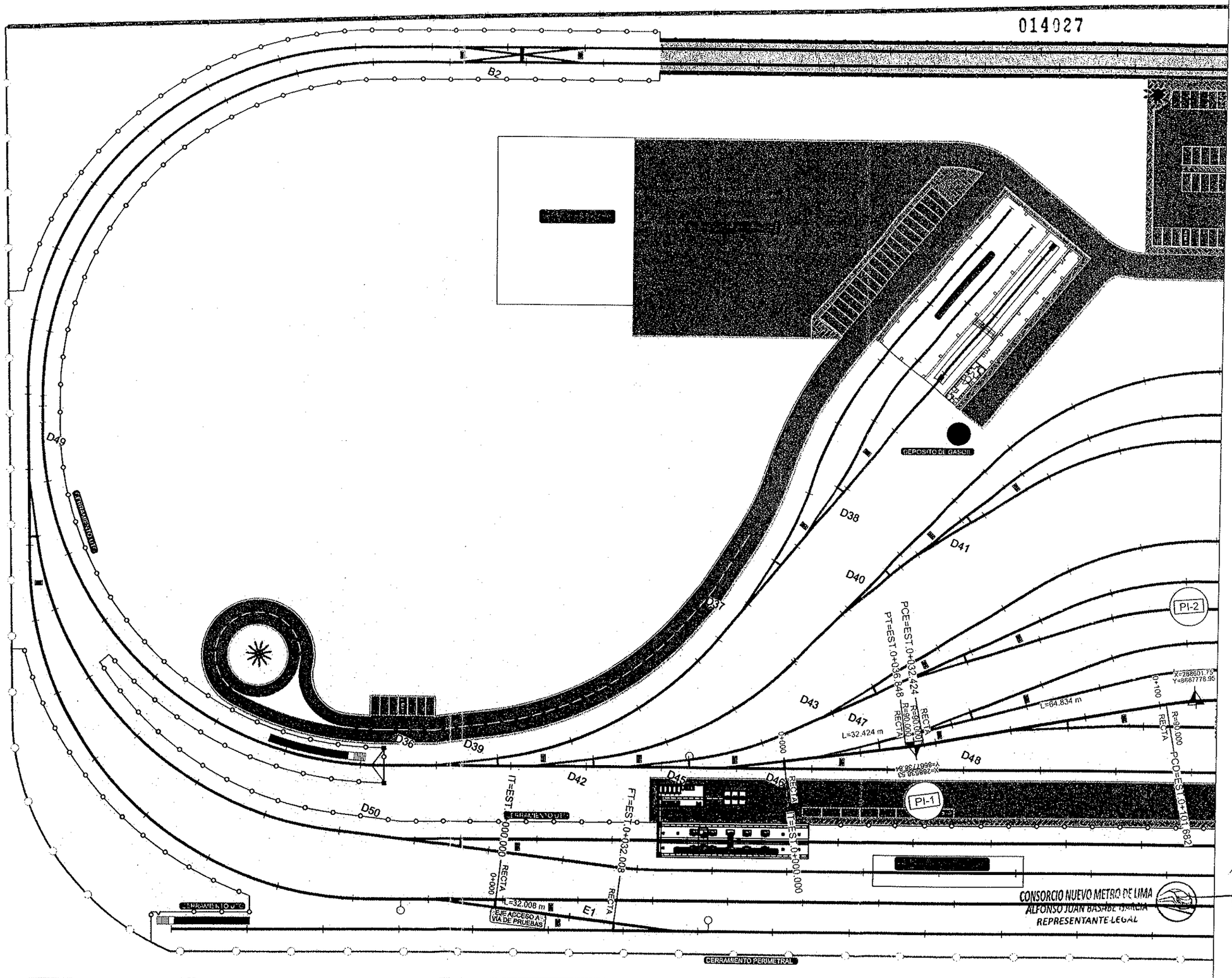
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-008
HOJA: 08 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P007-P008.dwg

z:\pi03-2335\p03-252908 trabajo\pc_tren N02_planos\13_santa anita\1302_ploc-psa-trz-rp-p007-p008.dwg - 25/02/2014 - 16:40

014027



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-009
HOJA: 09 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P009-P010.dwg

z:\p03-2335\p03-2529\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p009-p010.dwg - 25/02/2014 - 16:38

014028

PI-2

X=288601.75
Y=8667778.95

0+100

R=90.000
RECTA

R=90.000

PCD=EST 0+100.882

PT=EST 0+117.298

L=159.693 m

(VIA FOSO CICLO CORTO 2)

(VIA FOSO CICLO CORTO 2)

RECTA

PT=EST 0+276.991

CERRAMIENTO

D51

D52

CERRAMIENTO

CERRAMIENTO LATERAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-RP-P-010
HOJA: 10 de 11
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P009-P010.dwg

z:\03-2335\03-2529\08 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p009-p010.dwg - 26/02/2014 - 16:39

014029

TABLA DE DESVIOS

NUMERO DE DESVIO	JUNTA DE CONTRAAGUJA (A)		CENTRO MATEMATICO (B)		JUNTA DE TALÓN EJE PRINCIPAL (C)		JUNTA DE TALÓN EJE DESVIADA (D)		P.K. JUNTA DE CONTRAAGUJA SOBRE VIA PRINCIPAL
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
D37	288.479,5587	8.667.744,3525	288.482,2298	8.667.752,9952	288.487,0564	8.667.768,6123	288.485,0821	8.667.769,0904	0+067,942
D38	288.487,0564	8.667.768,6124	288.489,7275	8.667.777,2550	288.494,5541	8.667.792,8722	288.492,5797	8.667.793,3503	0+093,334
D39	288.438,8846	8.667.690,8272	288.447,2451	8.667.694,2813	288.462,3525	8.667.700,5230	288.461,4617	8.667.702,3487	1+116,566
D40	288.503,6388	8.667.754,8157	288.506,9878	8.667.763,2190	288.513,0392	8.667.778,4036	288.514,8759	8.667.777,5358	0+068,870
D41	288.514,8773	8.667.777,5384	288.519,2427	8.667.785,4614	288.527,1308	8.667.799,7781	288.528,8457	8.667.798,6892	0+016,349
D42	288.462,3562	8.667.700,5245	288.470,7167	8.667.703,9787	288.485,8241	8.667.710,2204	288.484,9332	8.667.712,0460	1+141,962
D43	288.506,2601	8.667.728,8626	288.512,4370	8.667.735,4714	288.523,5986	8.667.747,4134	288.522,0312	8.667.748,7056	0+027,264
D44	288.523,5983	8.667.747,4132	288.529,7752	8.667.754,0219	288.540,9367	8.667.765,9640	288.542,3318	8.667.764,4873	0+052,655
D45	288.485,8277	8.667.710,2219	288.494,1883	8.667.713,6760	288.509,2957	8.667.719,9177	288.508,4048	8.667.721,7433	1+167,357
D46	288.508,4274	8.667.721,7562	288.516,2949	8.667.726,2207	288.530,5115	8.667.734,2880	288.529,4011	8.667.735,9890	0+000,026
D47	288.529,4189	8.667.736,0023	288.536,6720	8.667.741,4082	288.549,7781	8.667.751,1766	288.548,4653	8.667.752,7268	0+000,022
D48	288.551,3408	8.667.746,9663	288.558,9795	8.667.751,8120	288.572,7825	8.667.760,5681	288.573,7620	8.667.758,7884	0+049,808
D49	288.291,4238	8.667.722,5252	288.294,9692	8.667.714,2030	288.301,3759	8.667.699,1648	288.303,1916	8.667.700,0756	0+972,340
D50	288.413,6447	8.667.660,7037	288.422,3691	8.667.663,0943	288.438,1339	8.667.667,4142	288.437,4764	8.667.669,3362	0+127,348
D51	288.711,1266	8.667.772,6938	288.702,4022	8.667.770,3033	288.686,6373	8.667.765,9837	288.687,2948	8.667.764,0617	0+292,925
D52	288.773,9836	8.667.791,0802	288.765,6231	8.667.787,6260	288.750,5157	8.667.781,3843	288.749,8582	8.667.783,3064	1+526,446

TABLA DE ESCAPES

	NUMERO DE DESVIO	JUNTA DE CONTRAAGUJA		CENTRO MATEMATICO		JUNTA DE TALÓN EJE PRINCIPAL		JUNTA DE TALÓN EJE DESVIADA		P.K. JUNTA DE CONTRAAGUJA SOBRE VIA PRINCIPAL
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
E1	E1-1	288.428,4835	8.667.648,3358	288.436,8441	8.667.651,7900	288.451,9515	8.667.658,0316	288.452,6090	8.667.656,1096	1+152,619
	E1-2	288.507,6041	8.667.672,3418	288.499,2436	8.667.668,8876	288.484,1362	8.667.662,6459	288.483,4787	8.667.664,5680	0+142,713

TABLA DE BRETELLES

	NUMERO DE DESVIO	JUNTA DE CONTRAAGUJA		CENTRO MATEMATICO		JUNTA DE TALÓN EJE PRINCIPAL		JUNTA DE TALÓN EJE DESVIADA		P.K. JUNTA DE CONTRAAGUJA SOBRE VIA PRINCIPAL
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
B1	B1-1	288.665,7966	8.667.991,3172	288.657,4361	8.667.987,8630	288.642,3287	8.667.981,6213	288.643,2195	8.667.979,7957	0+456,690
	B1-2	288.621,0277	8.667.968,4928	288.629,3883	8.667.971,9470	288.644,4957	8.667.978,1887	288.643,6048	8.667.980,0143	0+491,568
	B1-3	288.667,3240	8.667.987,6203	288.658,9635	8.667.984,1661	288.643,8561	8.667.977,9244	288.643,1986	8.667.979,8465	0+441,476
	B1-4	288.619,5003	8.667.972,1897	288.627,8609	8.667.975,6439	288.642,9683	8.667.981,8856	288.643,6258	8.667.979,9635	0+506,782
B2	B2-1	288.393,5209	8.667.878,8256	288.385,1603	8.667.875,3715	288.370,0529	8.667.869,1298	288.370,9438	8.667.867,3041	0+751,289
	B2-2	288.348,7520	8.667.856,0013	288.357,1125	8.667.859,4555	288.372,2199	8.667.865,6971	288.371,3291	8.667.867,5228	0+786,166
	B2-3	288.395,0482	8.667.875,1287	288.386,6877	8.667.871,6745	288.371,5803	8.667.865,4329	288.370,9228	8.667.867,3549	0+736,074
	B2-4	288.347,2246	8.667.859,6982	288.355,5851	8.667.863,1524	288.370,6925	8.667.869,3940	288.371,3500	8.667.867,4720	0+801,381

PIQUETES DE VIA LIBRE

NUMERO DE DESVIO	X	Y
D37	288.479,5587	8.667.744,3525
D38	288.487,0564	8.667.768,6124
D39	288.438,8846	8.667.690,8272
D40	288.503,6388	8.667.754,8157
D41	288.514,8773	8.667.777,5384
D42	288.462,3562	8.667.700,5245
D43	288.506,2601	8.667.728,8626
D44	288.523,5983	8.667.747,4132
D45	288.485,8277	8.667.710,2219
D46	288.508,4274	8.667.721,7562
D47	288.529,4189	8.667.736,0023
D48	288.551,3408	8.667.746,9663
D49	288.291,4238	8.667.722,5252
D50	288.413,6447	8.667.660,7037
D51	288.711,1266	8.667.772,6938
D52	288.773,9836	8.667.791,0802
E1-1	288.428,4835	8.667.648,3358
E1-2	288.507,6041	8.667.672,3418
B1-1	288.665,7966	8.667.991,3172
B1-2	288.621,0277	8.667.968,4928
B1-3	288.667,3240	8.667.987,6203
B1-4	288.619,5003	8.667.972,1897
B2-1	288.393,5209	8.667.878,8256
B2-2	288.348,7520	8.667.856,0013
B2-3	288.395,0482	8.667.875,1287
B2-4	288.347,2246	8.667.859,6982

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANTA DE REPLANTEO

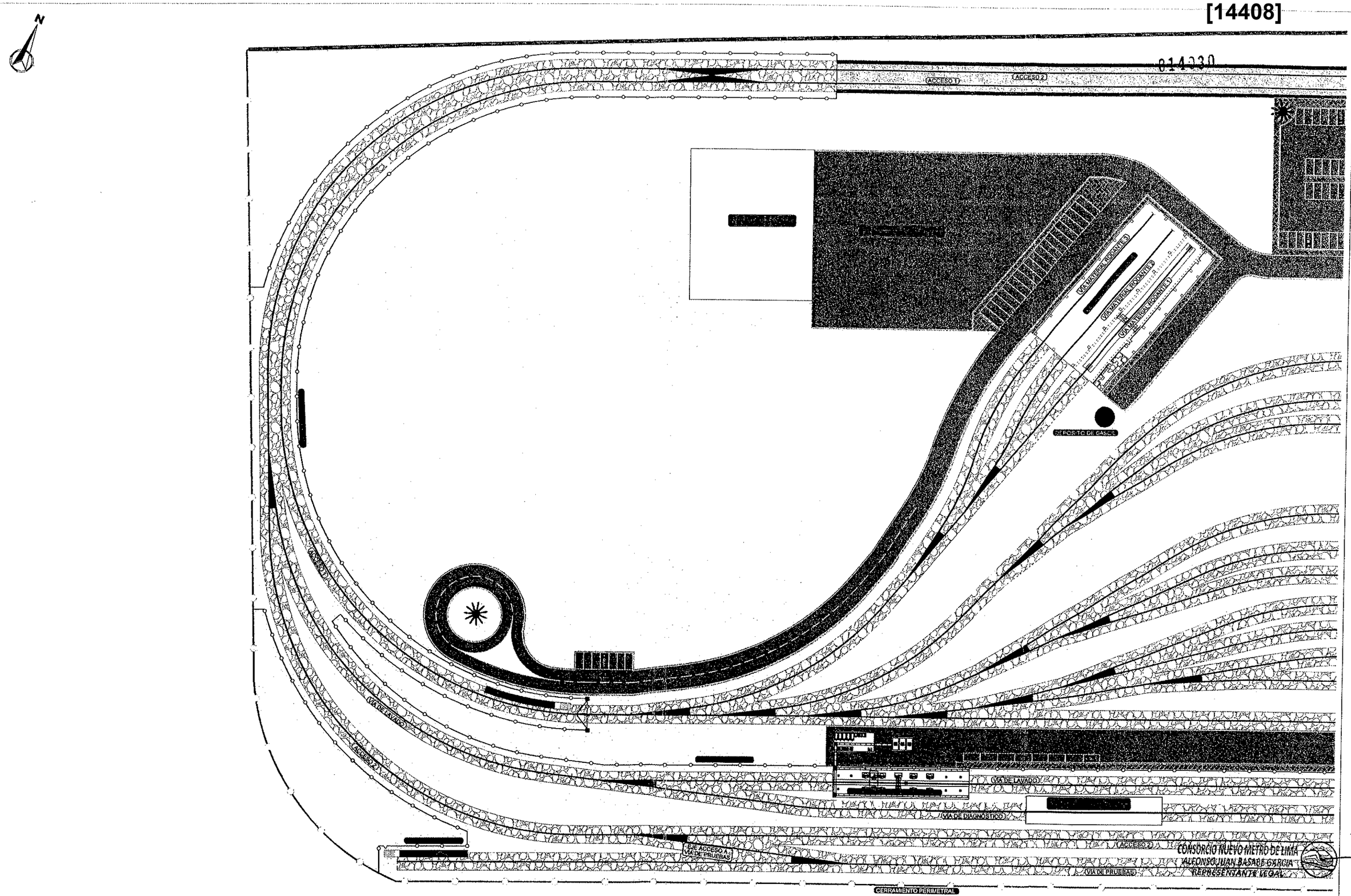
PLANO N°: PLOC-PSA-T-P-011 | HOJA: 11 de 11 | REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-RP-P011.dwg

z:\p03-2339\p03-2529\08 trabajo\oc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-rp-p011.dwg - 07/02/2014 - 12:02

[14408]

014230



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANIMETRÍA

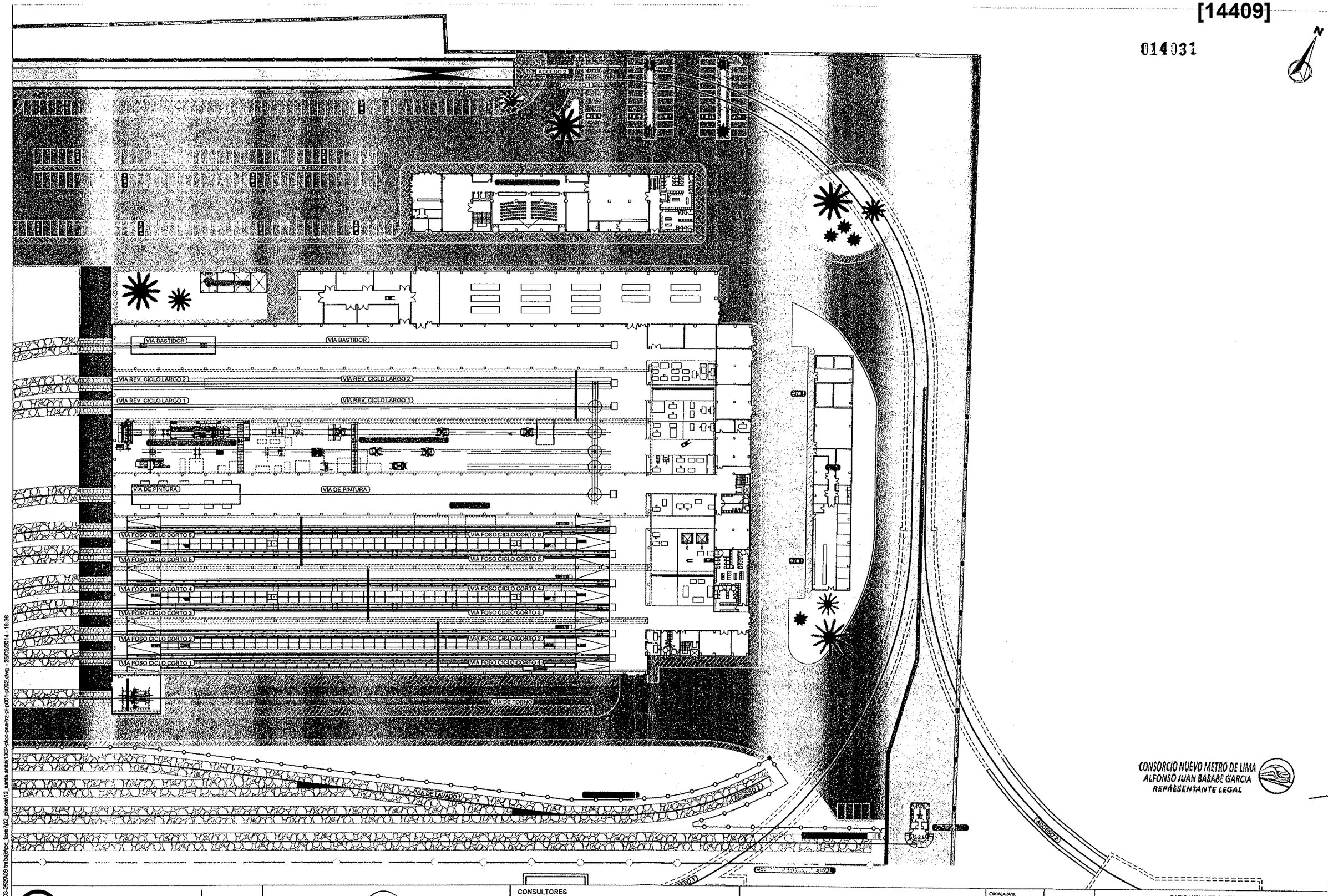
PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-PL-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-PL-P001-P002.dwg

z:\pc03-2335\pc03-2029\08 trabajo\pc_lase 1\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-pl-p001-p002.dwg - 11/02/2014 - 17:27

[14409]

014031



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

z:\p03-2030\p03-2529\08 trabajo\pc_loan fd2_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-pl-p001-p002.dwg - 25/02/2014 - 16:26

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
TRAZADO
PLANIMETRÍA

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-PL-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

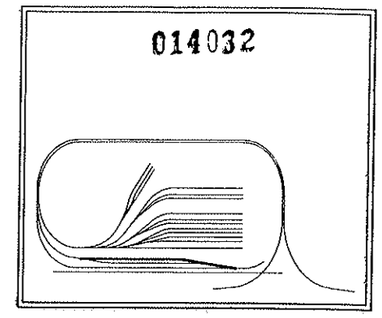
1302-PLOC-PSA-TRZ-PL-P001-P002.dwg

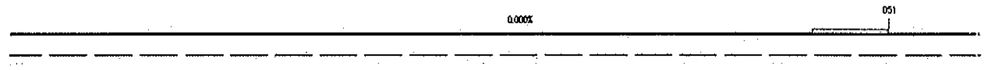
330

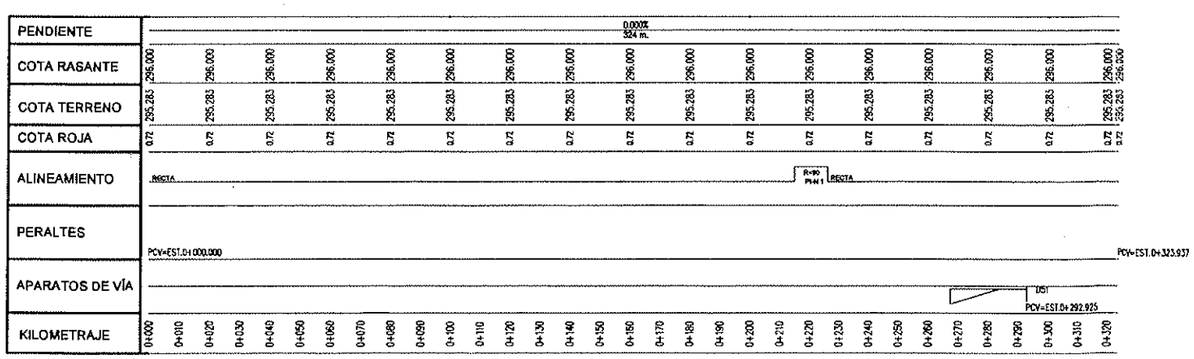
320

310

300







CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV.: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA-FRENOS

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-001
HOJA: 01 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

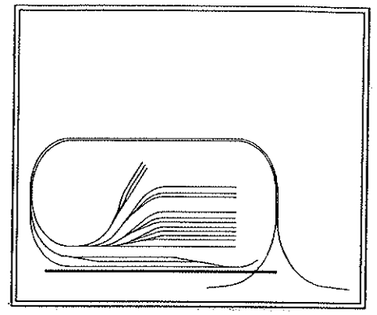
z:\p03-2235\p03-2529\06 trabajo\pc_tase \02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:37

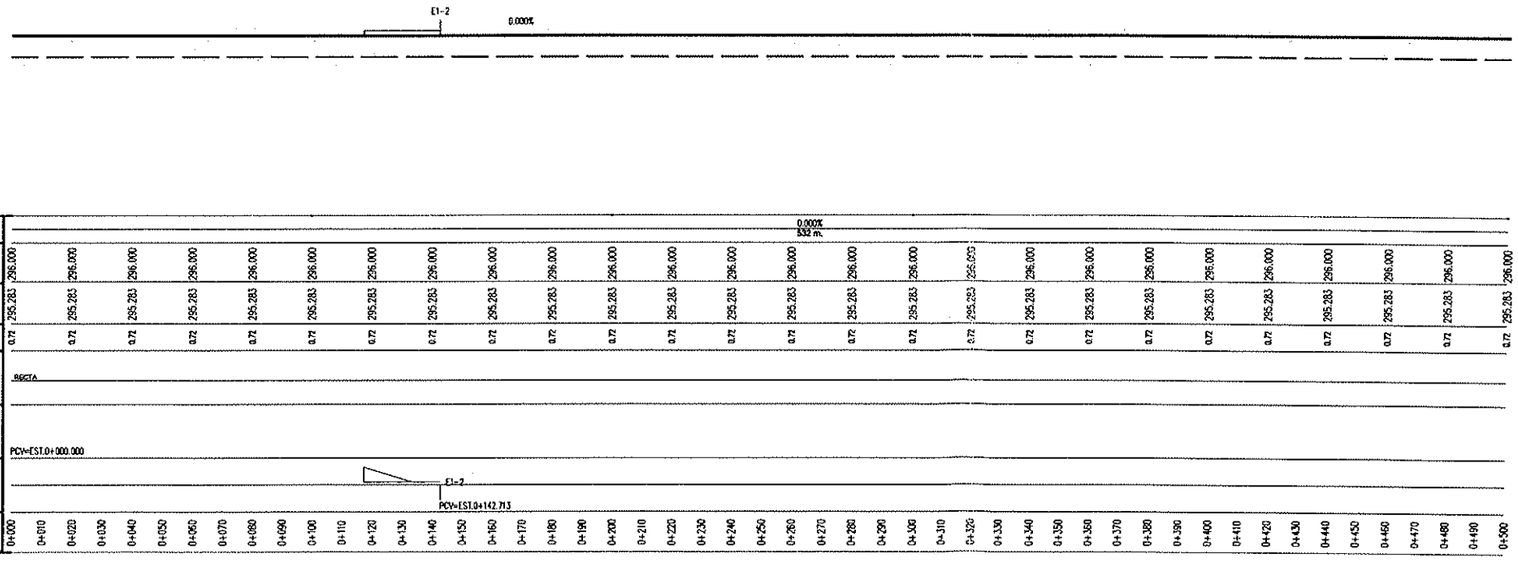
330

320

310

300





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurestudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VÍA DE PRUEBAS

PLANO Nº: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-002
HOJA: 02 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p03-2335\p03-2525\06 trabajo\pc_base \02_planos\13_santa anita\1302_ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:37

[14412]

014034

330

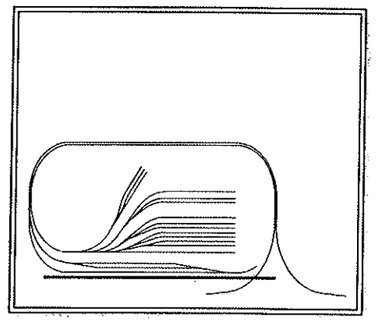
320

310

300

PENDIENTE	0.000% 532 m.			
COTA RASANTE	295.000		295.000	295.000
COTA TERRENO	295.283		295.283	295.283
COTA ROJA	0.72		0.72	0.72
ALINEAMIENTO	RECTA			
PERALTES		PCV=EST.04 532.000		
APARATOS DE VÍA				
KILOMETRAJE	0+500	0+510	0+520	0+530

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:37

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VÍA DE PRUEBAS

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-003
HOJA: 03 de 23
REVISIÓN: 0

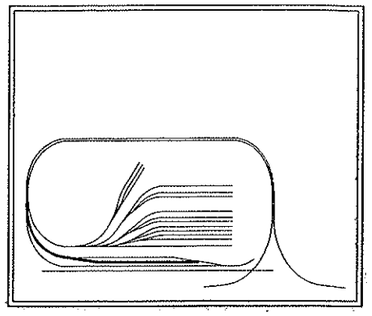
1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

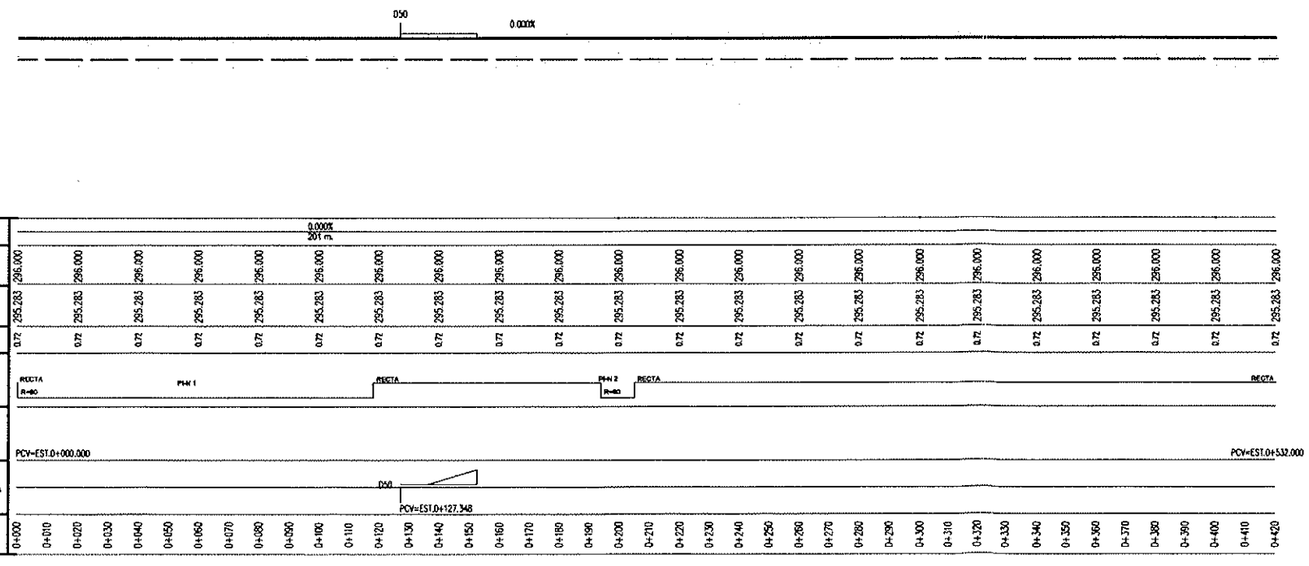
330

320

310

300





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA DE LAVADO

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-004
HOJA: 04 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\pi03-2335\pi03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:37

330

320

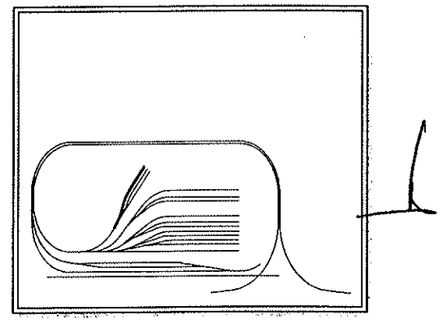
310

300



PENDIENTE	0.000% 113 m.												
COTA RASANTE	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000						
COTA TERRENO	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283						
COTA ROJA	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72						
ALINEAMIENTO	RECTA R=60	PI-Al 1	R=60	PI-Al 2	RECTA								
PERALTES	PCV=EST.0+000.000											PCV=EST.0+112.932	
APARATOS DE VÍA													
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



z:\2013-2335\p03-2629\08 trabajo\ploc_base N02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:38

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA MANTENIMIENTO-03

PLANO Nº: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-005
HOJA: 05 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

330

320

310

300

0.000%

| | | |

[14416]

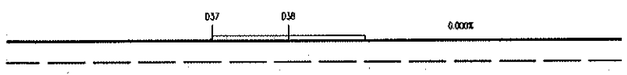
014038

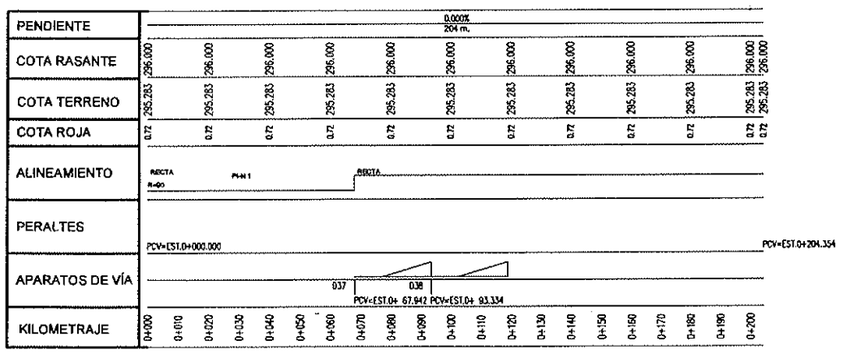
330

320

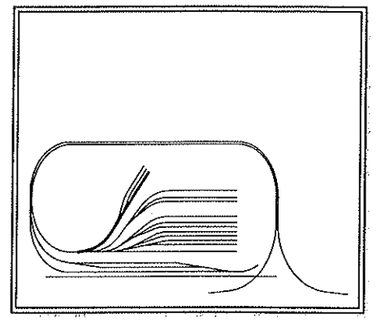
310

300





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA MANTENIMIENTO-01

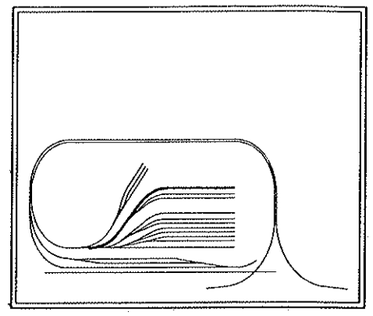
PLANO Nº: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-007
HOJA: 07 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p03-2335\p03-2529\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:38

014039 [14417]

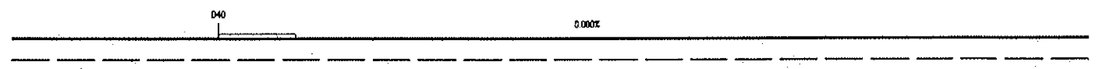
330



320

310

300



PENDIENTE	0.000% 358 m.
COTA RASANTE	296.000
COTA TERRENO	295.283
COTA ROJA	0.72
ALINEAMIENTO	RECTA R=80 PSH 1 RECTA R=80 PSH 2 RECTA
PERALTES	PCV=EST.0+000.000 PCV=EST.0+357.607
APARATOS DE VÍA	D40 PCV=EST.0+058.670
KILOMETRAJE	0+000 0+010 0+020 0+030 0+040 0+050 0+060 0+070 0+080 0+090 0+100 0+110 0+120 0+130 0+140 0+150 0+160 0+170 0+180 0+190 0+200 0+210 0+220 0+230 0+240 0+250 0+260 0+270 0+280 0+290 0+300 0+310 0+320 0+330 0+340 0+350

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/1100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA BASTIDOR

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-008
HOJA: 08 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\pi03-2335\pi03-2529\08 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:38

014040

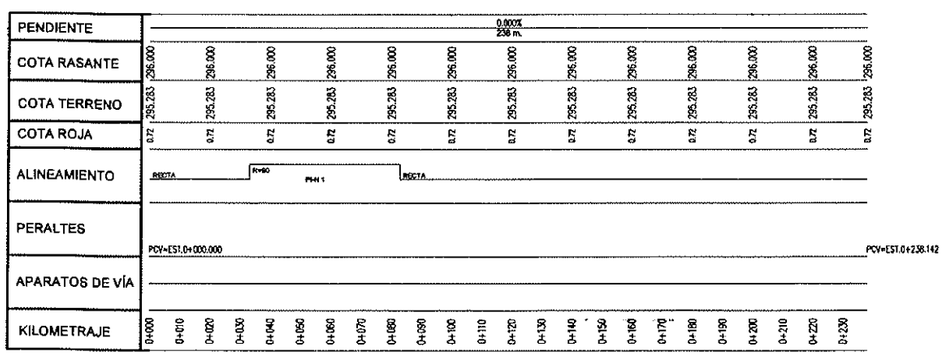
330

320

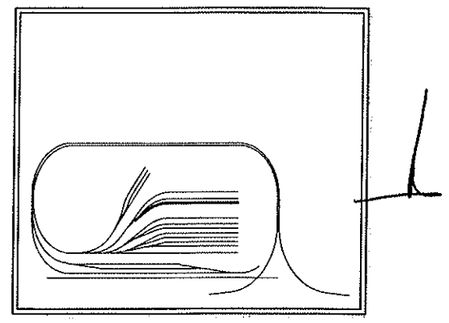
310

300

0.000%



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



z:\pc00-22305\pc00-2305908 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:39

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA REV. CICLO LARGO-02

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-009
HOJA: 09 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

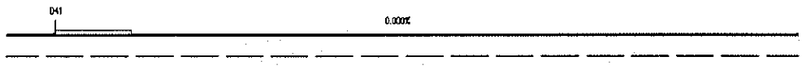
014041

330

320

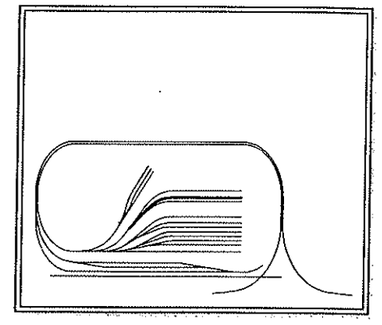
310

300



PENDIENTE	0.000% 264 m.
COTA RASANTE	296.000
COTA TERRENO	295.283
COTA ROJA	0.72
ALINEAMIENTO	RECTA — R=80 — PI=0 1 — RECTA
PERALTES	PCV=EST.0+000.000 — PCV=EST.0+263.827
APARATOS DE VÍA	D41 — PCV=EST.0+016.349
KILOMETRAJE	0+000 0+010 0+020 0+030 0+040 0+050 0+060 0+070 0+080 0+090 0+100 0+110 0+120 0+130 0+140 0+150 0+160 0+170 0+180 0+190 0+200 0+210 0+220 0+230 0+240 0+250 0+260

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT ingenieria

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA REV. CICLO LARGO-01

PLANO Nº: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-010
HOJA: 10 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

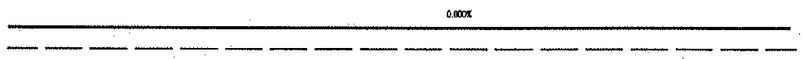
z:\pc03-2235\pc03-2525\08 trabajo\pc_fase N2_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:39

330

320

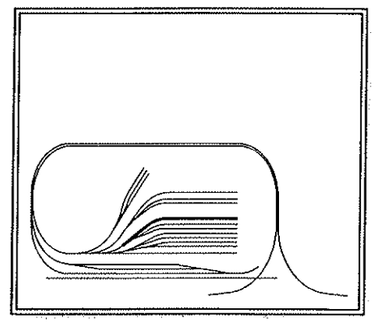
310

300



PENDIENTE	0.000% 261 m.																								
COTA RASANTE	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000
COTA TERRENO	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283
COTA ROJA	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
ALINEAMIENTO	RECTA	R=90 PI=N 1	RECTA	RECTA																					
PERALTES																									
APARATOS DE VÍA	PCV=EST.0+000.000	PCV=EST.0+263.827																							
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	0+120	0+130	0+140	0+150	0+160	0+170	0+180	0+190	0+200	0+210	0+220	0+230	0+240	0+250	0+260

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA PINTURA

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-011
HOJA: 11 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

Z:\p03-2535\p03-2535f08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:39

[14421]

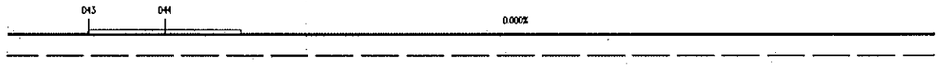
014043

330

320

310

300



| | | |

330

320

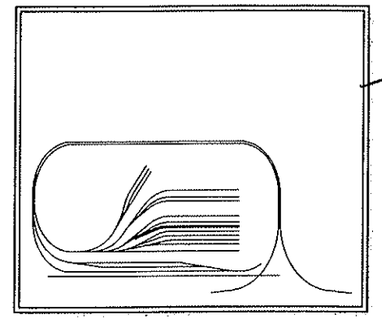
310

300

0.000%

PENDIENTE	0.000% 220 m.												
COTA RASANTE	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000
COTA TERRENO	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.282	295.283	295.283	295.280	295.283	295.283	295.283
COTA ROJA	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.71	0.71	0.72	0.72	0.71	0.72	0.71
ALINEAMIENTO	RECTA		R=60 PSH 1		RECTA								RECTA
PERALTES	PCV=EST.0+000.000												PCV=EST.0+308.530
APARATOS DE VÍA													
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	0+120	0+130	0+140	0+150	0+160	0+170	0+180	0+190	0+200	0+210	0+220	0+230

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA FOSO CICLO CORTO-05

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-013
HOJA: 13 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p03-2335\p03-252908 trabajo\pc_fase N2_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:40

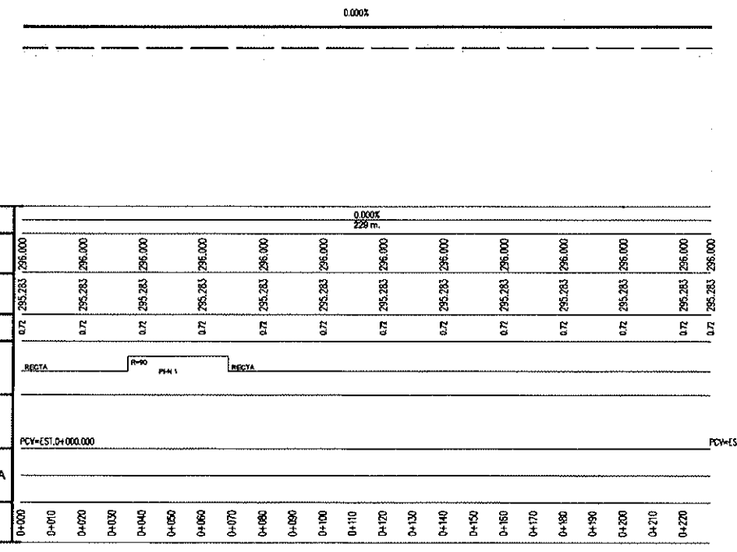
014045

330

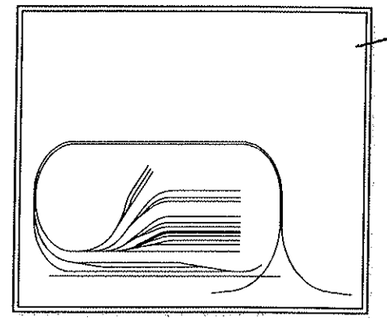
320

310

300



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA FOSO CICLO CORTO-04

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-014
HOJA: 14 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p03-2335\p05-2529\08 trabajos\ploc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302_ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:40

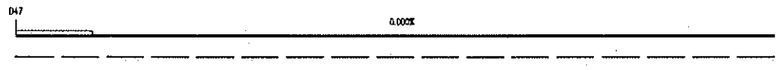
014046

330

320

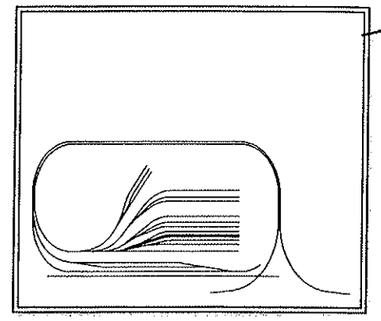
310

300



PENDIENTE	0.000% 253 m.
COTA RASANTE	296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000
COTA TERRENO	295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283
COTA ROJA	0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72
ALINEAMIENTO	RECTA R=60 PI-N° 1 RECTA
PERALTES	
APARATOS DE VÍA	PCV=EST.0+000.000 PCV=EST.0+252.913 D47 PCV=EST.0+000.093
KILOMETRAJE	0+000 0+010 0+020 0+030 0+040 0+050 0+060 0+070 0+080 0+090 0+100 0+110 0+120 0+130 0+140 0+150 0+160 0+170 0+180 0+190 0+200 0+210 0+220 0+230 0+240 0+250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





z:\p03-2339\p03-2539\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-plpc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:40

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA FOSO CICLO CORTO-03

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-015
HOJA: 15 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

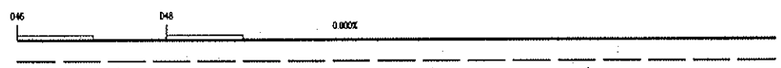
330

014047

320

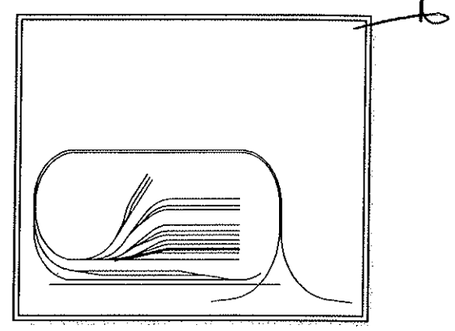
310

300



PENDIENTE	0.000% 277 m.																								
COTA RASANTE	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000	296.000
COTA TERRENO	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283	295.283
COTA ROJA	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
ALINEAMIENTO	RECTA			PI-H 1	RECTA							PI-H3 PI-H2	RECTA												
PERALTES	PCV=EST.0+000.000																								PCV=EST.0+252.913
APARATOS DE VÍA	D48					D48 PCV=EST.0+049.818																			
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	0+120	0+130	0+140	0+150	0+160	0+170	0+180	0+190	0+200	0+210	0+220	0+230	0+240	0+250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
VIA FOSO CICLO CORTO-02

PLANO N° PLOC-PSA-TRZ-LO-P-016
HOJA 16 de 23
REVISIÓN 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p03-2335\p03-2350\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:40

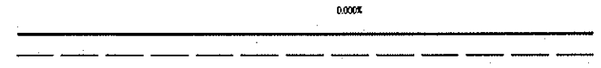
014948

330

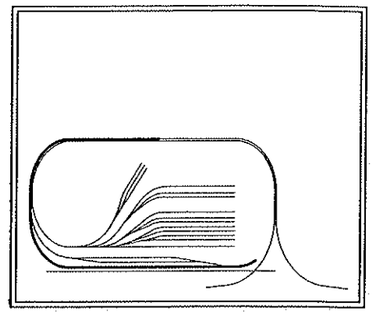
320

310

300



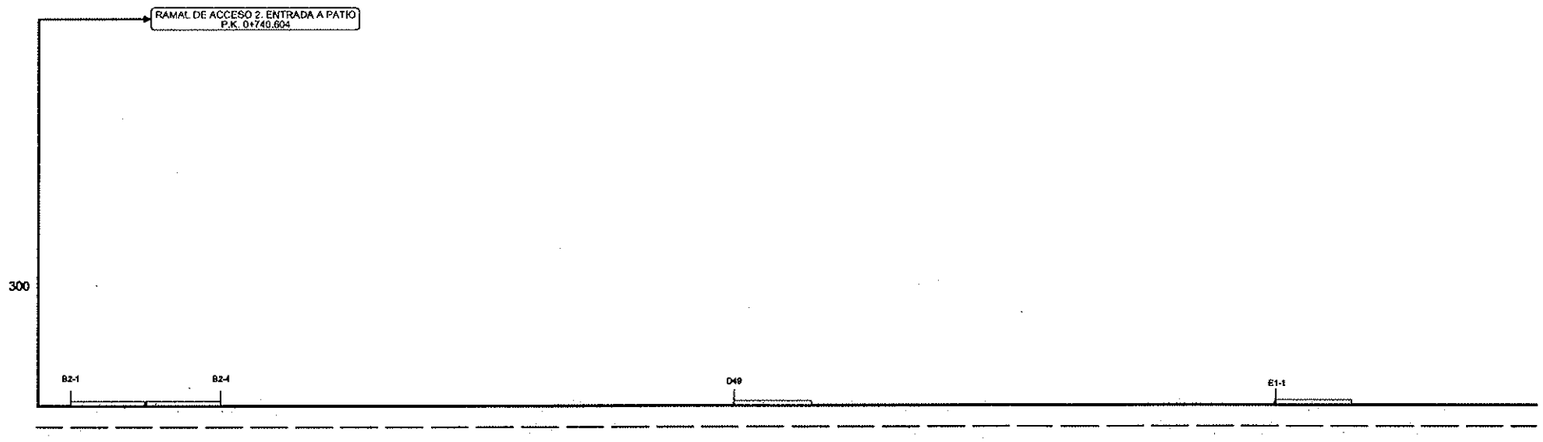
| | | |

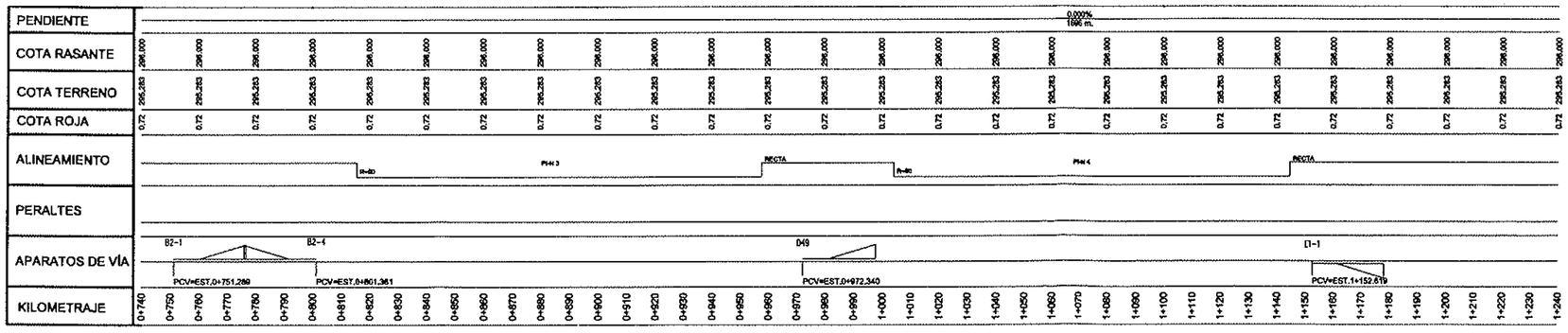


330

320

310





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
ACCESO 2. SANTA ANITA

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-018
HOJA: 18 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

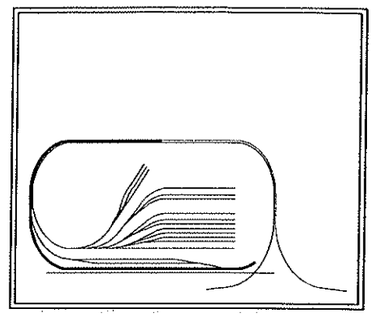
z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\loc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:41

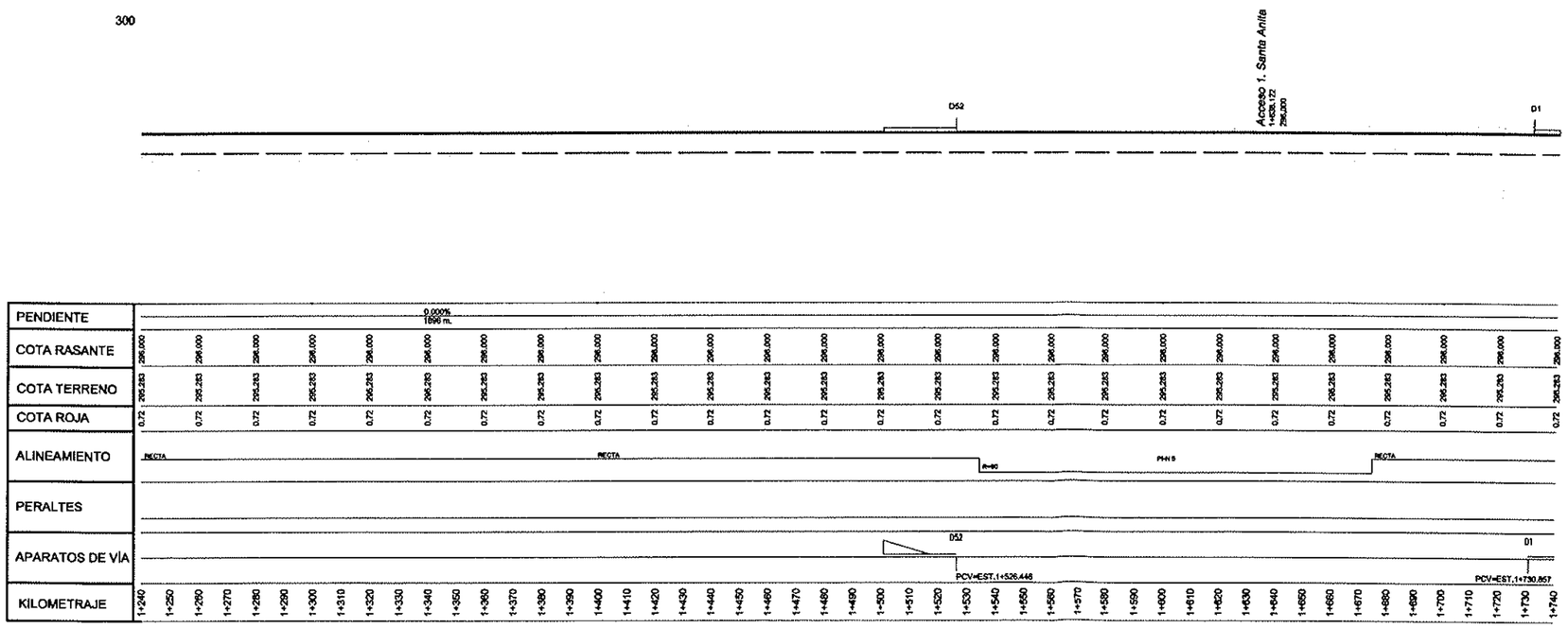
330

320

310

300





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1)
EV: 1/100
EH: 1/1000

FECHA:
FEBRERO 2014

0 1 2
SI EL TAMAÑO NO CORRESPONDE AL DEL PLANO NO ESTA A ESCALA

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
ACCESO 2, SANTA ANITA

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-019
HOJA: 19 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

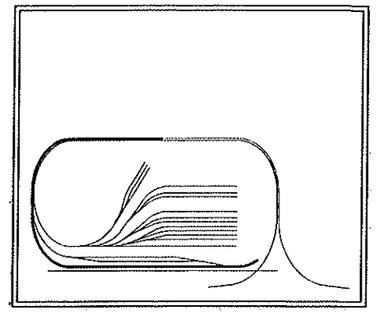
z:\p03-2335\p03-2357\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:41

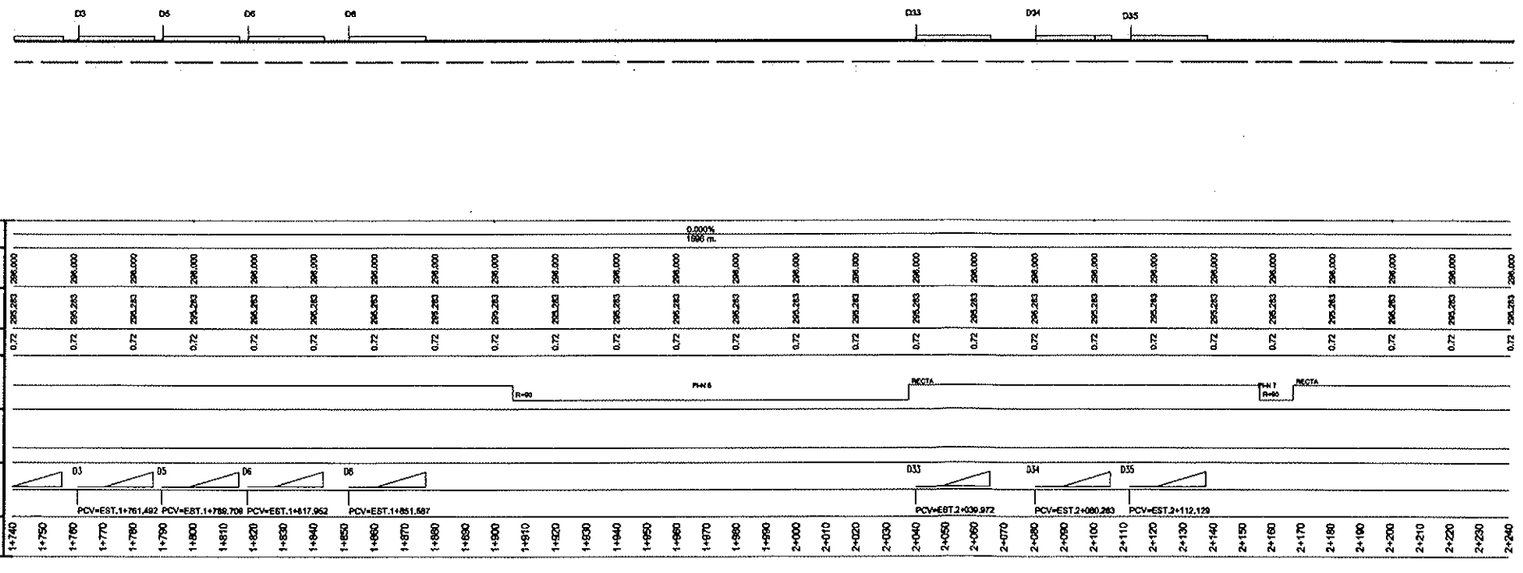
330

320

310

300





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

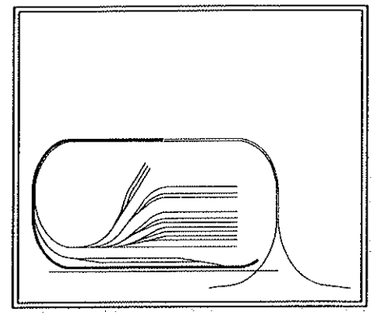
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
ACCESO 2. SANTA ANITA

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-020
HOJA: 20 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p09-2335\p03-2509\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:41

014052



330

320

310

300

PENDIENTE	0.000% 1500 m.
COTA RASANTE	296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000 296.000
COTA TERRENO	295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283 295.283
COTA ROJA	0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72 0.72
ALINEAMIENTO	RECTA RECTA
PERALTES	PCV=E01.2+436.763
APARATOS DE VÍA	
KILOMETRAJE	2+240 2+250 2+260 2+270 2+280 2+290 2+300 2+310 2+320 2+330 2+340 2+350 2+360 2+370 2+380 2+390 2+400 2+410 2+420 2+430

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
ACCESO 2. SANTA ANITA

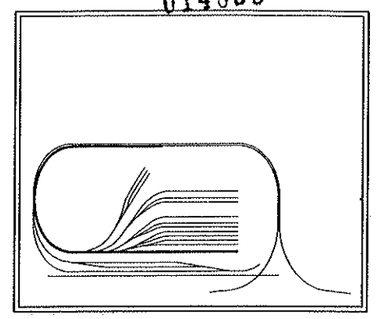
PLANO Nº: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-021
HOJA: 21 de 23
REVISIÓN: 0

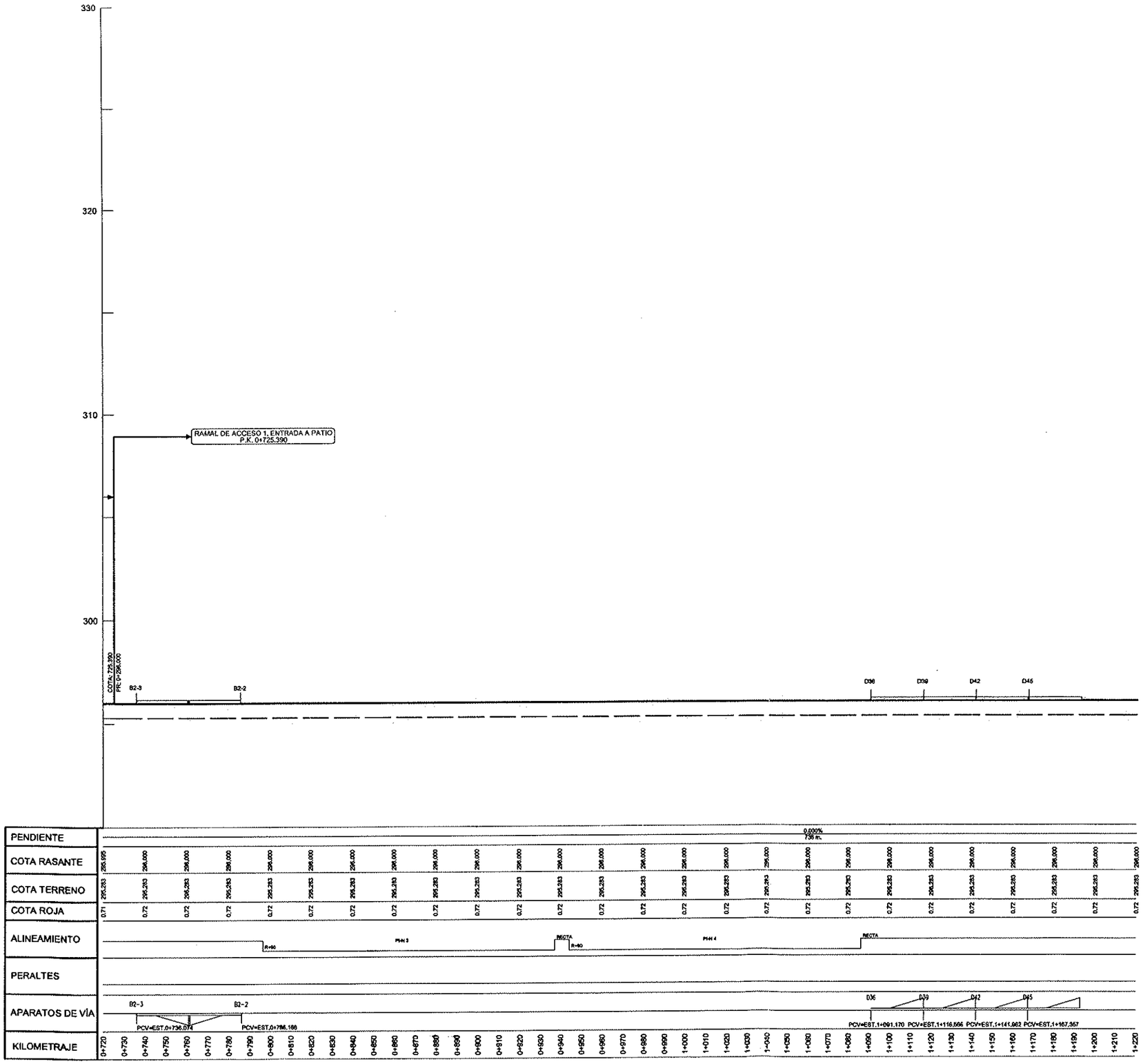
1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\pi03-2339\pi03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:41

[14431]

014053





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurestudios · 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

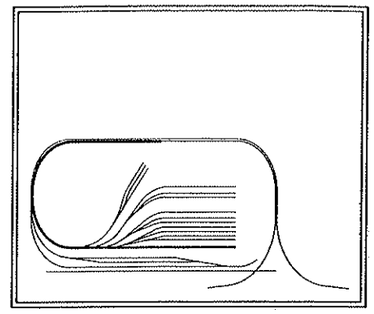
ESCALA (A1): EV: 1/100 EH: 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PERFILES LONGITUDINALES
ACCESO 1. SANTA ANITA

PLANO N°: PLOC-PSA-TRZ-LO-P-022
HOJA: 22 de 23
REVISIÓN: 0

1302-PLOC-PSA-TRZ-LO-P001-P023.dwg

z:\p03-2335\p03-2525\06 trabajos\prc_fase II\02_planos\13_santa anita\1302-ploc-psa-trz-lo-p001-p023.dwg - 07/02/2014 - 11:42



330

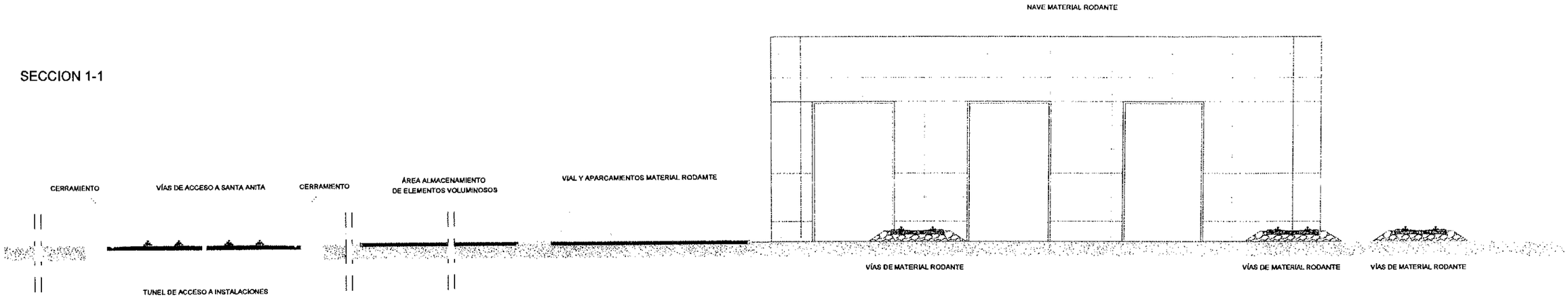
320

310

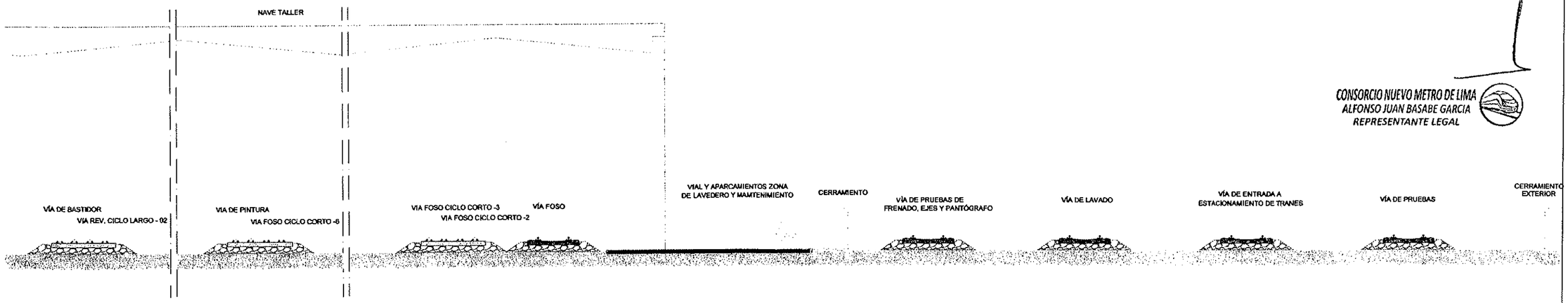
300

| | | |

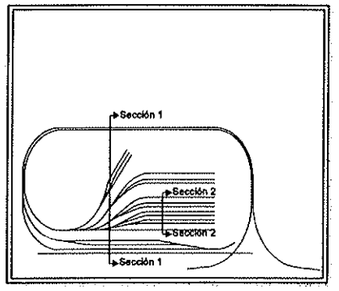
SECCION 1-1



SECCION 1-2



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/100
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
SECCIONES TIPO

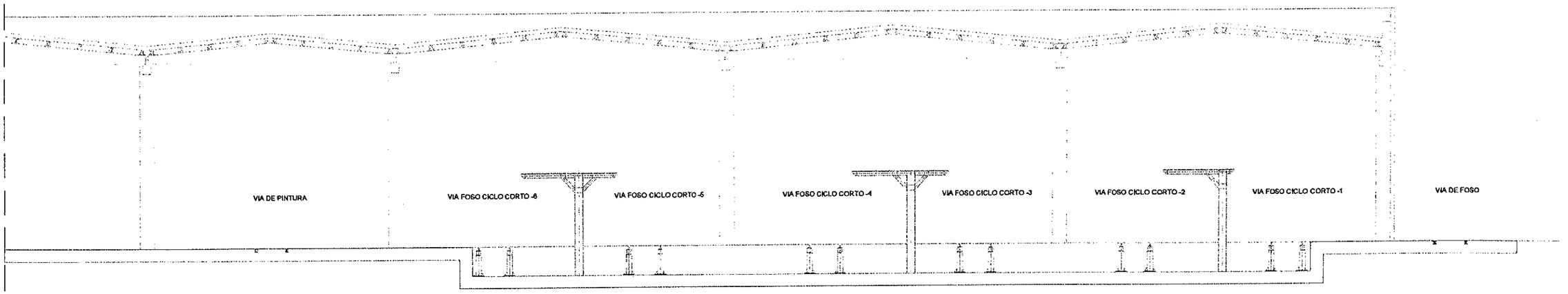
PLANO N°: PLOC-PSA-ST-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1303-PLOC-PSA-ST-P001-P002.dwg

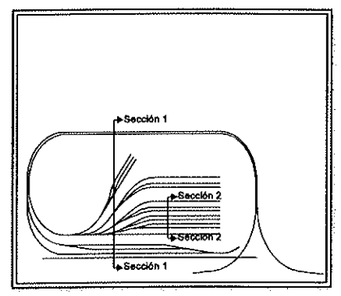
z:\p03-2335\p03-252908 trabajos\pc_base M2_planos\13_santa anita\1303-ploc-psa-st-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 12:20

014056

SECCION 2



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/100
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
SECCIONES TIPO

PLANO N°: PLOC-PSA-ST-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

1303-PLOC-PSA-ST-P001-P002.dwg

z:\pc03-2335\pc03-2629\06 trabajos_fase II\02_planos\13_santa anita\1303-ploc-psa-st-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 12:20

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

[14436]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

014057

O.5.2	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.2. EXCAVACIONES Y MUROS DE CONTENCIÓN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014058

ÍNDICE

1 Introducción 1
2 Excavaciones 1
2.1 Condiciones generales y descripción de los depósitos de material excedente cercanos a la zona de trabajos 1
2.2 Propuesta de DME para las obras de la Etapa 1A y ruta de transporte 4
2.3 Medidas de Mitigación de Impactos a adoptar 5
3 Muros de contención 5
3.1 Normas de referencia 6
3.2 Propiedades de los materiales 6
3.3 Resistencia al fuego 6
3.4 Recubrimiento. 7

APÉNDICE 1 PLANOS. MUROS DE CONTENCIÓN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

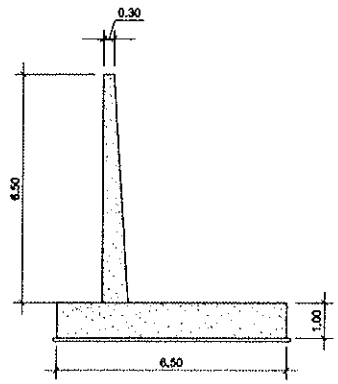
O.5.2. Excavaciones y muros de contención

1 INTRODUCCIÓN

Debido al desnivel que tiene lugar entre el nivel de las calles y el patio, ha sido necesario bordear todo el perímetro del patio taller Santa Anita con un muro de altura variable.

En base a la topografía disponible en este momento se ha realizado una triangulación aproximada. Conforme a esta topografía, se ha determinado la necesidad de muro tanto de terraplén como de desmonte, tal y como se recoge en los planos que acompañan al documento.

Este muro, de altura de hasta 8,00 m se considera que tiene una sección media similar a la de la figura:



Por lo que respecta a las excavaciones, será necesario llevar a vertedero el material resultante de la excavación de la parcela del patio taller, los pozos, estaciones y el túnel. Se incluye en este documento un plan de movimiento de tierras para la Primera Etapa A.

2 EXCAVACIONES

En el presente documento se detalla el Plan de Movimiento de Tierras para los depósitos de material excedente de las excavaciones de la obra de la Etapa 1A de la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima. Se describe la localización de los depósitos planteados para las tierras, la ruta de transporte que produzcan menos impacto en el tránsito y las medidas a adoptar para la reducción del impacto ambiental en el transporte y depósito de estos materiales. Los datos de partida para la elaboración del documento han sido tomados de "Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado" del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", redactado en octubre del 2013.

2.1 CONDICIONES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE CERCANOS A LA ZONA DE TRABAJOS

El material excedente de la excavación en las obras de la Etapa 1 será dispuesto en los Depósitos de Material Excedente (DME) más cercanos a la zona de obra con capacidad suficiente para almacenar el volumen de tierras resultante de los trabajos.

Para el presente proyecto se ha estimado la eliminación de considerables volúmenes de material excedente proveniente principalmente de la excavación del túnel, estaciones y pozos de ventilación. De acuerdo a las premisas establecidas se busca que la eliminación de los excedentes de corte y su disposición final se conviertan en la medida de lo posible en

O.5.2. Excavaciones y muros de contención

impactos positivos, por medio principalmente del aprovechamiento futuro de esos materiales en otras obras de construcción.

En tal sentido se han identificado dos sectores donde se eliminarán los materiales excedentes producidos por el proyecto, los cuales cuentan con capacidad suficiente para atender los volúmenes de excedentes que serán eliminados, enumerados a continuación:

Ítem	DME	Ubicación	Altura (m)	Área (Has)	Volumen potencial (m3)	Procedencia (Obras de arte, corte, roca suelta o fija)
DME-01	Costa Verde	Costanera	10	45.30	4 529 640.00	Excavaciones Diversas
DME-02	Cieneguilla	Cieneguilla	35	22.34	7 818 417.25	Excavaciones Diversas

Tabla 1: Depósitos de material excedente en las cercanías de la zona de trabajos

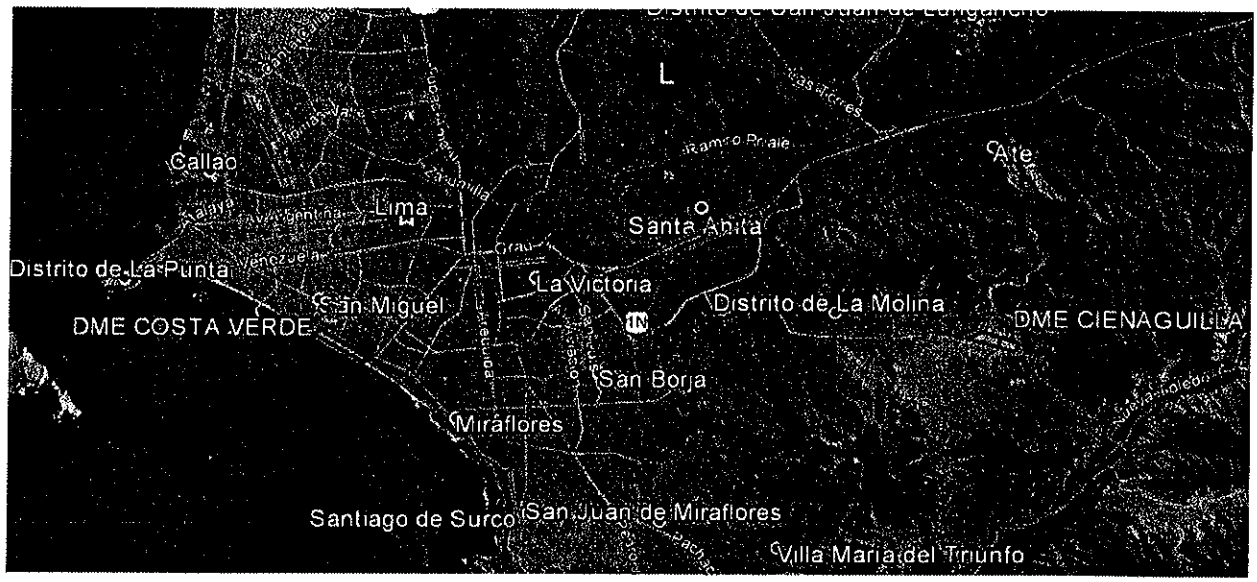


Imagen 1: Localización de los dos DME (rojo) y la zona de obras (verde)

A continuación se efectúa la descripción de los DMEs identificados para el proyecto:

- **DME Costa Verde:**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Este Depósito de excedentes ubicado en la zona de playas de los distritos costeros de lima, se encuentra en uso en la actualidad por las diversas obras que se construyen en la zona metropolitana de Lima, su longitud aprovechable es de 5 km aproximadamente. Para consolidar esta propuesta se deberá coordinar las acciones de adecuación y/o disposición del material excedente con la Autoridad Autónoma de la Costa Verde

En la etapa del Estudio definitivo de Ingeniería se propondrán las soluciones de ingeniería que serán validadas por la Autoridad de la Costa Verde. Para la obtención de los permisos ambientales respectivos deberá coordinar con las entidades involucradas de acuerdo a la legislación vigente.

O.5.2. Excavaciones y muros de contención

014061



Imagen 2: Fotografía del DME Costa Verde

- **DME Cieneguilla**

En la ruta hacia Cieneguilla a la altura del Km 14 en ambos lados de la vía, existen canteras abandonadas de materiales de construcción y zonas deprimidas, rodeadas de asentamientos humanos, lo cual representa una problemática social ya que no se ejecutó un plan de cierre y recuperación morfológica. En consideración a esta situación se propone realizar la recuperación morfológica de dichas zonas con los materiales excedentes provenientes de las obras del metro, para lo cual se han tenido conversaciones con los representantes de la asociación de propietarios de Vivienda Estrellitas de Cieneguilla, los cuales han mostrado su conformidad y entusiasmo por la realización del proyecto, ya que con ello el proyecto generaría un impacto positivo y la solución de una problemática social álgida por el alto riesgo de colapso.

Como antecedentes, la Asociación de Vivienda Estrellitas de Cieneguilla, propietarios del terreno propuesto como DME Cieneguilla, solicitó autorización para nivelación de terreno – relleno a la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad de Cieneguilla, y recibió la aprobación en el año 2011. La solución propuesta con el presente proyecto es depositar el material proveniente de las excavaciones del túnel de la Línea 2, tramo del lado este, en el cual predomina el típico suelo aluvial.

En la etapa del Estudio definitivo de Ingeniería se propondrán las soluciones de ingeniería en cuanto a la disposición transversal, en cuanto a la habilitación y/o uso del suelo posterior a las obras de acondicionamiento del Depósito de excedentes será supervisado por la Municipalidad de Cieneguilla.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.2. Excavaciones y muros de contención

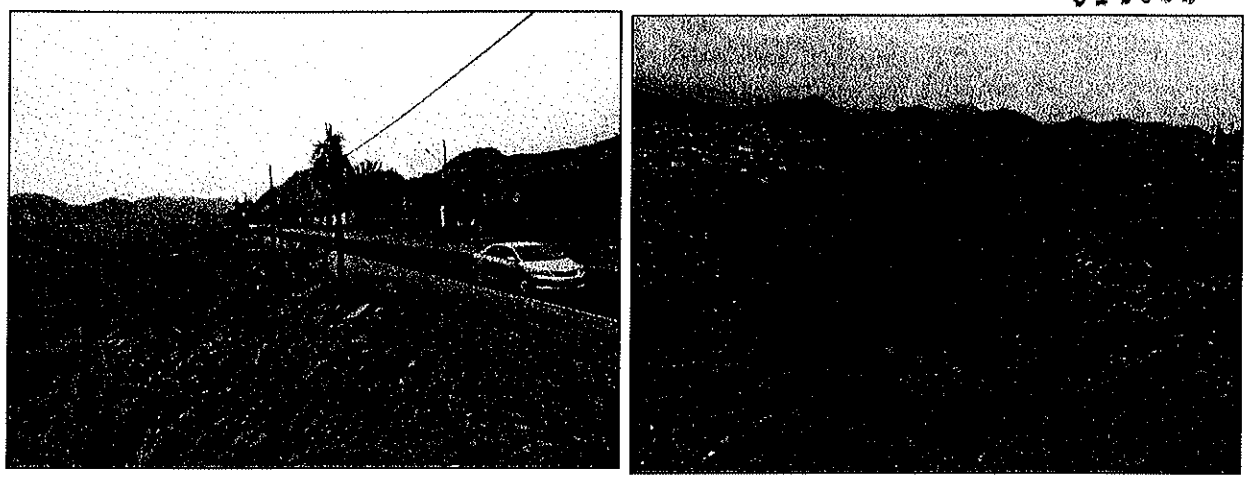


Imagen 2: Fotografías del DME Cienaguilla

Para ambos depósitos propuestos, en cuanto a las implicaciones del traslado o transporte del material excavado será necesario efectuar antes del inicio de las obras un Estudio de Impacto Vial que permita establecer planes de acción o mitigación, de ser el caso.

2.2 PROPUESTA DE DME PARA LAS OBRAS DE LA ETAPA 1A Y RUTA DE TRANSPORTE

Una vez analizados los dos depósitos más cercanos para el traslado del material de excavación, se procede a proponer el más idóneo de los dos a fin de simplificar el transporte y la gestión de las tierras, ya que el volumen de excavación que generarán las obras de la Etapa 1A no harán necesario habilitar las dos zonas de depósito mencionadas a la vez.

A tal fin, se entiende que el DME más idóneo de los antes indicados es el de Cienaguilla, básicamente por estas razones:

- Es el más cercano a la zona de trabajos.
- Se encuentra fuera del núcleo urbano de la zona metropolitana de Lima, reduciendo de esta forma los impactos generados por esta actividad.
- La ruta desde la zona de trabajos hasta el DME atraviesa zonas menos pobladas y con menos tránsito que para llegar al DME Costa Verde.

Seleccionado el DME Cienaguilla como el más idóneo, se procede a la descripción del itinerario del transporte de los materiales de excavación desde la zona de obras:

Recorrido total desde la zona de obras hasta el DME Cienaguilla: 13,5 Km

Itinerario: Saliendo de la zona de obras en la Carretera Central, girar a la derecha para entrar en la calle Mónaco. Seguir por esta calle hasta el final de la misma, girando a la derecha para entrar en la avenida Javier Prado este. Seguir por esta avenida hasta llegar al óvalo donde intersecciona con la avenida Melgarejo. Tomar esta avenida hasta conectar la avenida Universidad. Seguimos recto por esta avenida que más adelante cambia de nombre a avenida La Molina. Continuamos por esta avenida que vuelve a cambiar de nombre a avenida Cienaguilla, y aproximadamente en el kilómetro 14 encontramos el DME Cienaguilla.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014063

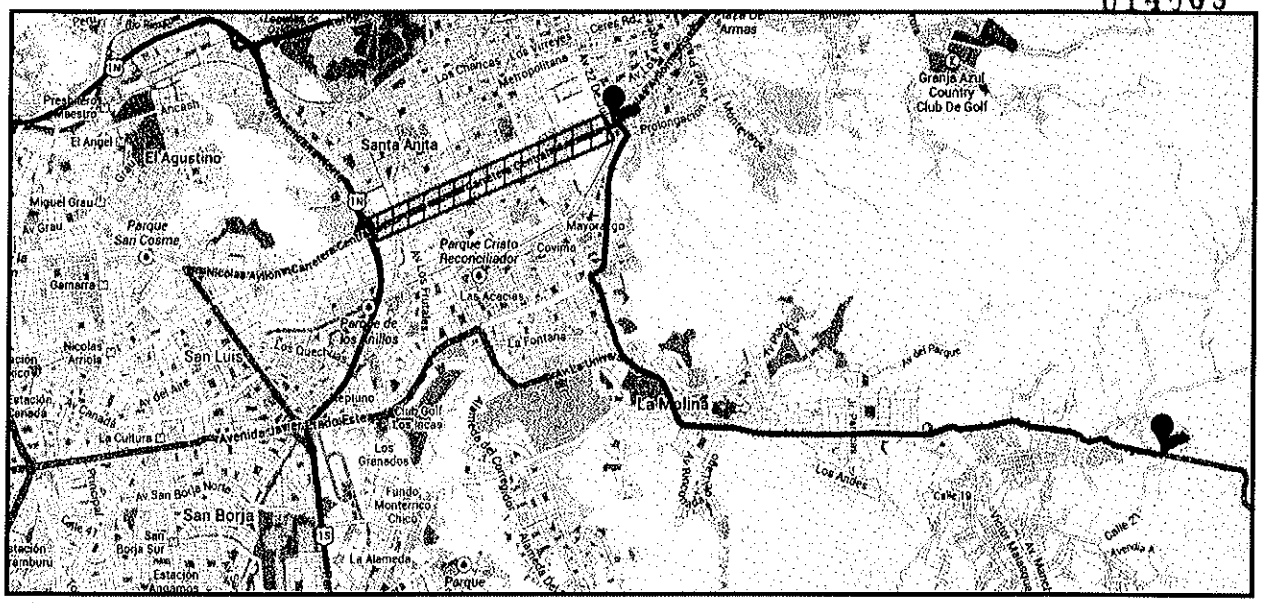


Imagen 4: Itinerario del transporte de tierras de excavación (en azul). En verde, la zona de obras de la Etapa 1A

2.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS A ADOPTAR

Se deberán tomar medidas de mitigación para disminuir el impacto paisajístico como el uso de barreras visuales durante el desarrollo del DME, es conveniente utilizar una barrera viva que también contribuiría a minimizar la contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión.

Además se deberá seguir las medidas estipuladas para disminuir el ruido y la afectación de la calidad del aire como es el mantenimiento adecuado de los equipos como tractores, camiones, etc. Se deberán instalar las obras de drenaje adecuada al interior y alrededor de los DMEs de ser necesario.

Se limitará el horario del transporte diurno de material hacia el botadero: desde las 09:31 hasta las 16:59, a fin de evitar el incremento en la congestión vehicular en horas de aumento del tráfico en Lima Metropolitana ("horas punta").

No se mezclarán por ningún motivo los materiales de excavación con otros residuos como basura, residuos líquidos, tóxicos, peligrosos, hidrocarburos u otro material que haya estado en contacto con ellos.

Se deberá instalar señalización adecuada en los portones de ingreso señalando "Salida de Equipo Pesado".

Se deberá realizar inspecciones periódicas para detectar fallas en la formación.

3 MUROS DE CONTENCIÓN

A continuación se describen las estructuras incluidas en el patio de Santa Anita. Para comenzar la descripción de las mismas, se identifican en primer lugar las normativas y criterios de diseño adoptados, los cuales serán idénticos en ambos patios, por lo que para no repetir información se incluye a continuación y se remite a estos puntos en la descripción de Bocanegra.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

3.1 NORMAS DE REFERENCIA

El diseño de la estructura se basa en la norma peruana: "Reglamento Nacional de Edificaciones".

3.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Se requieren los siguientes materiales para la construcción de las obras en hormigón reforzado:

Pilares y vigas	34.5 MPa (350 Kg/cm2)
Cimentación	25 MPa (250 Kg/cm2)
Acero de refuerzo	Grado 60 (420 Kg/cm2)

3.3 RESISTENCIA AL FUEGO

En base a la norma A.130 Requisitos de seguridad; es plausible pensar que la estructura objeto de este informe pertenezca al uso de la edificación de la categoría Transporte y Telecomunicaciones-Edificaciones de transporte. Considerando que no existe un sistema de rociadores peros un sistema de hidrantes, según la tabla 44-1 de la norma citada la estructura debe tener al menos 120 minutos como tiempos de resistencia al fuego.

A continuación se muestra la extracción de la tabla de la normativa, correspondiente al uso de la edificación.

Tabla 44-1

TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PÓRTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS

Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 6m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
Líquidos inflamables y combustibles [2]	NO	NP	NP	120	180	NP	NP
	SI	NP	NP	90	120	180	NP
TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES							
Edificaciones de transporte	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
Estaciones de radio y televisión	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180
ESTACIONAMIENTOS VEHICULARES	NO	NP	NP	30	60	90	120
	SI	120	90	30	60	90	120
CUALQUIER EDIFICIO CUYO USO COMPLETO O PARCIAL NO HAYA SIDO DESCRITO EN ESTA TABLA	NO	180	120	90	120	180	NP
	SI	120	90	60	90	120	180

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADRE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.2. Excavaciones y muros de contención

3.4 RECUBRIMIENTO.

014065

El recubrimiento para el refuerzo no debe ser menor que lo siguiente:

a) Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar: 70 mm
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:
   - Barras de φ 5/8" o menores 40 mm
   - Barras de φ 3/4" o mayores 50 mm
c) Concreto no expuesto al ambiente:
   - Losas o aligerados 20 mm
   - Muros o muros de corte 20 mm
   - Vigas y columnas (*) 40 mm
   - Cáscaras y láminas plegadas 20 mm

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.

El recubrimiento establecido es de 50 mm para elementos estructurales y cimentación.

La resistencia al fuego establecida es de RF-120.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014066

O.5.2	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.2. EXCAVACIONES Y MUROS DE CONTENCIÓN

APÉNDICE 1: PLANOS

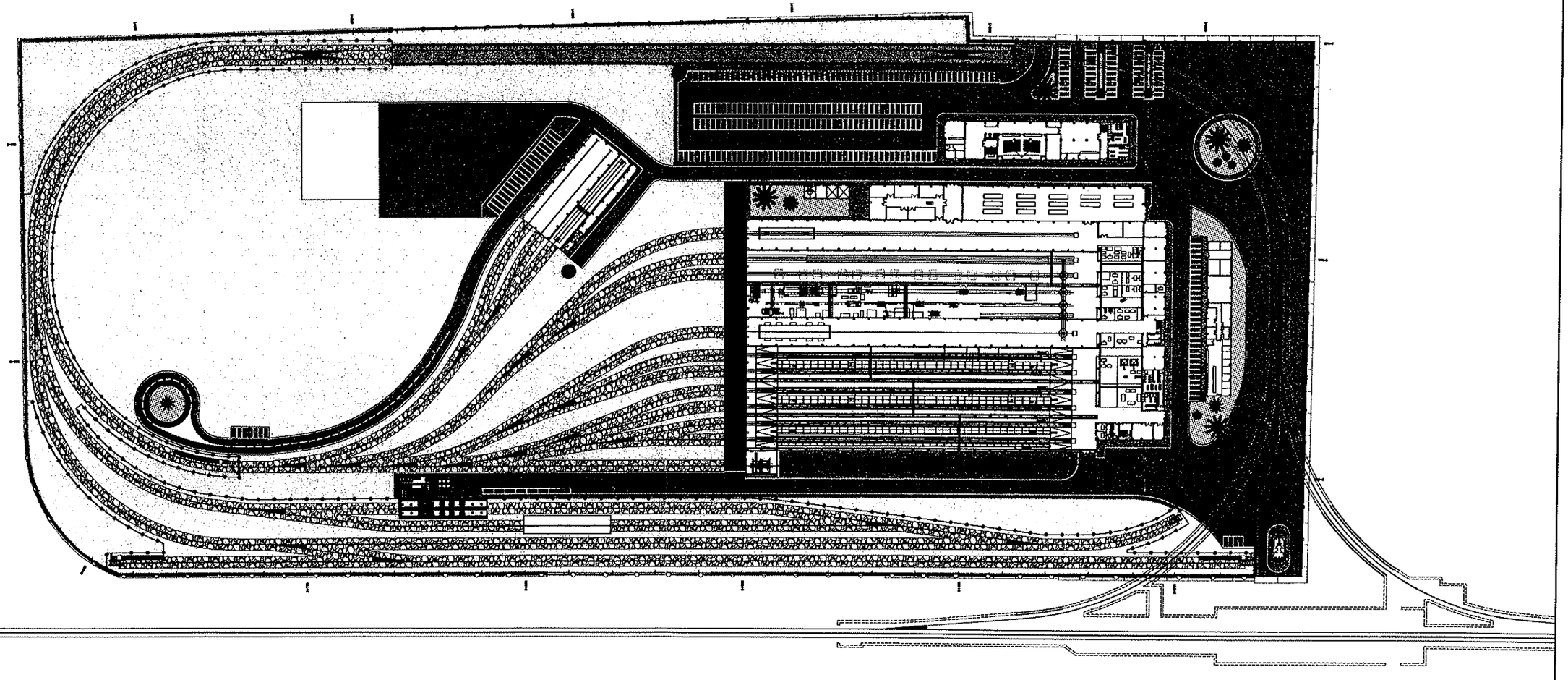
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA 014067

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-PSA-ESR-04	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. ESTRUCTURAS. MURO PERIMETRAL.	VARIAS	5

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014068



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurcestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
ESTRUCTURAS
MURO PERIMETRAL. PLANTA GENERAL

PLANO N°: PLOC-PSA-ESR-04-P-001
HOJA: 01 de 05
REVISIÓN: 0

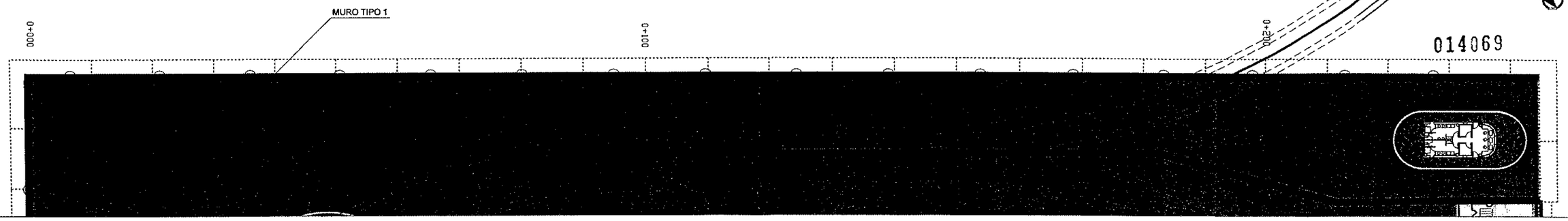
1305-PLOC-PSA-ESR-04-P001-P005.dwg

z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\pc_fase ii\02_planos\13_santa anita\1305-ploc-psa-esr-04-p001-p005.dwg - 11/02/2014 - 17:52

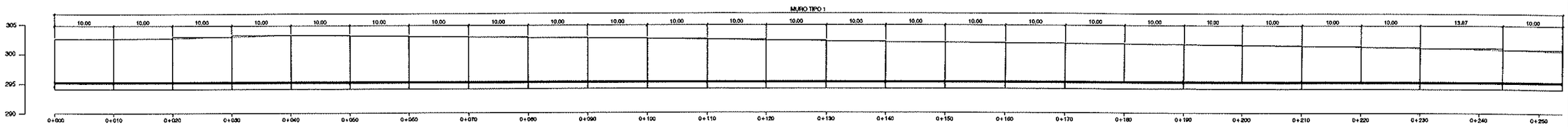
[14448]

014069

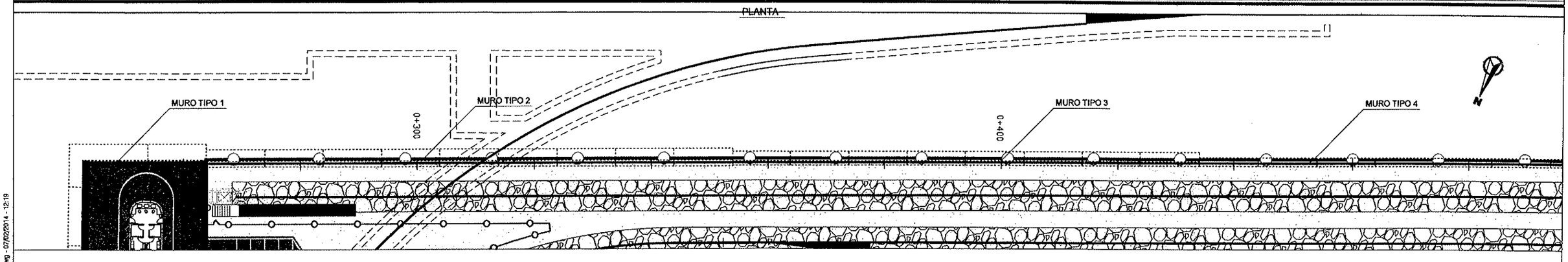
PLANTA



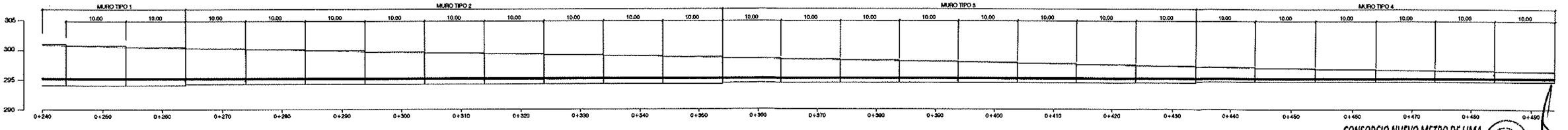
PERFIL



PLANTA



PERFIL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurOestudios · 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/300
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
ESTRUCTURAS
MURO PERIMETRAL. PLANTAS Y PERFILES

PLANO N°: PLOC-PSA-ESR-04-P-002
HOJA: 02 de 05
REVISIÓN: 0

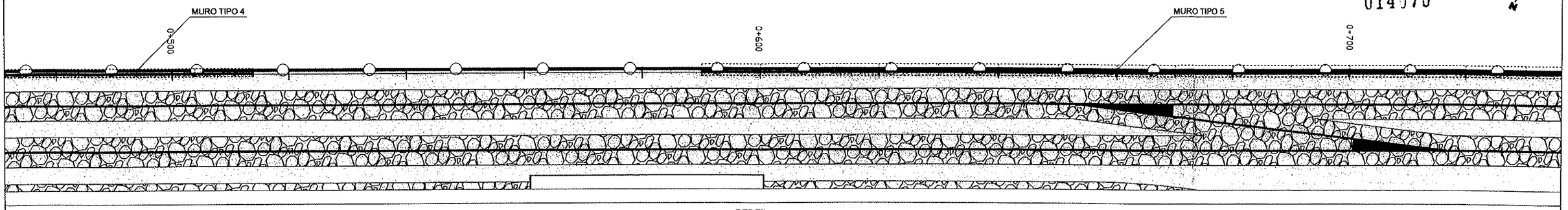
1305-PLOC-PSA-ESR-04-P001-P005.dwg

z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\doc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1305-ploc-psa-esr-04-p001-p005.dwg - 07/02/2014 - 12:19

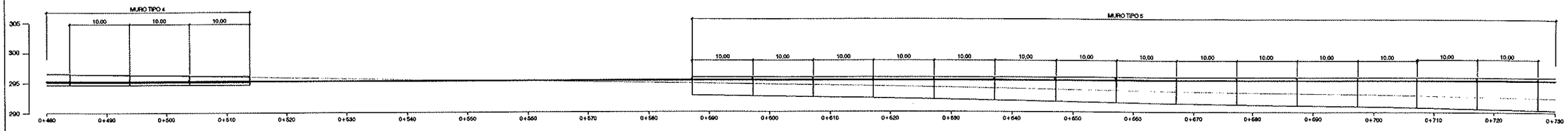
[14449]

014070

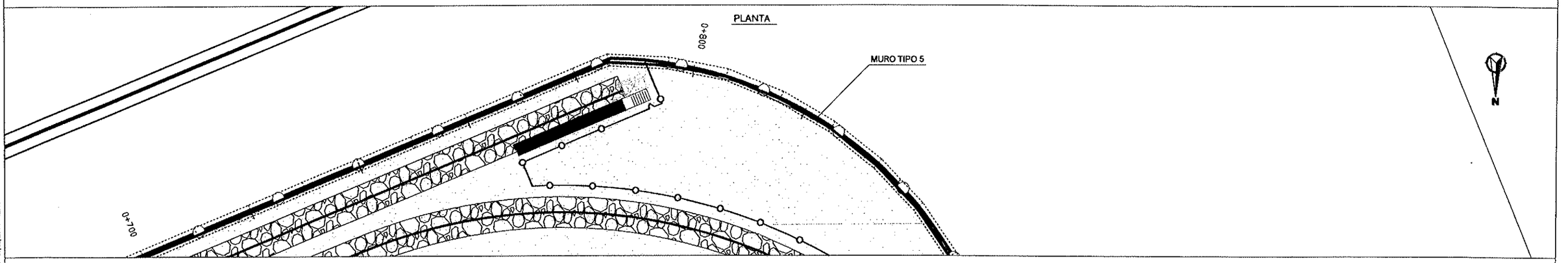
PLANTA



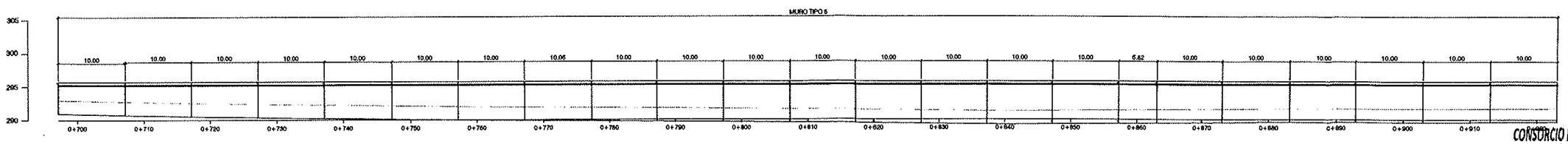
PERFIL



PLANTA



PERFIL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/300
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
ESTRUCTURAS
MURO PERIMETRAL. PLANTAS Y PERFILES

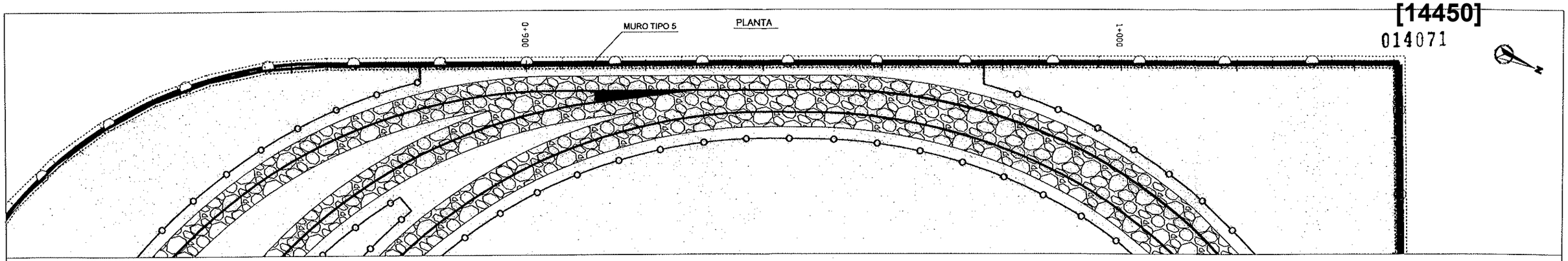
PLANO N°: PLOC-PSA-ESR-04-P-003
HOJA: 03 de 05
REVISIÓN: 0

1305-PLOC-PSA-ESR-04-P001-P005.dwg

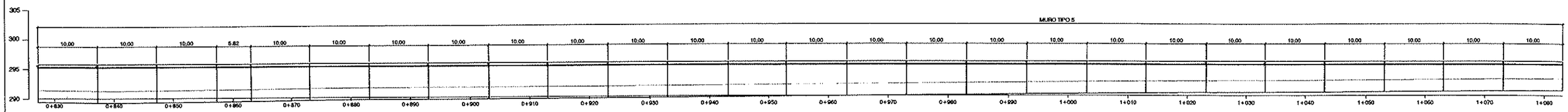
z:\p03-2335\p03-2532\03 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1305-ploc-psa-esr-04-p001-p005.dwg - 07/02/2014 - 12:16

[14450]
014071

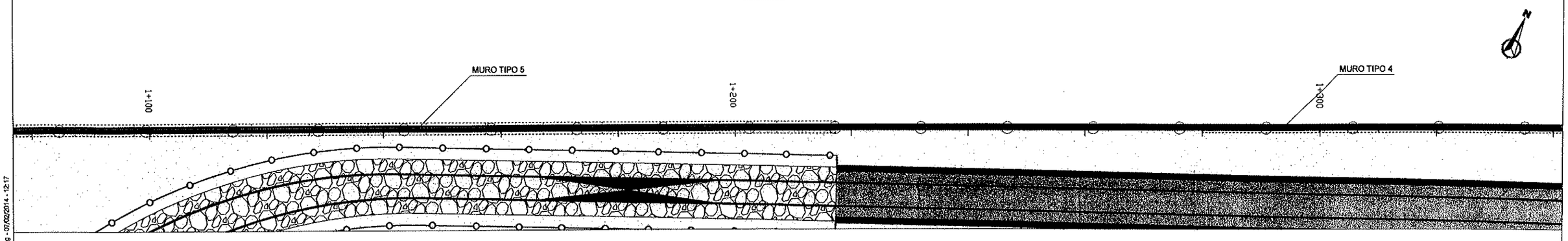
PLANTA



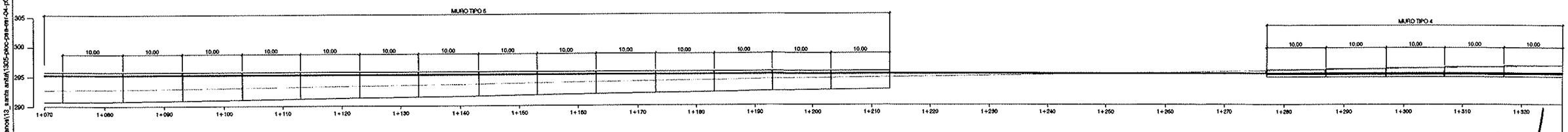
PERFIL



PLANTA



PERFIL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · eurostudios · 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/300
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
ESTRUCTURAS
MURO PERIMETRAL. PLANTAS Y PERFILES

PLANO N°: PLOC-PSA-ESR-04-P-004
HOJA: 04 de 05
REVISIÓN: 0

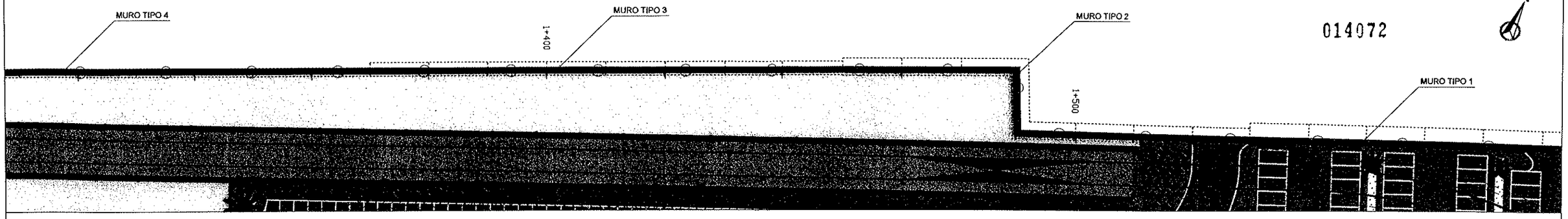
1305-PLOC-PSA-ESR-04-P001-P005.dwg

z:\p03-2329\p03-2329\08 trabajo\pc_tasa h02_planos\12_santa anita\1305-ploc-psa-esr-04-p001-p005.dwg - 07/02/2014 - 12:17

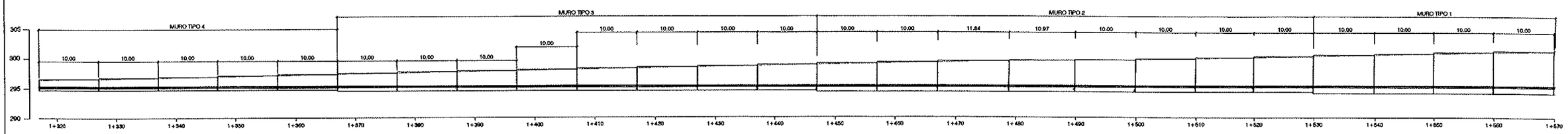
[14451]

014072

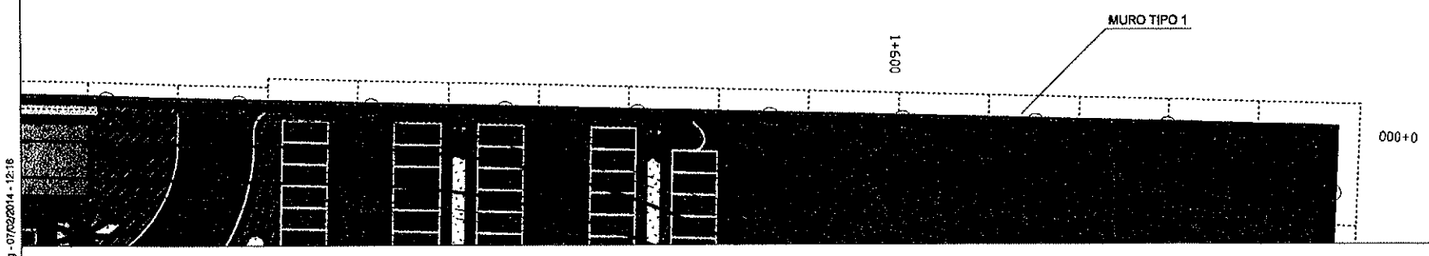
PLANTA



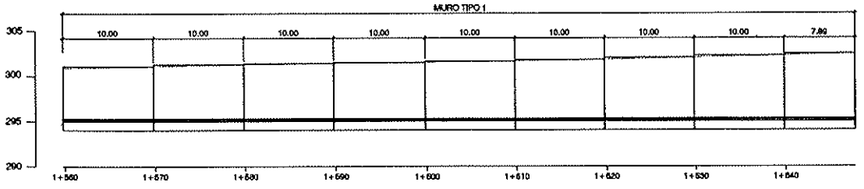
PERFIL



PLANTA



PERFIL



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/300
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
ESTRUCTURAS
MURO PERIMETRAL. PLANTAS Y PERFILES

PLANO N°: PLOC-PSA-ESR-04-P-005
HOJA: 05 de 05
REVISIÓN: 0

1305-PLOC-PSA-ESR-04-P001-P005.dwg

z:\p03-2535\p03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1305-ploc-psa-esr-04-p001-p005.dwg - 07/02/2014 - 12:16

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

[14453]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA
014073

O.5.3.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.3. ARQUITECTURA DEL PATIO TALLER SANTA ANITA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

Índice

014074

1. Arquitectura *1*
1.1 Descripción y definición de los edificios *1*
1.2 Fases en la ejecución del patio-taller *1*
1.3 Talleres *3*
1.4 Edificio administrativo *7*
1.5 Edificio para el material rodante auxiliar *10*
1.6 Edificio ser cabinas eléctricas + depósito contraincendios y bombeo y central de aire comprimido *11*
1.7 Zona de lavado automático de trenes *13*
1.8 Edificio de seguridad y control de acceso *14*
1.9 Zona de almacenaje de residuos y residuos peligrosos *15*

APÉNDICE 1 PLANOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014075

1. ARQUITECTURA

1.1 DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS EDIFICIOS

En el desarrollo de las edificaciones del patio-taller se opta por un diseño unitario respondiendo de forma particular a las necesidades precisas que surgen para cada uso. Constructivamente se establece un modelo constructivo unitario que da respuesta a todas las edificaciones con estructuras prefabricadas de concreto y fábricas de cierre mediante paneles prefabricados del mismo material. Las coberturas se llevan a cabo con materiales ligeros sobre sub estructura de concreto en el caso de los servicios industriales y mediante losa de concreto en los edificios administrativos. En el caso de estos últimos y en todos los ambientes vivideros, la capa de cerramiento se trasdosa con tabiquería seca, consiguiendo el requerimiento estético mínimo y permitiendo la instalación trasdosada de las redes eléctricas y sanitarias.

Los edificios que se diseñan según el programa funcional se resumen en el siguiente listado:

- Talleres
- Edificio administrativo
- Edificio para material rodante auxiliar
- Edificio de subestación de rectificación (ser) y cabinas eléctricas. Depósito contraincendios y bombeo y central de aire comprimido
- Zona de lavado de lavado automático de trenes
- Edificio de limpieza
- Edificio de seguridad y control de acceso
- Zona de almacenaje de resiudos y residuos peligrosos

La disposición de cada una de las edificaciones y servicios es la indicada en los esquemas de definición de fases.

1.2 FASES EN LA EJECUCIÓN DEL PATIO-TALLER

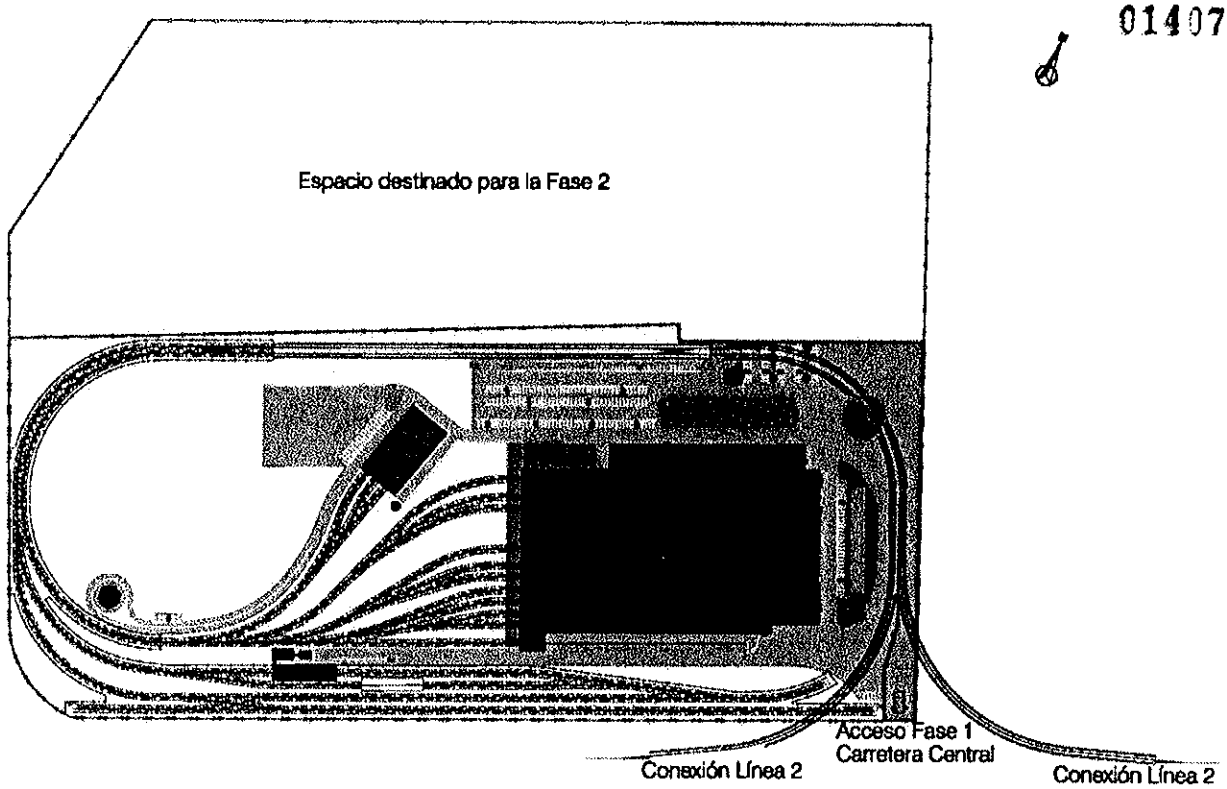
El desarrollo del proceso constructivo de la línea y su ejecución por fases demanda que la realización del patio-taller se desarrolle de igual forma con una lógica de fases. Así, el patio de Santa Anita se ejecutará en dos fases contando, con un diseño de los accesos y recorridos interiores diferenciado según la fase.

En la Fase 1, en la que se llevará el trazo de conexión subterránea con la línea 2 y todas las construcciones técnicas y administrativas que garantice un funcionamiento completo del patio-taller, el acceso se llevará a cabo desde Carretera Central en el vértice sureste de la parcela. Dicho acceso conecta directamente con la zona vivídera, Edificio Administrativo y dependencias de los Talleres. A continuación se incluye el esquema de la Fase 1 con la situación del acceso inicial y de las edificaciones que se llevarán a cabo en esta etapa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014076

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita



TALLERES

EDIFICIO ADMINISTRATIVO

EDIFICIO PARA EL MATERIAL RODANTE AUXILIAR

EDIFICIO SER+AIRE COMPRIMIDO+DEPÓSITOS Y BOMBEO

ZONA DE LAVADO AUTOMÁTICO DE TRENES

EDIFICIO DE SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO

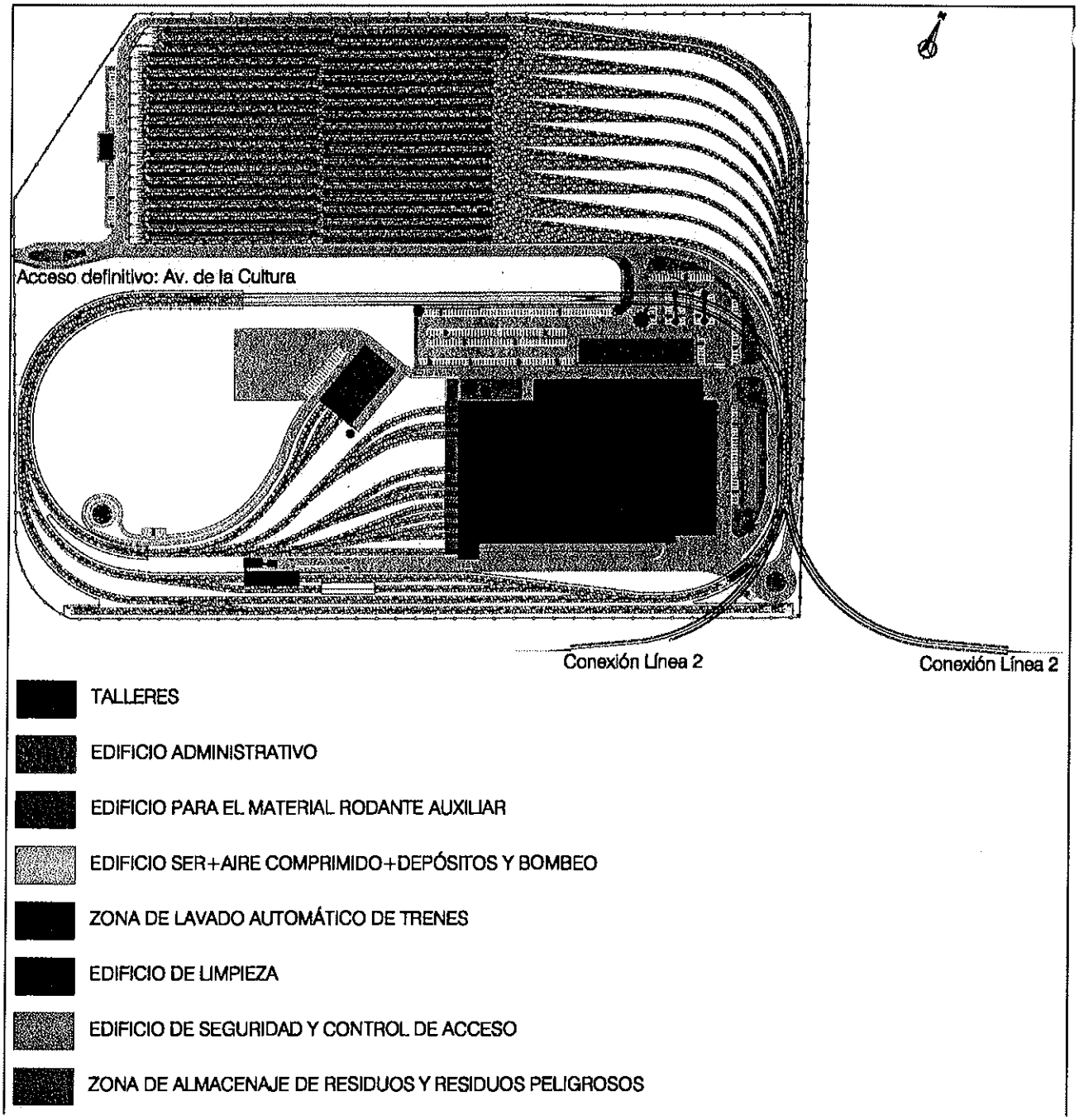
ZONA DE ALMACENAJE DE RESIDUOS Y RESIDUOS PELIGROSOS

Esquema de ordenación de la Fase 1 del patio de Santa Anita

En la Fase 2 se llevará a cabo la culminación de la playa de vías reorganizando el acceso al conjunto y el esquema de recorridos internos, además de la edificación destinada a limpieza. El acceso se situará en la Av. de la Cultura, perpendicular a la Carretera Central, y se conectará con la zona de los Talleres y Edificio Administrativo a través de un vial que recorrerá la longitud de la parcela segregando la zona de la Fase 1 y la playa de vías de la Fase 2. Los recorridos internos se completarán con la creación del vial de ronda de la playa de vías y su conexión con el óvalo de la zona de Talleres y SER. A continuación se incluye el esquema del estado definitivo del patio tras la culminación de la Fase 2:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita



Esquema de ordenación de la Fase 2 del patio de Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.3 TALLERES

El trazado ferroviario que se diseña conduce a los trenes al edificio de talleres que acoge en sus distintas líneas de entrada los diferentes usos de mantenimiento y reparación que le es preciso al material rodante de la línea.

El edificio consta de tres partes diferenciadas. Por una lado el gran volumen donde ingresan los trenes, a este se le anexa el volumen de talleres y oficinas que dan servicio a la actividad, el cual se establece en dos niveles. La tercera parte de la unidad la compone el anexo de

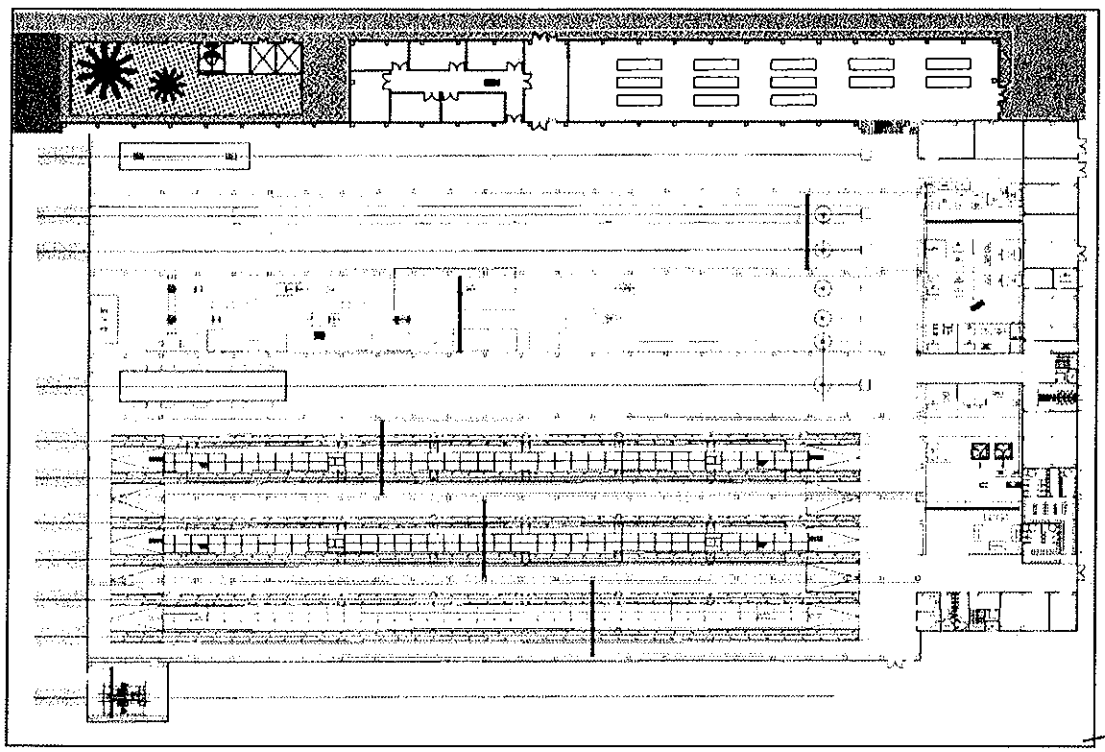
O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014078

almacenaje para material rodante y para materiales de operación de la línea. El volumen contenedor se construye con estructura de concreto y con cerramiento de paneles prefabricados del mismo material, alcanzando una altura libre de nueve metros en el espacio principal, y una altura de cumbrera de diez metros. La cobertura del conjunto se organiza sobre estructura de concreto y panel metálico.

El espacio principal acoge diez líneas de mantenimiento-reparación además de los espacios de bogies y rodadura, contando con las instalaciones técnicas específicas, los elementos de puente grúa necesarios así como la creación de los distintos fosos para la realización de los trabajos por parte del personal. Dicho espacio se apoya con la zona de talleres menores y oficinas situados en cabecera de la nave. En esta zona el programa se descompone en talleres para cada una de las especialidades, los cuales se abren directamente al taller principal, una zona de vestuarios, locales técnicos y zona de administración y gestión de los talleres. El anexo de almacenaje se divide en dos partes, por un lado el almacén de material rodante, con una configuración abierta, y por otro los almacenes de material de obra y operación, con divisiones específicas según programa. En el lateral opuesto se diseña la ubicación de la vía torno en foso, que contará con una parte cubierta para ubicación del utillaje.

Los accesos a la zona de oficinas y talleres menores, así como a la de almacén se llevarán a cabo desde los viales frontales de la nave, segregándose los tráficos vehiculares y peatonales del tránsito ferroviario. A continuación se muestran las plantas así como la tabla de superficies construidas y útiles.



Esquema de la planta del edificio de Talleres de Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014073

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

Zona Administrativa y Talleres Menores		
Planta Baja	3.153,23	m^2
Planta Alta	935,28	m^2
Zona de Talleres	17.179,00	m^2
Zona de almacenaje	2.020,80	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**23.288,31**	**m^2**

Despacho 1	15.58	m^2
Despacho 2	15.32	m^2
Aseo Área Técnica 1	19.17	m^2
Aseo Área Técnica 2	18.81	m^2
Distribuidor Escalera 1	25.04	m^2
Cuadro Eléctrico. Mantenimiento de Corriente	68.05	m^2
Locales Técnicos	36.86	m^2
Vestuario Femenino	54.01	m^2
Vestuario Masculino	125.26	m^2
Talleres 1	689.18	m^2
Cuadro Eléctrico, Mantenimiento y Talleres	112.27	m^2
Distribuidor de Administración	193.89	m^2
Aseo Administración 1	21.43	m^2
Aseo Administración 2	21.65	m^2
Talleres 2	778.56	m^2
Administración	104.50	m^2
Archivo Administración	20.90	m^2
Despacho Administración	17.15	m^2
Comunicaciones	107.95	m^2
Enclavamiento	109.40	m^2
Cuadro Eléctrico Revisiones Generales	73.37	m^2
Área de Soldeo	67.94	m^2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014080

Metrología	76.11	m^2
Distribuidor Escalera 1	20,62	m^2
Locales Técnicos 1	9,29	m^2
Distribuidor	117,47	m^2
Aseo Administración 1	25,74	m^2
Aseo Administración 2	25,75	m^2
Administración 1	103,32	m^2
Archivo	31,28	m^2
Oficina 1	29,05	m^2
Oficina 2	28,53	m^2
Oficina 3	28,63	m^2
Oficina 4	29,05	m^2
Sala de Reunión 1	49,16	m^2
Sala de Reunión 2	48,95	m^2
Sala de Reunión 3	35,27	m^2
Aseos Administración 3	21,15	m^2
Aseos Administración 4	21,27	m^2
Distribuidor Escalera 2	26,86	m^2
Local Técnico 2	37,20	m^2
Oficina 5	30,69	m^2
Administración 2	82,32	m^2
Total Parcial	3.787,03	m^2
Zona de Trabajo	15.617,27	m^2
Total Parcial	15.617,27	m^2
Almacén Material Rodante	1.312,40	m^2
Distribuidor 1	131,87	m^2
Distribuidor 2	128,82	m^2
Estaciones	61,18	m^2
Subestaciones	60,76	m^2
Máquinas y Herramientas	62,30	m^2
Vía y Obras	75,44	m^2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

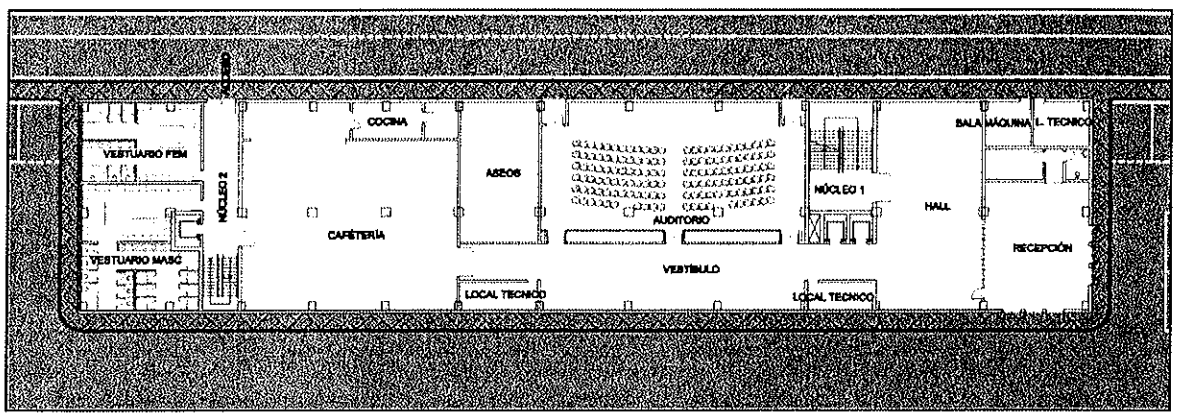
O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014081

Línea Aérea	54,88	m^2
Señales y Comunicaciones	68,57	m^2
Total Parcial	1.956,22	m^2
TOTAL ÚTILES	**21.360,52**	**m^2**

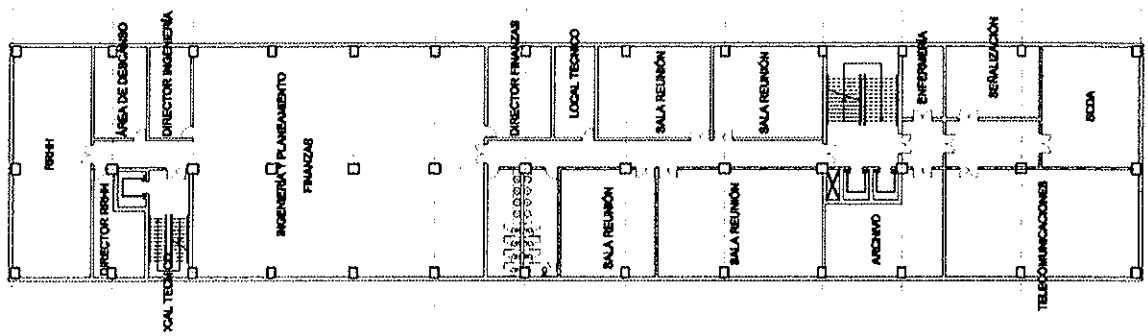
1.4 EDIFICIO ADMINISTRATIVO

El Edificio Administrativo asume una posición principal en la ordenación garantizando la funcionalidad en los accesos y comunicaciones, como se puede ver en el esquema de situación del inicio de la sección. Se trata de un edificio de en forma de pastilla con tres niveles que acoge en ellos un programa de usos administrativos y de zonas de control, además de unos usos auxiliares como pueden ser cafetería y salón de actos. Al contar con un esquema estructural claro de dos crujías, suma longitudinalmente los módulos necesarios para acoger los usos antedichos hasta alcanzar los ochenta y cinco metros de longitud con un fondo de dieciocho metros. El programa se encaja de manera que en planta baja se colocan los usos más públicos con son Hall de Acceso, Auditorio, Cafetería y Vestuarios, además de los locales técnicos necesarios. La planta primera y segunda se organizan para los usos administrativos y de gestión de la infraestructura dividiéndose en espacios que acogen en su mayor parte despachos o espacios compartidos de oficinas de mediano porte y salas de reuniones. A continuación se muestran las plantas del Edificio Administrativo y la tabla de superficies.



Esquema de planta baja del Edificio Administrativo

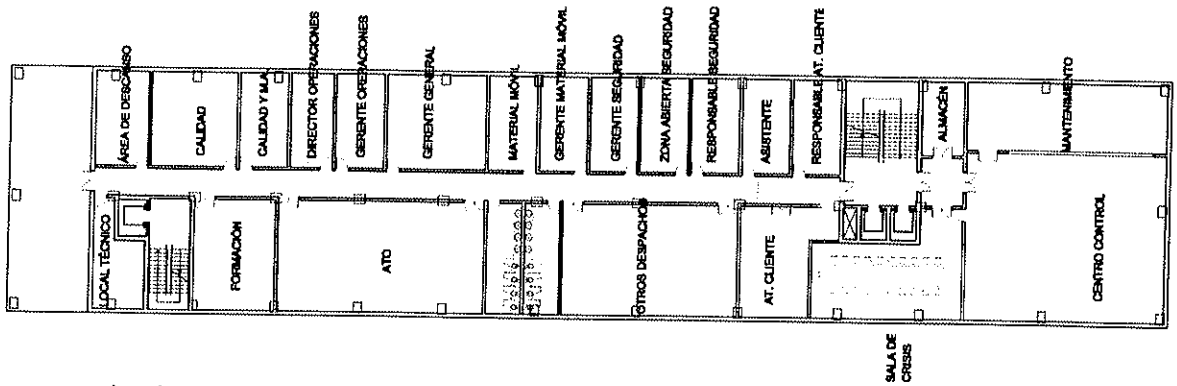
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

Esquema de planta primera del Edificio Administrativo

014082



Esquema de planta segunda del Edificio Administrativo

Planta Baja	1.522,80	m^2
Planta Primera	1.522,80	m^2
Planta Segunda	1.416,60	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**4.462,20**	**m^2**

Recepción	92,00	m^2
Archivo Recepción	12,61	m^2
Aseo Recepción	5,07	m^2
Local Técnico 1	16,85	m^2
Sala de Máquinas	14,10	m^2
Hall	153,42	m^2
Escalera Núcleo 1	40,19	m^2
Vestíbulo	157,75	m^2
Local Técnico 2	12,53	m^2
Auditorio	225,39	m^2
Aseos Auditorio	76,58	m^2
Local Técnico 3	14,83	m^2
Cafetería	282,14	m^2
Cocina	25,24	m^2
Escalera Núcleo 2	47,79	m^2
Vestuario Femenino	62,73	m^2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014083

Vestuario Masculino	92,35	m^2
Total Parcial	1.331,57	m^2
Dept. Instalaciones	250,35	m^2
Archivo	55,76	m^2
Distribuidor 1	10,68	m^2
Enfermería	16,42	m^2
Escalera Núcleo 1	48,36	m^2
Distribuidor 2	49,30	m^2
Sala de Reunión 1	98,70	m^2
Sala de Reunión 2	56,08	m^2
Sala de Reunión 3	55,98	m^2
Sala de Reunión 4	57,54	m^2
Local Técnico	20,70	m^2
Aseo 1	20,20	m^2
Aseo 2	20,64	m^2
Director de Finanzas	32,69	m^2
Ingeniería, Planeamiento y Finanzas	390,60	m^2
Director de Ingeniería	21,32	m^2
Área de Descanso	26,49	m^2
Director de RRHH	23,10	m^2
Dept. RRHH	98,08	m^2
Total parcial	1.352,99	m^2
Centro de Control	201,45	m^2
Sala Auxiliar C. de Control	45,86	m^2
Distribuidor 3	10,68	m^2
Almacén	16,42	m^2
Escalera Núcleo 1	39,56	m^2
Archivo	55,76	m^2
Distribuidor 4	107,10	m^2
Atención al Cliente	57,80	m^2
Responsable de Atención al Cliente	23,94	m^2
Responsable de Seguridad	24,01	m^2
Zona Abierta Seguridad	24,01	m^2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014084

Gerente de Seguridad	24,01	m^2
Gerente de Material Móvil	24,01	m^2
Material Móvil	24,01	m^2
Gerente General	49,26	m^2
Gerente de Operaciones	23,73	m^2
Director de Operaciones	21,39	m^2
Calidad y Medio Ambiente	23,73	m^2
Calidad	43,05	m^2
Área de Descanso	26,48	m^2
Local Técnico	23,05	m^2
Escalera Núcleo 2	24,27	m^2
Formación	47,20	m^2
ATO	120,17	m^2
Aseo 1	20,45	m^2
Aseo 2	20,65	m^2
Total Parcial	1.122,05	m^2
TOTAL ÚTILES	**3.806,61**	**m^2**

Como en todos los edificios del conjunto, se construye con estructura de concreto armado y con cerramientos de paneles de concreto prefabricados. Los forjados y cubierta se realizarán mediante losas armadas. Interiormente se cualificarán los paramentos trasdosando con tabiquería seca que acogerá las instalaciones técnicas.

1.5 EDIFICIO PARA EL MATERIAL RODANTE AUXILIAR

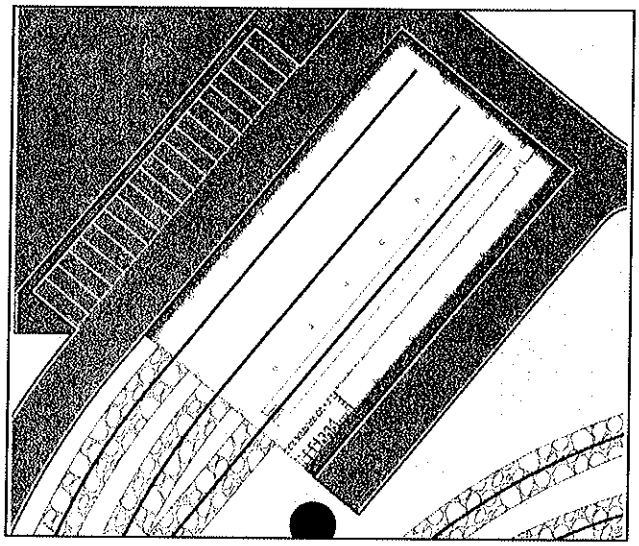
Este edificio se ubica en el final de las bifurcaciones de la vía de acceso al complejo, asumiendo una posición y uso independiente a los Talleres. Se trata de un edificio de planta rectangular de 52x26 metros con un programa funcional constituido por un espacio principal con tres vías férreas, una de ellas en foso y una pastilla de almacén y núcleo de vestuarios para personal. Interiormente cuenta con una altura libre de 9 metros y una altura exterior de 10m. Se construye con estructura de concreto armado, cerramiento de panel prefabricado de concreto y cobertura de panel metálico.

A continuación se muestran, la planta del edificio y la tabla de superficies.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014085



Esquema en planta del Edificio para el Material Rodante Auxiliar de Santa Anita

Planta Baja	1.387,16	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**1.387,16**	**m^2**

Espacio Principal	1.162,14	m^2
Almacén	132,82	m^2
Vestuarios de Personal	42,07	m^2
TOTAL ÚTILES	**1.337,03**	**m^2**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.6 EDIFICIO SER CABINAS ELÉCTRICAS + DEPÓSITO CONTRAINCENDIOS Y BOMBEO Y CENTRAL DE AIRE COMPRIMIDO

Para la ubicación de la SER (Subestación eléctrica de Rectificación), del aljibe contraincendios y unidades de bombeo, y para la central de aire comprimido, se diseña una única pastilla que, de forma segregada, acoja estas familias de usos técnicos. Para garantizar la funcionalidad en las conducciones e instalaciones técnicas de cada una de las familias se opta por ubicar el contenedor en una zona cercana a los usos técnicos, de esta manera se opta por la zona frontal de la nave de Talleres tal y como se indica en los esquema que se incluyó en el inicio de esta sección.

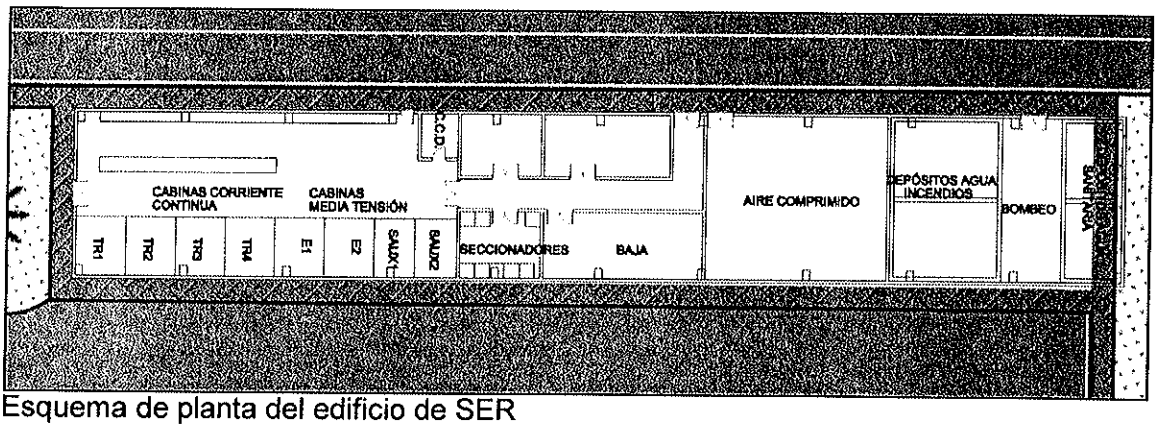
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

La pastilla cuenta con unas dimensiones de 71x11,5 m en una única planta altura libre 5,10 m y altura exterior 6 m. Se crean zonas segregadas para colocar los ambientes eléctricos de los hidráulicos y aire comprimido. Para la zona eléctrica se crea un ambiente único para acoger

O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

las cabinas de corriente continua y media tensión y además se dividen distintos ambientes menores para seccionadores y elementos de baja tensión. Para la zona de aire comprimido se diseña un ambiente único destinado a grupos compresores y para la zona hidráulica un ambiente para bombas flanqueado por los aljibes de agua sanitaria y agua contraincendios.

Constructivamente el edificio continúa el sistema utilizado en todo el complejo de estructura de concreto armado con cerramiento de paneles prefabricados de concreto y cubierta de panel metálico. A continuación se disponen la definición gráfica del edificio y el cuadro de superficies.



Esquema de planta del edificio de SER

Planta Baja	815,35	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**815,35**	**m^2**

CABINAS	273,85	m^2
C.C.D	7,50	m^2
SECCIONADORES	23,74	m^2
BAJA TENSIÓN	47,95	m^2
Sala Auxiliar 1	22,33	m^2
Sala Auxiliar 2	35,35	m^2
Distribuidor	41,70	m^2
Total Parcial	452,42	m^2
Centra de Aire Comprimido	133,86	m^2
Total Parcial	133,86	m^2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

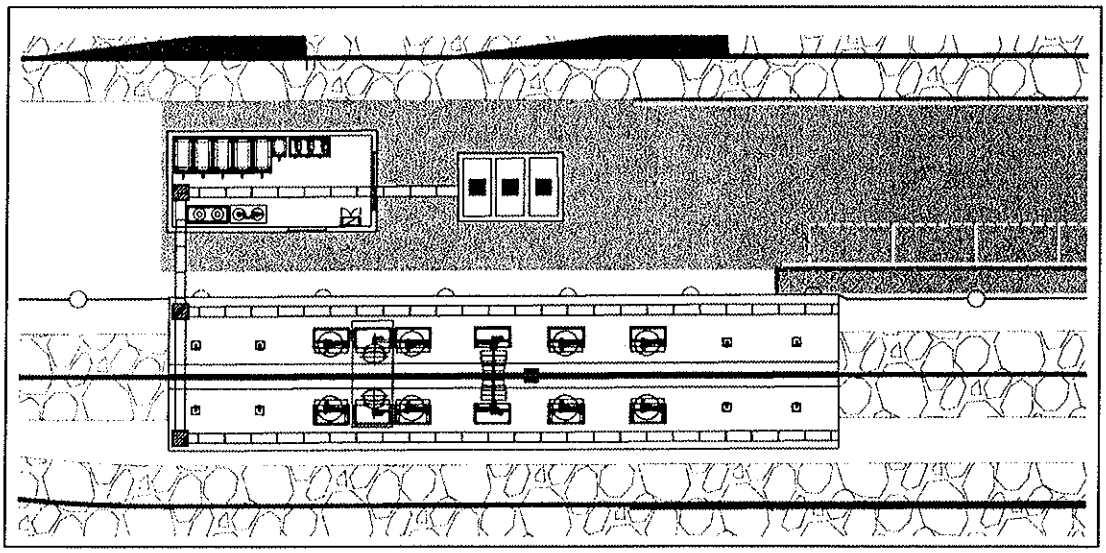
O.5.3. Arquitectura del patio taller Santa Anita

014087

Depósitos Agua Contraincendios	71,00	m^2
Bombeo	43,70	m^2
Depósitos Agua Sanitaria	35,54	m^2
Total Parcial	150,24	m^2
TOTAL ÚTILES	**736,52**	**m^2**

1.7 ZONA DE LAVADO AUTOMÁTICO DE TRENES

Para la zona de lavado de trenes se diseña un pabellón que acoja todos los elementos técnicos que dan servicio a la maquinaria automática. Dicha edificación es de pequeño porte con unas dimensiones de 12x6m construidas con estructura de concreto armado, cerramiento de panel prefabricado y cubierta de panel metálico. Se sitúa en la zona de conducción automática en la posición que se muestra en el esquema anterior.



Esquema en planta de la zona de Lavado Automático de Trenes de Santa Anita.

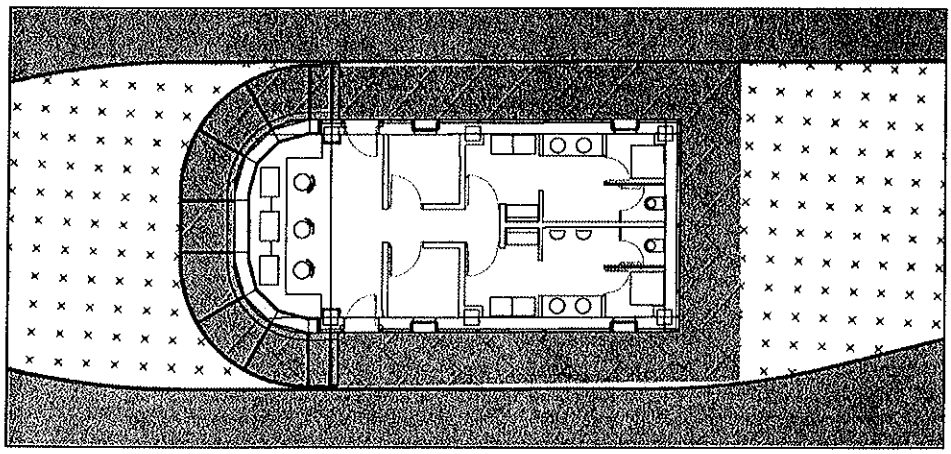
Planta Baja	75,69	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**75,69**	**m^2**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Zona técnica	65,00	m^2
TOTAL ÚTILES	**65,00**	**m^2**

1.8 EDIFICIO DE SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO

El control de acceso se resuelve con un edificio de pequeño porte situado en el acceso desde Carretera Central para la Fase 1. El edificio se construye en una única planta con unas dimensiones de 12x6 metros y contendrá además de una zona para la ubicación del control, dos unidades de vestuarios y almacenes de servicio. El alzado frontal será curvo y se dotará de una visera de control solar dispuesta sobre el gran hueco que permite a la sala de control contar con la visibilidad del acceso. Constructivamente seguirá la línea técnica y estética de todo el conjunto, estructura de concreto armado, cerramiento de paneles prefabricados del mismo material, con trasdosado y compartimentación de tabiquería seca y cubierta metálica sobre subestructura de concreto.



Esquema en planta del Edificio definitivo de Seguridad y Control de Acceso de Santa Anita

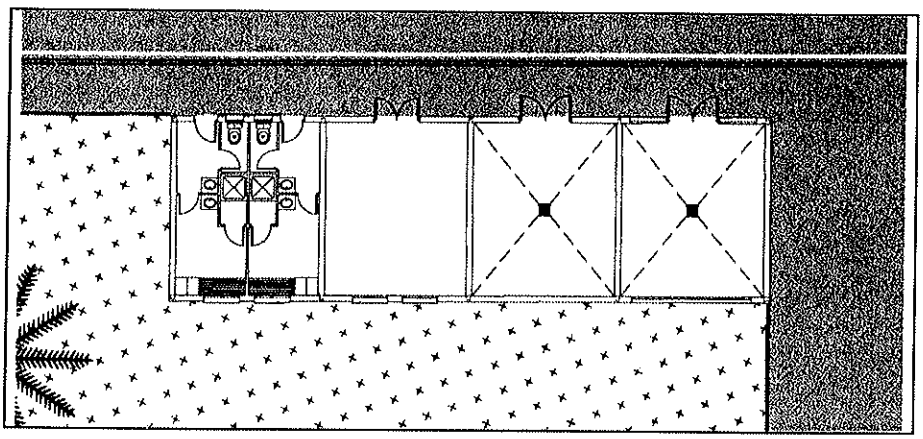
Planta Baja	67,98	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**67,98**	**m^2**

Espacio de Control	19,60	m^2
Almacenes	7,41	m^2
Vestuarios Femenino	12,17	m^2
Vestuario Masculino	12,94	m^2
TOTAL ÚTILES	**52,12**	**m^2**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

1.9 ZONA DE ALMACENAJE DE RESIDUOS Y RESIDUOS PELIGROSOS

Esta instalación se llevará a cabo ligado a la zona de Talleres. Se dispondrán cuatro cubículos de 6x5m cada uno, dos cubiertos y dos descubiertos en un único nivel para dar cabida los contenedores, cilindros y recipientes que contengan los residuos sólidos y líquidos que se generen en las zonas técnicas del conjunto. Su ubicación será junto el anexo de almacenaje para material rodante y para materiales de operación de la línea, y se llevará a cabo constructivamente con la solución estándar aplicada en todos los edificios del patio.



Esquema en planta de la zona de Almacenaje de Residuos y Residuos Peligrosos de Santa Anita

Planta Baja	127.16	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**127.16**	**m^2**

Aseo Masculino	13.55	m^2
Aseo Femenino	13.52	m^2
Almacén 1	28.10	m^2
Almacén 2	28.10	m^2
Almacén 3	28.10	m^2
TOTAL CONSTRUIDOS	**111.37**	**m^2**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[14470]
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

014090

O.5.3.	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.3. ARQUITECTURA DEL PATIO TALLER SANTA ANITA

APÉNDICE 1: PLANOS

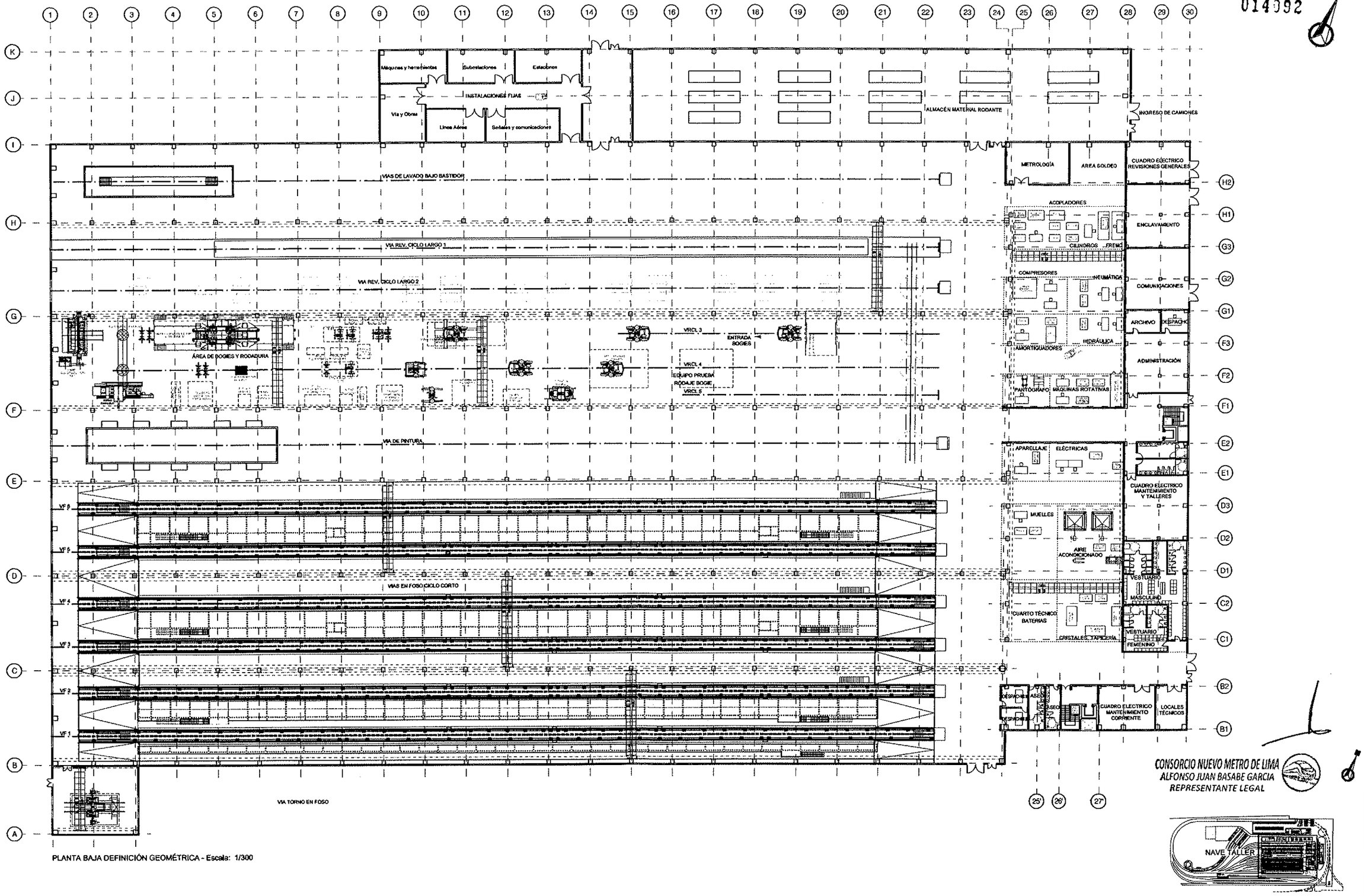
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-PSA-FUN-01	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. NAVE TALLER	1/300	4
PLOC-PSA-FUN-02	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. EDIF. OFICINAS	1/200	2
PLOC-PSA-FUN-03	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. NAVE MATERIAL RODANTE	1/200	1
PLOC-PSA-FUN-04	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. S.E.R.	1/200	1
PLOC-PSA-FUN-05	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. EDIF. CONTROL DE ACCESOS	1/50	1
PLOC-PSA-FUN-07	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. PUNTO LIMPIO	1/100	1
PLOC-PSA-DR-01	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DRENAJE. PLANTA GENERAL	1/500	2
PLOC-PSA-DR-02	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. DRENAJE. DETALLES	VARIAS	2
PLOC-PSA-URB-01	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. URBANIZACIÓN. PLANTA, FACHADA, DETALLES Y PUERTAS PARA CERRAMIENTOS	VARIAS	1
PLOC-PSA-URB-02	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. URBANIZACIÓN.ZONAS VERDES	VARIAS	2
PLOC-PSA-URB-03	PATIO Y TALLER SANTA ANITA. URBANIZACIÓN.ESTACIONAMIENTOS	VARIAS	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[14472]

014092



PLANTA BAJA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA - Escala: 1/300

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/300
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
NAVE TALLER. PLANTA BAJA

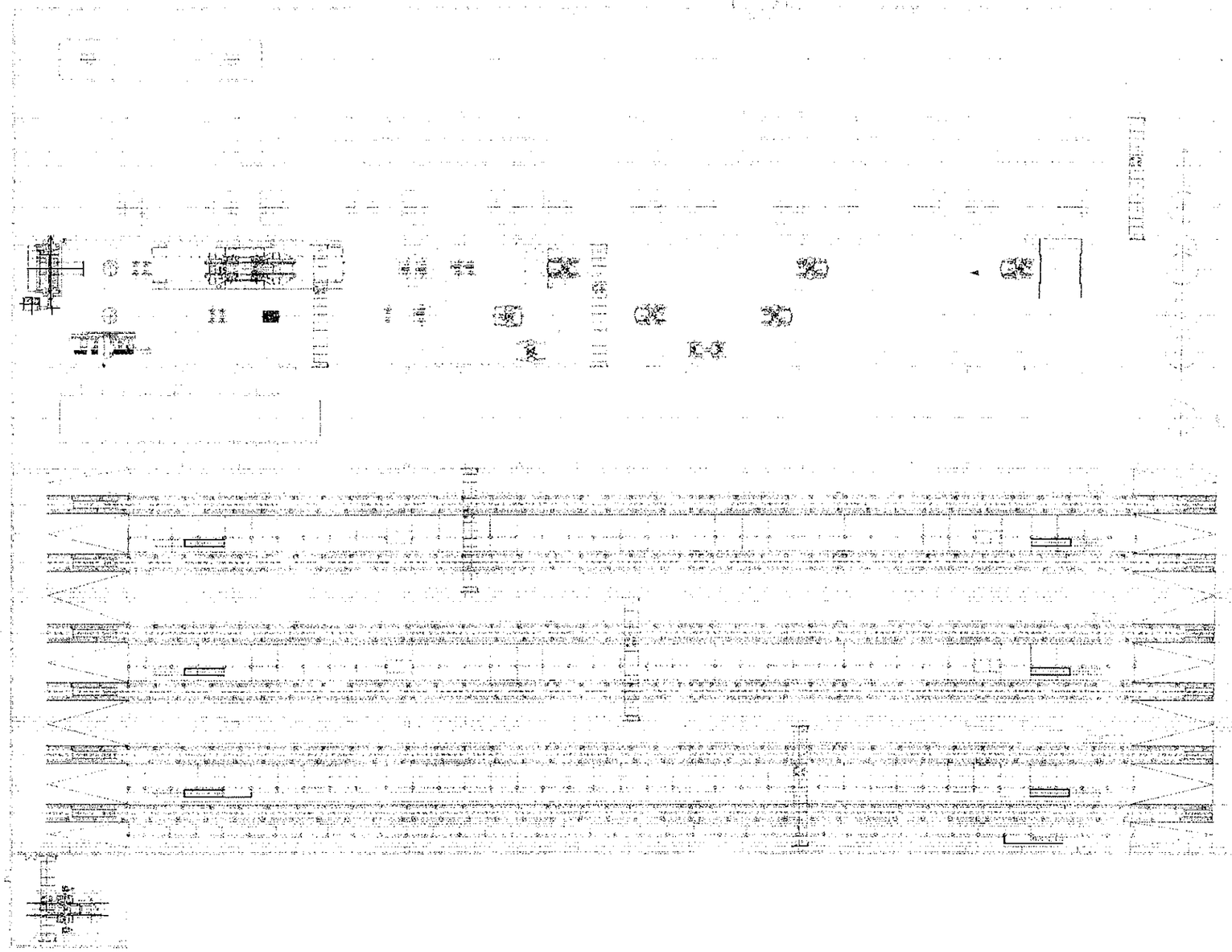
PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-01-P-001
HOJA: 01 de 04
REVISIÓN: 0

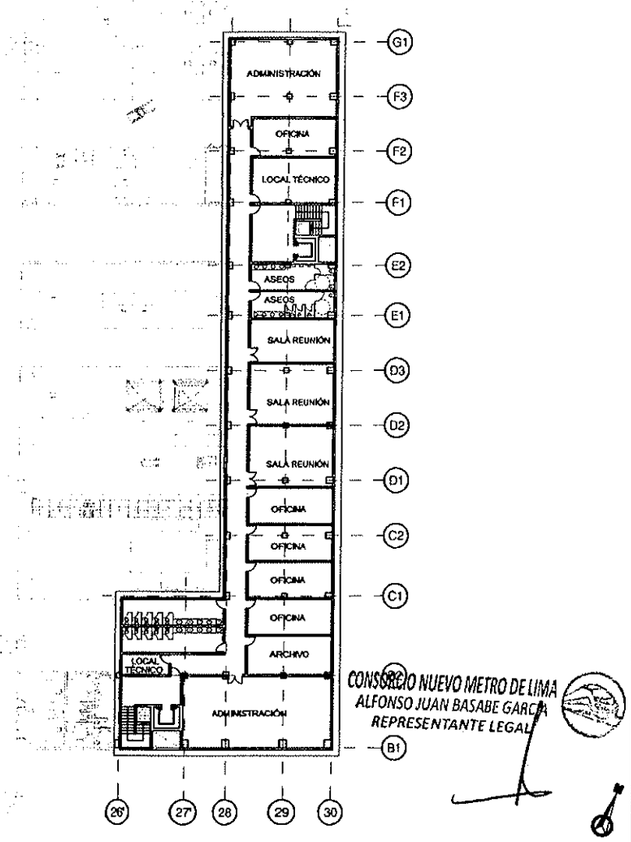
1304-PLOC-PSA-FUN-01-P001-P004.dwg

z:\p03-2335\p03-252906 trabajos\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-01-p001-p004.dwg - 11/02/2014 - 17:54

[14473]

014033

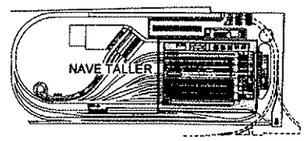




CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

PLANTA PRIMERA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA - Escala: 1/300

PLANTA PRIMERA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Escala: 1/300



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

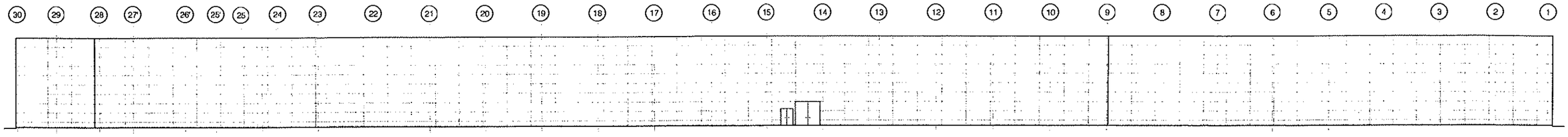
ESCALA (A1): 1/300
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
NAVE TALLER. PLANTA PRIMERA

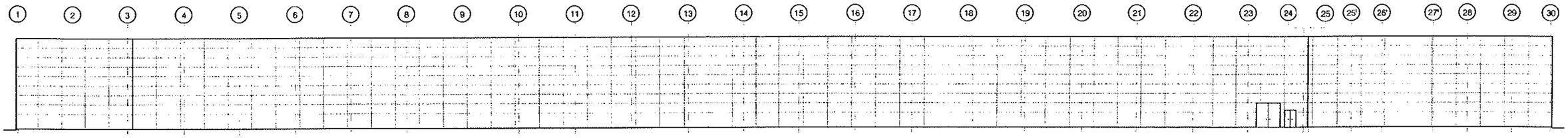
PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-01-P-002
HOJA: 02 de 04
REVISIÓN: 0

1304-PLOC-PSA-FUN-01-P001-P004.dwg

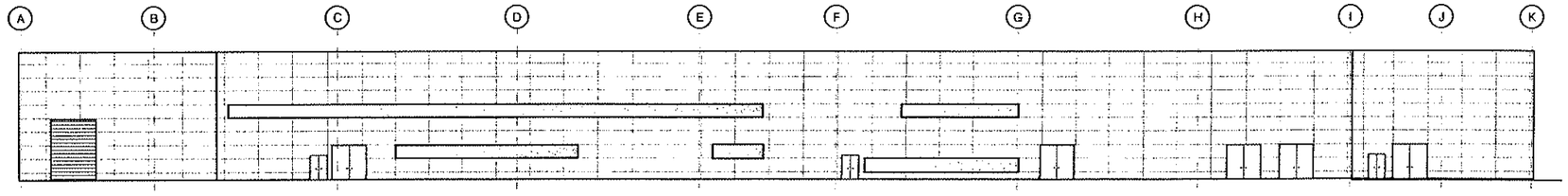
z:\tx03-2335\p03-2329\08 trabajo\ploc_fase II\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-01-p001-p004.dwg - 11/02/2014 - 17:55



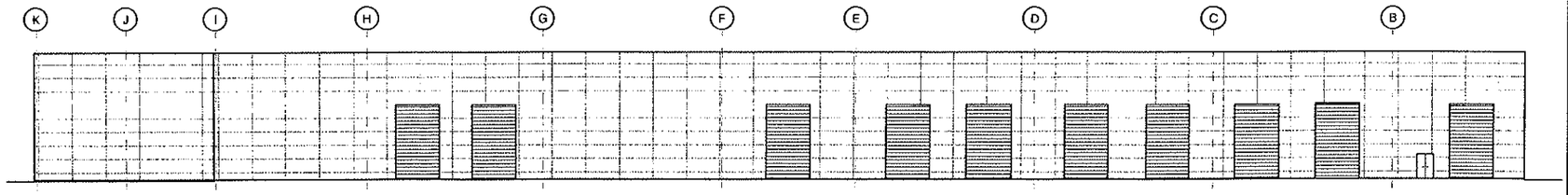
ALZADO 1 - Escala: 1/250



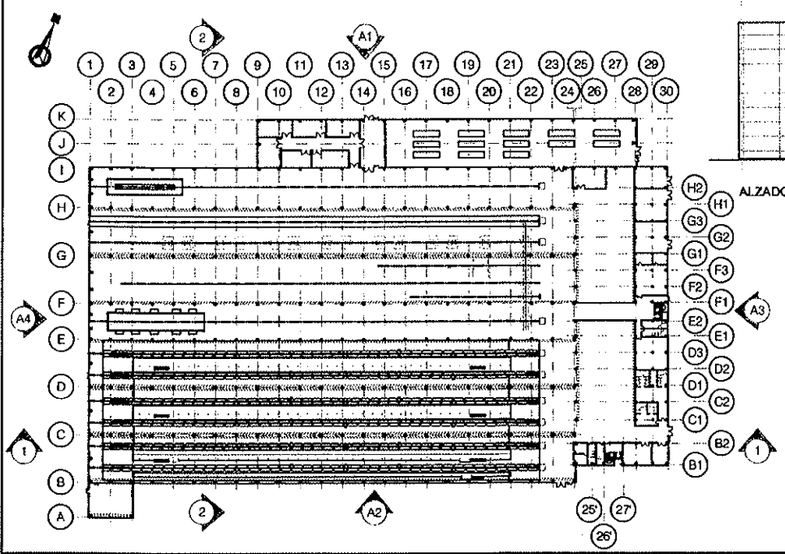
ALZADO 2 - Escala: 1/250



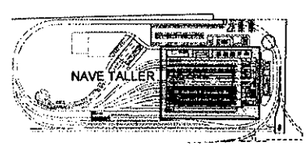
ALZADO 3 - Escala: 1/250



ALZADO 4 - Escala: 1/250



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/250
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2, DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
NAVE TALLER. ALZADOS

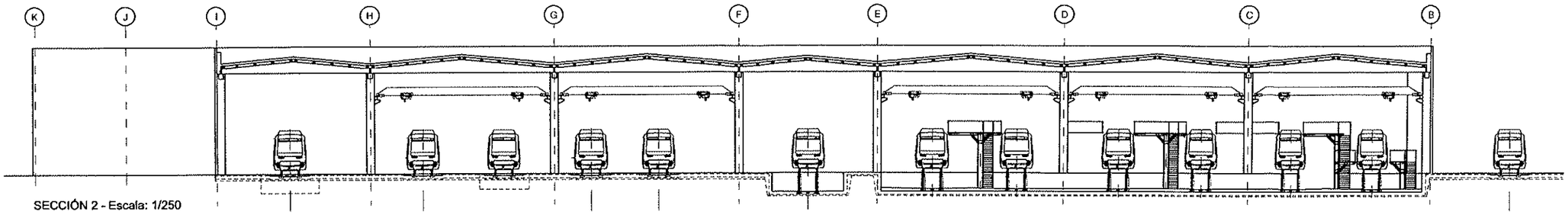
PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-01-P-003
HOJA: 03 de 04
REVISIÓN: 0

1304-PLOC-PSA-FUN-01-P001-P004.dwg

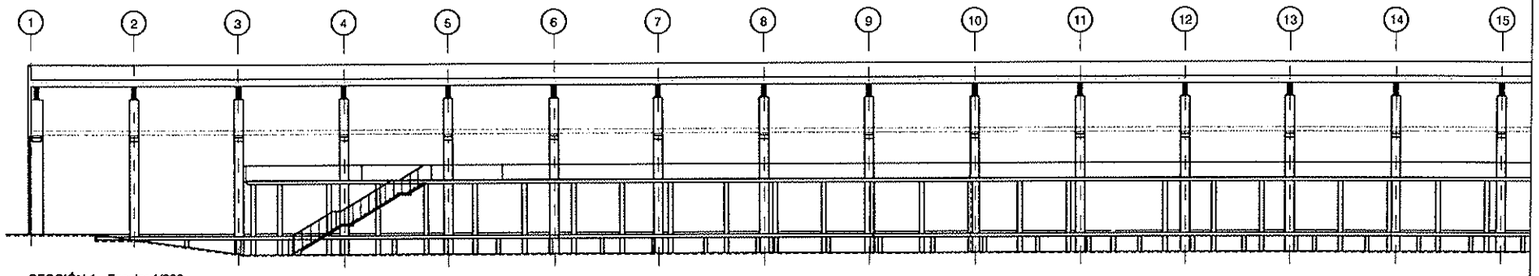
z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-01-p001-p004.dwg - 11/02/2014 - 17:58

[14475]

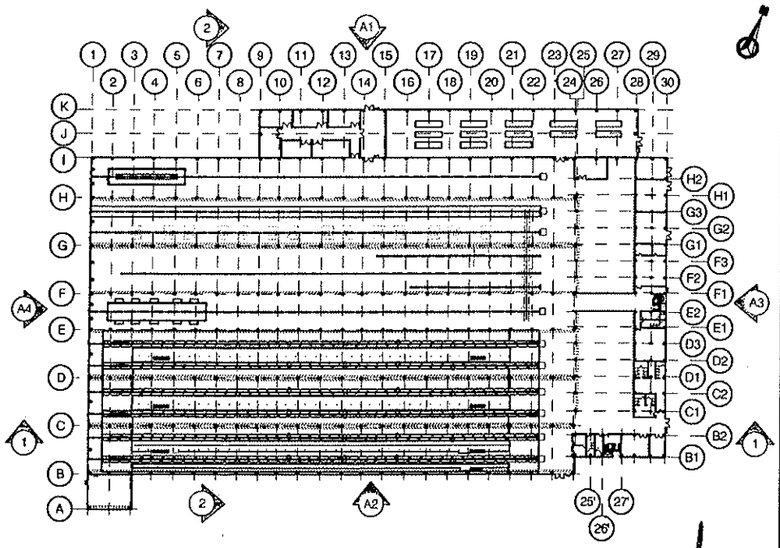
014095

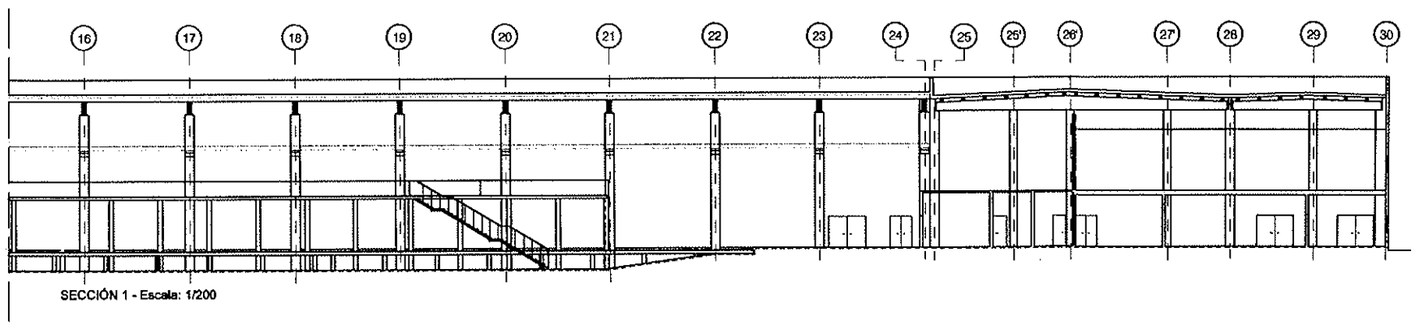


SECCIÓN 2 - Escala: 1/250



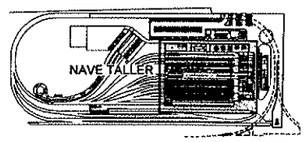
SECCIÓN 1 - Escala: 1/200





SECCIÓN 1 - Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\ploc_fase II\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-01-p001-p004.dwg - 11/02/2014 - 17:56

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERÍA

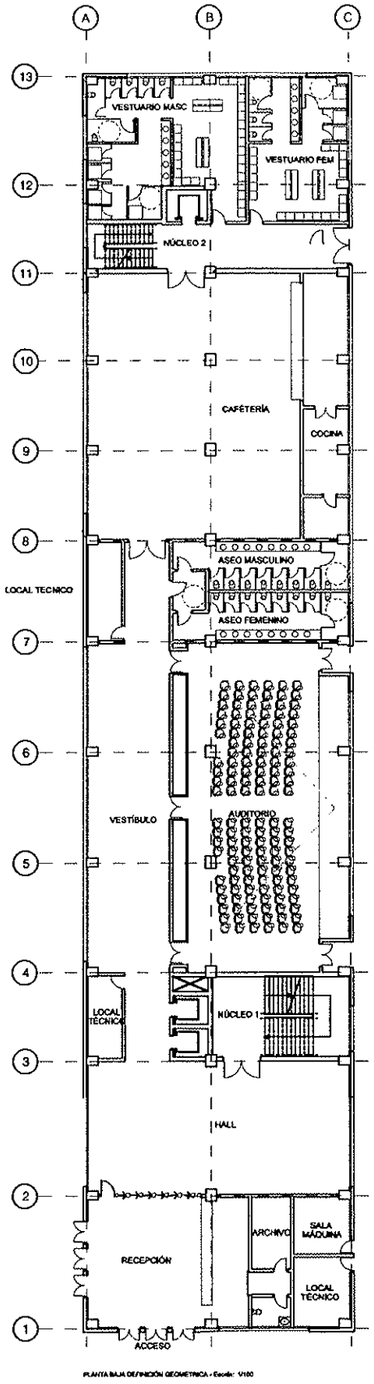
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/200
FECHA: FEBRERO 2014

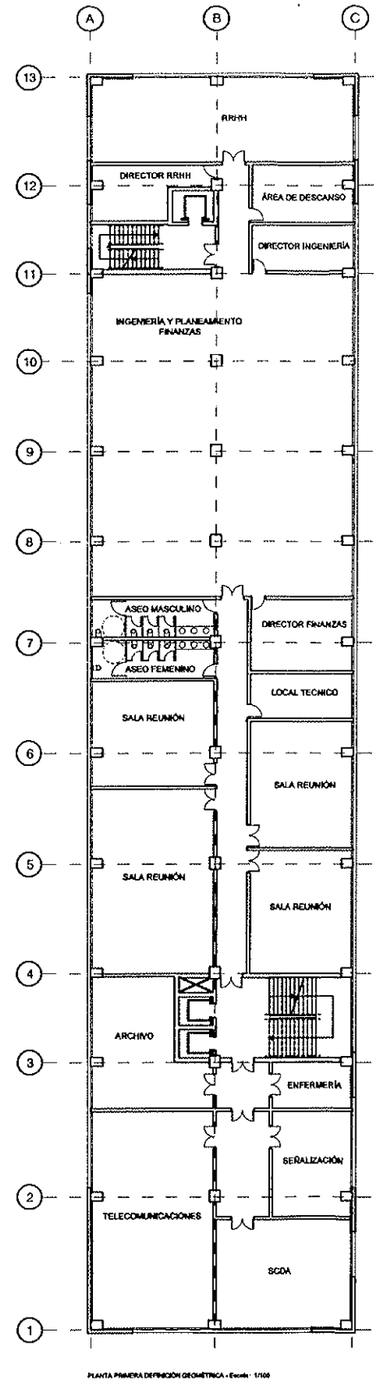
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
NAVE TALLER. SECCIONES

PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-01-P-004
HOJA: 04 de 04
REVISIÓN: 0

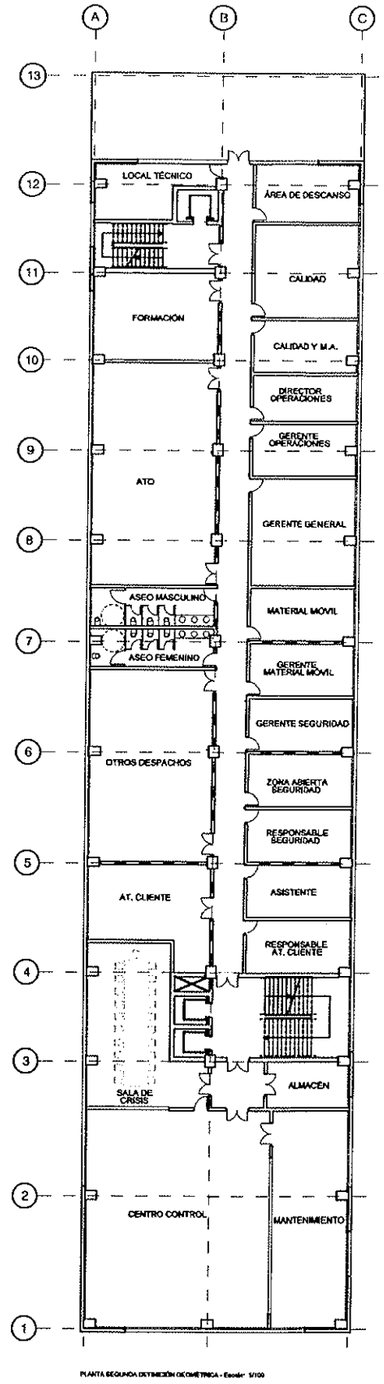
1304-PLOC-PSA-FUN-01-P001-P004.dwg



PLANTA BAJA DEFINICIÓN GEOMETRICA - Escala: 1/100



PLANTA PRIMERA DEFINICIÓN GEOMETRICA - Escala: 1/100



PLANTA SEGUNDA DEFINICIÓN GEOMETRICA - Escala: 1/100

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurocestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

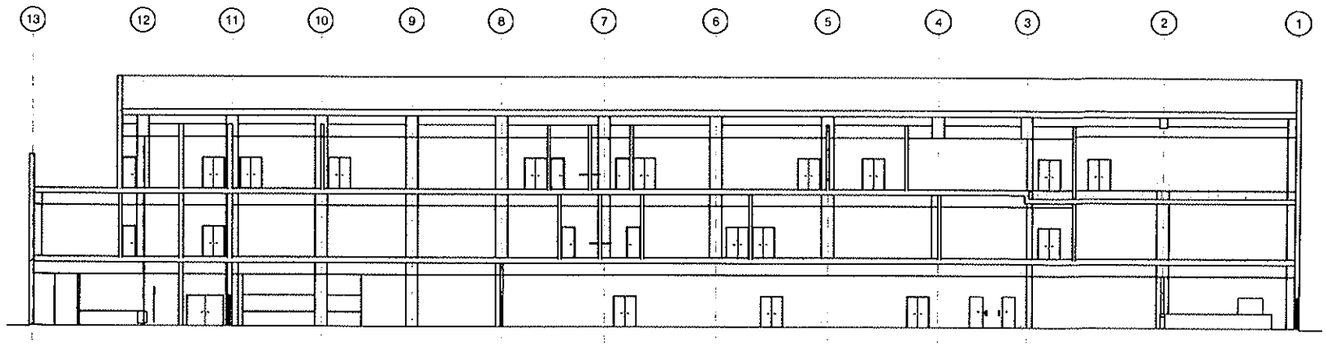
ESCALA (A1): 1/200
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
EDIFICIO DE OFICINAS. PLANTA

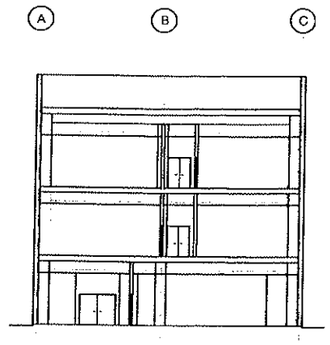
PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-02-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 2

1304-PLOC-PSA-FUN-02-P001-P002.dwg

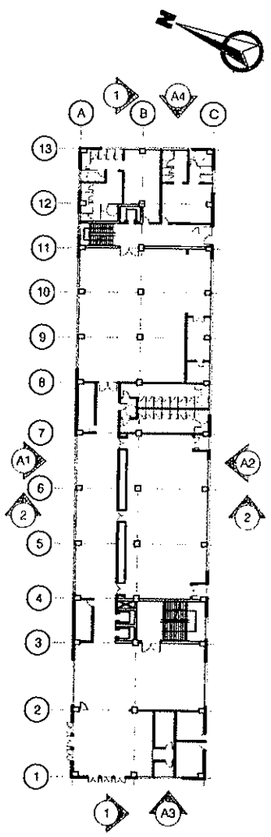
z:\p03-2335\p03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-02-p001-p002.dwg - 11/02/2014 - 18:01

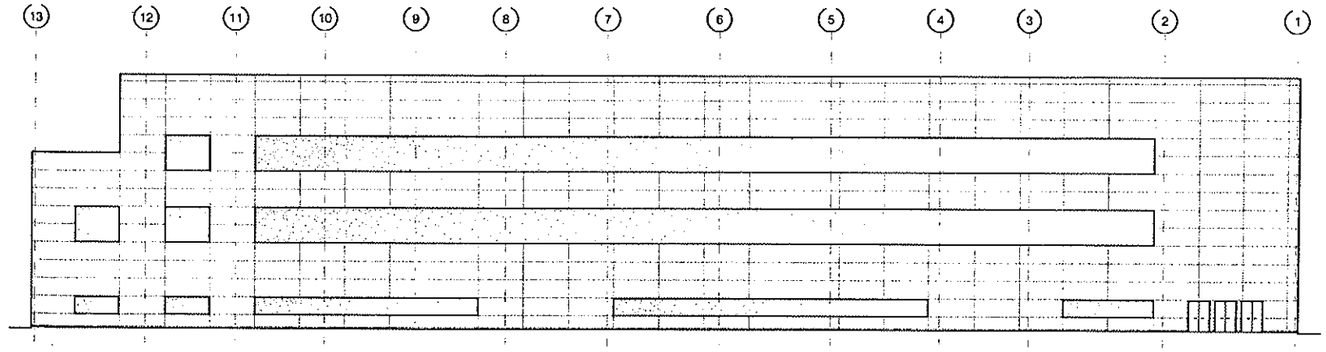


SECCIÓN 1 - Escala: 1/200

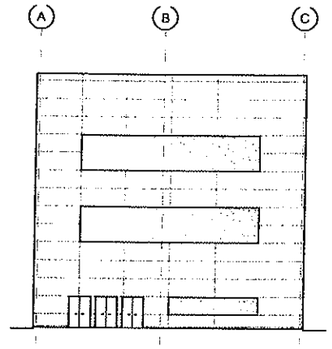


SECCIÓN 2 - Escala: 1/200

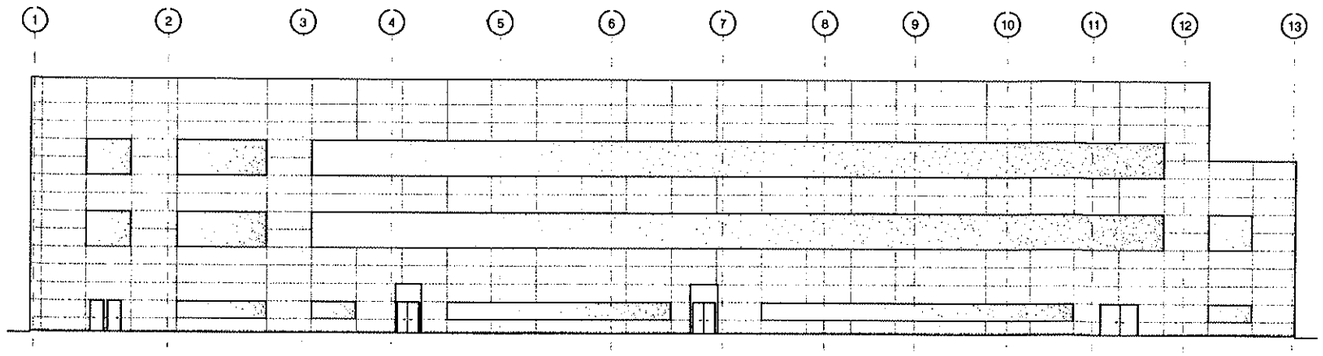




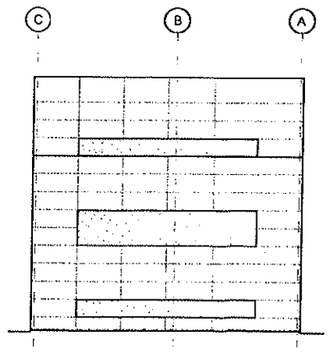
ALZADO 1 - Escala: 1/200



ALZADO 3 - Escala: 1/200



ALZADO 2 - Escala: 1/200



ALZADO 4 - Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

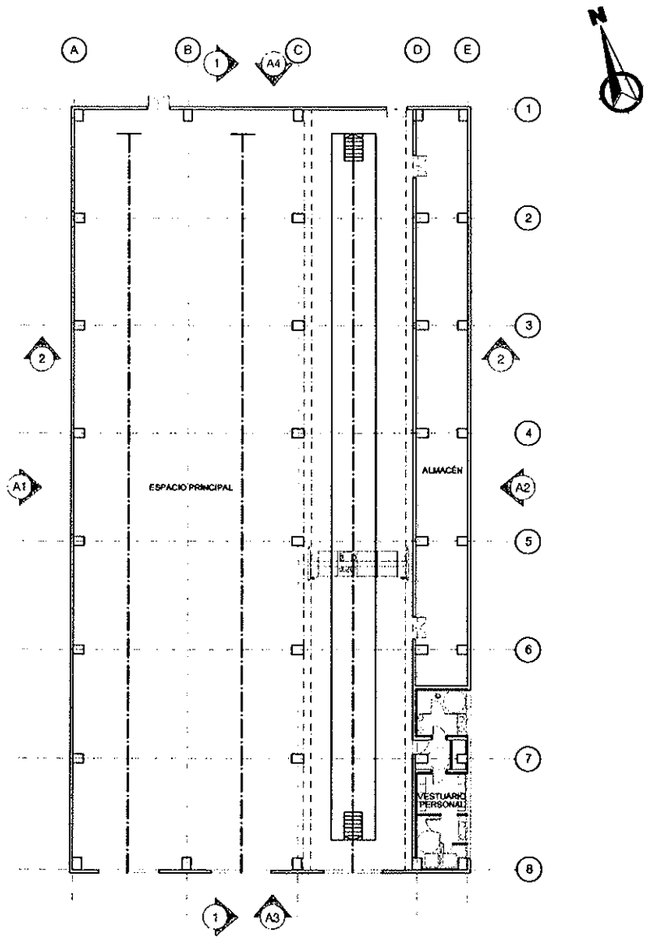
ESCALA (A1): 1/200
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
EDIFICIO DE OFICINAS. ALZADOS Y SECCIONES

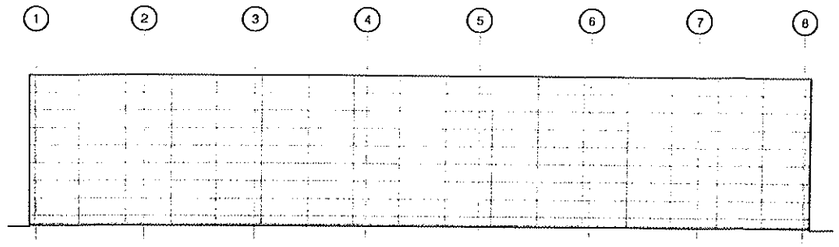
PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-02-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 2

1304-PLOC-PSA-FUN-02-P001-P002.dwg

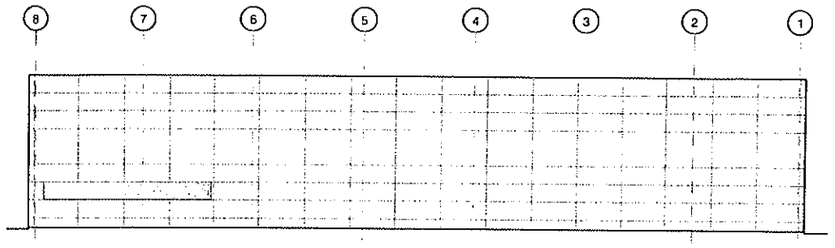
z:\pcp3-2335\p03-2329\08 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-02-p001-p002.dwg - 11/02/2014 - 18:02



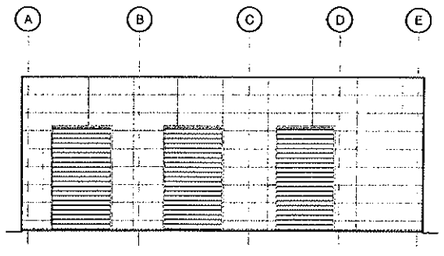
PLANTA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA - Escala: 1/200



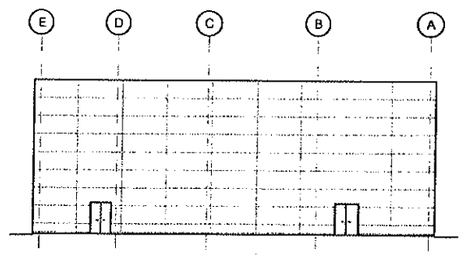
ALZADO 1 - Escala: 1/200



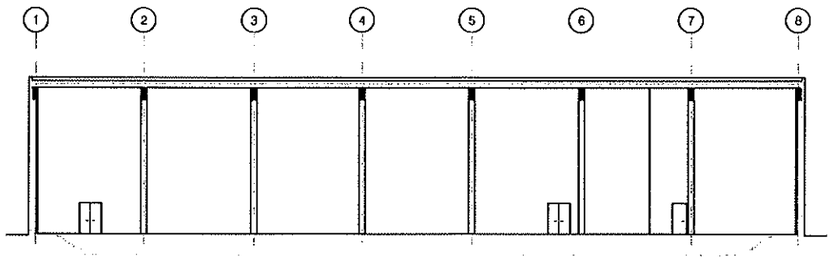
ALZADO 2 - Escala: 1/200



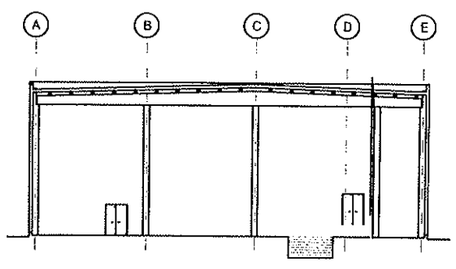
ALZADO 3 - Escala: 1/200



ALZADO 4 - Escala: 1/200

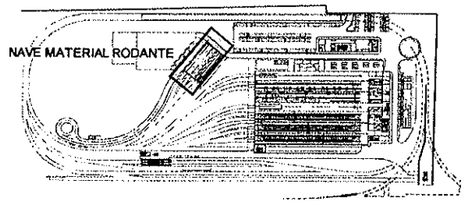


SECCIÓN 1 - Escala: 1/200



SECCIÓN 2 - Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT INGENIERÍA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

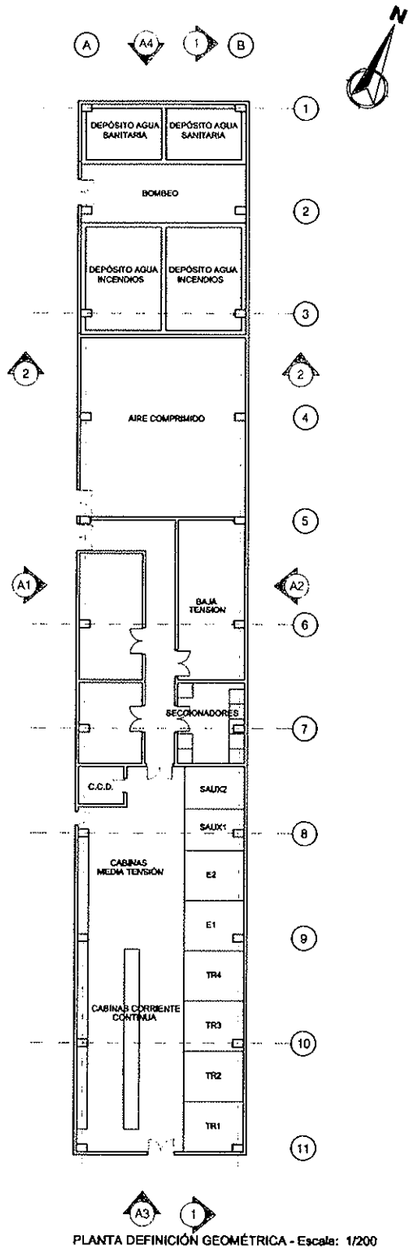
ESCALA (A1): 1/200
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
NAVE MATERIAL RODANTE. PLANTA, ALZADOS Y SECCIONES

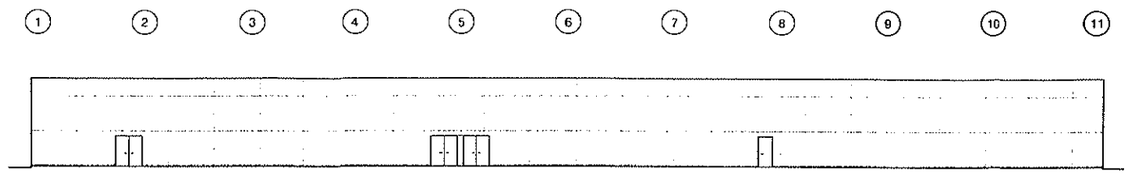
PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-03-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 2

1304-PLOC-PSA-FUN-03-P001-P001.dwg

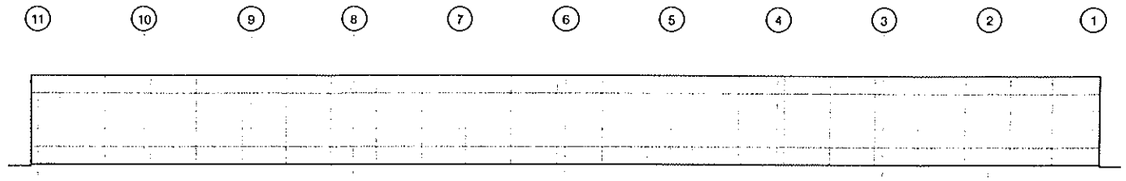
z:\p03-2335\p03-2525\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-03-p001-p001.dwg - 11/02/2014 - 18:00



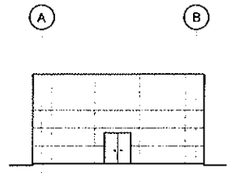
PLANTA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA - Escala: 1/200



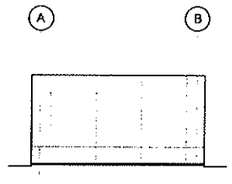
ALZADO 1 - Escala: 1/200



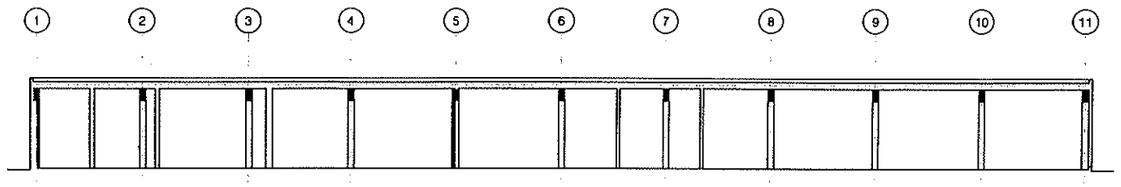
ALZADO 2 - Escala: 1/200



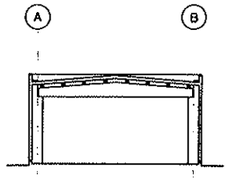
ALZADO 3 - Escala: 1/200



ALZADO 4 - Escala: 1/200

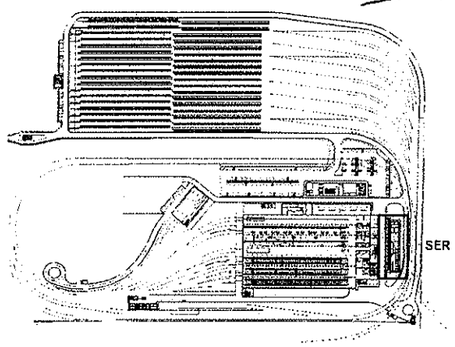


SECCIÓN 1 - Escala: 1/200



SECCIÓN 2 - Escala: 1/200

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



\\datservfct\ak\25 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajo\200 dg documentación gráfica\1304-ploc-psa-fun\1304-ploc-psa-fun-04-p001-p001.dwg - 14/01/2014 - 17:10

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa · euroestudios · 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1): 1/200
FECHA: FEBRERO 2014

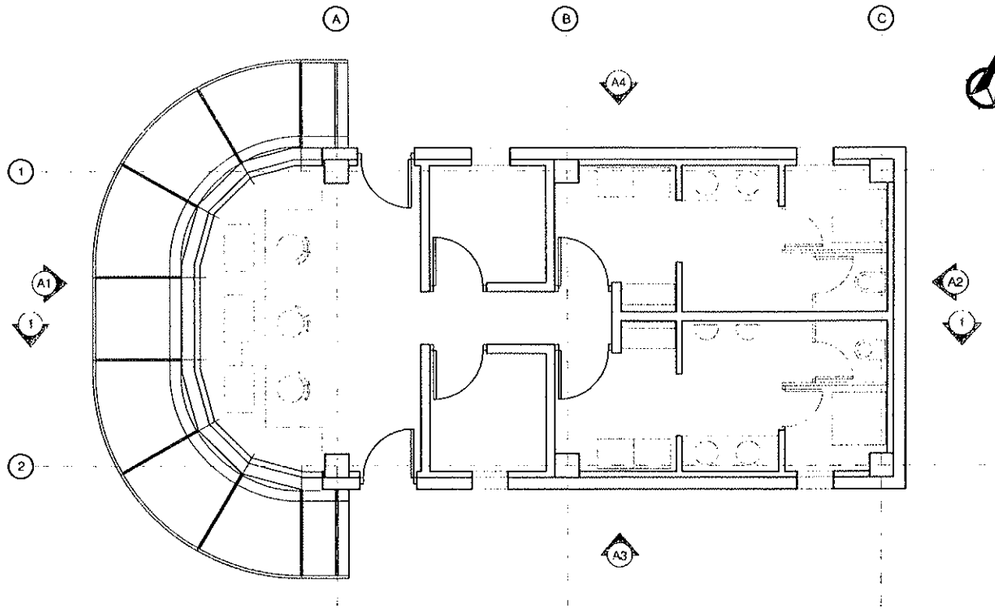
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
SER. PLANTA, ALZADOS Y SECCIONES

PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-04-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 2

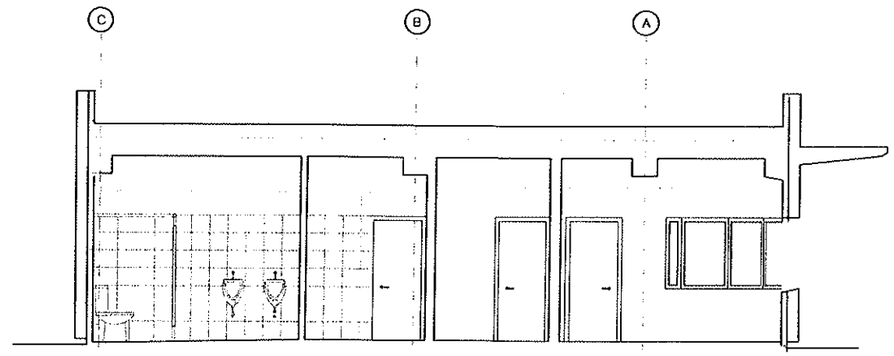
1304-PLOC-PSA-FUN-04-P001-P001.dwg

[14480]

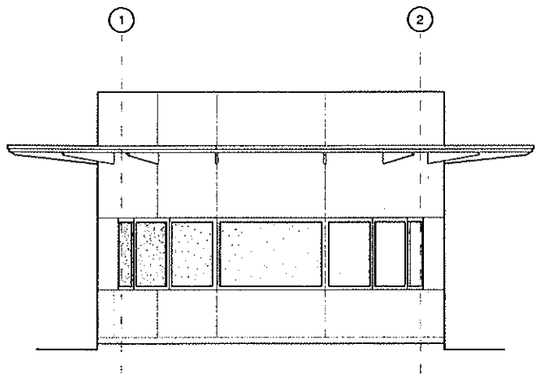
014100



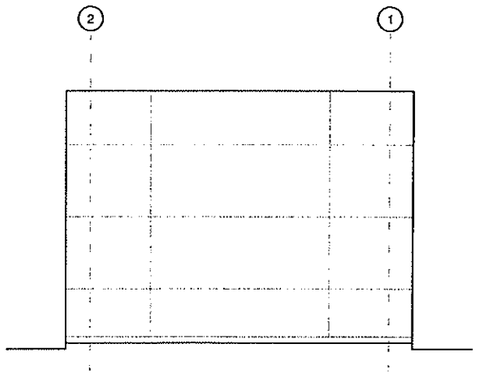
PLANTA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA - Escala: 1/50



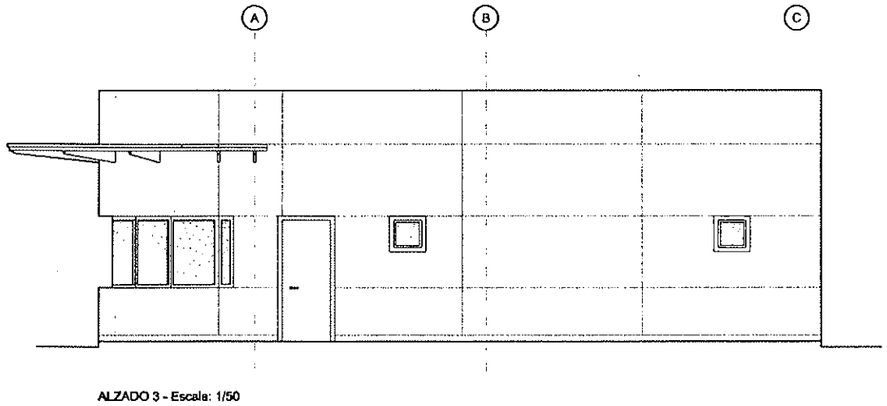
SECCIÓN 1 - Escala: 1/50



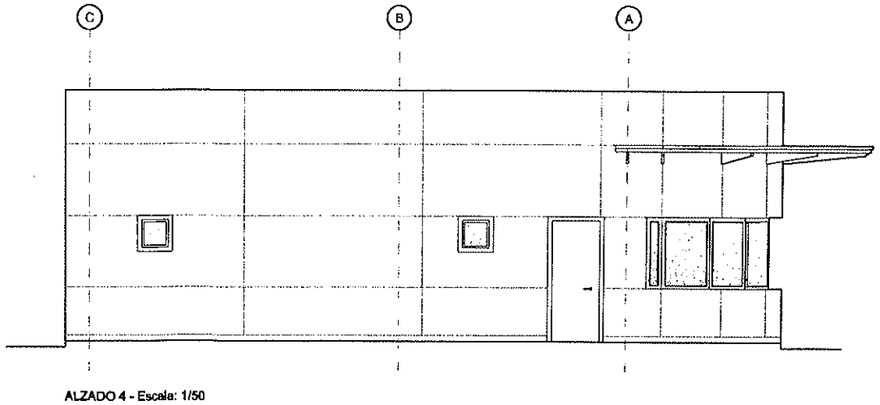
ALZADO 1 - Escala: 1/50



ALZADO 2 - Escala: 1/50

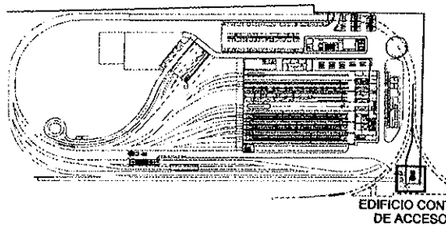


ALZADO 3 - Escala: 1/50



ALZADO 4 - Escala: 1/50

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



EDIFICIO CONTROL DE ACCESOS

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurocestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1): 1/50
FECHA: FEBRERO 2014

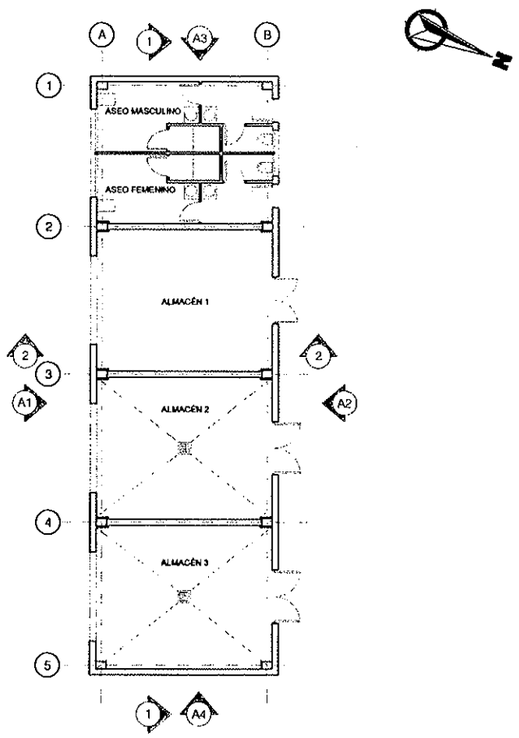
LÍNEA 2, DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
EDIFICIO CONTROL ACCESOS. PLANTA, ALZADOS Y SECCIONES

PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-05-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 2

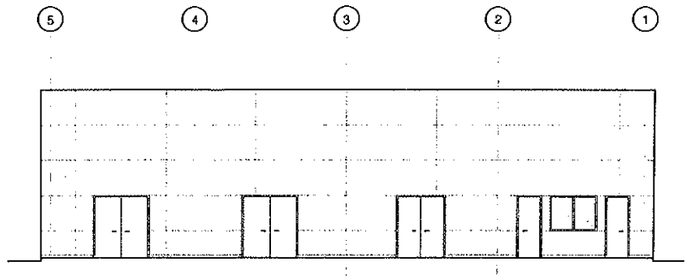
1304-PLOC-PSA-FUN-05-P001-P001.dwg

z:\p03-2335\p03-352908 trabajo\pc_fase II02_plancha\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-05-p001-p001.dwg - 11/02/2014 - 18:05

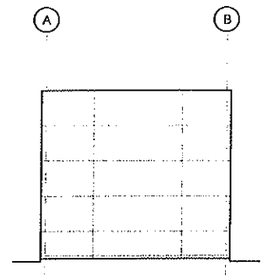
014101



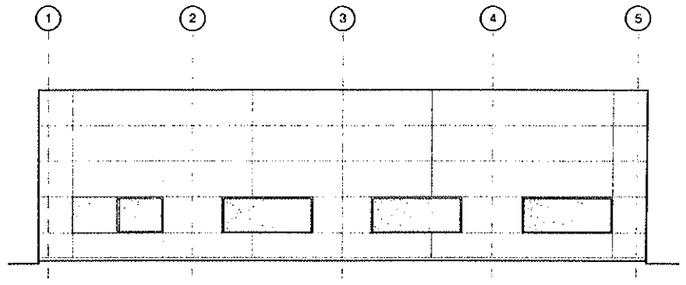
PLANTA DEFINICIÓN GEOMÉTRICA - Escala: 1/100



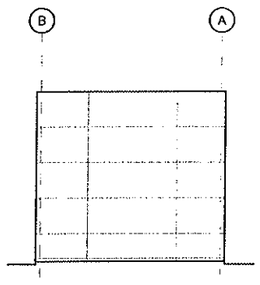
ALZADO 1 - Escala: 1/100



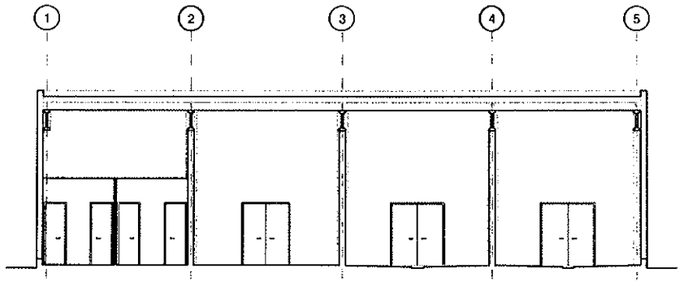
ALZADO 4 - Escala: 1/100



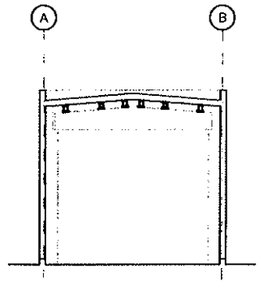
ALZADO 2 - Escala: 1/100



ALZADO 3 - Escala: 1/100

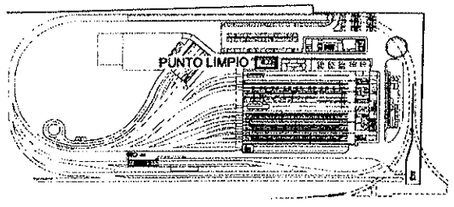


SECCIÓN 1 - Escala: 1/100



SECCIÓN 2 - Escala: 1/100

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1): 1/100
FECHA: FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
PUNTO LIMPIO. PLANTA, ALZADOS Y SECCIONES

PLANO Nº: PLOC-PSA-FUN-06-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 2

1304-PLOC-PSA-FUN-06-P001-P001.dwg

z:\p03-2335\p03-2529\06 trabajo\pc_fase 1\02_planos\13_santa anita\1304-ploc-psa-fun-06-p001-p001.dwg - 11/02/2014 - 18:06

[14482]

014102

CONEXIÓN CON COLECTOR
DE DESAGÜE

N

(ACCESO 1)

(ACCESO 2)

(VIA MATERIAL RODANTE 3)

(VIA MATERIAL RODANTE 2)

(VIA MATERIAL RODANTE 1)

(PORTICO DE GASES)

(ACCESO 3)

(VIA DE LAVADO)

(ACCESO 4)

(VIA DE DIAGNOSTICO)

(ACCESO 5)

(VIA DE ACCESO A VIA DE PRUEBAS)

(VIA DE PRUEBAS)

(CERRAMIENTO PERIMETRAL)

- Colector principal
- Colector secundario
- Sumidero
- Buzón de registro
- Arqueta
- Cuneta dren

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO TAM CASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/500
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
DRENAJE
PLANTA GENERAL

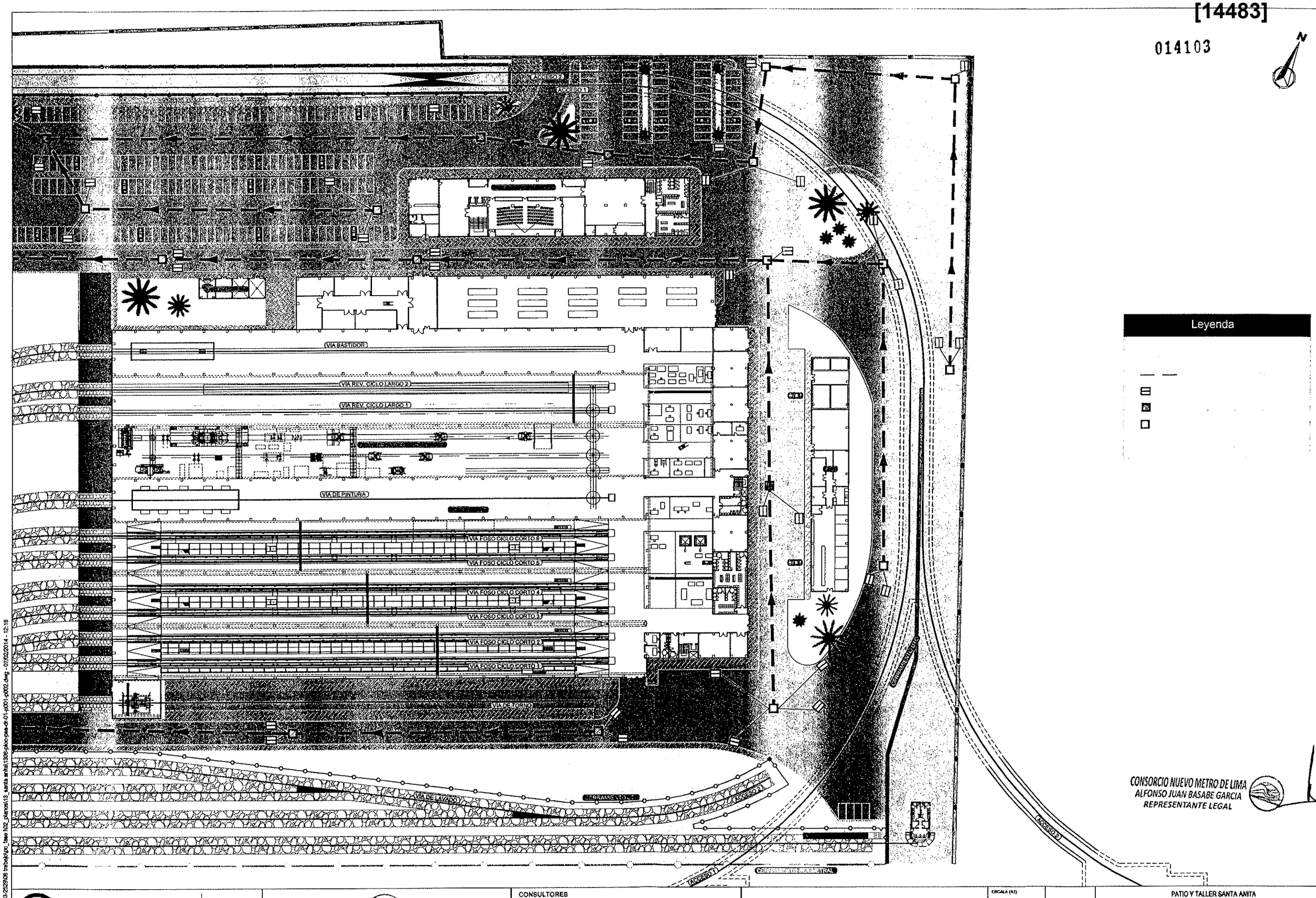
PLANO N°: PLOC-PSA-DR-01-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISION: 0

1306-PLOC-PSA-DR-01-P001-P002.dwg

z:\p03-2235\p03-2235f06 trabajo\pc_base N02_planos\13_santa anita\1306-ploc-psa-dr-01-p001-p002.dwg - 11/02/2014 - 16:11

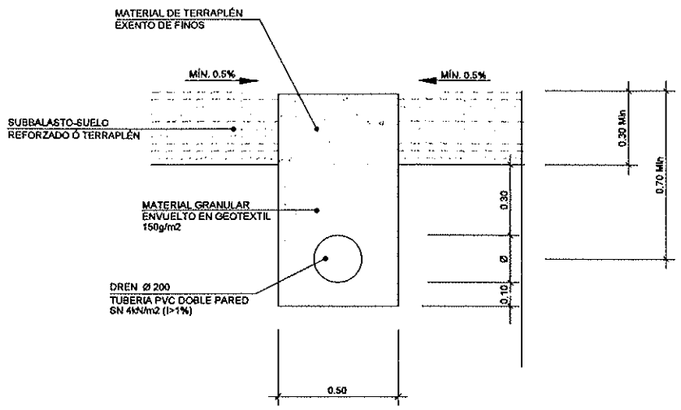
[14483]

014103

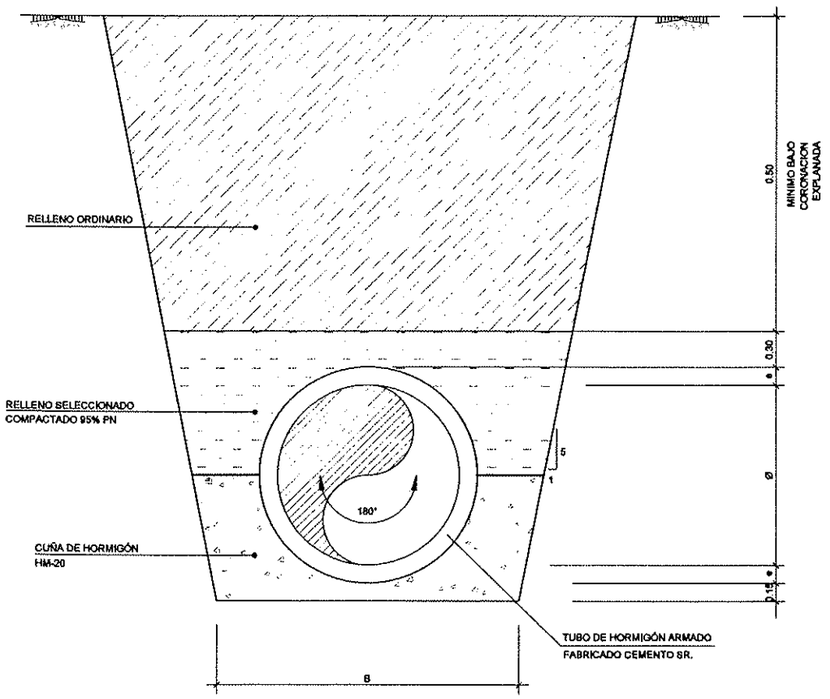

ACCESO 2
ACCESO 1
VIA BASTIDOR
VIA REV. CICLO LARGO 2
VIA REV. CICLO LARGO 1
VIA DE PINTURA
VIA FOSO CICLO CORTO 6
VIA FOSO CICLO CORTO 5
VIA FOSO CICLO CORTO 4
VIA FOSO CICLO CORTO 3
VIA FOSO CICLO CORTO 2
VIA FOSO CICLO CORTO 1
VIA DE TORNO
VIA DE LAVADO
CERRAMIENTO
ACCESO 3
ACCESO 4
ACCESO 5
ACCESO 6
ACCESO 7
CERRAMIENTO
CERRAMIENTO
CERRAMIENTO

014104

SECCIÓN TIPO DREN
ESCALA 1:12.5

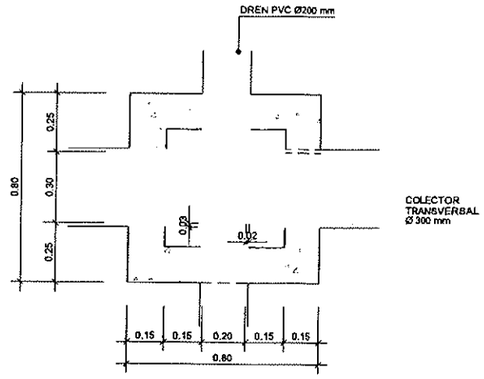


SECCIÓN TIPO ZANJA COLECTORES Y ALIVIADERO
ESCALA 1:25

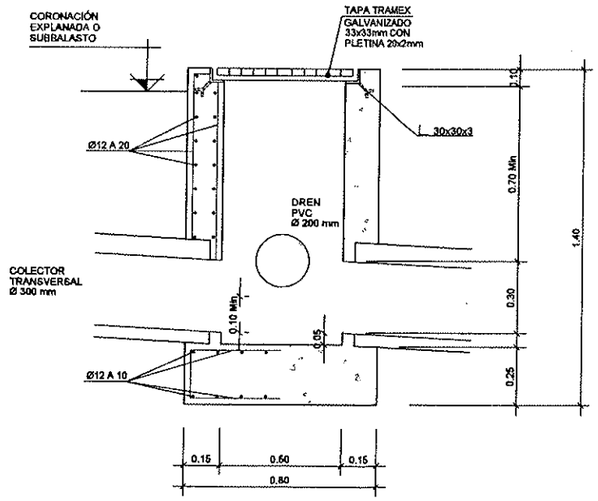


Ø	B
500 ≤ Ø ≤ 800	B= Ø+0.80
1000 ≤ Ø ≤ 1500	B= Ø+1.00
Ø ≥ 1800	B= Ø+1.20

ARQUETA PREFABRICADA INTERCEPTORA DE DRENES
PLANTA ESCALA 1:12.5



ALZADO
ESCALA 1:12.5



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

z:\p03-2335\p003-2525\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_serie anta\1306-ploc-psa-dr-02-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 12:14

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurostudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

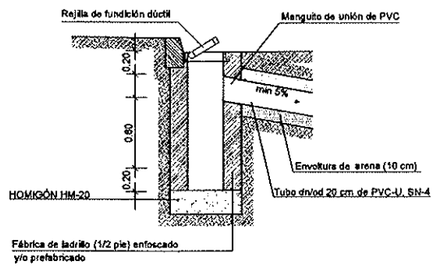
ESCALA (A1): INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO DE TALLERES BOCANEGRA
DRENAJE
DETALLES

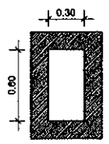
PLANO N°: PLOC-PSA-DR-02-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1306-PLOC-PSA-DR-02-P001-P002.dwg

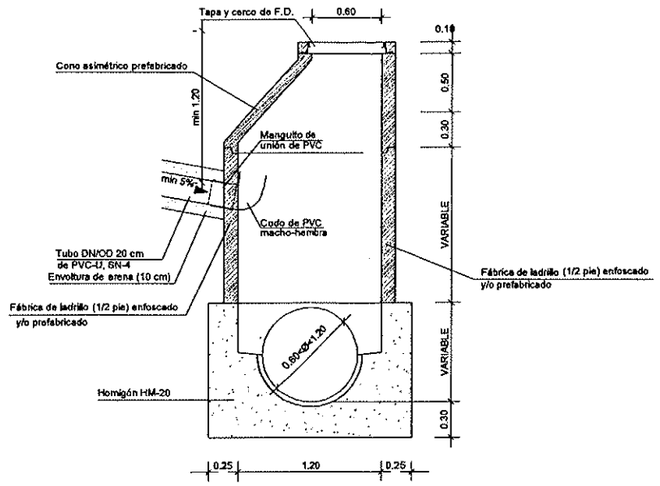
PLANTA
ESCALA 1:25



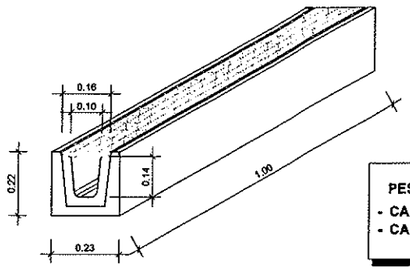
ALZADO
ESCALA 1:25



ALZADO SECCIÓN
ESCALA 1:25

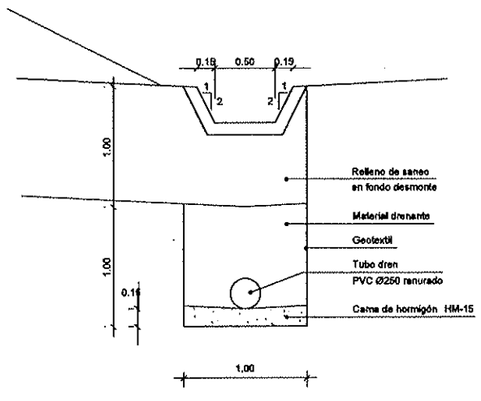


DETALLE CANALETA PREFABRICADA
ESCALA 1:10

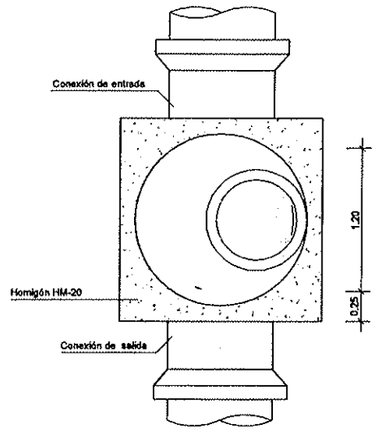


PESOS:
- **CANALETA (ud.) 90 Kg.**
- **CANALETA (mtr.) 90 Kg.**

SECCIÓN ZANJA DREN
ESCALA 1:25



PLANTA
ESCALA 1:25



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Z:\pcb-2335\p03-2029\08 trabajos_fase II\02_planos\13_santa anita\1306-ploc-psa-dr-02-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 12:14

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

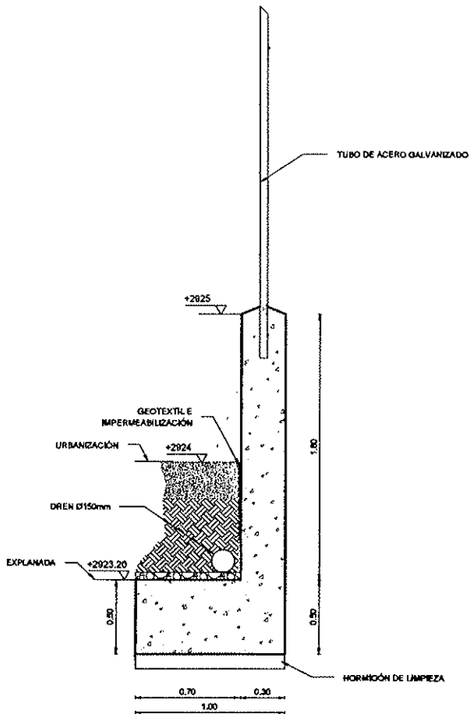
PATIO DE TALLERES BOCANEGRA
DRENAJE
DETALLES

PLANO N°: PLOC-PSA-DR-02-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

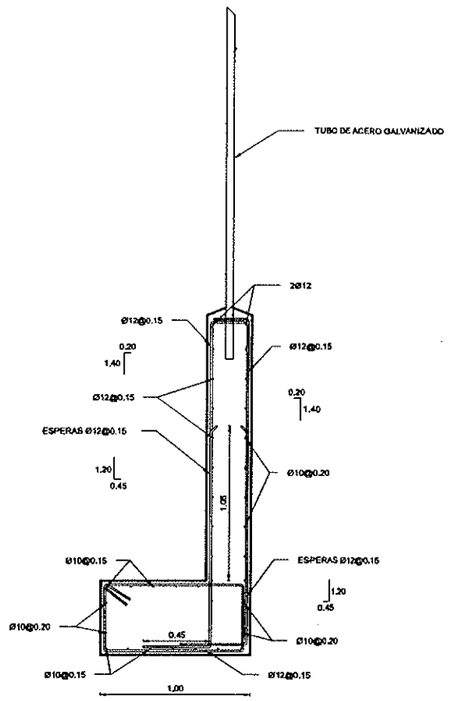
1306-PLOC-PSA-DR-02-P001-P002.dwg

[14486]

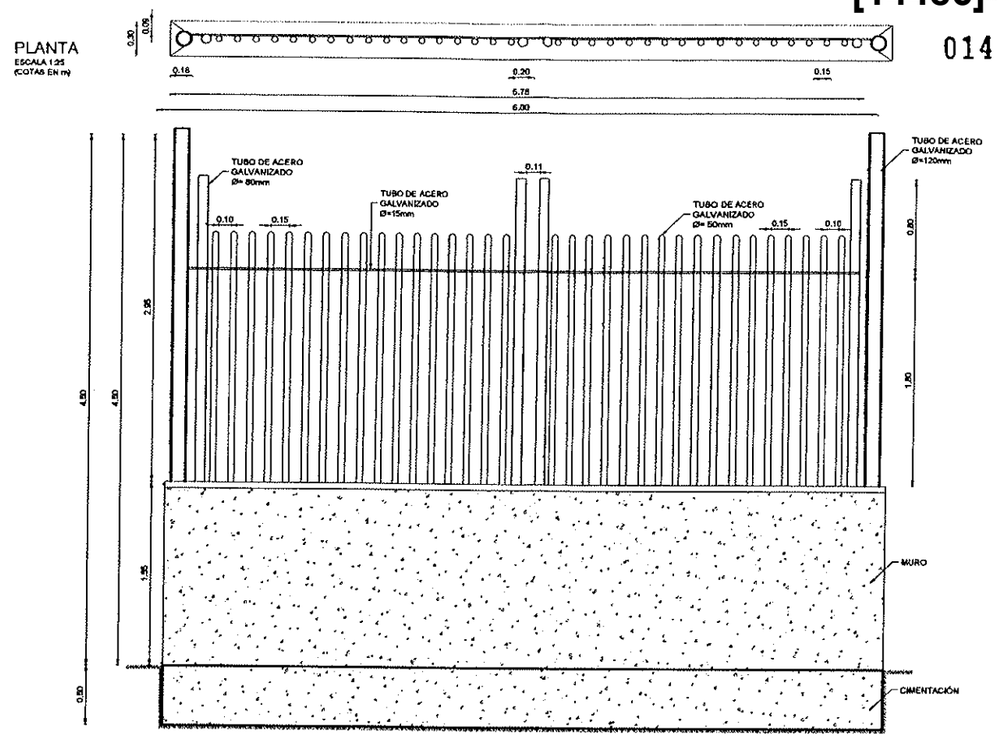
014106



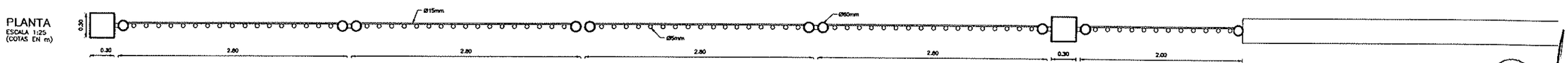
DETALLE DE MURO
ESCALA 1:20
(COTAS EN m)

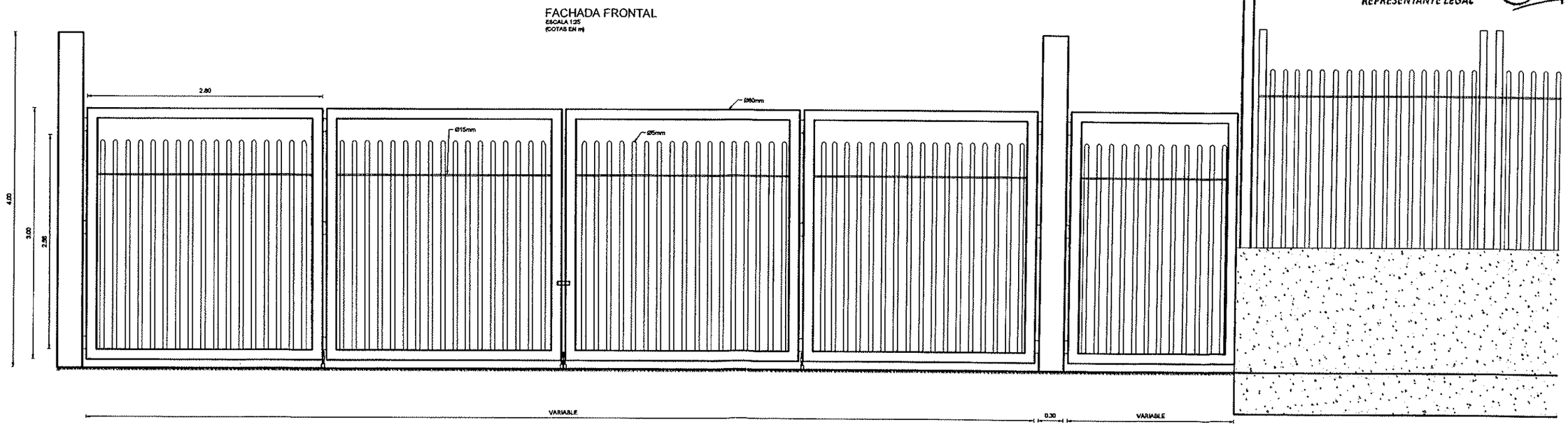


DETALLE DE REFUERZO DE MURO
ESCALA 1:20
(COTAS EN m)



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:25
(COTAS EN m)





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT URBATHKNIN

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): INDICADAS
FECHA: FEBRERO 2014

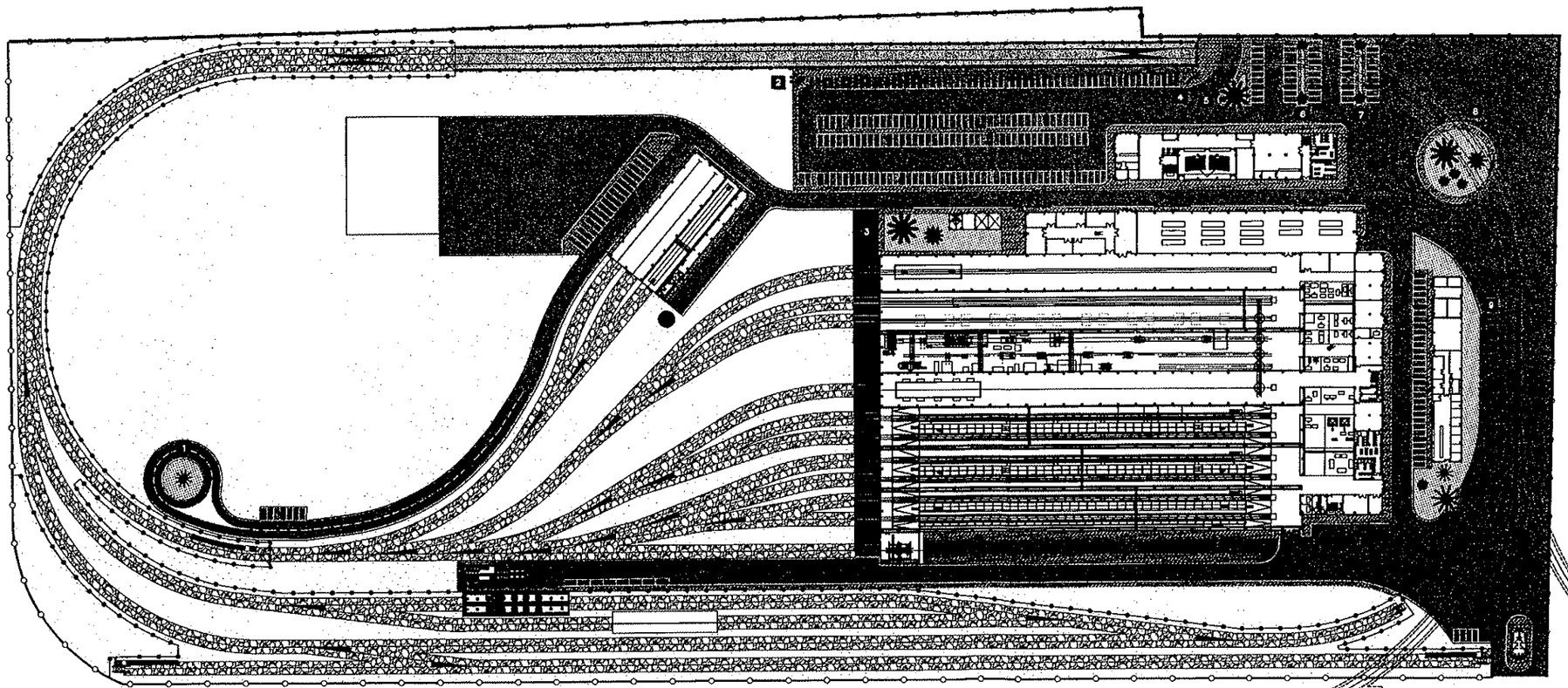
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
URBANIZACIÓN
PLANTA, FACHADA, DETALLES Y PUERTAS PARA CERAMIENTOS

PLANO N°: PLOC-PSA-URB-01-P-001
HOJA: 01 de 01
REVISIÓN: 0

1307-PLOC-PSA-URB-01-P001-0001.dwg

z:\p03-2539\p03-2539\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1307-ploc-psa-urb-01-p001-0001.dwg - 07/02/2014 - 12:12

014107



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

SIMBOLOGIA

ÁREAS VERDES

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

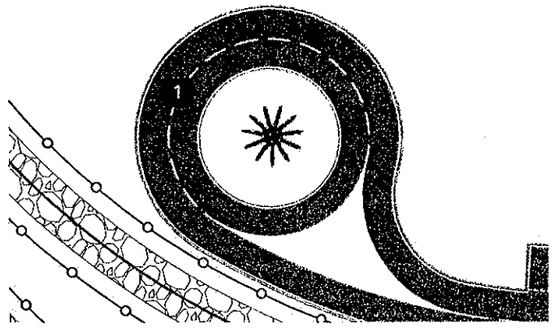
ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

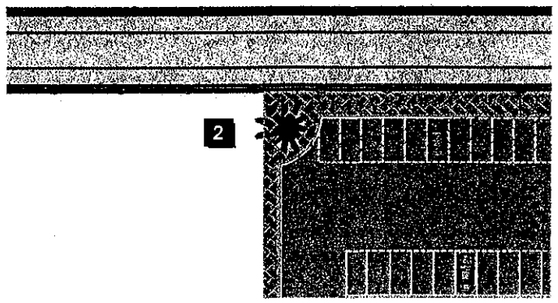
PATIO Y TALLER SANTA ANITA
URBANIZACIÓN
ZONAS VERDES

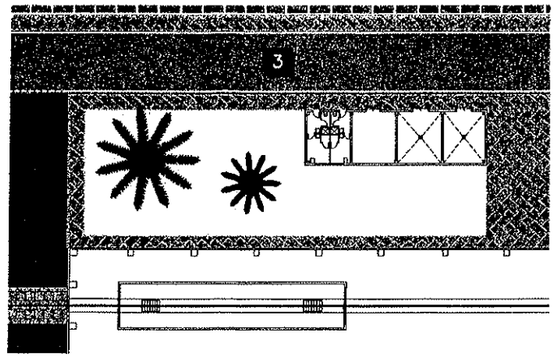
PLANO Nº: PLOC-PSA-URB-02-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1307-PLOC-PSA-URB-02-P001-0002.dwg

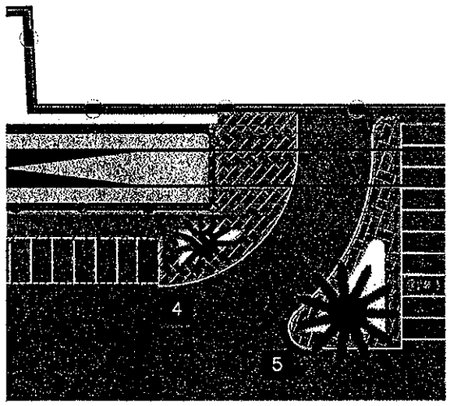
z:\p03-2339\p03-2529\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1307-ploc-psa-urb-02-p001-0002.dwg - 11/02/2014 - 18:10

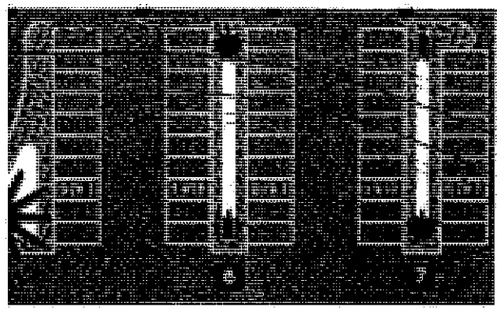




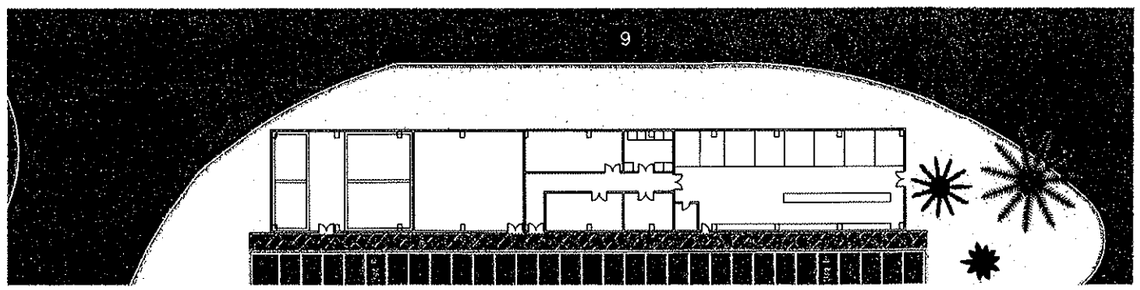


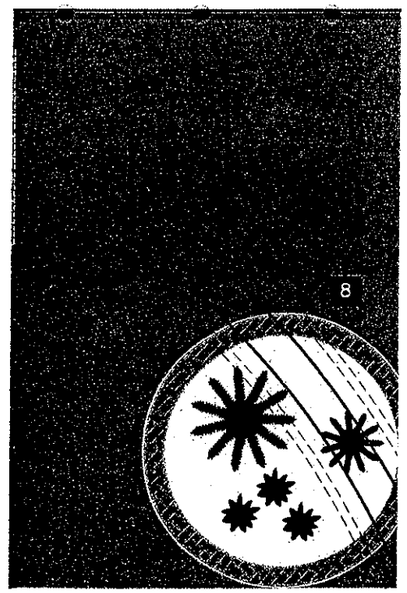
CUADRO DE ÁREAS VERDES	
	AREA (m2)
1	166.28
2	6.66
3	427.29
4	17.28
5	122.41
6	35.17
7	35.17
8	445.30
9	1167.97





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL





z:\p03-2335\p03-2525\08 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1307-ploc-psa-urb-02-p001-0002.dwg - 07/02/2014 - 12:12

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

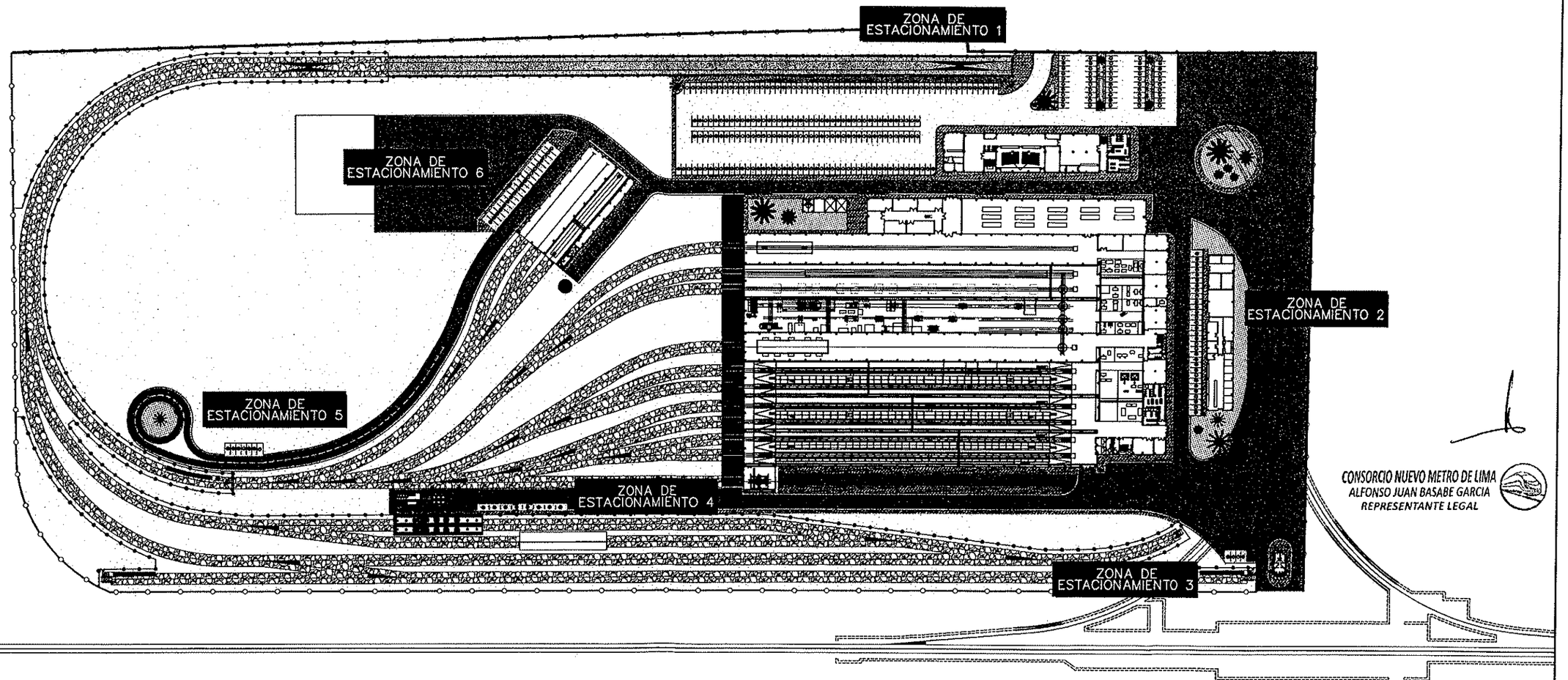
ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
URBANIZACIÓN
ZONAS VERDES

PLANO Nº: PLOC-PSA-URB-02-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

1307-PLOC-PSA-URB-02-P001-0002.dwg

014109



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

z:\p03-2335\p03-2529\06 trabajo\pc_fase II\02_planos\13_santa anita\1307-ploc-psa-urb-03-p001-0002.dwg - 11/02/2014 - 18:09

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | euroestudios | 2iT INGENIERIA

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

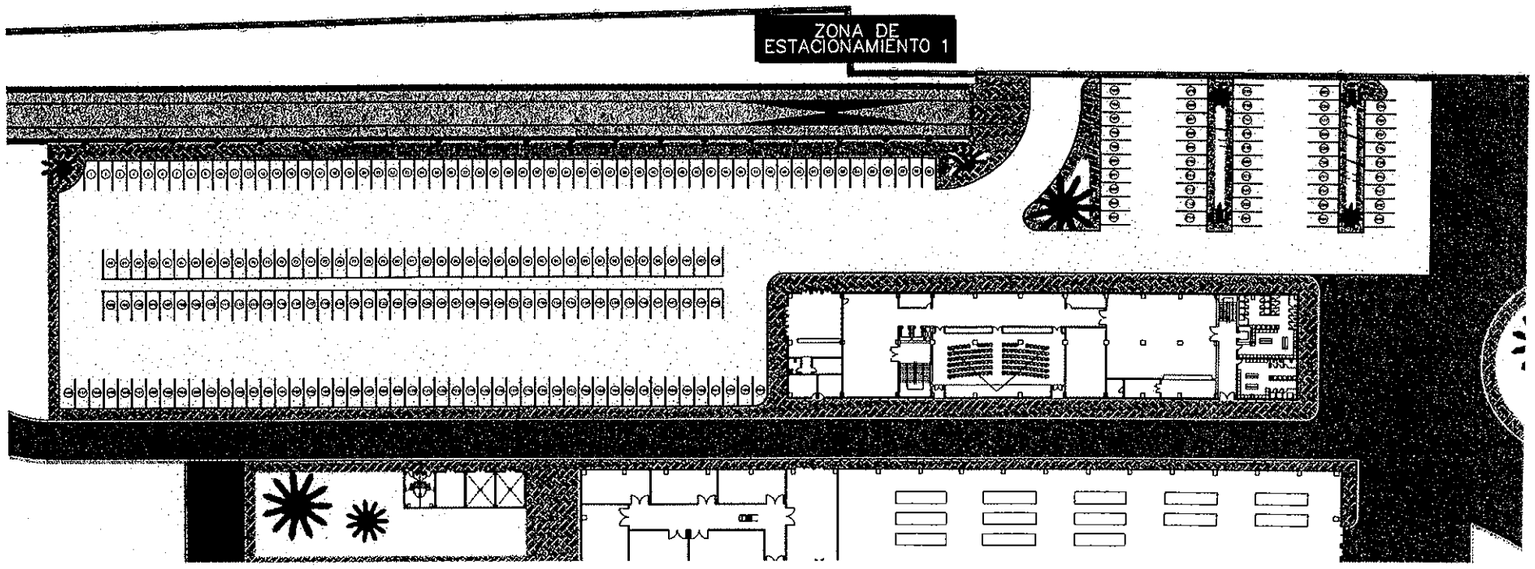
ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
URBANIZACIÓN
ESTACIONAMIENTOS

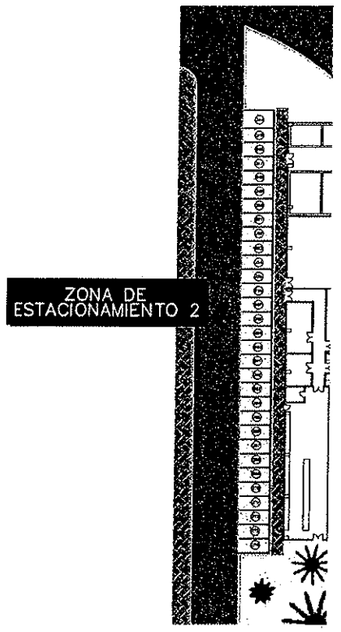
PLANO N°: PLOC-PSA-URB-03-P-001
HOJA: 01 de 02
REVISIÓN: 0

1307-PLOC-PSA-URB-03-P001-0002.dwg

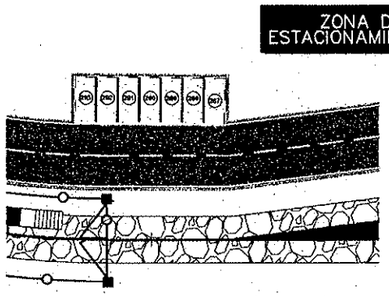
014110



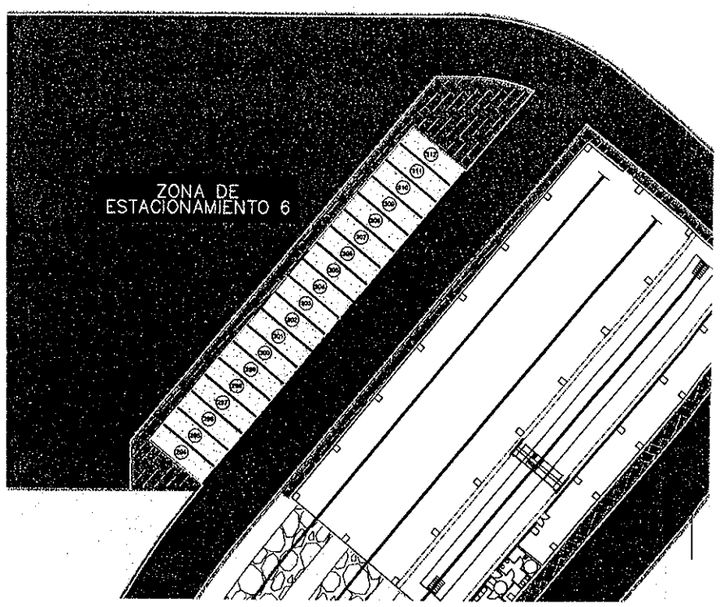
ZONA DE ESTACIONAMIENTO 1
ESC: S/E



ZONA DE ESTACIONAMIENTO 2
ESC: S/E



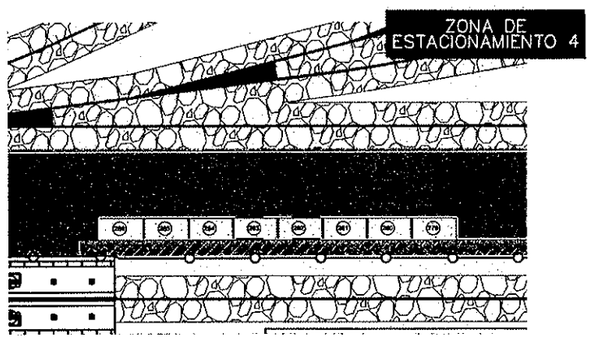
ZONA DE ESTACIONAMIENTO 5
ESC: S/E



ZONA DE ESTACIONAMIENTO 6
ESC: S/E



ZONA DE ESTACIONAMIENTO 3
ESC: S/E



ZONA DE ESTACIONAMIENTO 4
ESC: S/E

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ÁREAS

ZONA	ÁREA (m2)	Nº ESTACIONAMIENTOS
ESTACIONAMIENTO 1	7555	243
ESTACIONAMIENTO 2	375	31
ESTACIONAMIENTO 3	48	4
ESTACIONAMIENTO 4	96	8
ESTACIONAMIENTO 5	81	7
ESTACIONAMIENTO 6	342	19
TOTAL	8497	312

ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa | eurestudios | 2iT

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO."
ETAPA 1A

ESCALA (A1): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

PATIO Y TALLER SANTA ANITA
URBANIZACIÓN
ESTACIONAMIENTOS

PLANO Nº: PLOC-PSA-URB-03-P-002
HOJA: 02 de 02
REVISIÓN: 0

1307-PLOC-PSA-URB-03-P001-0002.dwg

z:\p03-2339\p03-2529\98 trabajo\pc_free \02_planos\13_santa anita\1307-ploc-psa-urb-03-p001-0002.dwg - 07/02/2014 - 12:10

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



O.5.4	O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

O.5.4. PLAN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN....3
2 CONDICIONES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE CERCANOS A LA ZONA DE TRABAJOS....3
3 PROPUESTA DE DME PARA LAS OBRAS DE LA ETAPA 1 Y RUTA DE TRANSPORTE....5
4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS A ADOPTAR....6

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.4. Plan de movimiento de tierras

014113

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se detalla el Plan de Movimiento de Tierras para los depósitos de material excedente de las excavaciones de la obra de la Etapa 1A de la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima. Se describe la localización de los depósitos planteados para las tierras, la ruta de transporte que produzcan menos impacto en el tránsito y las medidas a adoptar para la reducción del impacto ambiental en el transporte y depósito de estos materiales. Los datos de partida para la elaboración del documento han sido tomados de "Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado" del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett-Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao", redactado en octubre del 2013.

2 CONDICIONES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE CERCANOS A LA ZONA DE TRABAJOS

El material excedente de la excavación en las obras de la Etapa 1 será dispuesto en los Depósitos de Material Excedente (DME) más cercanos a la zona de obra con capacidad suficiente para almacenar el volumen de tierras resultante de los trabajos.

Para el presente proyecto se ha estimado la eliminación de considerables volúmenes de material excedente proveniente principalmente de la excavación del túnel, estaciones y pozos de ventilación. De acuerdo a las premisas establecidas se busca que la eliminación de los excedentes de corte y su disposición final se conviertan en la medida de lo posible en impactos positivos, por medio principalmente del aprovechamiento futuro de esos materiales en otras obras de construcción.

En tal sentido se han identificado dos sectores donde se eliminarán los materiales excedentes producidos por el proyecto, los cuales cuentan con capacidad suficiente para atender los volúmenes de excedentes que serán eliminados, enumerados a continuación:

Ítem	DME	Ubicación	Altura (m)	Área (Has)	Volumen potencial (m3)	Procedencia (Obras de arte, corte, roca suelta o fija)
DME-01	Costa Verde	Costanera	10	45.30	4 529 640.00	Excavaciones Diversas
DME-02	Cieneguilla	Cieneguilla	35	22.34	7 818 417.25	Excavaciones Diversas

Tabla 1: Depósitos de material excedente en las cercanías de la zona de trabajos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.5.4. Plan de movimiento de tierras



Imagen 1: Localización de los dos DME (rojo) y la zona de obras (verde)

A continuación se efectúa la descripción de los DMEs identificados para el proyecto:

- **DME Costa Verde:**

Este Depósito de excedentes ubicado en la zona de playas de los distritos costeros de lima, se encuentra en uso en la actualidad por las diversas obras que se construyen en la zona metropolitana de Lima, su longitud aprovechable es de 5 km aproximadamente. Para consolidar esta propuesta se deberá coordinar las acciones de adecuación y/o disposición del material excedente con la Autoridad Autónoma de la Costa Verde

En la etapa del Estudio definitivo de Ingeniería se propondrán las soluciones de ingeniería que serán validadas por la Autoridad de la Costa Verde. Para la obtención de los permisos ambientales respectivos deberá coordinar con las entidades involucradas de acuerdo a la legislación vigente.



Imagen 2: Fotografía del DME Costa Verde

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- **DME Cieneguilla**

En la ruta hacia Cieneguilla a la altura del Km 14 en ambos lados de la vía, existen canteras abandonadas de materiales de construcción y zonas deprimidas, rodeadas de asentamientos humanos, lo cual representa una problemática social ya que no se ejecutó un plan de cierre y recuperación morfológica. En consideración a esta situación se propone realizar la recuperación morfológica de dichas zonas con los materiales excedentes provenientes de las obras del metro, para lo cual se han tenido conversaciones con los representantes de la asociación de propietarios de Vivienda Estrellitas de Cieneguilla, los cuales han mostrado su conformidad y entusiasmo por la realización del proyecto, ya que con ello el proyecto generaría un impacto positivo y la solución de una problemática social álgida por el alto riesgo de colapso.

Como antecedentes, la Asociación de Vivienda Estrellitas de Cieneguilla, propietarios del terreno propuesto como DME Cieneguilla, solicitó autorización para nivelación de terreno – relleno a la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad de Cieneguilla, y recibió la aprobación en el año 2011. La solución propuesta con el presente proyecto es depositar el material proveniente de las excavaciones del túnel de la Línea 2, tramo del lado este, en el cual predomina el típico suelo aluvial.

En la etapa del Estudio definitivo de Ingeniería se propondrán las soluciones de ingeniería en cuanto a la disposición transversal, en cuanto a la habilitación y/o uso del suelo posterior a las obras de acondicionamiento del Depósito de excedentes será supervisado por la Municipalidad de Cieneguilla.

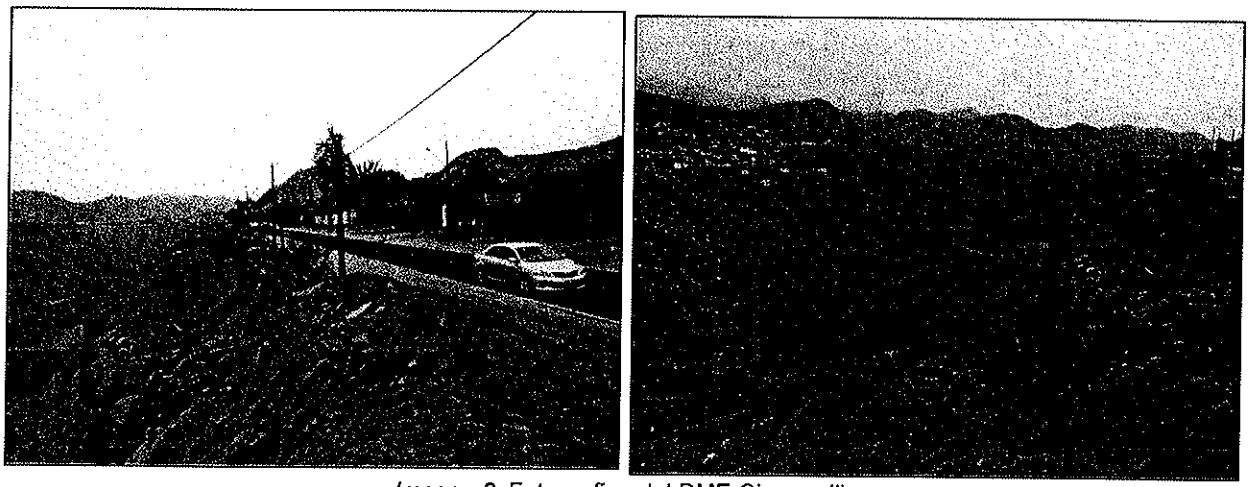


Imagen 2: Fotografías del DME Cienaguilla

Para ambos depósitos propuestos, en cuanto a las implicaciones del traslado o transporte del material excavado será necesario efectuar antes del inicio de las obras un Estudio de Impacto Vial que permita establecer planes de acción o mitigación, de ser el caso.

3 PROPUESTA DE DME PARA LAS OBRAS DE LA ETAPA 1 Y RUTA DE TRANSPORTE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Una vez analizados los dos depósitos más cercanos para el traslado del material de excavación, se procede a proponer el más idóneo de los dos a fin de simplificar el transporte y la gestión de las tierras, ya que el volumen de excavación que generarán las obras de la Etapa 1A no harán necesario habilitar las dos zonas de depósito mencionadas a la vez.

O.5.4. Plan de movimiento de tierras

A tal fin, se entiende que el DME más idóneo de los antes indicados es el de Cienaguilla, básicamente por estas razones:

- Es el más cercano a la zona de trabajos.
- Se encuentra fuera del núcleo urbano de la zona metropolitana de Lima, reduciendo de esta forma los impactos generados por esta actividad.
- La ruta desde la zona de trabajos hasta el DME atraviesa zonas menos pobladas y con menos tránsito que para llegar al DME Costa Verde.

Seleccionado el DME Cienaguilla como el más idóneo, se procede a la descripción del itinerario del transporte de los materiales de excavación desde la zona de obras:

Recorrido total desde la zona de obras hasta el DME Cienaguilla: 13,5 Km

Itinerario: Saliendo de la zona de obras en la Carretera Central, girar a la derecha para entrar en la calle Mónaco. Seguir por esta calle hasta el final de la misma, girando a la derecha para entrar en la avenida Javier Prado este. Seguir por esta avenida hasta llegar al óvalo donde intersecciona con la avenida Melgarejo. Tomar esta avenida hasta conectar la avenida Universidad. Seguimos recto por esta avenida que más adelante cambia de nombre a avenida La Molina. Continuamos por esta avenida que vuelve a cambiar de nombre a avenida Cienaguilla, y aproximadamente en el kilómetro 14 encontramos el DME Cienaguilla.

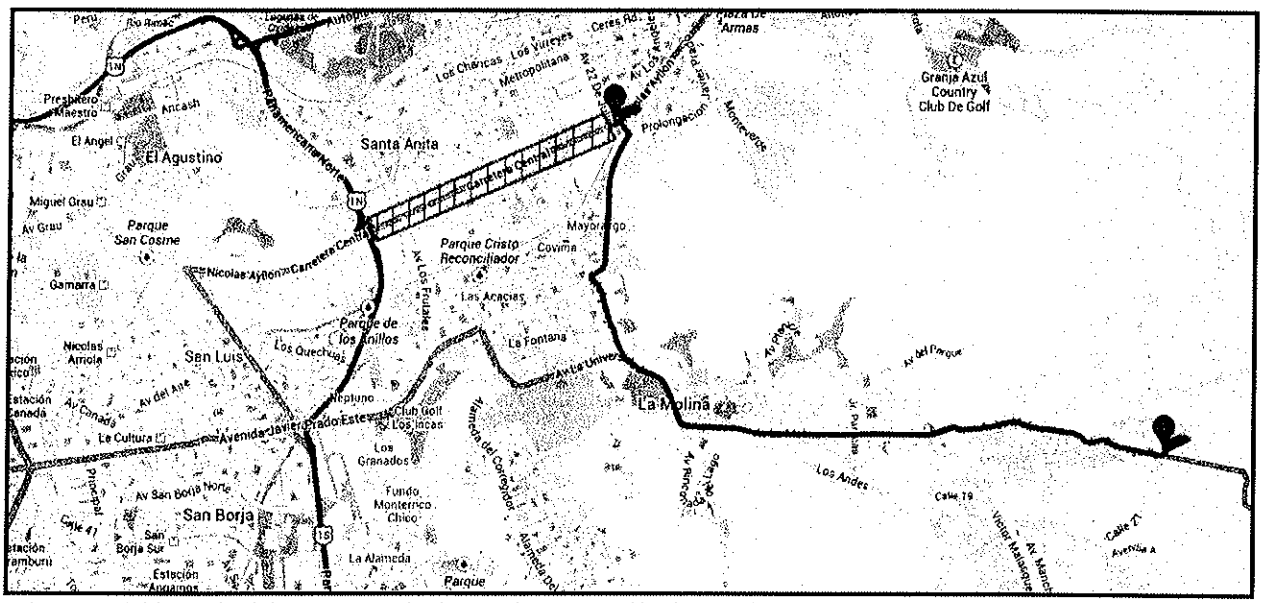


Imagen 4: Itinerario del transporte de tierras de excavación (en azul). En verde, la zona de obras de la Etapa 1A

4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS A ADOPTAR

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Se deberán tomar medidas de mitigación para disminuir el impacto paisajístico como el uso de barreras visuales durante el desarrollo del DME, es conveniente utilizar una barrera viva que también contribuiría a minimizar la contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión.

Además se deberá seguir las medidas estipuladas para disminuir el ruido y la afectación de la calidad del aire como es el mantenimiento adecuado de los equipos como tractores, camiones, etc. Se deberán instalar las obras de drenaje adecuada al interior y alrededor de los DMEs de ser necesario.

O.5.4. Plan de movimiento de tierras

Se limitará el horario del transporte diurno de material hacia el botadero: desde las 09:31 hasta las 16:59, a fin de evitar el incremento en la congestión vehicular en horas de aumento del tráfico en Lima Metropolitana ("horas punta").

No se mezclarán por ningún motivo los materiales de excavación con otros residuos como basura, residuos líquidos, tóxicos, peligrosos, hidrocarburos u otro material que haya estado en contacto con ellos.

Se deberá instalar señalización adecuada en los portones de ingreso señalando "Salida de Equipo Pesado".

Se deberá realizar inspecciones periódicas para detectar fallas en la formación.

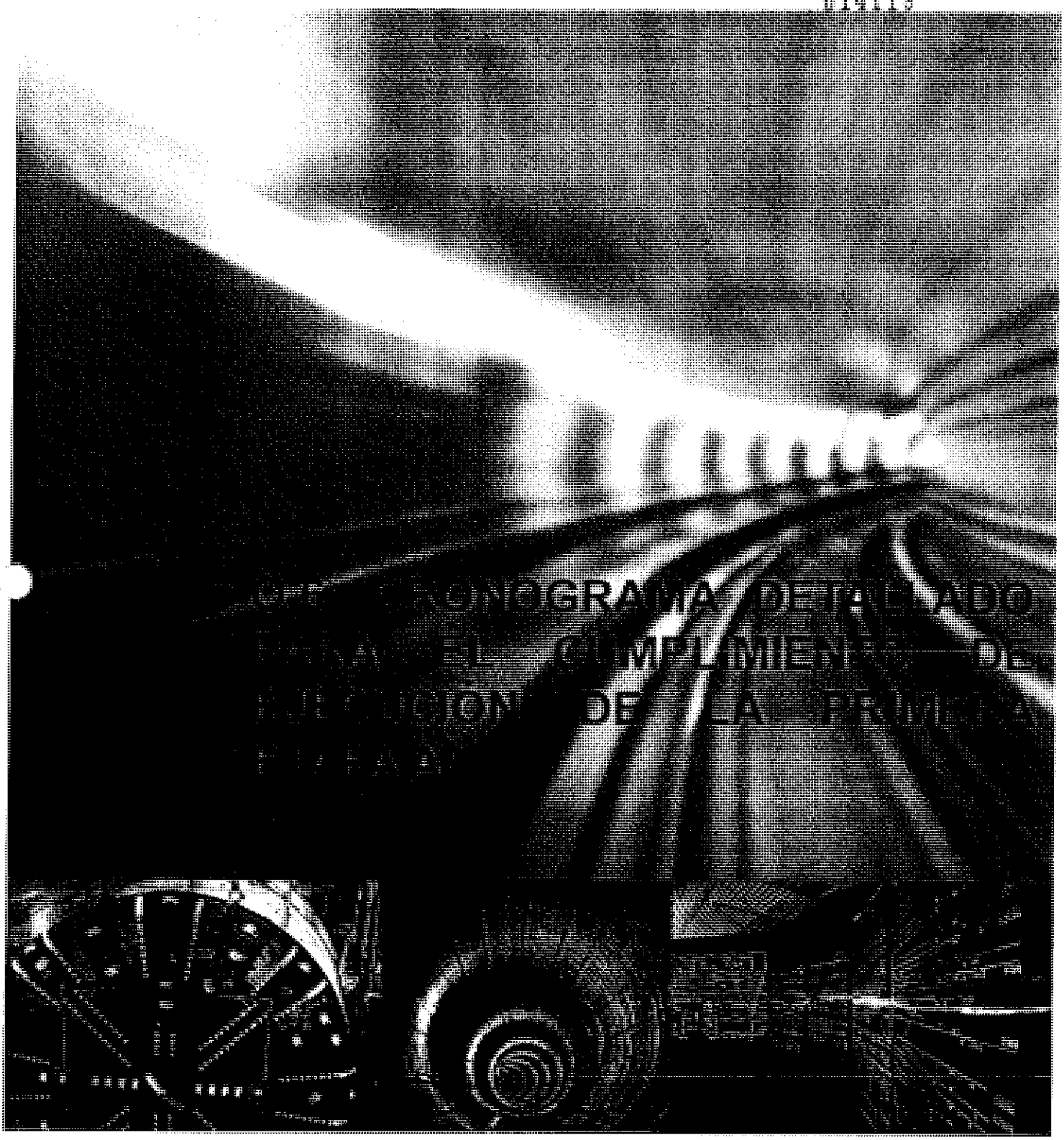
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

[14500]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

014113



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT – AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

014119

INDICE

O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A 2
O.6) CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A 2
O.6.a) CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA FASE 1A 2
O.6.a.1) POZOS 2
O.6.a.2) TÚNELES 4
O.6.a.3) ESTACIONES 5
O.6.a.4) TALLERES Y PATIOS. SANTA ANITA 11
O.6.a.5) SUPERESTRUCTURA DE VÍA 13
O.6.a.6) INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN 14
O.6.a.7) SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE 15
O.6.a.8) PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA 15
O.6.a.9) ANÁLISIS DE LA RUTA CRÍTICA 16
O.6.b) PLAN DE ASEGURAMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE FECHAS SEGÚN CONTRATO 20
O.6.b.1) SOPORTE INFORMÁTICO 20
O.6.b.2) MÉTODOS 20
O.6.b.2.1 PLANIFICACIÓN 20
O.6.b.2.2 CONTROL Y AJUSTES DE PROGRAMACIÓN 21
O.6.b.2.3 CONTROL (SEGUIMIENTO) 21
O.6.b.3) INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO 21
O.6.b.4) DETALLE DEL CONTROL GENERAL DE LOS TRABAJOS 22
O.6.b.4.1 CONTROL DE DESARROLLO DE LAS OBRAS CIVILES 22
O.6.b.4.2 CONTROL DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS AUXILIARES DE LÍNEA Y ESTACIONES 22
O.6.b.4.3 CONTROL DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL FERROVIARIO 22
O.6.b.4.4 CONTROL DE LA FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DEL MATERIAL RODANTE 22
O.6.b.4.5 CONTROL DEL PLAN DE MANEJO DE EMPLEOS 22
O.6.b.4.6 CONTROL DEL PLAN DE LOGÍSTICA DE SUMINISTROS 23
O.6.b.4.7 CONTROL DEL PLAN DE SEGURIDAD 23
O.6.b.4.8 CONTROL DEL PLAN DE MANEJO DE CALIDAD 23
O.6.b.4.9 CONTROL DEL PLAN DE MANEJO DE COMUNICACIONES Y RELACIONES PÚBLICAS 23
O.6.b.4.10 CONTROL DE LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS 24
O.6.c) pLAN DE APERTURA COMERCIAL PARCIAL DE ESTA ETAPA DE PROYECTO 24
O.6.c.1) ETAPA 1A. 25

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O) INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A

014120

O.6) CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

O.6.A) CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA FASE 1A

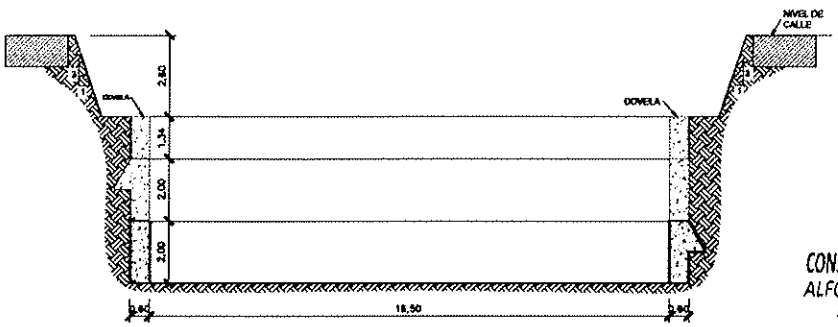
Las obras principales que se desarrollarán en esta etapa son las siguientes:

- Pozos de ventilación: pozos cenitales PV20, PV21, PV22 y PV23
- Túnel de P.K. 19+472 (final estación Evitamiento) hasta 23+455 (inicio estación Mercado Santa Anita). Se han considerado incluidos en esta fase unos tramos al inicio y al final, para poder conexionar posteriormente con la etapa 1B sin parar el servicio. Por tanto el tramo que se ha considerado es el comprendido entre el P.K. 19+000 y el P.K. 23+900.
- Estaciones: Evitamiento, Ovalo Santa Anita, Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita
- Talleres y conexión con los mismos: Santa Anita
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

O.6.a.1) POZOS

Las obras comenzarán en julio de 2014 con la ejecución de los pozos necesarios para iniciar el ataque de los túneles: PV20, PV21, PV22 y PV23.

Se trata de pozos cenitales. Tienen una posición centrada en el eje del túnel, y se ejecutan mediante secciones de anillos circulares de modo descendente para formar un recinto de trabajo desde el cual se ejecutan los túneles con método NATM.



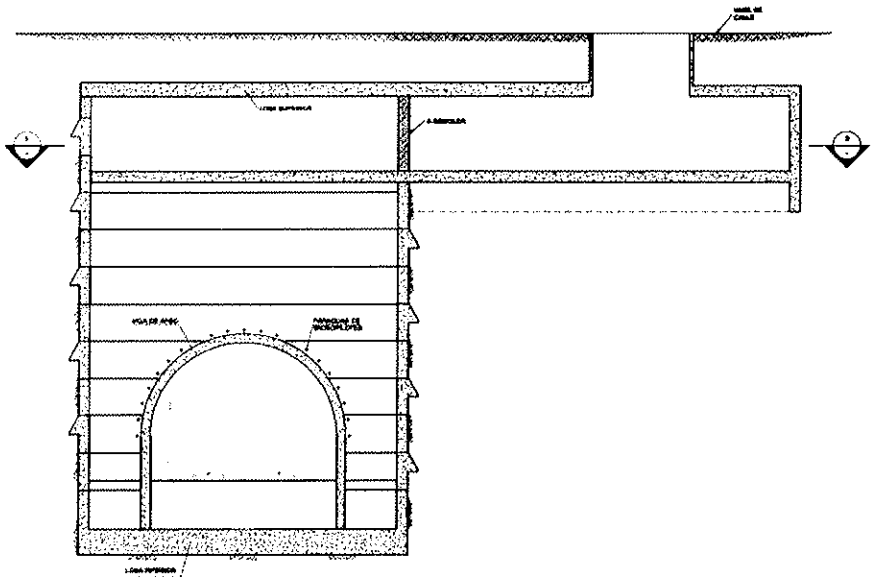
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Debido al corto plazo exigido para la finalización de esta etapa, se realizará la ejecución simultánea de los cuatro pozos, mediante excavación con extracción vertical y hormigonado de anillos de forma secuencial. Los trabajos se realizarán a doble turno.

Al tratarse de pozos de ataque, una vez finalizados los túneles se ejecuta la estructura interior y la conexión subterránea en superficie que alberga la ventilación y salidas de emergencia. Se

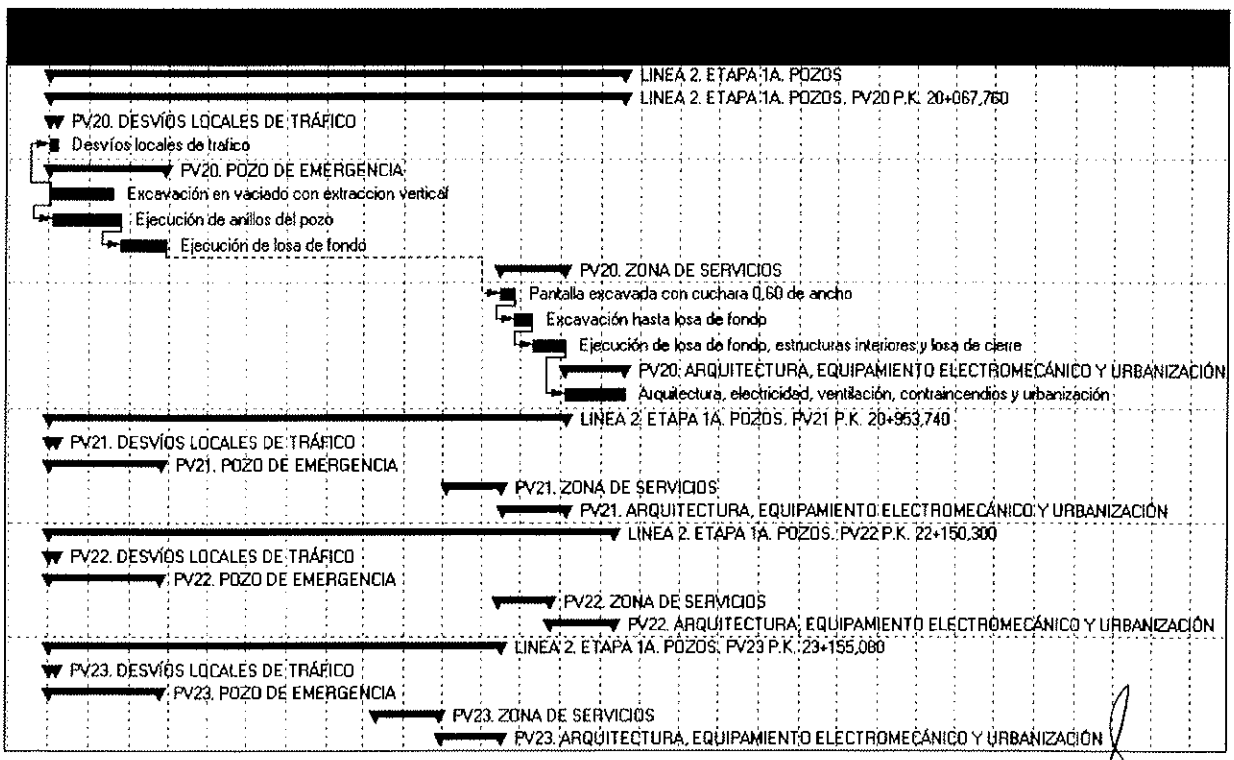
014121

ejecutarán unan pantallas anexas al anillo superior y que cierren un recinto rectangular. Este recinto será excavado al amparo de estas pantallas.



Al final de los trabajos se procederá a cerrar el recinto configurado por el pozo circular y el perímetro rectangular del núcleo de instalaciones.

Como puede verse en la imagen adjunta se ha considerado un periodo inicial de unos tres meses para la ejecución de los pozos propiamente dichos; el resto de actividades se realizarán en otros tres meses aproximadamente. Para las actividades de arquitectura, instalaciones y urbanización, se ha realizado el estudio detallado de un pozo, y en el resto de los pozos se ha estimado una duración similar.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6.a.2) TÚNELES

Una vez finalizados los pozos, y tras un periodo de unas dos semanas para la implantación de los equipos de ejecución de túnel, comenzarán dichos trabajos.

Serán necesarios diez equipos para poder cumplir los hitos de finalización de esta Etapa. Trabajarán atacando desde los pozos en dirección a las estaciones.

- Equipo 1 desde Pozo PV 20:
  - PP.KK. 20+067,76 - 19+472,57
- Equipo 2 desde Pozo PV 20:
  - PP.KK. 20+067,76 - 20+379,45
- Equipo 3 desde Pozo PV 21:
  - PP.KK. 20+953,74 - 20+533,68
- Equipo 4 desde Pozo PV 21:
  - PP.KK. 20+953,74 - 21+422,09
- Equipo 5 desde Pozo PV 22:
  - PP.KK. 22+150,30 - 21+576,32
- Equipo 6 desde Pozo PV 22:
  - PP.KK. 22+150,30 - 22+665,90
- Equipo 7 desde Pozo PV 23:
  - PP.KK. 23+155,08 - 22+820,13
- Equipo 8 desde Pozo PV 23:
  - PP.KK. 23+155,08 - 23+455,36

Los equipos 9 y 10 ejecutarán los tramos anexos a las estaciones inicial y final de esta etapa 1ª, que son necesarios para su correcto funcionamiento hasta la entrada en servicio de la Etapa 1B. Una vez finalicen estos tramos continuarán con el resto de tramos correspondientes a la Etapa 1B que no se realizan con TBM:

- Equipo 9: PP.KK. 19+322,765 - 19+000,00
- Equipo 10: PP.KK. 23+618,72 - 23+900,00

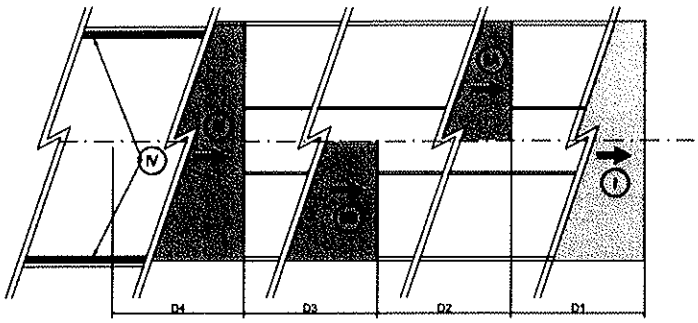
Todos los tramos se realizarán de la misma manera: la excavación se lleva a cabo por medios mecánicos, seguida inmediatamente por la ejecución del sostenimiento (hormigón proyectado y cerchas). Las secciones se llevarán a cabo a través de tres fases: avance, destroza (realizada a su vez en varias subfases) y contraboveda. Una vez finalizado el tramo, se ejecutará el revestimiento y posteriormente se podrán realizar las instalaciones no ferroviarias (baja tensión, iluminación y mecanismos y sistema contra incendios).

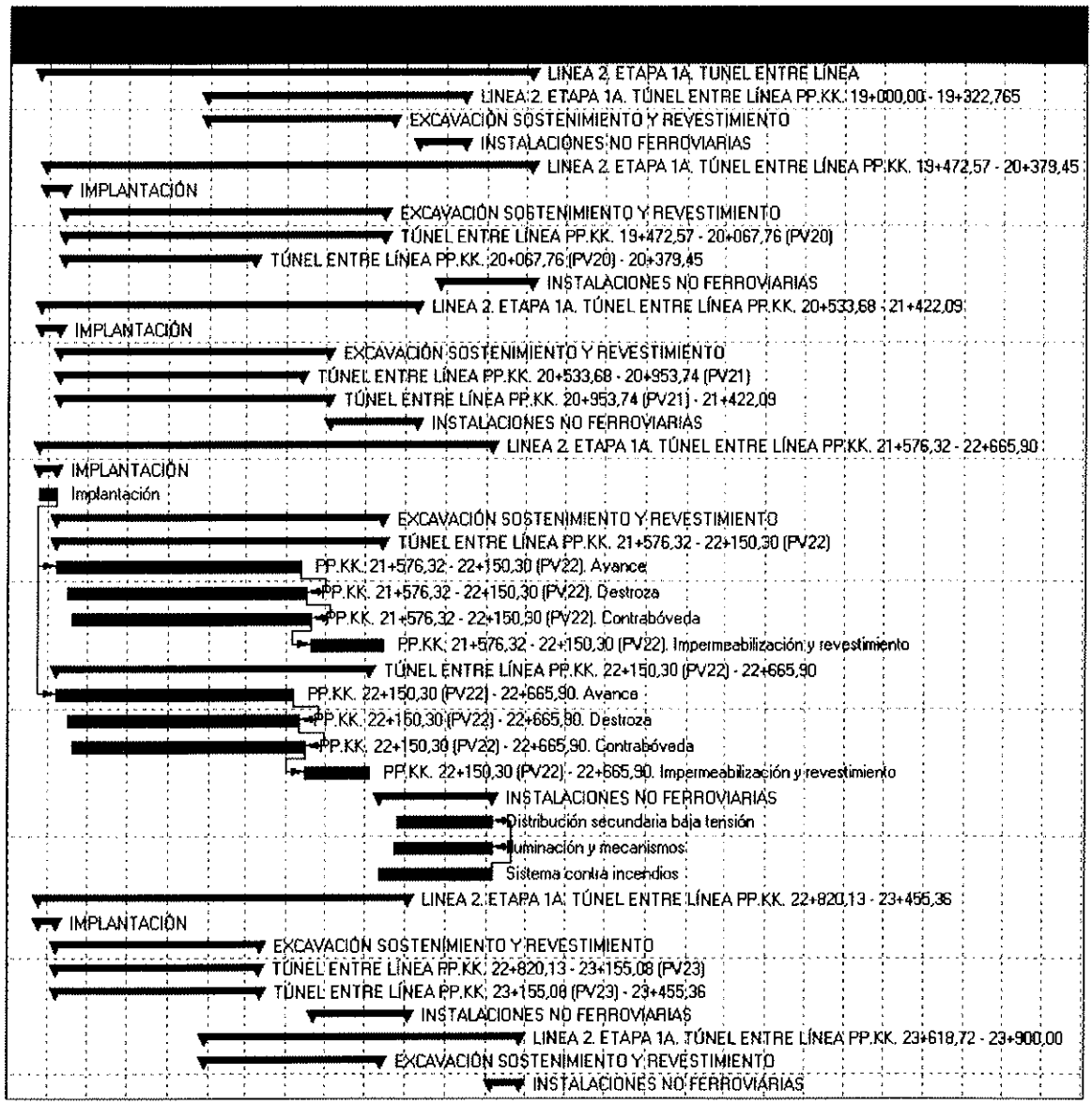
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

014123

ESQUEMA PLANIMÉTRICO





O.6.a.3) ESTACIONES

En esta etapa se ejecutarán cinco estaciones:

- Evitamiento

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Óvalo Santa Anita
- Colectora Industrial
- La Cultura
- Mercado Santa Anita

Las cinco estaciones se excavarán en Cut & Cover, construyéndose de manera simultánea, para cumplir con los hitos de finalización de Etapa.

Dentro de las estaciones Cut & Cover distinguimos varias tipologías, en función del tipo de cubierta que tengan. En este tramo encontramos las siguientes:

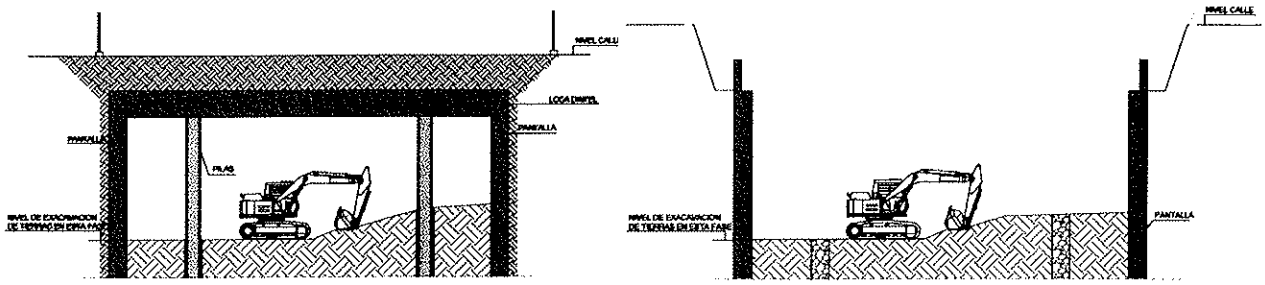
- Tipo losa: Evitamiento y Ovalo Santa Anita.
- Tipo vigas: Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita.

Como puede verse en la programación estimada, se ha planteado una duración total para cada una de ellas de unos 17 meses, en los que se incluyen todos los trabajos necesarios. Incluimos en cada uno de los apartados siguientes y a modo de ejemplo, la programación prevista en la estación de Evitamiento.

- Desvíos: hasta que se finalice la cubierta y se pueda restablecer la superficie, será necesario realizar un plan de desvíos para que la afección al tráfico rodado y peatonal sea mínima.

- Obra civil. Se incluyen en este capítulo los trabajos siguientes:

  - Ejecución de pantallas y pilas
  - Ejecución de cubierta (losa o vigas prefabricadas + capa de compresión)
  - Excavación sobre losa de vestíbulo. En el caso de tipología de cubierta tipo losa, esta excavación se realizará bajo dicha losa una vez realizada esta. En el caso de tipología de vigas, la excavación se realizará a cielo abierto, para posteriormente ejecutar la losa de vestíbulo y colocar las vigas de cubierta y realizar la capa de compresión.



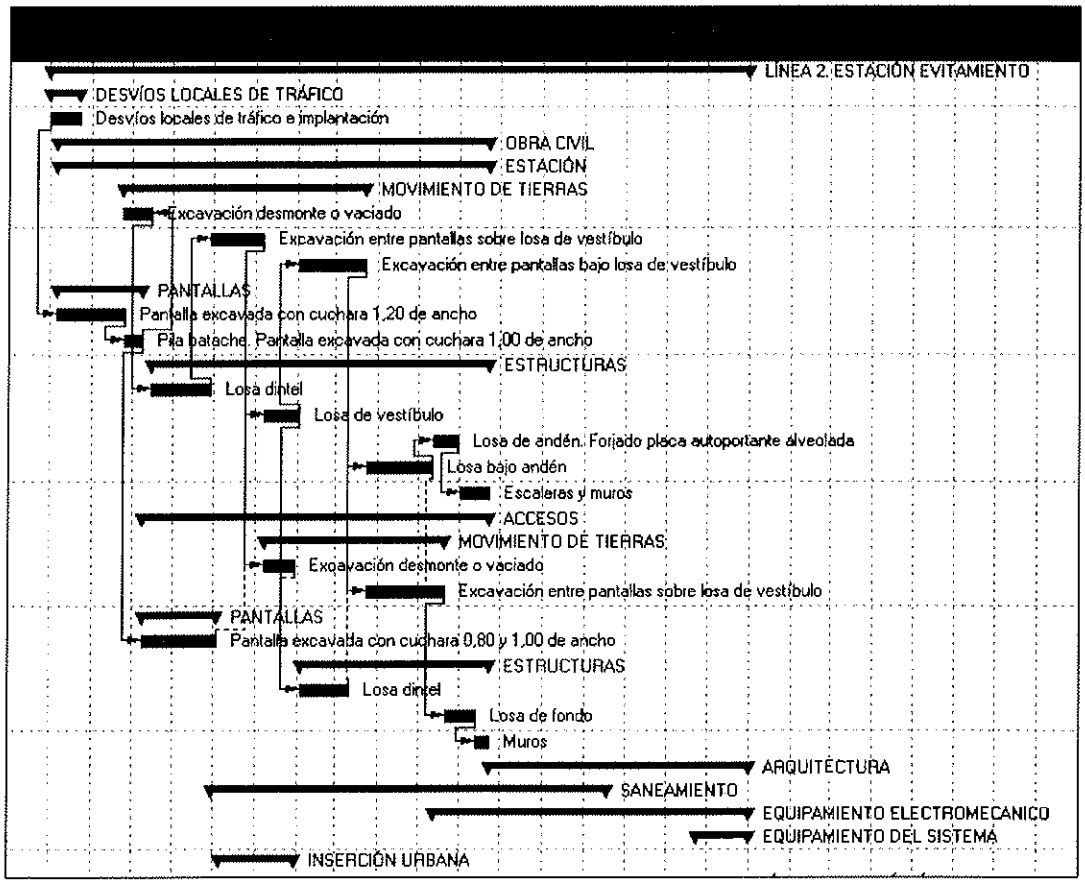
  - Ejecución de losa de vestíbulo
  - Excavación bajo losa de vestíbulo
  - Ejecución de losa de fondo
  - Ejecución de losa de andén y estructuras interiores

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

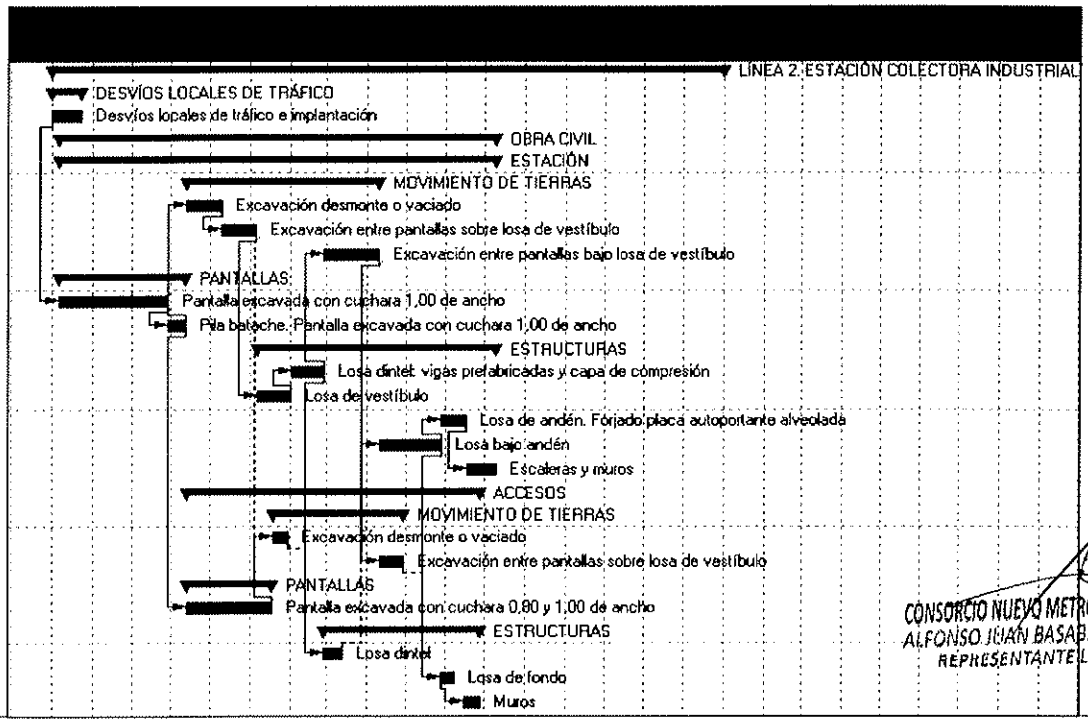
Los trabajos de ejecución de pantallas y excavaciones se realizarán a doble turno, para poder finalizar los trabajos dentro de los hitos marcados para esta Etapa.

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

También se incluyen en este capítulo los trabajos necesarios para la realización de accesos en las estaciones: pantallas, losa de cubierta, excavación bajo losa, losa de fondo y estructuras interiores.



En la tipología de vigas descrita, tal y como se realizará, por ejemplo, en la estación Colectora Industrial, la ejecución de la obra civil se ha planificado de la siguiente manera:

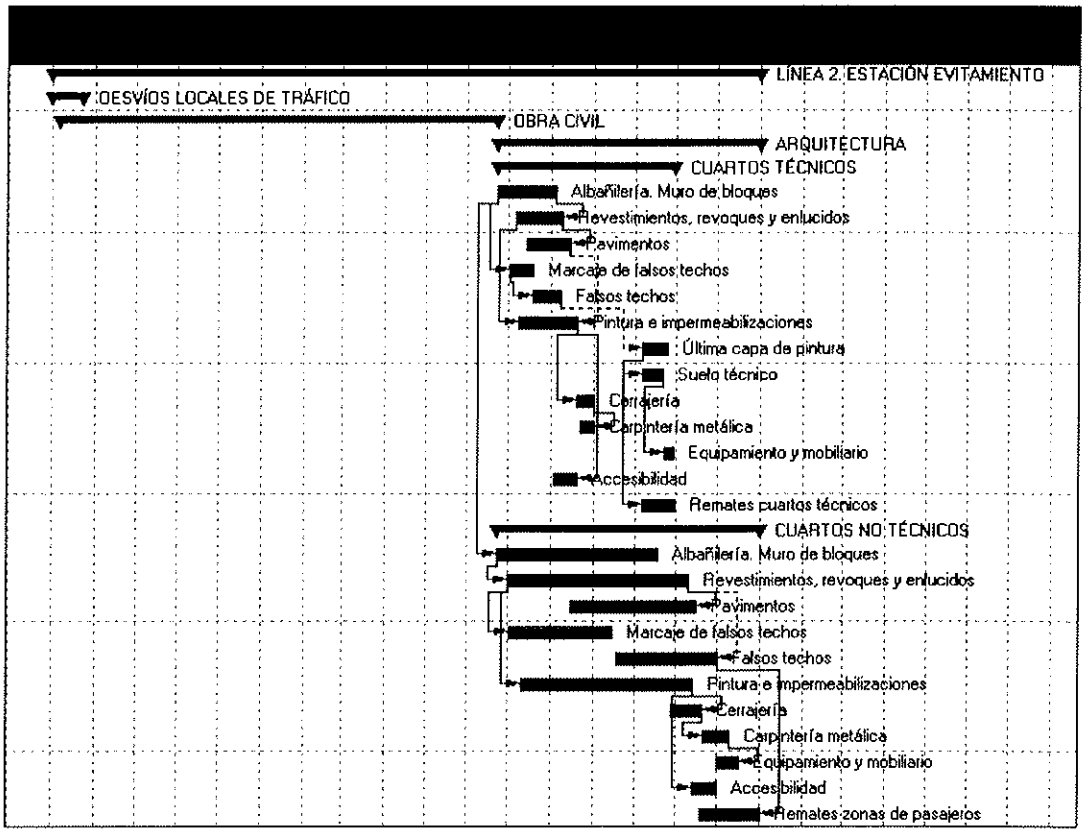


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Arquitectura. Se han resumido los trabajos a realizar en las siguientes actividades:

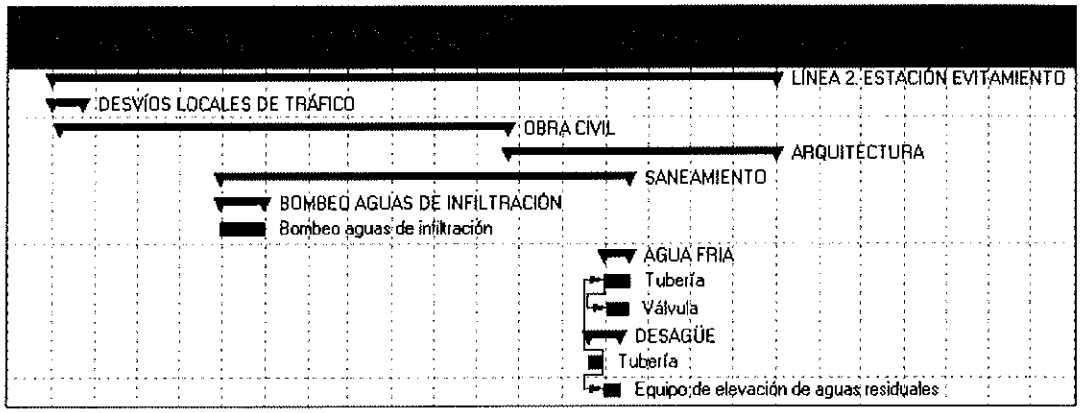
  - Albañilería. Muro de bloques
  - Revestimientos, revoques y enlucidos
  - Pavimentos
  - Falsos techos
  - Pintura e impermeabilizaciones
  - Cerrajería
  - Carpintería metálica
  - Equipamiento y mobiliario
  - Accesibilidad

  Se han dividido los trabajos en zona de cuartos técnicos y zona de pasajeros, para poder separar los trabajos posteriores de equipamiento ferroviario.



- Saneamiento. Se refiere a la ejecución de sistemas de desagüe y agua fría, así como al bombeo de aguas de infiltración.

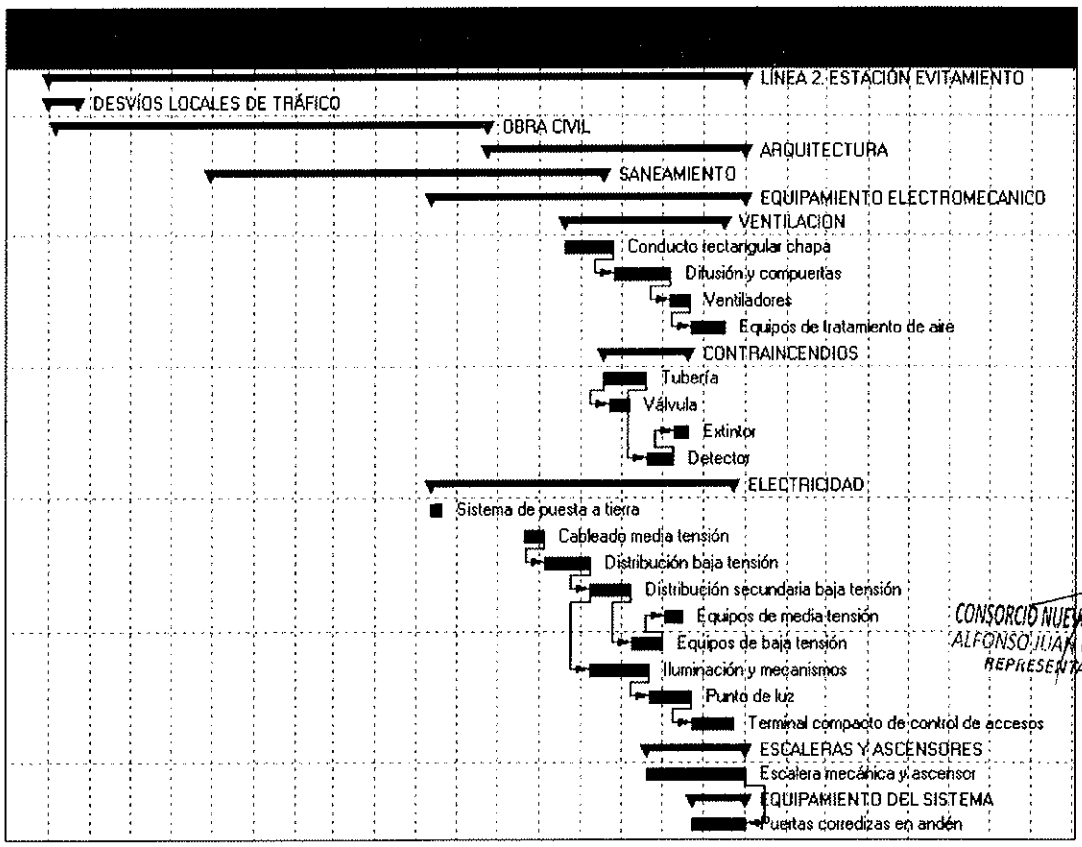
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



- Equipamiento electromecánico. Dentro de este equipamiento se incluye:

  - Ventilación: conductos, difusión y compuertas, ventiladores y equipos de tratamiento de aire
  - Contraincendios: tuberías y válvulas, extintores y detectores
  - Electricidad: sistemas de puesta a tierra, sistemas de media y baja tensión, equipamientos, iluminación y mecanismos y control de accesos.
  - Escaleras mecánicas y ascensores

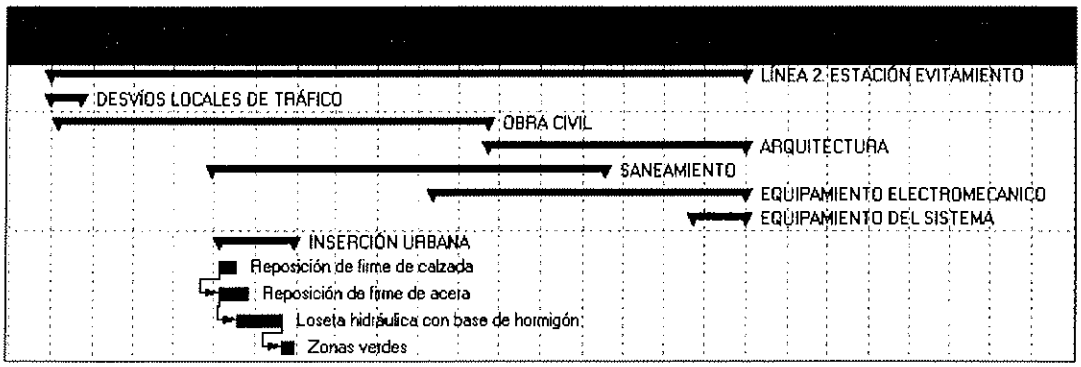
- Equipamiento del sistema: puertas corredizas en andén



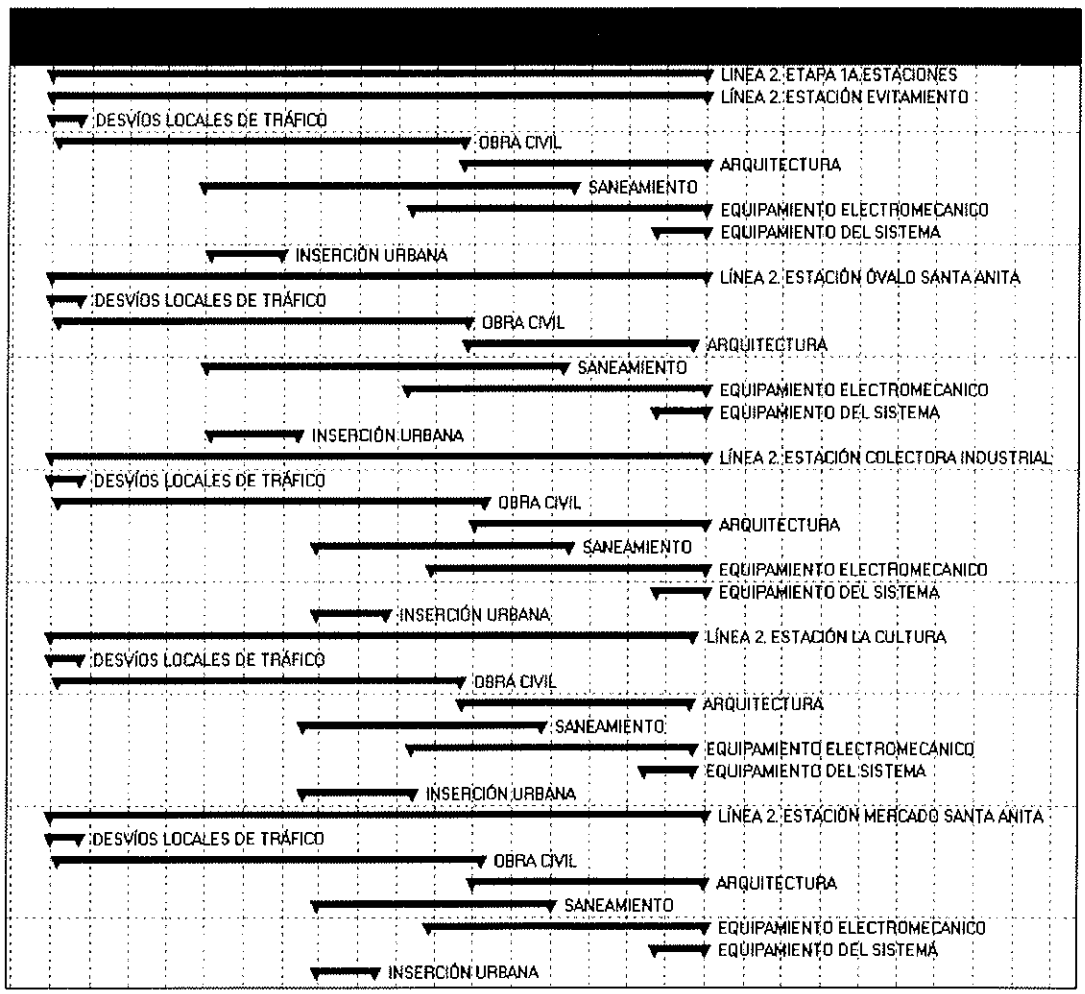
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Inserción urbana. Una vez finalizadas las cubiertas, se podrá restablecer la superficie, con las siguientes actividades principales: reposición de calzadas y aceras e implantación de zonas verdes.

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A



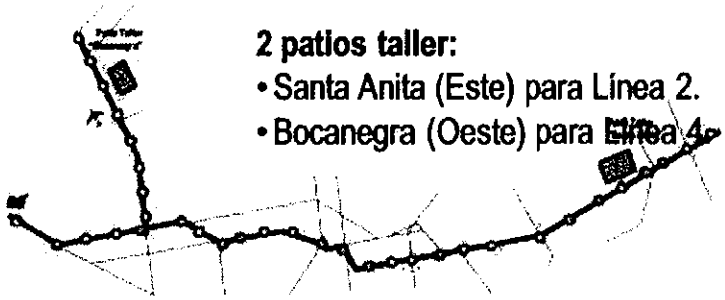
Finalmente, incluimos el resumen de la programación prevista para todas las estaciones de esta Etapa.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6.a.4) TALLERES Y PATIOS. SANTA ANITA

En este proyecto se ejecutarán dos talleres: Santa Anita y Bocanegra.



En esta Etapa se desarrollará el de Santa Anita, correspondiente a la Línea 2, incluyendo todos los trabajos del patio y talleres, así como la conexión con los túneles de la línea.

Ya que se dispone de poco tiempo hasta la puesta en servicio, los trabajos de esta Etapa se centrarán en lo estrictamente necesario para la misma, dejando para la Etapa 1B el resto.

Así, para la puesta en marcha de la fase 1A será necesario haber construido los siguientes elementos:

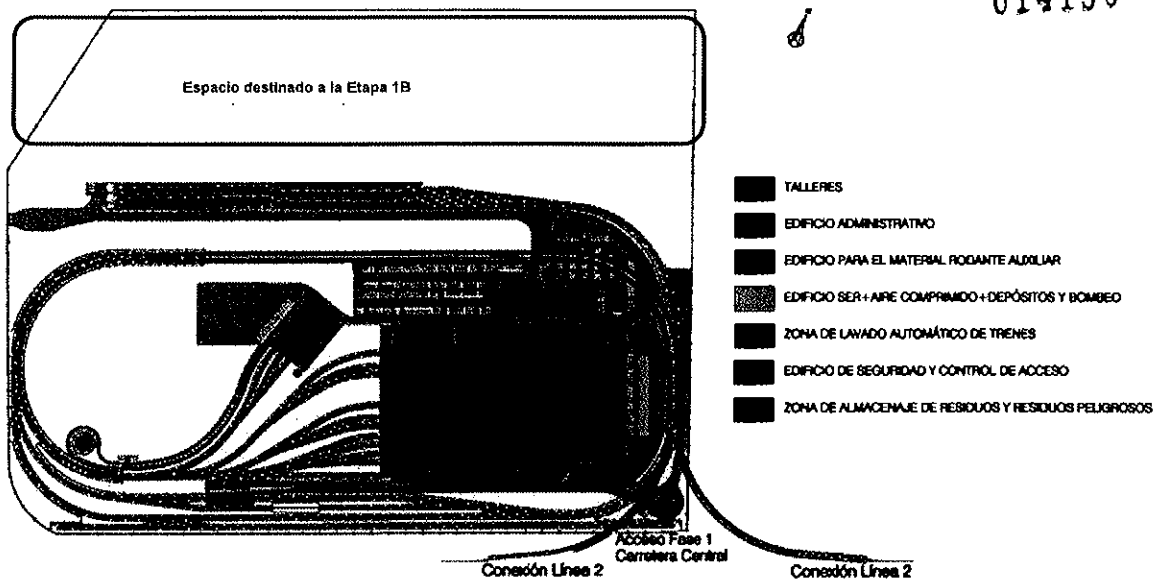
- Ramales de acceso a los talleres desde la línea
- Taller principal de almacenamiento
- Nave de material rodante auxiliar
- Zona traspaso circulación automática-manual
- Vía de lavado de material rodante
- Vía de pruebas de material rodante
- Edificio corporativo
- Puesto de control de accesos
- Ubicación de la SER y cuartos técnicos de instalaciones
- Aparcamiento de vehículos y viales de circulación
- Zona de maniobras para vehículos en la entrega de los equipos diversos
- Parte de la playa de vías necesaria para la fase 1A

En la Etapa 1B se llevará a cabo la culminación de la playa de vías reorganizando el acceso al conjunto y el esquema de recorridos internos, además de la edificación destinada a limpieza. Los recorridos internos se completarán con la creación del vial de ronda de la playa de vías y su conexión con el óvalo de la zona de Talleres y SER.

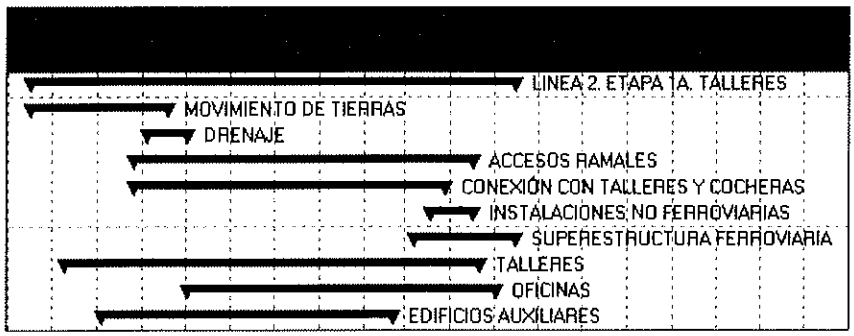
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014130

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

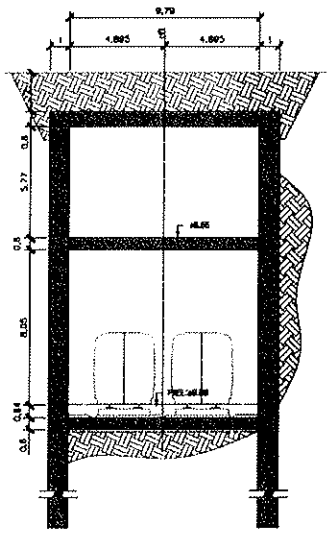


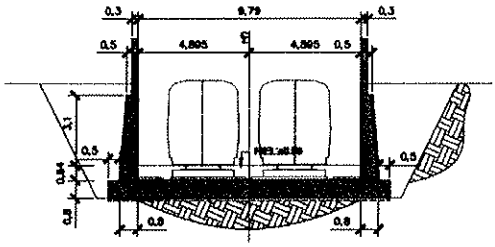
Por tanto, los trabajos comenzarán con la explanación de la zona y con la ejecución de la conexión con la línea 2. Posteriormente, irán comenzando el resto de trabajos: talleres, oficinas, edificios auxiliares y superestructura de vía (vía sobre balasto).



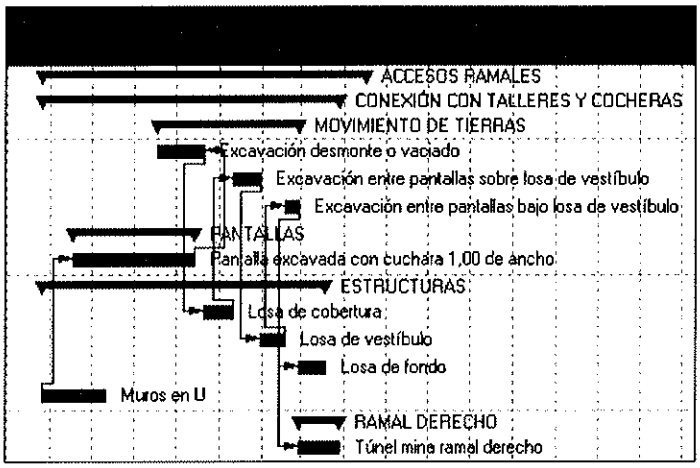
La conexión se realizará mediante Cut & Cover en las zonas de pantallas o con excavaciones a cielo abierto en la zona de muros en U. Debido a la celeridad necesaria en estos trabajos, se ha previsto que las pantallas, muros y excavaciones se realicen con 2 turnos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





En el caso del ramal derecho, se ha previsto un tramo de ramal en mina debido a la interferencia con una edificación en construcción.



O.6.a.5) SUPERESTRUCTURA DE VÍA

El sistema diseñado para la superestructura ha sido el de vía en placa o vía sobre placa de hormigón, excepto en los patios de Santa Anita y Bocanegra, que se han diseñado con vía balastada, como ya se ha comentado.

En esta etapa se ha planificado su ejecución con cuatro equipos; el esquema de programación es el siguiente:

- Equipo 1:
  - PP.KK. 19+000,00 - 19+322,765
  - Estación Evitamiento
  - Evitamiento - Óvalo Santa Anita

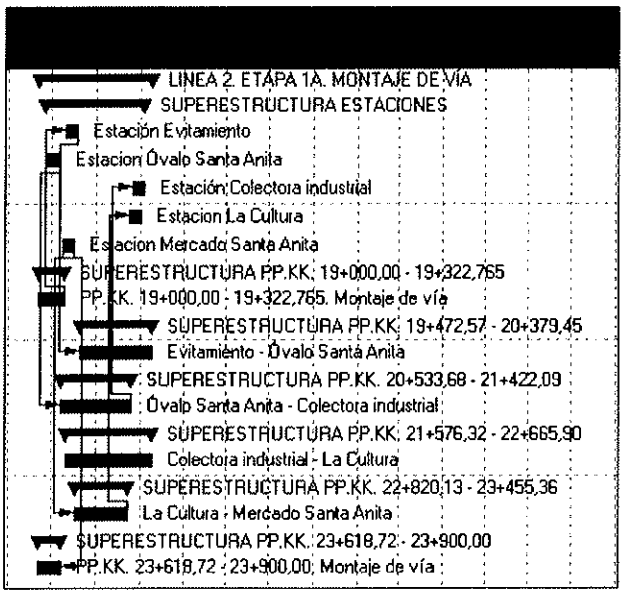
- Equipo 2:
  - Estación Óvalo Santa Anita

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- Óvalo Santa Anita – Colectora Industrial
- Estación Colectora Industrial

- Equipo 3:
  - Colectora Industrial – La Cultura

- Equipo 4:
  - PP.KK. 23+618,72 - 23+900,00
  - Estación Mercado Santa Anita
  - Mercado Santa Anita – La Cultura
  - Estación La Cultura



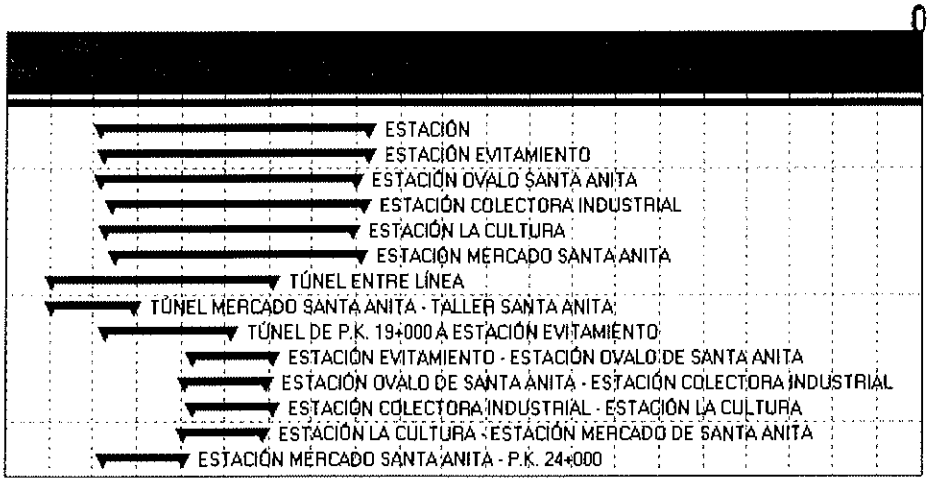
O.6.a.6) INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Se incluyen en este capítulo los trabajos relativos al equipamiento ferroviario, tanto en estaciones como en túnel. Igualmente, se incluyen las labores a realizar en el Patio de Santa Anita.

En las estaciones, las actividades principales engloban cableados e instalación de equipos, mientras que en los túneles, además, se incluye la instalación de catenaria.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

014133



En el Patio de Santa Anita se tendrá en cuenta la disponibilidad necesaria para la llegada del material rodante y la realización de las pruebas, tanto estáticas como dinámicas.

O.6.a.7) SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa se prevé el suministro de 5 trenes, tal y como exige el Contrato, estando disponibles en el mes 24 desde la Fecha de Cierre.

Se incluyen en el cronograma las siguientes actividades principales para los 5 vehículos:

- Diseño
- Entrega de los equipos de señalización y telecomunicaciones a instalar a bordo de los trenes
- Construcción
- Pruebas de fábrica
- Transporte a Lima
- Llegada a Lima (nacionalización). En este momento el Patio de Santa Anita tendrá disponibilidad para los 5 vehículos
- Pruebas estáticas y dinámicas y certificación. Para la realización de las pruebas, será necesaria la disponibilidad de la línea, al menos de un tramo suficiente para su realización

Tras estas pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las Pruebas de puesta en marcha.

O.6.a.8) PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

Como actividades finales se realizarán las pruebas y circulación en vacío.

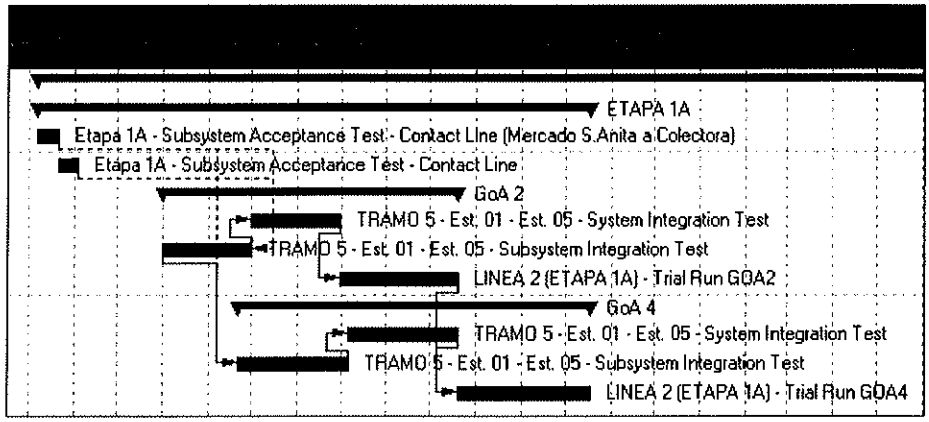
Como ya se ha comentado, existe el compromiso de entregar la obra a finales del mes de mayo de 2016. En ese momento se estarán realizando pruebas, pero los trenes podrán entrar en funcionamiento en GoA2.

Tras los 810 días comentados, comenzarán las pruebas en GoA4.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

014131



O.6.a.9) ANÁLISIS DE LA RUTA CRÍTICA

La finalidad de la Etapa 1A es la de permitir la operación de un primer tramo de la Línea 2 del Metro de Lima antes del final del mes de Mayo del 2016. Concretamente, se pondrá en servicio el tramo comprendido entre las estaciones de Evitamiento y Mercado de Santa Anita.

El camino crítico de esta primera etapa comprende los siguientes trabajos:

- Obra civil Estación Colectora Industrial
- Obra civil Estación Mercado de Santa Anita
- Montaje de vía
- Instalaciones ferroviarias y electrificación
- Pruebas

OBRA CIVIL ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL Y ESTACIÓN MERCADO DE SANTA ANITA

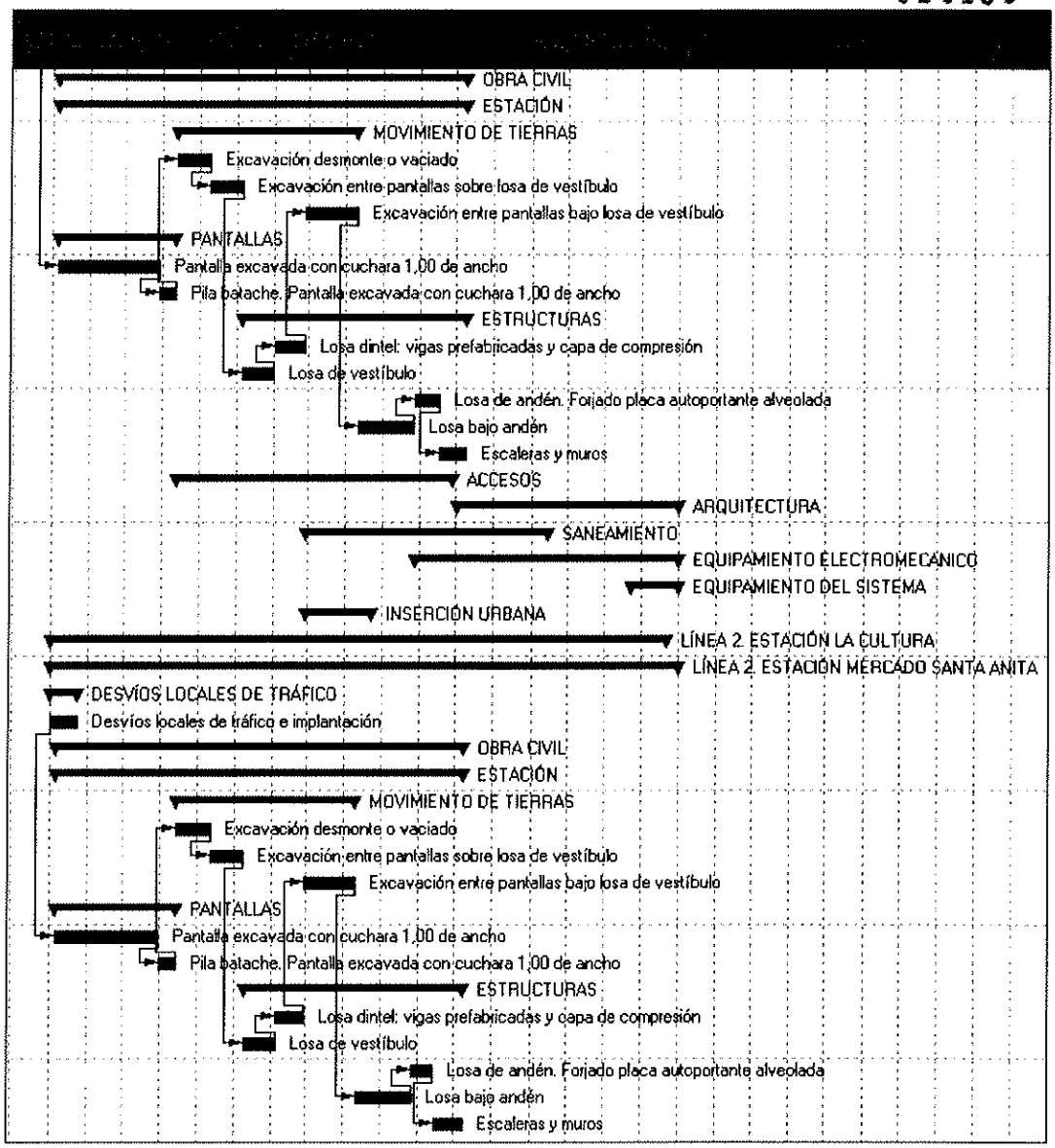
Dentro de esta fase, las estaciones son las obras que tienen una duración mayor y, por tanto, los trabajos en los que habrá que concentrar los mayores esfuerzos en cuanto al cumplimiento de plazos. De hecho será necesario simultanear los trabajos en las cinco estaciones con este fin.

El camino crítico se centra en la obra civil, ya que una vez terminada ésta, se podrán comenzar los trabajos de montaje de vía en dichas estaciones. En concreto, la ruta crítica se sitúa en estas dos estaciones porque los trabajos de montaje de vía de los dos equipos que trabajarán en esta fase comienzan, respectivamente, por cada una de ellas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

014135



MONTAJE DE VÍA

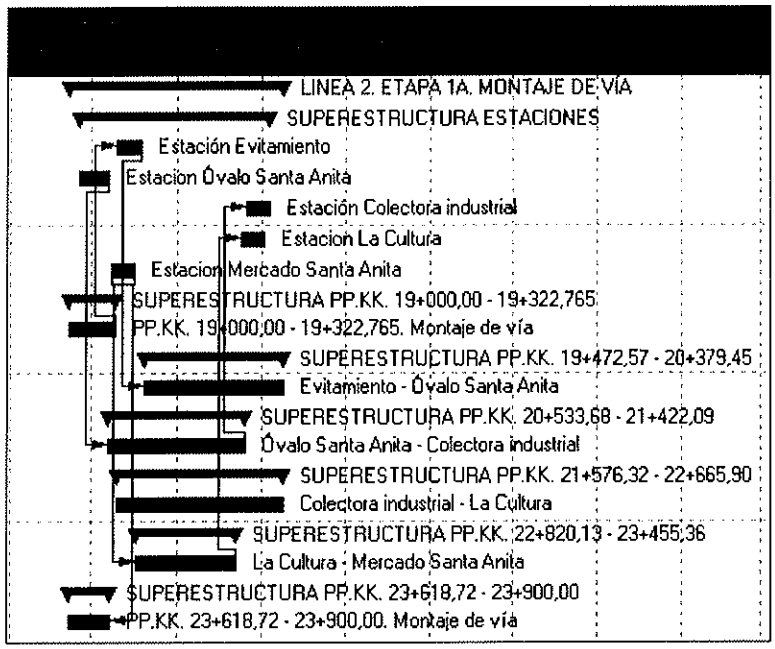
Como ya hemos comentado, una vez que finalicen los trabajos descritos en el apartado anterior, los equipos de montaje de vía comenzarán su cometido.

Por tanto el camino crítico continua por el montaje de la vía en la totalidad del tramo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

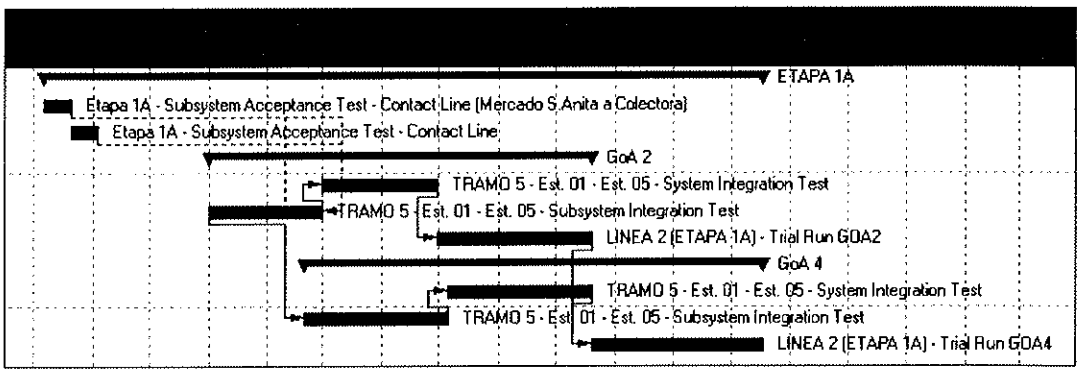
O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

014136



Con el desarrollo del montaje de vía, podrán ir ejecutándose los trabajos relativos a las instalaciones ferroviarias y electrificación, que darán paso a las pruebas finales previas a la apertura del tramo.

Estas serán las últimas actividades de la ruta crítica, actividades que no podrán sufrir ningún tipo de retraso y con las que se finalizan las obras de la etapa.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

014137

INSERTAR CRONOGRAMA ETAPA 1A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6.B) PLAN DE ASEGURAMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE FECHAS SEGÚN CONTRATO

A continuación se analiza el sistema de Control General de los Trabajos a ser utilizado por el Consorcio.

La base del Sistema de Control será la Red de Precedencias, con la cual se determina el Camino Crítico de la Obra. El control del progreso de los trabajos permitirá que se determinen eventuales desvíos del Camino Critico y consecuentemente se adopten medidas necesarias que contractualmente corresponda.

O.6.b.1) SOPORTE INFORMÁTICO

Está previsto utilizar para efectos de control el paquete informático PRIMAVERA. Esta configuración permite obtener en cualquier momento la situación actualizada de la Obra así como su producción, no sólo en términos de tiempo, sino también en términos de porcentajes de ejecución.

El procedimiento general de control consistirá en revisar la red del Proyecto mensualmente, ajustando las predicciones originales de duración de cada actividad, actualizándolas periódicamente. Cada vez que la duración de una actividad es revisada, la red es analizada para determinar si el Camino Crítico y la duración del Proyecto han sido afectados.

O.6.b.2) MÉTODOS

Los métodos a ser utilizados por el Consorcio para el Control de los Trabajos estarán basados en los siguientes conceptos:

- Planificación
- Programación
- Control (Seguimiento)

O.6.b.2.1 PLANIFICACIÓN

La Planificación estará basada principalmente en los siguientes ítems:

- Cronograma de la Propuesta (Contractual)
- Red de Precedencias de acuerdo al Cronograma
- Informes Computarizados

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

- RED DE PROCEDENCIA

Para controlar el Proyecto será usada la técnica del Camino Crítico. Esta técnica consiste básicamente en investigar cuál es la secuencia de operaciones de mayor duración en toda la Obra y determinar permanentemente su eventual afectación y demás consecuencias.

- INFORMES COMPUTARIZADOS PARA CONTROL DEL PROYECTO

Son informes gerenciales mensuales que se emiten para el control y la toma de decisiones rápidas y efectivas, para alcanzar las metas definidas en el Contrato compatibles con las responsabilidades y obligaciones contractuales de las Partes.

O.6.b.2.2 CONTROL Y AJUSTES DE PROGRAMACIÓN

Tomando como base los informes sobre actividades planificadas para el periodo pertinente, la reprogramación de los trabajos será realizada cada mes y evaluada cada semana en lo pertinente.

El programa general indica cuáles son las actividades que deben ser programadas para ejecución y también el porcentaje de ejecución física que debe ser cumplido para alcanzar las metas contractuales.

La programación es más específica, mientras que la planificación es más global. La planificación define las metas, prepara el estimado de costos de construcción y asigna los fondos para la construcción. La programación toma en cuenta esa base de datos y la ejecuta considerando el tiempo estipulado.

La siguiente información describe los elementos para el control y ajuste de la programación mensual:

- Actividades a ser ejecutadas durante el periodo pertinente.
- Lugar de ejecución de cada actividad.
- Cantidad del trabajo a ser ejecutado en cada actividad.
- Secuencia de las obras.
- Duración de cada actividad.
- Fechas de inicio y término de cada actividad.
- Eventual afectación del Camino Crítico.

O.6.b.2.3 CONTROL (SEGUIMIENTO)

Será efectuado un seguimiento semanal de la programación, indicando las eventuales afectaciones o distorsiones.

Basado en la anterior información, el Programa proyectará las nuevas fechas y duraciones estimadas para las actividades. El análisis de tales informaciones facilitará la toma de decisiones, haciendo posible los ajustes contractualmente requeridos.

Se ha previsto que todo pronóstico será informado mensualmente a través del Informe de Avance de Trabajo.

O.6.b.3) INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Dentro de los plazos previstos en el Contrato, el Consorcio presentará al Ministerio de Transportes y Comunicaciones el Informe de Avance de Trabajos. En dicho Informe estará incluida una copia de la Red Inicial acompañada de una Red de la Obra ejecutada hasta la fecha, que será presentada a la misma escala y con el mismo formato que la Red Inicial.

En dichas redes se mostrarán los ocasionales cambios y perturbaciones, si los hubiere, en el ritmo de ejecución de la Obra, debidamente explicados y acompañados de un informe que indique cada situación específica.

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

La anterior se llamará "Red Actualizada". Este informe servirá de base para posibles modificaciones al Programa de Trabajo, a raíz, entre otros de trabajos extras, modificaciones al diseño de las obras, variaciones en el grado de complejidad, cantidad y dificultad de las mismas, variaciones de productividad, etc.

O.6.b.4) DETALLE DEL CONTROL GENERAL DE LOS TRABAJOS

O.6.b.4.1 CONTROL DE DESARROLLO DE LAS OBRAS CIVILES

El Cronograma de Ejecución servirá de base para el control de desarrollo de las obras civiles y electromecánicas llevado a cabo por el área de Control de Proyecto.

Este seguimiento se presentará en las reuniones semanales de planeamiento llevadas a cabo entre las distintas áreas de la obra, donde se discutirán eventuales desvíos (retrasos o adelantos) con respecto a las fechas establecidas en el Cronograma de Ejecución. Las distintas áreas de Producción (Túnel, Estaciones, Material Rodante, Electromecánico), junto con las áreas de apoyo (Ingeniería, Administración, Comercial) e inclusive Calidad y Seguridad, participarán en la implementación de las acciones necesarias para cumplir con los objetivos previstos en el Cronograma de Ejecución.

Se considera que el motor del proyecto son las áreas de producción y todas las áreas de apoyo deben estar subordinadas para atender los requerimientos de producción.

O.6.b.4.2 CONTROL DEL SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS AUXILIARES DE LÍNEA Y ESTACIONES

El Cronograma de Ejecución servirá de base para el control del suministro de instalación de equipos auxiliares de Línea y Estaciones.

Se efectuarán visitas regulares para vigilar el progreso de los trabajos, tomando las acciones del caso para corregir eventuales desvíos, tales como exigir el incremento de personal, horas de trabajo, equipos, turnos de trabajo, etc.

O.6.b.4.3 CONTROL DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL FERROVIARIO

El Cronograma de Ejecución servirá de base para el control del diseño, fabricación, suministro e instalación del Sistema Integral Ferroviario.

Se efectuarán reuniones periódicas de manera de evaluar cualquier desvío que pudiere presentarse y determinar las acciones que pudieren implementarse para evitar la afectación al Cronograma de Ejecución.

O.6.b.4.4 CONTROL DE LA FABRICACIÓN Y SUMINISTRO DEL MATERIAL RODANTE

El Cronograma de Ejecución servirá de base para el control del diseño, fabricación y suministro del Material Rodante.

Se efectuarán reuniones periódicas de manera de evaluar cualquier desvío que pudiere presentarse y determinar las acciones que pudieren implementarse para evitar la afectación al Cronograma de Ejecución que le sean imputables.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6.b.4.5 CONTROL DEL PLAN DE MANEJO DE EMPLEOS

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

El Cronograma de Ejecución determina la programación de recursos humanos necesarios para acometer las obras y por tanto el control del plan de manejo de empleos.

El responsable de Recursos Humanos, que depende de la Gerencia Administrativa Financiera, será el encargado de administrar esta programación, que en todo caso será actualizada semanalmente en base al seguimiento efectuado por el área de Control de Proyecto. Se tratará de trabajar con un horizonte a mediano plazo, de manera que el área de Recursos Humanos cuente con el suficiente tiempo para identificar, reclutar y contratar el personal con las calificaciones requeridas.

O.6.b.4.6 CONTROL DEL PLAN DE LOGÍSTICA DE SUMINISTROS

El área de Logística será la responsable del control del plan de logística de suministros, para lo cual se basará en el Cronograma de Ejecución vigente.

El responsable del área de Logística participará en las reuniones semanales de planeamiento, donde se verificará el avance de las obras y se identificarán posibles puntos críticos relacionados con suministros y/o su logística. El área de Control de Proyecto será quién centralice todas las programaciones de materiales efectuadas por las áreas de Producción y transmitirá dichas programaciones al área de Logística de manera que ésta efectúe la programación de las adquisiciones necesarias. Las solicitudes de materiales e insumo s, se efectuarán en 3 categorías: Normal, Urgente y Emergente, en función del requerimiento del suministro específico.

O.6.b.4.7 CONTROL DEL PLAN DE SEGURIDAD

La Gerencia de Seguridad tendrá a su cargo el control del Plan de Seguridad, que se enmarcará en el Cronograma de Ejecución de las obras.

Para el efecto, la Gerencia de Seguridad trabajará coordinadamente con las áreas de Control del Proyecto, Producción y Recursos Humanos, de manera que cuente oportunamente con los análisis preliminares de niveles de riesgo de las actividades a ejecutarse, que permitirá que el personal involucrado esté debidamente preparado para enfrentar los riesgos identificados, evitando así que el Cronograma de Ejecución se vea afectado.

O.6.b.4.8 CONTROL DEL PLAN DE MANEJO DE CALIDAD

La Gerencia de Calidad tendrá a su cargo el control del Plan de Manejo de Calidad, que se enmarcará en el Cronograma de Ejecución de las obras.

Para el efecto, la Gerencia de Calidad trabajará coordinadamente con el área de Control del Proyecto y con el área de Logística de manera de tramitar oportunamente la documentación de calidad, ensayos y/o pruebas, según sea necesario, correspondientes al diseño y a los suministros a incorporarse a las obras, evitando así que el Cronograma de Ejecución se vea afectado.

O.6.b.4.9 CONTROL DEL PLAN DE MANEJO DE COMUNICACIONES Y RELACIONES PÚBLICAS

La Gerencia Administrativa, a través del Responsable de Comunicaciones y Relaciones Públicas, tendrá a su cargo del control del plan de Manejo de Comunicaciones y Relaciones Públicas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

Esta área mantendrá una estrecha relación con el área de Control de Proyecto de manera que, con la previsión y anticipación adecuadas, sean gestionados los permisos necesarios ante las entidades pertinentes, efectuadas las publicaciones y/o avisos requeridos, informando al público sobre actividades a realizarse (desvíos, cambios de circulación, y otros similares).

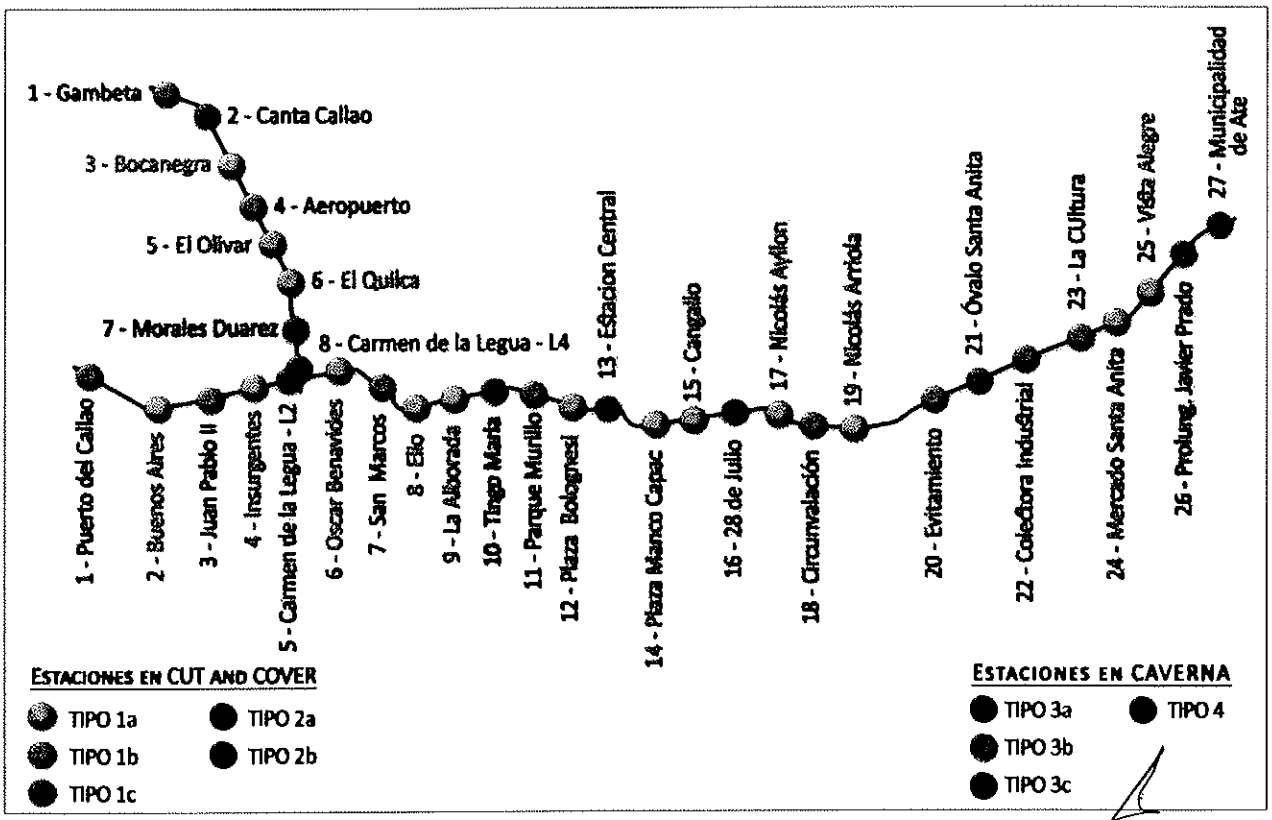
O.6.b.4.10 CONTROL DE LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

Dependiente de la Gerencia de Calidad, el Responsable de Administración de Riesgos estará a cargo del Control de la Administración de Riesgos, para lo cual periódicamente actualizará el Registro de Riesgos del Proyecto, involucrando a las diferentes áreas intervinientes, tales como Producción, Ingeniería, Seguridad, y efectuando los reportes y alertas del caso de manera de mitigar los riesgos identificados.

O.6.C) PLAN DE APERTURA COMERCIAL PARCIAL DE ESTA ETAPA DE PROYECTO.

Las pruebas y puesta en marcha del sistema se realizarán en diferentes fases, de acuerdo a lo indicado en el aparatado **L. Memoria descriptiva de los protocolos para la ejecución de pruebas**.

Se definirá un plan maestro de pruebas y puesta en marcha (TCMP) para describir la manera en que se verificará la cumplimiento de los componentes, los sistemas y el sistema como un todo a lo largo de las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

El proyecto formado por la línea 2 y línea 4, se van a construir en 8 tramos dividido en tres etapas:

- Primera etapa 1A,
- Primera etapa 1B,
- Segunda etapa

La etapa 1A, realizada por medio del tramo 5, es aproximadamente 5 Km. desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita y comprende la realización parcial del taller de Santa Anita.

La etapa 1B, realizada por medio de los tramos 3, 4 y 6, es aproximadamente 10Km desde la estación central hasta la estación Municipalidad de Ate, excluyendo la primera etapa A.

La etapa 2, realizada por medio de los tramos 1, 2, 7 y 8, comprende la finalización de la línea 2 aproximadamente 12Km desde la Estación Puerto del Callao hasta la estación central y el ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4), de aproximadamente 8Km desde la estación Gambetta hasta estación Carmen de la Legua L4 incluido en el taller.

La puesta en funcionamiento del proyecto se prevé en tres (3) etapas:

- 2016: Primera etapa 1A – Línea 2,
- 2017: Primera etapa 1B – Línea 2,
- 2019: Segunda etapa - Línea 2 y Ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4),

O.6.c.1) ETAPA 1A.

INSTALACIONES FERROVIARIAS, ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Se incluyen en este capítulo los trabajos relativos al equipamiento ferroviario, tanto en estaciones como en túnel. Igualmente, se incluyen las labores a realizar en el Patio de Santa Anita.

En las estaciones, las actividades principales engloban cableados e instalación de equipos, mientras que en los túneles, además, se incluye la instalación de catenaria.

Los trabajos descritos se desarrollarán como se muestra en el cronograma incluido en el apartado O.6.a

En el Patio de Santa Anita, la actuación se ha previsto tal y cómo se indica en el cronograma incluido en el apartado O.6.a

SUMINISTRO DE MATERIAL RODANTE

Para esta etapa se prevé el suministro de 5 trenes, incluyéndose en el cronograma las siguientes actividades principales:

- Construcción
- Pruebas de fábrica
- Transporte a Lima

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

O.6. CRONOGRAMA DETALLADO PARA EL CUMPLIMIENTO DE EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA A

- Pruebas estáticas y dinámicas y certificación

En la sección D.1.10 se puede observar el programa de suministro del material rodante. Tras la realización de las correspondientes pruebas estáticas y dinámicas, los vehículos estarán listos para las Pruebas de puesta en marcha.

PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA Y FINALIZACIÓN DE ETAPA

Como actividades finales se realizarán las pruebas y circulación en vacío, de acuerdo al Cronograma incluido en el apartado O.6.a, procediendo a la puesta en servicio del tramo construido en modo degradado (GOA2) a finales de Mayo de 2016. La puesta en marcha se llevará a cabo en modo GoA 2, pasándose a modo GoA 4, tras las pruebas pertinentes a realizar de acuerdo a las fechas indicadas en el Contrato de Concesión y, reflejadas en el Cronograma adjunto en el apartado O.6.a.

La finalidad de la denominada Etapa 1A era la de permitir la operación de un primer tramo de la Línea 2 del Metro de Lima antes del final del mes de Mayo del 2016, extremo que se cumple de acuerdo a la programación detallada facilitada.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL