

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
TOMO 3	A.3.	TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO Apéndice 1: Planos
	A.4.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registros de calicetas 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
TOMO 6	A.5.1.	Diseño del Trazado Apéndice 1: Planos
	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 Apéndice 1: 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. Apéndice 1: Cálculos de subsidencias de la L2 Apéndice 2: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 3. Planos
	A.6.8.	Sistema de Monitoreo y Auscultación. Apéndice 1: Planos
TOMO 9	A.6.9.	Excavación en trinchera (método Cut & Cover) Apéndice 1: Cálculos de subsidencias de la L2 Apéndice 2: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 3: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 4: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 5: Planos
	A.6.10.	Excavación en trinchera Apéndice 1: Cálculos de subsidencias de la L2 Apéndice 2: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 3: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 4: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 5: Planos

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



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 Memoria Descriptiva General por estación Apéndice 1: Planos definición funcional A.7.1. Arquitectura por tipología de estación. Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo A.7.2. Excavación y tratamiento de consolidación por tipología Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones A.7.3.
TOMO 11	A.7.4.	Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología. Apéndice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C Apéndice 2: Dimensionamiento estructural. 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.	Simulaciones 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 Apéndice 1: Matriz de alteración 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 (Senta Anita y Bocanagra) 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 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 freático Apéndice 2: Pozos cenitales sin presencia de nivel freático Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freático A.9.6. Eaquetra ferroviario y Diseño de la superestructura de vía férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres A.9.6.1. Esquetra ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

INDICE GENERAL
DOCUMENTO Nº 4. PROPUESTA TÉCNICA

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



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
TOMO 23	C.2.2.	Suministro e Instalación
	D	DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1	DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOUPLE, 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.	Gálbo
	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.
	D.1.8.	Sistema de señalización y comunicación
	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



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 Apéndice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal. Apéndice 2: Matrices ambientales Apéndice 3: Fichas ambientales Apéndice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés Apéndice 5: Plan de gestión de residuos Apéndice 6: Planes de emergencia medioambientales Apéndice 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 Apéndice 8: Planos de gestión ambiental Apéndice 9: Planos arqueología	
		K.1.1.2	Gestión Ambiental Explotación Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental Plan de Seguridad y Salud
		K.1.2.	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción Apéndice 1: Fichas de inspección
		K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud en Explotación Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
		K.1.2.2	
TOMO 28	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)	

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO		CONTENIDO
	N.1. N.2.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
TOMO 30	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1. O.1.1. O.1.2.	ESTUDIOS BÁSICOS Topografía de detalle Apéndice 1: Planos Estudio geotécnico Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registro de calicata Apéndice 3: Registro de la investigación geofísica Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
TOMO 31	O.1.3.	Apéndice 4 Ensayos de laboratorio Apéndice 5: Planos Análisis de riesgo sísmico 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
	O.1.4. O.1.5. O.2. O.2.1.	Estudio de desvíos de tráfico Apéndice 1 :Planos Estudio de interferencias Apéndice 1: Planos GEOMETRÍA (Trazado) Trazado de las vías Apéndice 1: Planos
TOMO 32	O.3 O.3.1. O.3.2.	TÚNELES Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos 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. O.3.4. O.4. O.4.1. O.4.2. O.4.3.	Diseño de la conexión subterránea con Patío Santa Anita (Ramal a Talleres) Apéndice 1: Cálculos de ramales Santa Anita Apéndice 2: Planos Pozoa de ataque (ventilación) Apéndice 1: Planos ESTACIONES Memoria descriptiva de las estaciones Apéndice 1. Planos Arquitectura de estaciones 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
TOMO 35	O.5. O.5.1. O.5.2.	PATIO TALLER SANTA ANITA Memoria descriptiva del Patío de Santa Anita. Descripción funcional Apéndice 1: Planoa Excavaciones y muros de contención. Estructuras Apéndice 1: Planos
	O.5.3. O.5.4. O.6. O.6.1.	Arquitectura del Patío Taller Santa Anita Apéndice 1: Planos Plan de movimiento de tierras CRONOGRAMA Cronograma detallado Primera Etapa A

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL








002940

A.6.9.	A) DISEÑO DE INGENIERÍA
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"

A.6.9. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA (MÉTODO CUT & COVER)



Índice

002941

1. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA (mÉTODO CUT & COVER).....	1
1.1 MEMORIA DE CÁLCULO PRELIMINAR DE LAS ESTRUCTURAS PERMANENTES.....	1
1.2 EXCAVACIÓN Y TRATAMIENTO DE CONSOLIDACIÓN.....	1
1.3 RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES BOCANEGRA.....	5
1.4 RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES SANTA ANITA.....	6
1.4.1 Descripción.....	6
1.5 TERCERAS VÍAS	8
1.5.1 Introducción	8
1.5.2 Sección tipo.....	8
1.5.3 Procedimiento constructivo	9

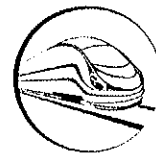
APÉNDICE 1. CÁLCULOS RAMALES BOCANEGRA

APÉNDICE 2. CÁLCULOS TERCERAS VÍAS

APÉNDICE 3. CÁLCULOS RAMALES SANTA ANITA

APÉNDICE 4. PLANOS.



**1. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA (MÉTODO CUT & COVER)**

002942

1.1 MEMORIA DE CÁLCULO PRELIMINAR DE LAS ESTRUCTURAS PERMANENTES

El objeto de este anexo es la justificación de la solución adoptada para las siguientes entidades estructurales:

- Ramales y Conexión a Talleres de Bocanegra
- Ramales y Conexión a Talleres de Mercado Santa Anita
- Terceras Vías.

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.



002943

Umbral de control	Asiento admisible (mm)			Distorsión angular			Deformación horizontal Unitaria (%)		
	<50	50-100	>100	1/100	1/100-1/50	>1/50	<1,5	1,5-2,0	>2,0
*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	<20	20-30	>30	<1/1000	1/1000-1/500	>1/500	<0,15	0,15-0,20	>0,20
*Conducciones no de gas									
*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	<5	5-10	>10	<1/3000	1/3000-1/2000	>1/2000	<0,05	0,05-0,10	>0,10
*Edificios con más de 10 alturas									
*Tuberías de gas									
*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) Cajado Metálico.

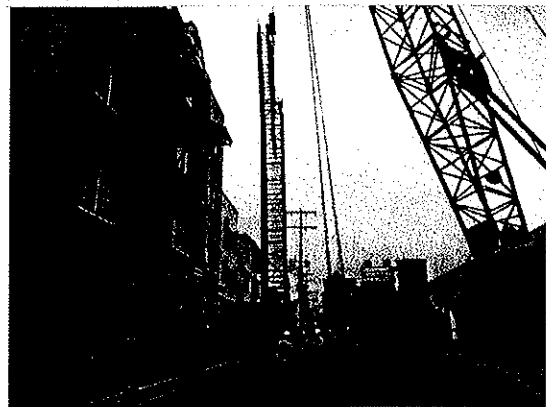
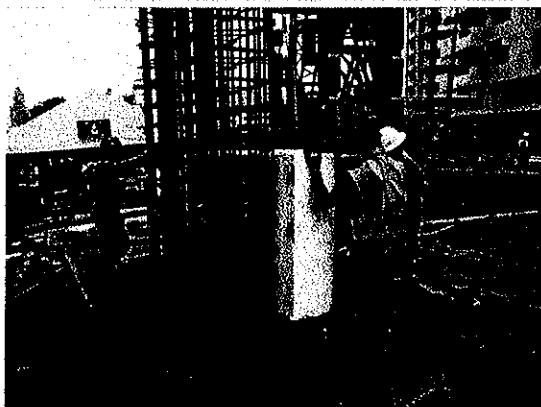


Figura 1-1. Detalle reducción espesor de pantallas es coronación





002941

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 pie de la tubería hasta la superficie del terreno, lo cual exige que el pie 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.

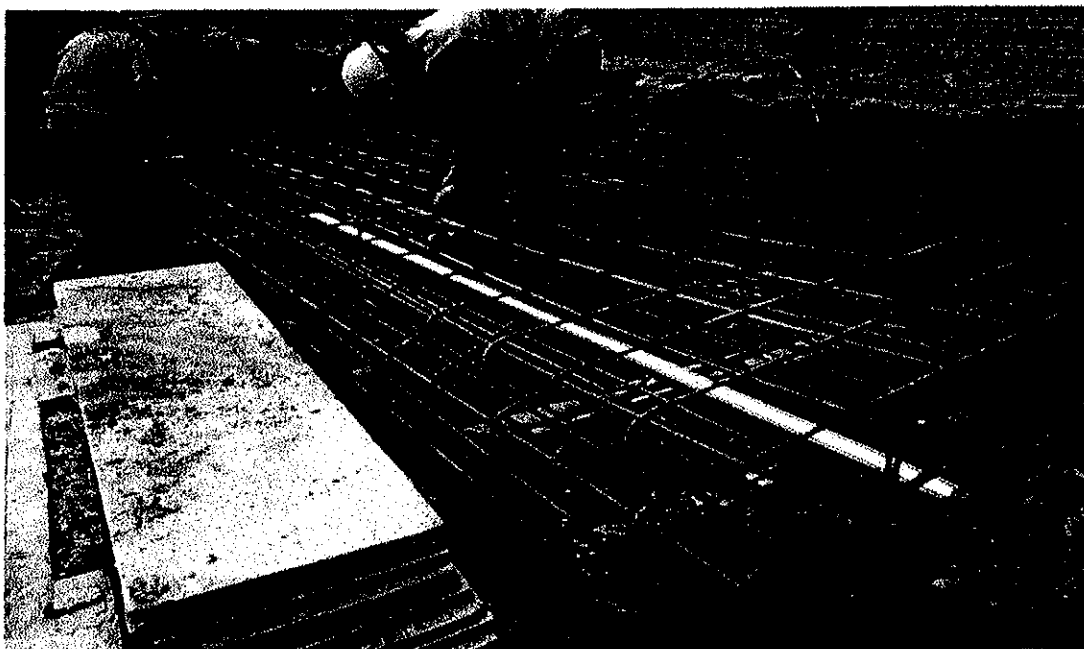
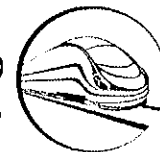


Figura 1-2. Vista de instalación de un inclinómetro en la armadura de una pantalla.

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.







002945

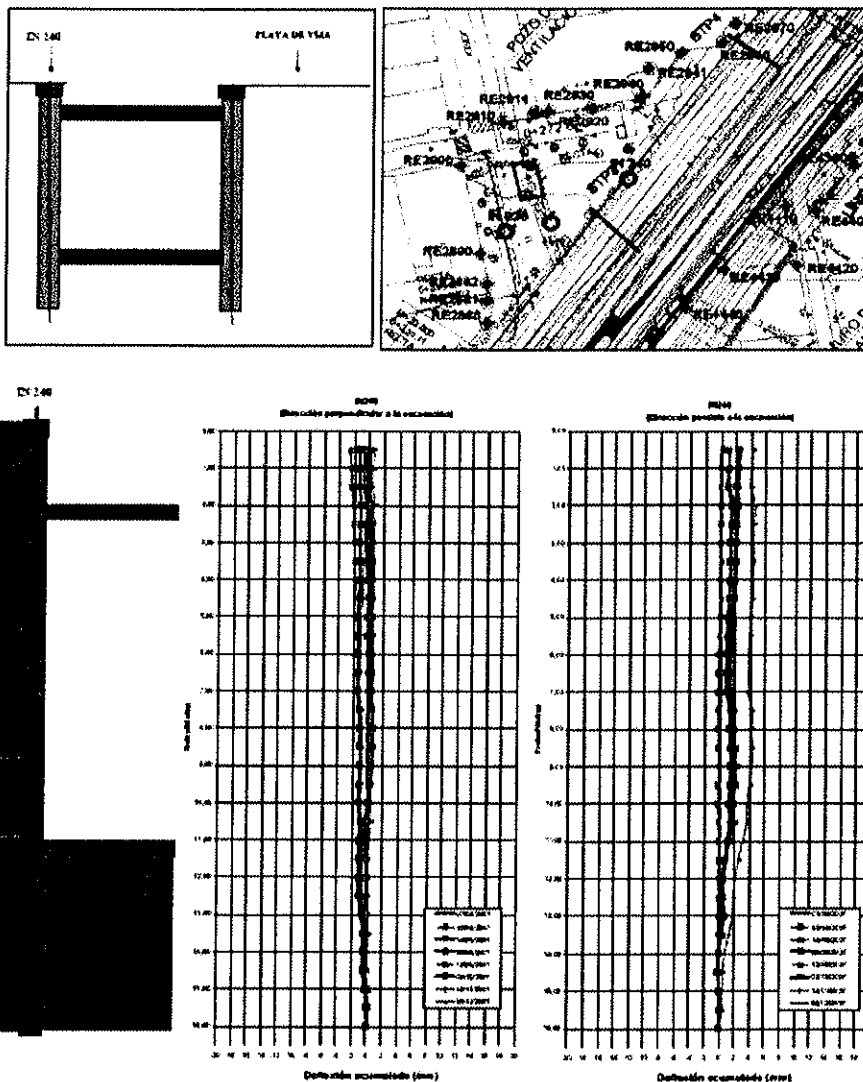


Figura 1-3. Ejemplo de ficha tipo de datos de inclinómetro instalado en pantallas

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 $2.5 \text{ sen } \phi$ 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.





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. 002946

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.

No se prevé tratamientos de consolidación en el túnel en trinchera.

1.3 RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES BOCANEGRA

La sección transversal de la estructura varía de ancho según la zona en la que nos encontremos. Existe un primer tramo de anchura variable iniciando la sección con una anchura de 8.60 m en la zona de doble vía y terminando con anchura de 14,40 m en el punto de la separación de la vía hacia la zona de los talleres. Cuando el ramal se separa para dirigirse a los talleres, la sección transversal tiene una anchura de 5.35 m, en la zona de vía única. El gálibo vertical es de 4,70 m sobre cota de carriles.

Los hastiales se realizan mediante pantallas de hormigón armado de 1,00 m de canto excavadas con cuchara. Las pantallas se excavarán hasta una profundidad que garantice la estabilidad estructural en cada zona.

La ejecución se realiza mediante el método de "cut and cover"

El proceso de construcción se iniciará excavando y hormigonando las pantallas de ambos laterales del túnel. Se procede así mismo a la excavación en los extremos de la losa, junto a la pantalla, de zanjas para dejar las esperas del muro forro.

Una vez se termine la ejecución de las pantallas, se procederá a excavación entre pantallas, arriostrando en cabeza las mismas mediante una losa superior. El canto de la losa que se sitúa antes y después de la estación de Bocanegra, así como la losa de la zona de encuentro de los ramales tienen 1,5 metros de canto en la zona hormigonada sobre el terreno. En las zonas de rampa con vía única el canto de la losa superior es de 1,00 m.

Una vez conectadas las pantallas y la losa superior se excava bajo la misma hasta la cota inferior de los estampidores, que son puntales de hormigón armado de sección cuadrada de 0,80 m de lado separados 2,5 m en dirección longitudinal. Dichos estampidores se encuentran a 4,70 m sobre la cota de carril, respetando el gálibo vertical del metro.

Una vez ejecutados los estampidores, se continúa la excavación bajo los mismos hasta la cota de la contrabóveda del túnel. La contrabóveda es una losa de 1,50 m de canto. Se arma la contrabóveda y se excavan unas zanjas junto a las pantallas para dejar la armadura del muro forro en espera. Se hormigona la losa contra el suelo. Se procede entonces a la ejecución del muro forro. Entre la cota de la contrabóveda y 2/3 de la altura del forro se hormigona desde el interior. El 1/3 final se hormigona desde la losa superior por medio de huecos previstos en la losa. Se conecta la losa inferior con la pantalla.





Con este procedimiento se asegura el correcto comportamiento de la estructura frente a la subpresión debida al freático, que se sitúa a cota -13.

Las rampas de acceso a los talleres son dos, con una pendiente constante igual al 3%.

El cálculo detallado de los ramales de Bocanegra se detalla en el Apéndice 1.

1.4 RAMALES Y CONEXIÓN TALLERES SANTA ANITA

1.4.1 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.

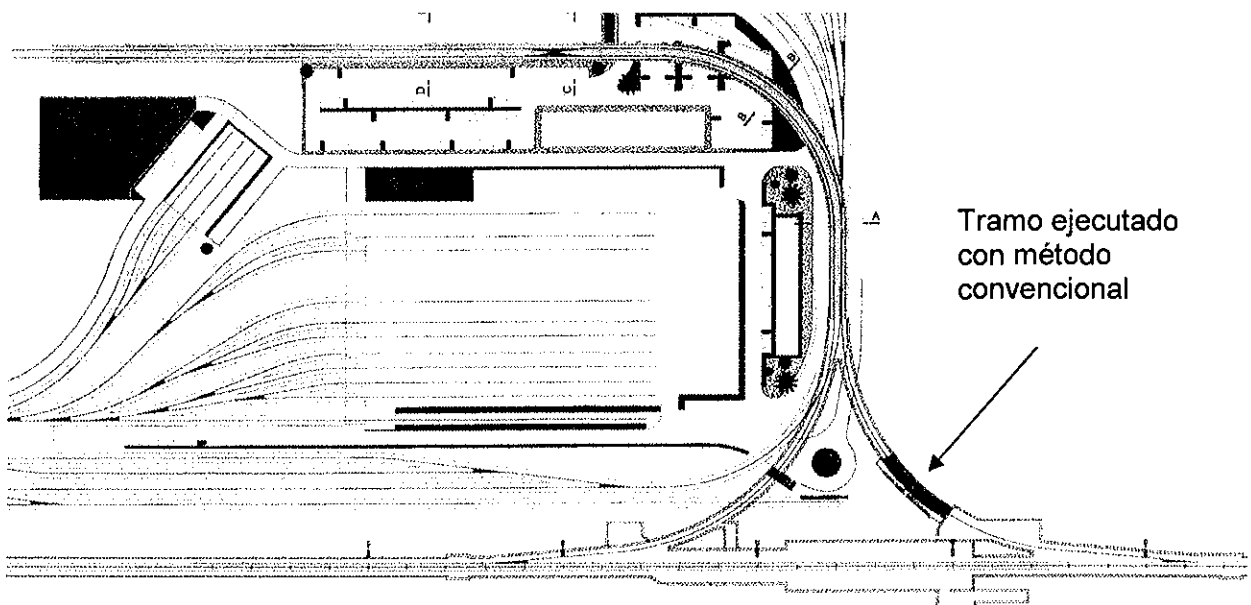


Figura 1-4. Planta de los ramales Santa Anita

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



[Handwritten signature]



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 **002948**)

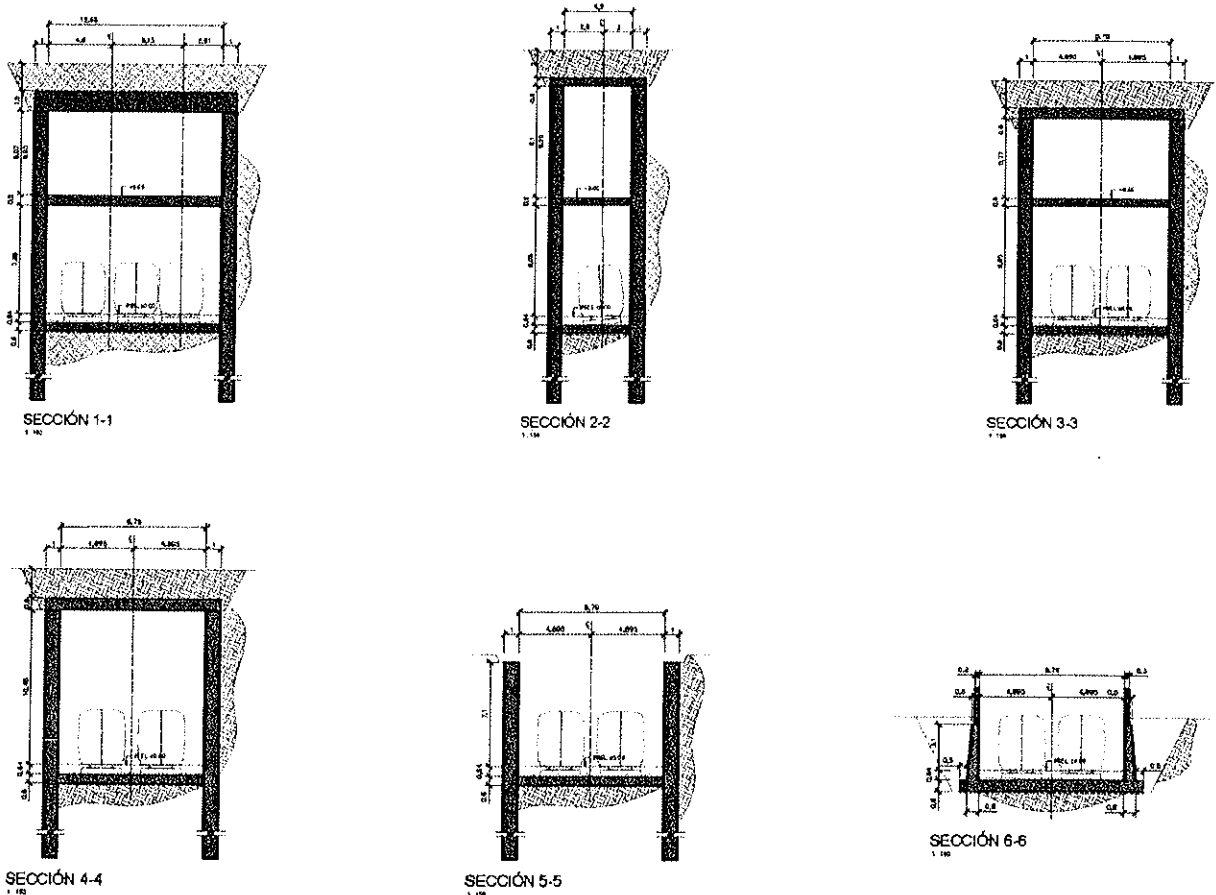


Figura 1-5. Secciones ramal Santa Anita

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 de los ramales al patio taller Santa Anita se ha realizado en base a otros tramos C&C existentes en la misma área.



1.5 TERCERAS VÍAS

1.5.1 Introducción

El cometido principal de las terceras vías planteadas es albergar una vía complementaria que haga de vía de apartado o adelantamiento de las unidades móviles durante la explotación de la línea.

Se prevén tres terceras vías cuya ubicación con respecto a la progresiva de la línea proyectada y sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

Denominación	Pki	Pkf	L (aprox) (m)	Procedimiento constructivo
Óscar Benavides	5+456.80	5+929.79	472.99	Cut & Cover
Parque Murillo	10+942.51	10+969.28	476.77	Cut & Cover
Nicolás Arriola	17+799.31	18+264.92	465.61	Caverna

1.5.2 Sección tipo

Desde el punto de vista estructural, las dos primeras terceras vías consisten en recinto subterráneo de dos o tres niveles delimitado por pantallas. Debido a la profundidad de la cota de raíl con respecto a terreno (cota roja) se hacen necesarios niveles intermedios cuyo objetivo principal es el de arriostamiento de las pantallas, no previéndose los mismos para ningún otro uso.

El cálculo estructural de las distintas terceras vías se plantea mediante la división en tramos independientes, de acuerdo a la geometría de la sección tipo. Para la definición de las cotas de los niveles de arriostamiento, los cuales configuran la sección tipo de cada sección de cálculo, se ha tenido en cuenta:

- El gálibo vertical mínimo exigido sobre la cota de rasante.
- El gálibo vertical mínimo para maniobra de la maquinaria de trabajo durante la excavación bajo losas, fijada en 4.00 m.
- La compensación de vanos entre niveles.

Las **pantallas** constan de un espesor de 1,00 m en todo el perímetro de las terceras vías, de longitud variable según zonas.

El dintel se ha solucionado con el planteamiento de excavación a cielo abierto siempre que sea posible. Con esta premisa y dado que el gálibo horizontal lo permite, se ha planteado una cubrición mediante vigas pretensadas y capa de compresión, con un canto total del conjunto de 1,70 m. Las vigas se apoyan en las pantallas, habiéndose previsto sendos castilletes en coronación.



Los niveles intermedios o arriostramientos se ha solucionado asimismo mediante losa maciza de concreto reforzado in-situ. La losa cuenta con un canto total de 0.80 m.

Por su parte, el nivel inferior o losa de fondo se materializa mediante losa maciza de concreto reforzado de 0.60 m de espesor. En las zonas donde se han previsto maniobras de la tuneladora la losa adquiere la geometría propia de la cuna de arrastre con un canto total de 1.20 m.

Se muestran a continuación las secciones longitudinales de cada una de las terceras vías planteadas con metodología en trinchera o Cut & Cover.

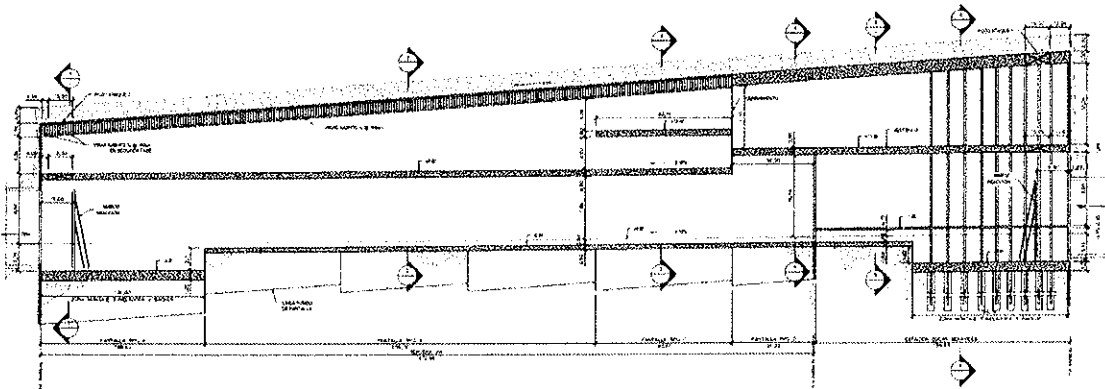


Figura 1-6. Tercera vía contigua a estación Óscar Benavides.

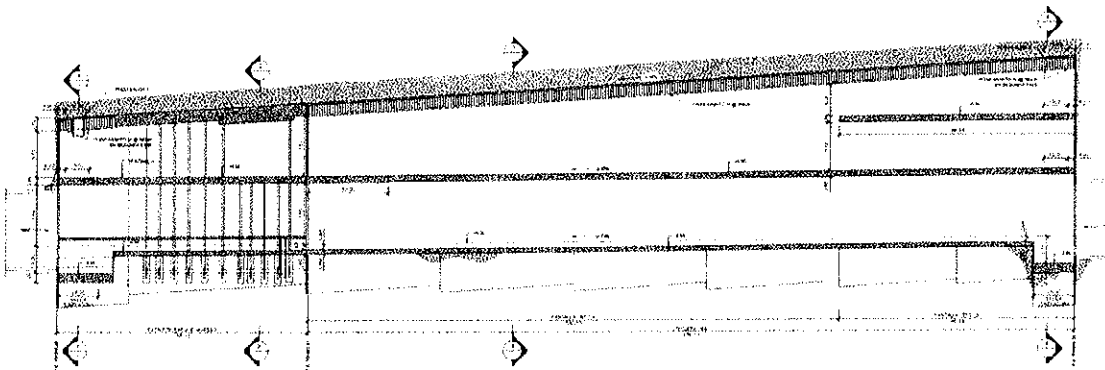


Figura 1-7. Tercera vía contigua a estación Parque Murillo.

1.5.3 Procedimiento constructivo

Como ya se ha dicho, la ejecución de los recintos de terceras vías se plantea para permitir la excavación a cielo abierto en la primera etapa de vaciado de tierras. Por tanto, el procedimiento habitual de Cut & Cover se ve sensiblemente modificado por esta particularidad en una primera fase, si bien una vez ejecutada la estructura de cobertura, el procedimiento es el convencional, ejecutándose las losas apoyadas sobre el terreno y excavando posteriormente por debajo de las mismas.



A.6.9 Excavación en Trinchera



Por lo tanto, de forma general las distintas fases constructivas para las terceras vías son las que se describen a continuación. No obstante, el procedimiento constructivo particular de cada una de las terceras vías (en trinchera) se representa en planos. 002951

Fase 1: Ejecución de la plataforma de trabajo y ejecución de muretes guía.

Fase 2: Ejecución de las pantallas y castilletes de coronación.

Fase 3: Excavación (a cielo abierto) hasta la cota máxima permitida con la pantalla en voladizo. En el caso de existencia de losas a una cota superior a esta excavación se alcanzará la cota de la losa para su posterior ejecución apoyada en el terreno.

Fase 4: Colocación de vigas prefabricadas y ejecución de losa de compresión.

Fase 5: Excavación hasta cota de nivel intermedio y ejecución de losa estampadora sobre el propio terreno.

Fase 6: Excavación bajo losa estampadora hasta la cota del nivel inferior y ejecución de losa estampadora. Repetición de esta fase hasta alcanzar la losa de fondo.

En el Apéndice 2 del presente documento se recoge el dimensionamiento estructural de las terceras vías.



A.6.9. Excavación en Trinchera

A.6.9.	A) DISEÑO DE INGENIERÍA
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"

A.6.9. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA. APÉNDICE 1. CÁLCULOS RAMALES BOCANEGRA




A.6.9. Excavación en Trinchera

002953

1	INTRODUCCION.....	4
2	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA.....	4
3	NORMATIVA EMPLEADA.....	5
4	MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS.....	5
5	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	6
6	COMBINACIONES DE CARGA.....	7
6.1	COMBINACIONES ELU.....	7
6.2	COMBINACIONES ELS.....	7
7	PANTALLAS.....	8
7.1	ACCIONES.....	8
7.1.1	Acciones verticales.....	8
7.1.2	Acciones horizontales.....	8
7.2	RIGIDECES UTILIZADAS.....	9
7.3	ZONA 1: NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES.....	11
7.3.1	Sección de cálculo.....	11
7.3.2	Cálculo pantalla RIDO.....	12
7.3.2.1	Entrada de datos.....	12
7.3.2.2	Salida de datos.....	12
7.3.3	Gráficos.....	13
7.4	ZONA 2: NO ES NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES.....	16
7.4.1	Sección de cálculo.....	16
7.4.2	Cálculo pantalla RIDO.....	17
7.4.2.1	Entrada de datos.....	17
7.4.2.2	Salida de datos.....	17
7.4.3	Gráficos.....	18
7.5	ZONA 3: SECCIÓN CIELO ABIERTO.....	20
7.5.1	Sección de cálculo.....	20
7.5.2	Cálculo pantalla RIDO.....	21
7.5.2.1	Entrada de datos.....	21
7.5.2.2	Salida de datos.....	21
7.5.3	Gráficos.....	22
8	ESTRUCTURA COMPLETA.....	24
8.1	CARGAS A CONSIDERAR.....	24
8.2	ZONA 1: NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES.....	25
8.2.1	Vista de la estructura.....	25
8.2.2	Características - Barras.....	25
8.2.3	Cargas.....	26
8.2.4	combinaciones.....	26
8.2.5	Esfuerzos: Valores.....	27
8.2.5.1	Forro.....	27
8.2.5.2	Pantalla.....	28
8.2.6	Armado.....	29
8.2.6.1	Pantalla.....	29


A.6.9. Excavación en Trinchera

8.2.6.2	Forro	29	2954
8.3	ZONA 2: NO ES NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES	30	
8.3.1	Vista de la estructura	30	
8.3.2	Características - Barras	30	
8.3.3	Cargas	31	
8.3.4	combinaciones	31	
8.3.5	Esfuerzos: Valores	32	
8.3.5.1	Forro	32	
8.3.5.2	Pantalla	33	
8.3.6	Armado	34	
8.3.6.1	Pantalla	34	
8.3.6.2	Forro	34	
8.4	ZONA 3: SECCIÓN CIELO ABIERTO	35	
8.4.1	Vista de la estructura	35	
8.4.2	Características - Barras	35	
8.4.3	Cargas	35	
8.4.4	combinaciones	36	
8.4.5	Esfuerzos: Valores	36	
8.4.5.1	Forro	36	
8.4.5.2	Pantalla	37	
8.4.6	Armado	38	
8.4.6.1	Pantalla	38	
8.4.6.2	Forro	38	
9	LOSA SUPERIOR	39	
9.1	LOSA SITUADA ANTES DE LA ESTACIÓN	39	
9.1.1	Vista de la estructura	39	
9.1.2	Cargas	39	
9.1.3	Combinaciones	39	
9.1.4	Resultados	40	
9.1.4.1	Dirección Myy	40	
9.1.4.2	Dirección Mxx	40	
9.2	LOSA SITUADA DESPUÉS DE LA ESTACIÓN	41	
9.2.1	Vista de la estructura	41	
9.2.2	Cargas	41	
9.2.3	Combinaciones	41	
9.2.4	Resultados	42	
9.2.4.1	Dirección Myy	42	
9.2.4.2	Dirección Mxx	42	
9.3	LOSA DE UNIÓN DE LOS RAMALES	43	
9.3.1	Vista de la estructura	43	
9.3.2	Cargas	43	
9.3.3	Combinaciones	43	
9.3.4	Resultados	44	
9.3.4.1	Dirección Myy	44	
9.3.4.2	Dirección Mxx	44	





A.6.9. Excavación en Trinchera

9.4	ARMADO LOSA SUPERIOR	05 2955
10	FICHEROS DE SALIDA DE DATOS RIDO.....	46
10.1	ZONA 1: NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES:	46
10.2	ZONA 2: NO ES NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES	64
10.3	ZONA 3: SECCIÓN CIELO ABIERTO.....	77





A.6.9. Excavación en Trinchera

1 INTRODUCCION

002956

El presente documento tiene como objeto presentar las hipótesis y criterios de diseño utilizados y resultados obtenidos en el dimensionamiento estructural de la zona de los talleres de Bocanegra.

2 DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA

La estación de Bocanegra pertenece al ramal de la línea 4 correspondiente a la Av. Elmer Faucet desde la Av. Oscar Benavides hasta la Av. Néstor Gambetta.

La sección transversal de la estructura varía de ancho según la zona en la que nos encontremos. Existe un primer tramo de anchura variable iniciando la sección con una anchura de 8.60 m en la zona de doble vía y terminando con anchura de 14,40 m en el punto de la separación de la vía hacia la zona de los talleres. Cuando el ramal se separa para dirigirse a los talleres, la sección transversal tiene una anchura de 5.35 m, en la zona de vía única. El gálibo vertical es de 4,70 m sobre cota de carriles.

Los hastiales se realizan mediante pantallas de hormigón armado de 1,00 m de canto excavadas con cuchara. Las pantallas se excavarán hasta una profundidad que garantice la estabilidad estructural en cada zona.

La ejecución se realiza mediante el método de "cut and cover"

El proceso de construcción se iniciará excavando y hormigonando las pantallas de ambos laterales del túnel. Se procede así mismo a la excavación en los extremos de la losa, junto a la pantalla, de zanjas para dejar las esperas del muro forro.

Una vez se termine la ejecución de las pantallas, se procederá a excavación entre pantallas, arriostrando en cabeza las mismas mediante una losa superior. El canto de la losa que se sitúa antes y después de la estación de Bocanegra, así como la losa de la zona de encuentro de los ramales tienen 1,5 metros de canto en la zona hormigonada sobre el terreno. En las zonas de rampa con vía única el canto de la losa superior es de 1,00 m.

Una vez conectadas las pantallas y la losa superior se excava bajo la misma hasta la cota inferior de los estampidores, que son puntales de hormigón armado de sección cuadrada de 0,80 m de lado separados 2,5 m en dirección longitudinal. Dichos estampidores se encuentran a 4,70 m sobre la cota de carril, respetando el gálibo vertical del metro.

Una vez ejecutados los estampidores, se continúa la excavación bajo los mismos hasta la cota de la contrabóveda del túnel. La contrabóveda es una losa de 1,50 m de canto. Se arma la contrabóveda y se excavan unas zanjas junto a las pantallas para dejar la armadura del muro forro en espera. Se hormigona la losa contra el suelo. Se procede entonces a la ejecución del muro forro. Entre la cota de la contrabóveda y 2/3 de la altura del forro se hormigona desde el interior. El 1/3 final se hormigona desde la losa superior por medio de huecos previstos en la losa. Se conecta la losa inferior con la pantalla.

Con este procedimiento se asegura el correcto comportamiento de la estructura frente a la subpresión debida al freático, que se sitúa a cota -13.

Las rampas de acceso a los talleres son dos, con una pendiente constante igual al 3%.





A.6.9. Excavación en Trinchera

3 NORMATIVA EMPLEADA

Las normas aplicadas en el cálculo y comprobación de los distintos elementos son las siguientes: 002957

- 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.

4 MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

Los materiales que se han considerado en el dimensionamiento son:

- o Concreto con un $f_{ck}=270\text{kg/cm}^2$
- o Acero de Refuerzo (A42) con un $f_{yk.min}=420\text{N/mm}^2$.
- o Recubrimiento Nominal en pantallas de 70mm.
- o Recubrimiento Nominal en resto de elementos de 50 mm.

Los coeficientes de seguridad empleados para el material son de 1.70 para el hormigón, 1.15 para el acero activo y de 1.15 para el acero pasivo.





A.6.9. Excavación en Trinchera

002958

5 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Los siguientes parámetros geotécnicos han sido empleados para el cálculo .

Clase de Suelo	Descripción del Suelo	γ_s (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	γ_{sat} (kN/m ³)	Ángulo de rozamiento interno ϕ (°)	Cohesión c (kN/m ²)	Resistencia a la compresión σ_{vm} (kN/m ²)	Resistencia a la tracción σ_{tm} (kN/m ²)
RELLENOS	Repleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados.	16,7	0	28	0,3	17	1	3.500	
ARCILLAS Y LIMOS	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad y limo inorgánico de baja plasticidad.	17,38	8	26	0,25	23	3,5	10.000	
ARENA	Arenas limosas.	16,95	5	30	0,3	35	4	12.000	
GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	20	15	34	0,3	42	8	12.500	
GRAVA	Grava pobremente graduada con arena, arcilla y limo, y con arena limosa y arcillosa.	22	32	39	0,3	183	11	55.000	
ARCILLAS Y LIMOS	Dioritas y tonalitas	-	-	-	-	-	-	-	-

Donde ϕ es el ángulo de rozamiento interno; c , la cohesión; γ_s , la densidad seca.

Parámetros Recomendados:

Id	Zo	Zf	PVw	Pvs	Ka	Ko	Kp	C	ϕ	Da	Dp	Re	Rp	Id
-	m	m	kN/m ³	kN/m ³	-	-	-	Kpa	°	-	-	Kpa/m	Kpa/m ²	-
R			16,7	6,7	0	0	0	0	28	0,33	0,33	3500		:R
CL/CM			17,38	7,38	0	0	0	8	26	0,33	0,33	10000		:CL/CM
SM			16,95	6,95	0	0	0	5	30	0,33	0,33	12000		:SM
GP-S s			20	10	0	0	0	15	34	0,33	0,33	12500		:GP-S s
GP-s f			22	12	0	0	0	32	39	0,33	0,33	55000		:GP-s f




A.6.9. Excavación en Trinchera
6 COMBINACIONES DE CARGA

002959

6.1 COMBINACIONES ELU.

A continuación se recogen las combinaciones asociadas a los estados límites últimos, tanto para ELU SIN SISMO como ELU CON SISMO.

Art.	CM	CV	Cvi	CE	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	

6.2 COMBINACIONES ELS.

A continuación se muestra las combinaciones para los diferentes Estados Límites de Servicio.

Art.	CM	CV	Cvi	CE	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

Siendo

- CM: el peso propio
- CV: sobrecarga de uso
- Cvi: carga del viento
- CE: empuje de suelos, incluso el agua
- CL: empuje de líquidos
- CT: Temperatura, fluencia, retracción, Asientos...
- CS: carga sísmica





A.6.9. Excavación en Trinchera

002960

7 PANTALLAS

7.1 ACCIONES

Las pantallas estarán sometidas: a) Empuje de suelo (CE), b) Empuje debido a Sobrecargas de Uso/Variables (CV) y c) Carga Sísmica (CS). Además se introduce un momento en cabeza de pantalla debido al empotramiento de la losa superior en la pantalla.

Con el programa RIDO calculamos en cada fase qué esfuerzos nos genera CE, CV y CS. La carga sísmica se introduce como una carga a largo plazo, cuando la estructura está completamente cerrada.

Se observa que la norma peruana no combina el Sismo con los Empujes de Tierras. Es decir, no existen combinaciones entre CE y CS. Para el dimensionado de las pantallas se han utilizado las siguientes hipótesis:

Acción	CV	IV	CS	CE	CT
ELU	1.25	1.25	±1.00		
	0.90		±1.00		
	1.40	1.70		1.70	
	1.25	1.25	1.00	1.25	
ELS	1.00	1.00		1.00	
	0.75	0.75	±0.75*0.70	0.75	
CM=D <i>Peso Propios y Cargas Muertas</i> CV=L <i>Sobrecargas de Uso. Cargas Vivas, incluida la Nieve</i> CS=E <i>Carga Sísmica</i> CE <i>Empuje de Suelos, incluido el Agua</i> CT=T <i>Temperatura, Fluencia, Retracción, Asientos....</i>					

Estas acciones se pueden dividir en acciones verticales y acciones horizontales:

7.1.1 Acciones verticales

Las cargas verticales que soportan las pantallas y que han sido introducidas en los cálculos son las siguientes:

- Peso propio (CM) : Calculado con un peso específico del hormigón de 2,5 t/m³
- Sobrecarga uniforme: Sobrecarga de 20 KN/m² en el trasdós de las pantallas para tener en cuenta el efecto de la edificación existente. q = 2,0 t/m²

7.1.2 Acciones horizontales

Empuje de Tierras Peso Específico del 2 t/ m²





A.6.9. Excavación en Trinchera

7.2 RIGIDECES UTILIZADAS

002961

El cálculo de las pantallas se realiza calculando diversas secciones tipo dependiendo de la geometría y del proceso constructivo.

Las rigideces utilizadas son las siguientes:

RIGIDEZ PANTALLA

RIGIDEZ DE LA PANTALLA		
fck=	27	N/mm ²
canto	1	m
I=	0,08	m ⁴
E=	2780406,36	t/m ²
EI=	231700,5303	tm ²

RIGIDEZ LOSA SUPERIOR

RIGIDEZ DE LA LOSA SUPERIOR		
fck	27	N/mm ²
E=	2780406,36	t/m ²
canto	0,70	m
ancho	1,00	m
Area	0,70	m ²
Long (mitad del ancho del túnel)	3,775	m
EA/L	515572,0409	t/m

RIGIDEZ ESTAMPIDOR

RIGIDEZ DEL ESTAMPIDOR		
fck=	27	N/mm ²
E=	2780406,36	t/m ²
canto	0,80	m
ancho	0,80	m
Area	0,64	m ²
Long (mitad del ancho del túnel)	3,775	m
EA/L	471380,1517	t/estampidor
sep estampidores	2,5	m
EA/L	188552,0607	t/m




A.6.9. Excavación en Trinchera
RIGIDEZ LOSA INFERIOR

002962

RIGIDEZ DE LA LOSA INFERIOR		
fck=	27	N/mm ²
E=	2780406,36	t/m ²
canto	1,50	m
ancho	1,00	m
Area	1,50	m ²
Long (mitad del ancho del túnel)	3,775	m
EA/L	1104797,231	t/m

Se realizan diversos cálculos para estudiar todos los posibles escenarios que encontramos en la zona:





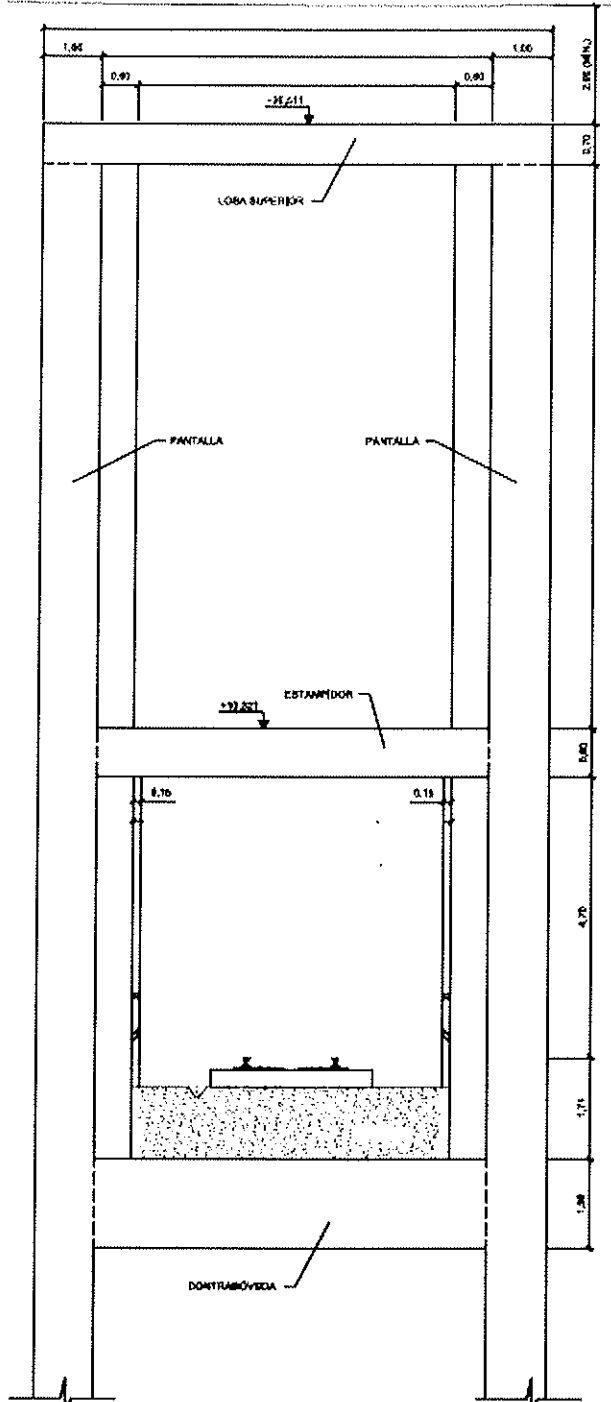
A.6.9. Excavación en Trinchera

002963

7.3 ZONA 1: NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES

A continuación se expone el cálculo de las zonas en las que, debido a la mayor longitud de las pantallas, es necesaria la disposición de estampidores.

7.3.1 Sección de cálculo



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





A.6.9. Excavación en Trinchera

7.3.2 Cálculo pantalla RIDO

7.3.2.1 Entrada de datos

```

ZONA DE TALLERES *72L M*
*****
*Definición de la pantalla *
*****
*cota superior
0
*cota inferior de cada tramo de canto constante y módulo EI
*con H=27 y e = 1.00 m
-26.31 231700.53
*
*Altura de la pantalla -2 - (-26.31) = 24.31 m
*
*Definición del suelo
** cota superior
0
*Datos de cada estrato de suelo
*relleno -.6
*CL/CM -.9
*GPsuelto -11.50
*GP firme -60
-.6 1.67 0.67 .3311 .530 3.5457 0.00 28.00 0.33 0.33 350.00 0.00
-1.5 1.74 0.74 .3592 .5616 3.1896 0.80 26.00 0.33 0.33 1000.00 0.00
-11.50 2.00 1.00 .2574 .4408 4.9886 1.50 34.00 0.33 0.33 1250.00 0.00
-60.00 2.20 1.20 .2064 .3707 6.8690 3.20 39.00 0.33 0.33 5500.00 0.00
*Nivel freático e intervalo de discretización de la pantalla
-13 0.5
*****
* CALCULOS: **
*****
*FASE 1 SOBRECARGA *
*****
*SOBRECARGAS
SUC(1) 2.00
CAL(2)
*****
*FASE 2 EXCAVACION HASTA COTA LOSA SUP*
*****
EXC(2) -2.7
CAL(2)
*****
*FASE 3 HORMIGONADO DE LA LOSA SUPERIOR*
*****
STR -2.35 1.0 0.0 0.0 515572.04
CFM -2.35 0.0 -53
CAL(2)
*****
*FASE 4 EXCAVACION HASTA PUNTAL DEFINITIVO
*****
EXC(2) -13.4 0
WAT(1) -13 0
WAT(1) -26.31 13.1
WAT(2) -13.40 0
WAT(2) -26.31 13.1
CAL(2)
*****
*FASE 5 COLOCACION DE PUNTALES DEFINITIVO
*****
STR -13.00 2.5 0.0 0 188552.06
CAL(2)
*****
*FASE 6 EXCAVACION HASTA CONTRABOVEDA
*****
EXC(2) -21.31
WAT(1) -13 0
WAT(1) -26.31 9.16
WAT(2) -21.31 0
WAT(2) -26.31 9.16
CAL(2)
*****
*FASE 9 HORMIGONADO CONTRABOVEDA
*****
STR -20.56 1.0 0.0 0.0 1104797.23
CAL(2)
FIN
STA
GRF
STOP
    
```

7.3.2.2 Salida de datos

Los listados de salida de datos se encuentran adjuntos al final del Apéndice para evitar así el entorpecer la lectura del mismo.



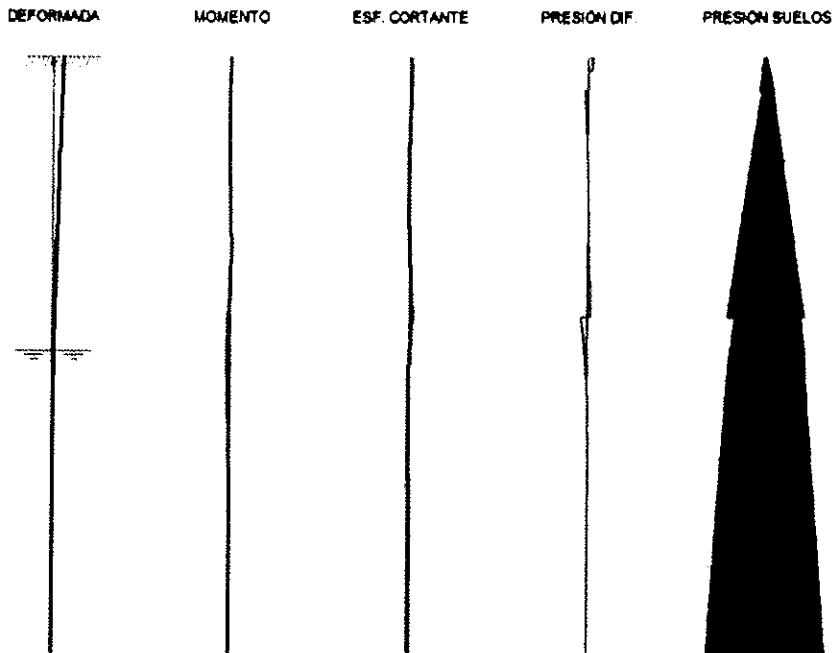


A.6.9. Excavación en Trinchera

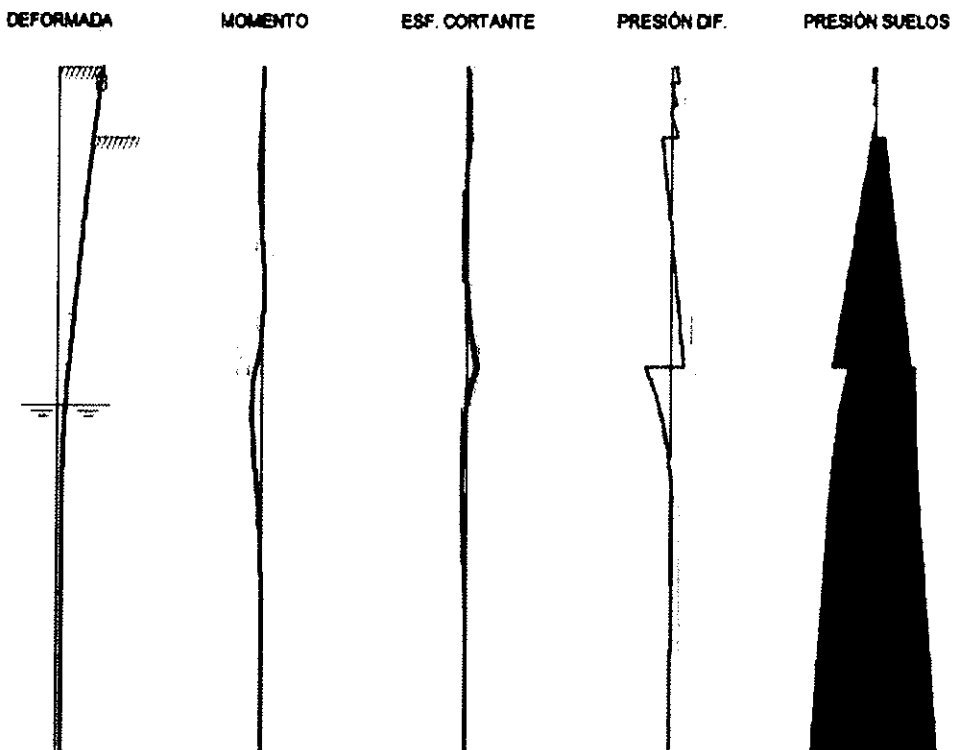
7.3.3 Gráficos

002965

Gráficos de la fase n° 17



Gráficos de la fase n° 27

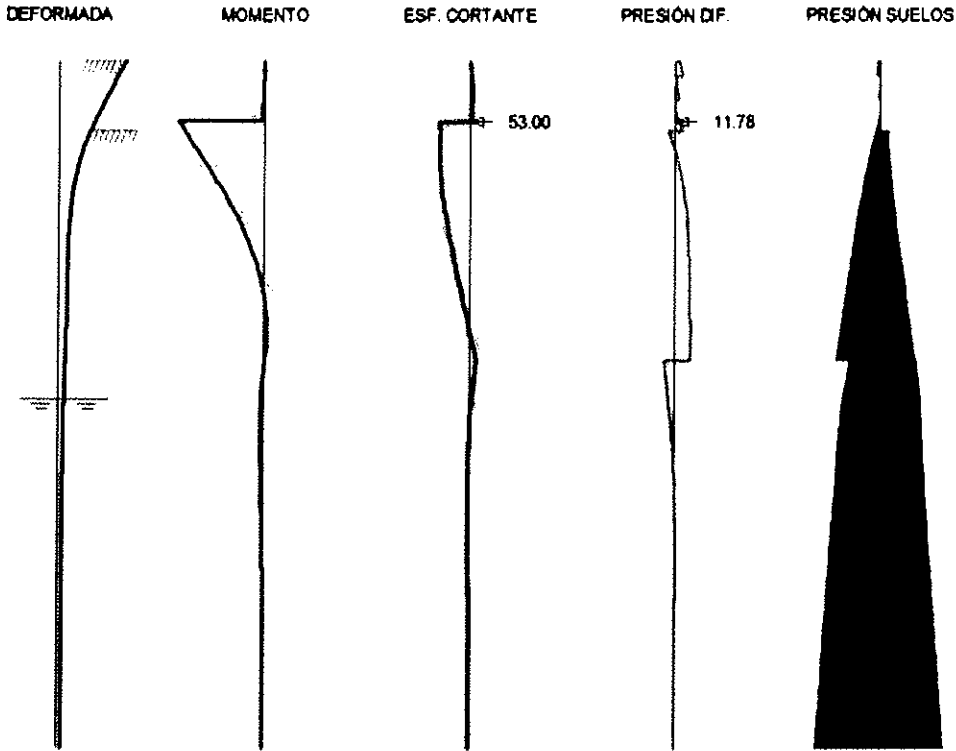




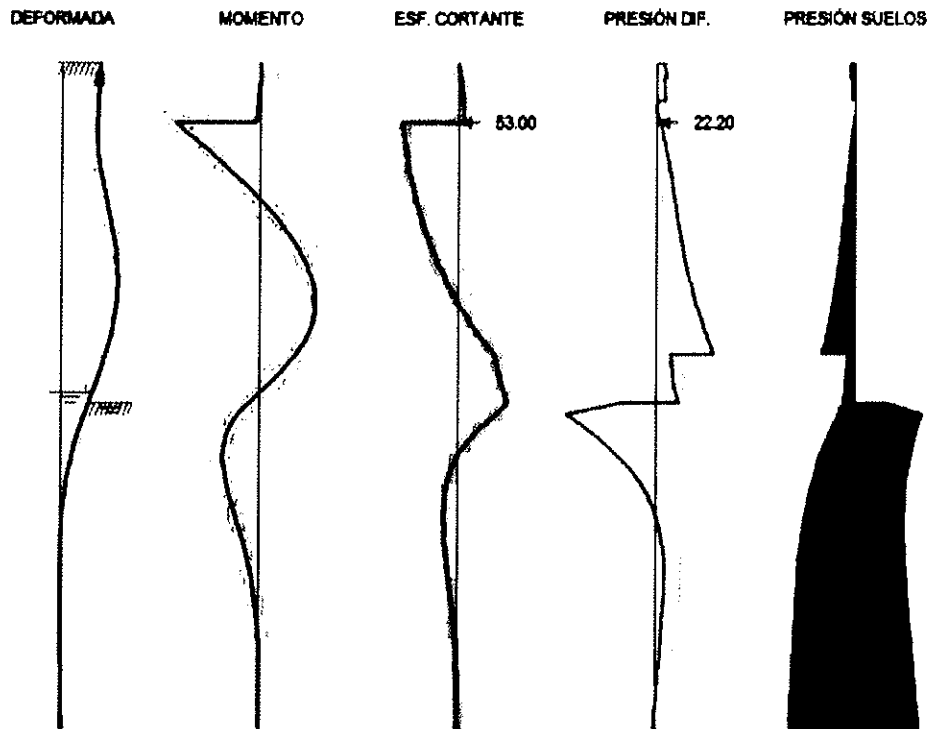
A.6.9. Excavación en Trinchera

Gráficos de la fase n° 3/7

002966



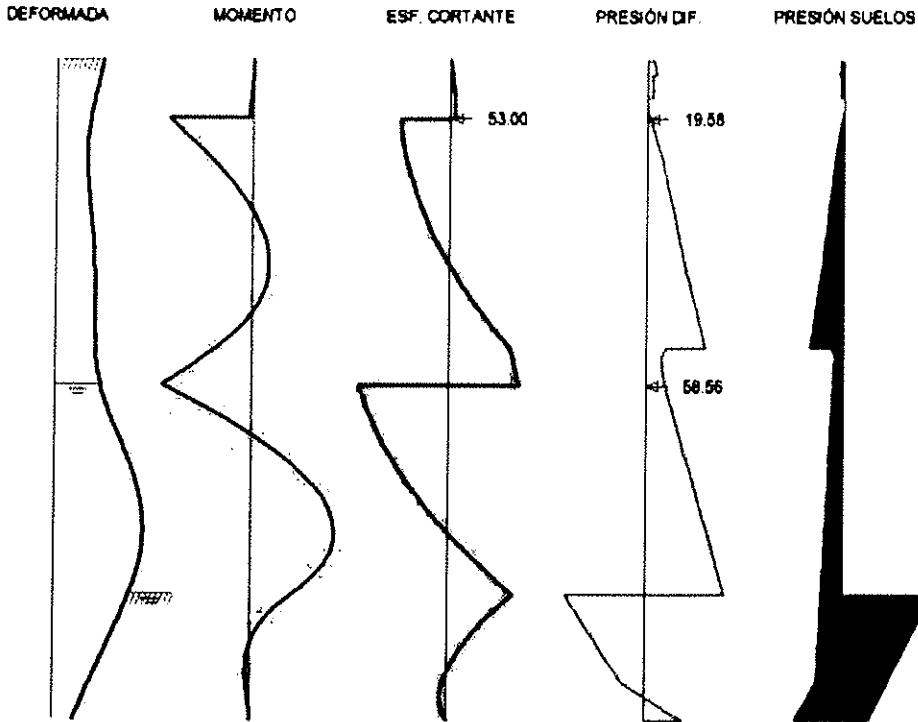
Gráficos de la fase n° 4/7



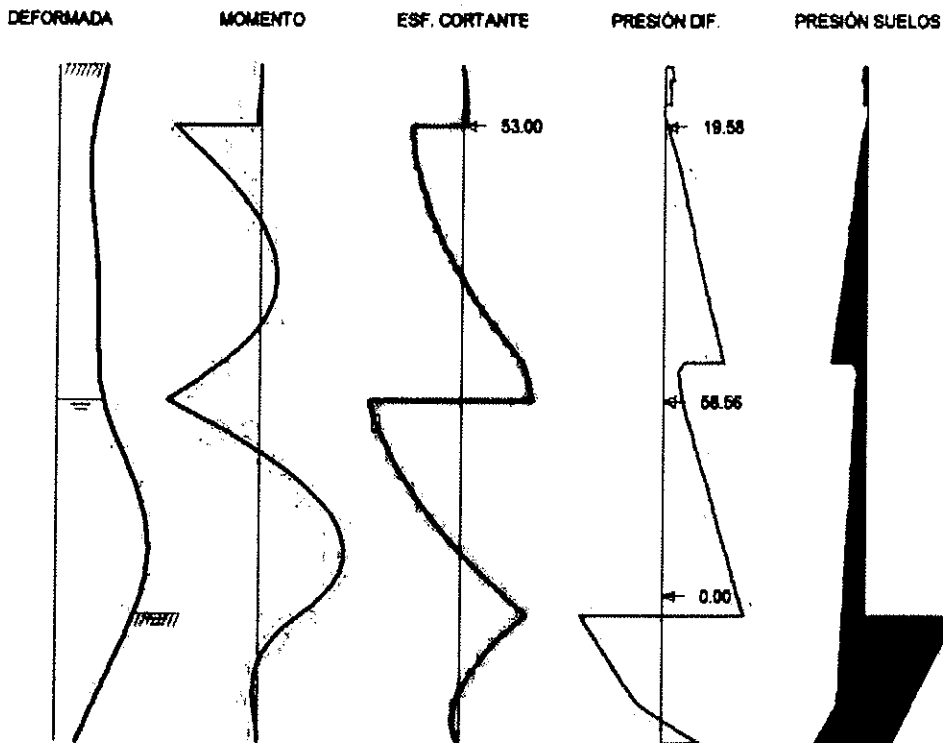


A.6.9. Excavación en Trinchera

Gráficos de la fase n° 6/7



Gráficos de la fase n° 7/7



A

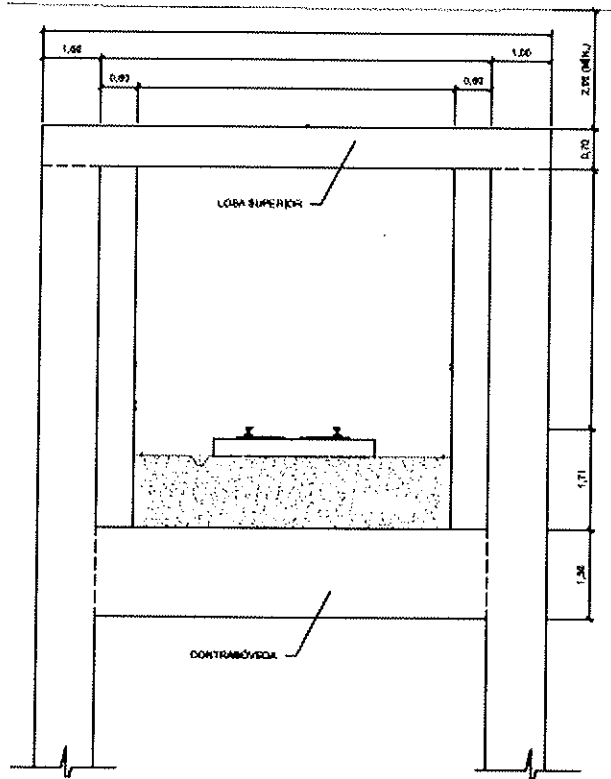


A.6.9. Excavación en Trinchera

7.4 ZONA 2: NO ES NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES

A continuación se expone el cálculo de las zonas en las que, debido a la disminución de la longitud de las pantallas, ya no es necesaria la disposición de estampidores.

7.4.1 Sección de cálculo





A.6.9. Excavación en Trinchera

7.4.2 Cálculo pantalla RIDO

7.4.2.1 Entrada de datos

```

ZONA DE TALLERES                                *12L M*
*
*****
*Definición de la pantalla *
*****
*cota superior
0
*cota inferior de cada tramo de canto constante y módulo EI
*con H=27 y e = 1.00 m
-25 231700.53
*
*Altura de la pantalla -2 - (-25) = 23 m
*
*Definición del suelo
*
* cota superior
0
*Datos de cada estrato de suelo
*relleno -.6
*CL/CM -.9
*GPsuelto -10
*GP firme -60
-1.6 1.67 0.67 .3311 .530 3.5457 0.00 28.00 0.33 0.33 350.00 0.00
-1.5 1.74 0.74 .3592 .5616 3.1896 0.80 26.00 0.33 0.33 1000.00 0.00
-11.50 2.00 1.00 .2574 .4408 4.9886 1.50 34.00 0.33 0.33 1250.00 0.00
-60.00 2.20 1.20 .2064 .3707 6.8690 3.20 39.00 0.33 0.33 5500.00 0.00
*Nivel freatico e intervalo de discretizacion de la pantalla
-13 0.5
*****
* CALCULOS: **
*****
*FASE 1 SOBRECARGA *
*****
*SOBRECARGAS
SUC(1) 2.00
CAL(2)
*****
*FASE 2 EXCAVACION HASTA COTA LOSA SUP*
*****
EXC(2) -2.7
CAL(2)
*****
*FASE 3 HORMIGONADO DE LA LOSA SUPERIOR*
*****
STR -2.35 1.0 0.0 0.0 515572.04
CFM -2.35 0.0 -53
CAL(2)
*****
*FASE 4 EXCAVACION BASTA CONTRABOVEDA
*****
EXC(2) -19
WAT(1) -13 0
WAT(1) -25 9
WAT(2) -19 0
WAT(2) -25 9
CAL(2)
*****
*FASE 5 HORMIGONADO CONTRABOVEDA
*****
STR -16.25 1.0 0.0 0.0 1104797.23
CAL(2)
FIN
STA
GRF
STOP
    
```

7.4.2.2 Salida de datos

Los listados de salida de datos se encuentran adjuntos al final del Apéndice para evitar así el entorpecer la lectura del mismo.



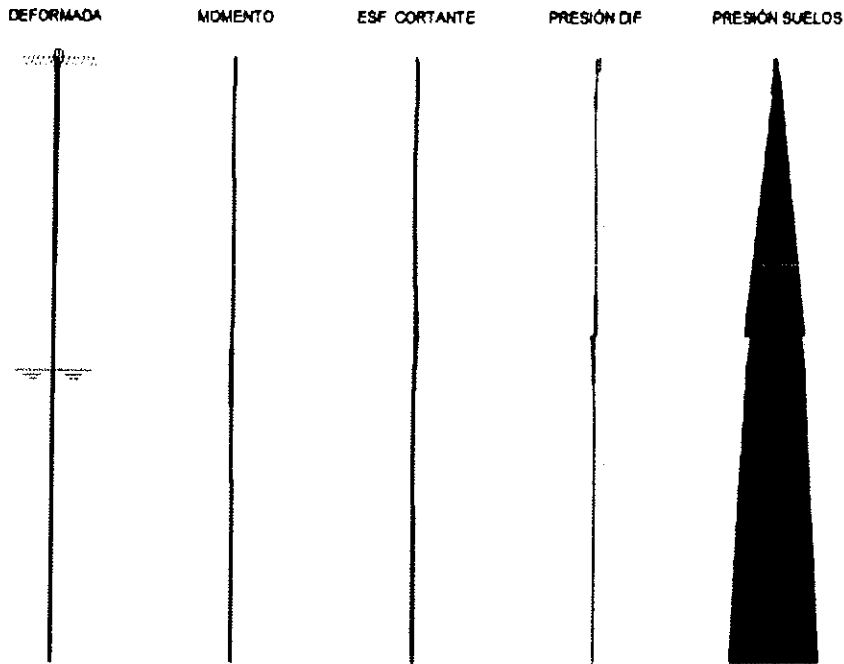


A.6.9. Excavación en Trinchera

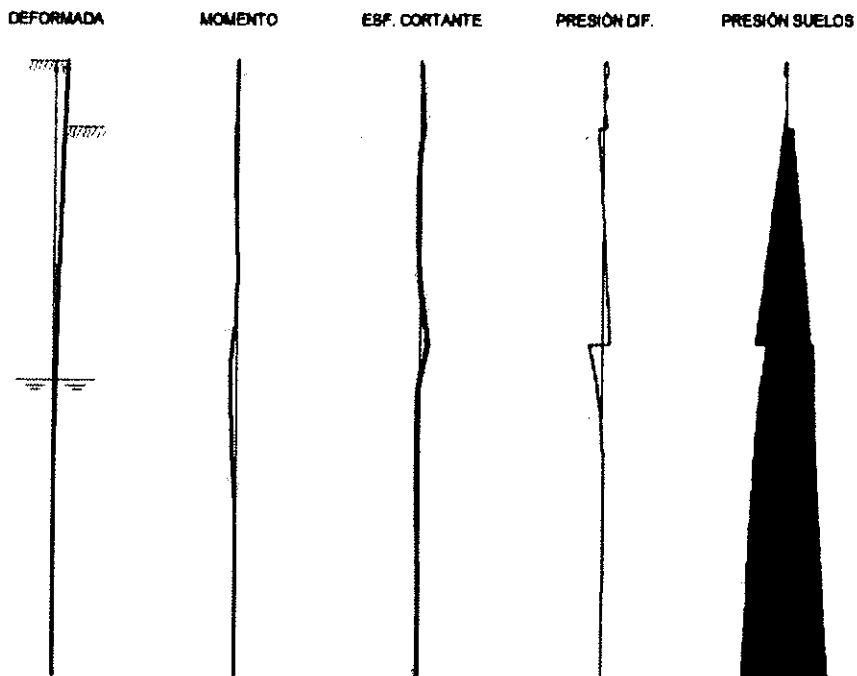
7.4.3 Gráficos

002970

Gráficos de la fase n° 15



Gráficos de la fase n° 25

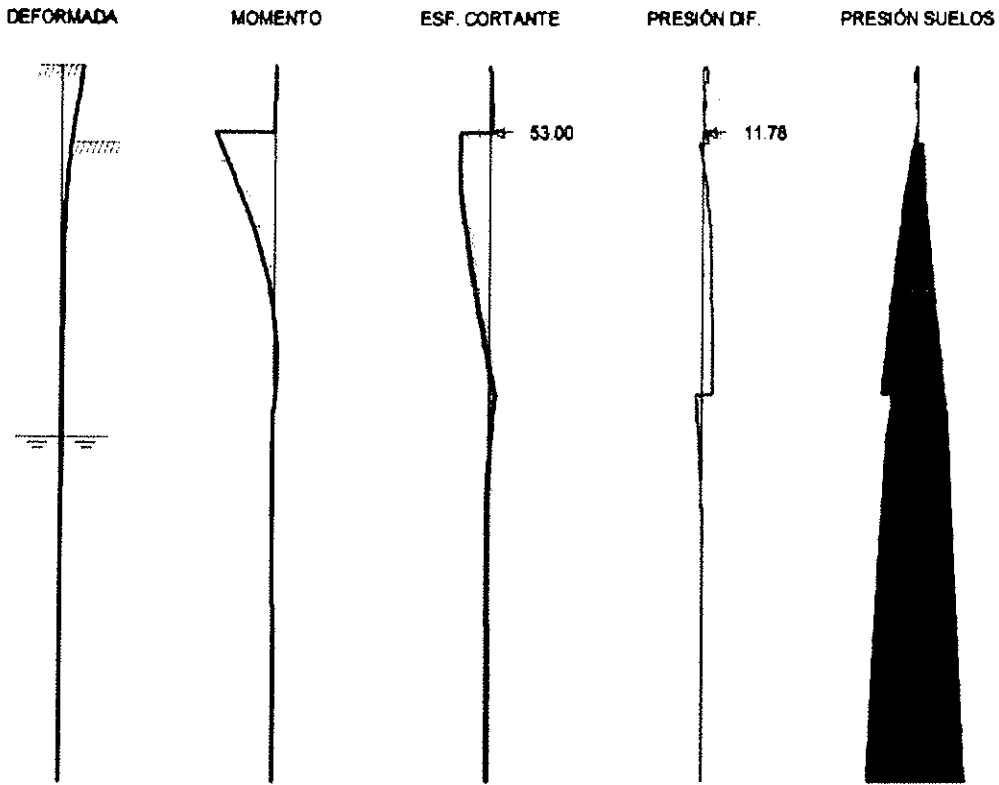




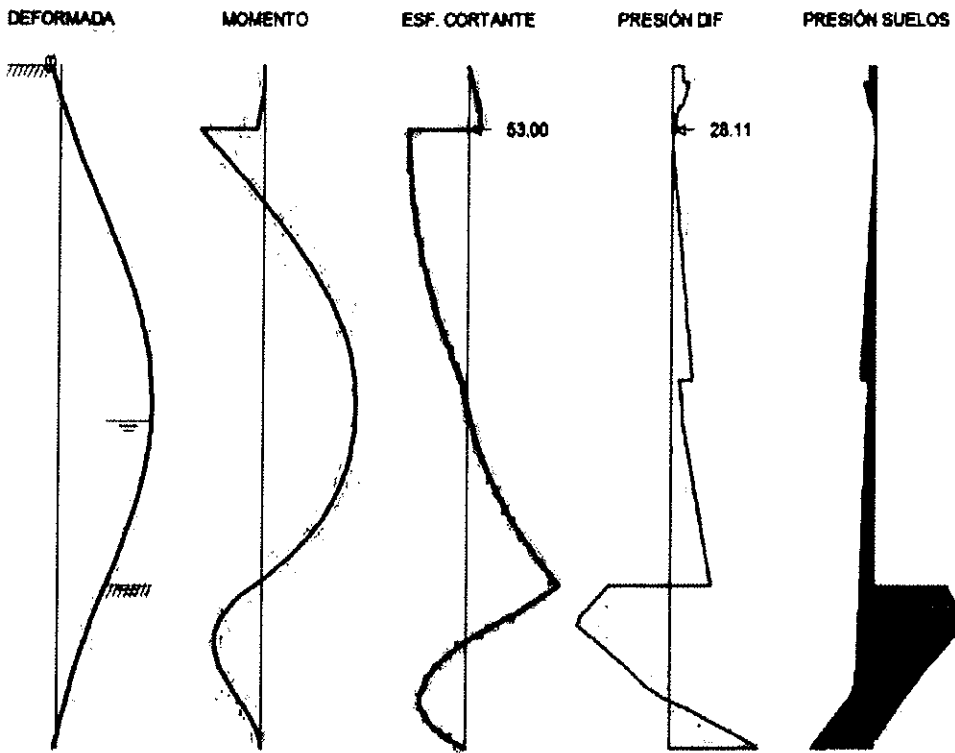
A.6.9. Excavación en Trinchera

002971

Gráficos de la fase n° 3/5



Gráficos de la fase n° 5/5





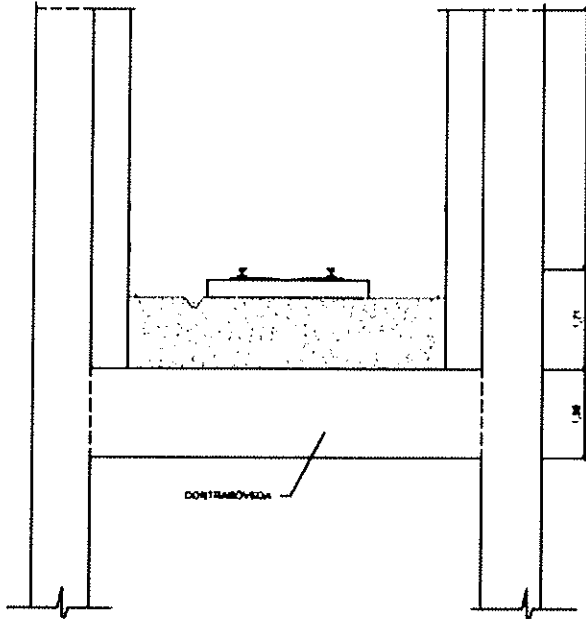
A.6.9. Excavación en Trinchera

7.5 ZONA 3: SECCIÓN CIELO ABIERTO

A continuación se expone el cálculo de las zonas que discurren a cielo abierto.

002972

7.5.1 Sección de cálculo





A.6.9. Excavación en Trinchera

002973

7.5.2 Cálculo pantalla RIDO

7.5.2.1 Entrada de datos

```
ZONA DE TALLERES                                *72L M*
*
*****
*Definición de la pantalla *
*****
*cota superior
0
*cota inferior de cada tramo de canto constante y módulo EI
*con H=27 y e = 1.00 m
-18 231700.53
*
*Altura de la pantalla -2- (-18) = 16 m
*
*Definición del suelo
*
* cota superior
0
*Datos de cada estrato de suelo
*relleno -.6
*CL/CM -.9
*GPsuelto -10
*GP firme -60
-.6 1.67 0.67 .3311 .530 3.5457 0.00 28.00 0.33 0.33 350.00 0.00
-1.5 1.74 0.74 .3592 .5616 3.1896 0.80 26.00 0.33 0.33 1000.00 0.00
-11.50 2.00 1.00 .2574 .4408 4.9886 1.50 34.00 0.33 0.33 1250.00 0.00
-60.00 2.20 1.20 .2064 .3707 6.8690 3.20 39.00 0.33 0.33 5500.00 0.00
*Nivel freatico e intervalo de discretización de la pantalla
-13 0.5
*****
* CALCULOS: **
*****
*FASE 1 SOBRECARGA *
*****
*SOBRECARGAS
SUC(1) 2.00
CAL(2)
*****
*FASE 2 EXCAVACION HASTA COTA LOSA SUP*
*****
*EXC(2) -2.7
*CAL(2)
*****
*FASE 3 HORMIGONADO DE LA LOSA SUPERIOR*
*****
*STR -2.35 1.0 0.0 0.0 515572.04
*CFM -2.35 0.0 -53
*CAL(2)
*****
*FASE 4 EXCAVACION HASTA PUNTAL DEFINITIVO
*****
*EXC(2) -10.9
*CAL(2)
*****
*FASE 5 COLOCACION DE PUNTALES DEFINITIVO
*****
*STR -10.5 2.5 0.0 0 188552.06
*CAL(2)
*****
*FASE 6 EXCAVACION HASTA CONTRABOVEDA
*****
EXC(2) -8.613
CAL(2)
*****
*FASE 9 HORMIGONADO CONTRABOVEDA
*****
STR -7.863 1.0 0.0 0.0 1104797.23
CAL(2)
FIN
STA
GRF
STOP
```

7.5.2.2 Salida de datos

Los listados de salida de datos se encuentran adjuntos al final del Apéndice para evitar así el entorpecer la lectura del mismo.



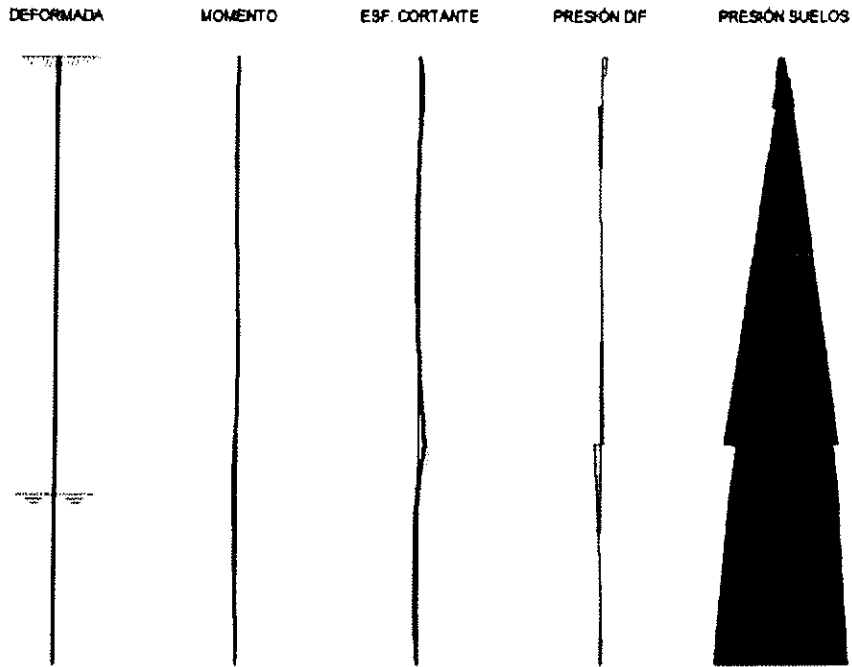


A.6.9. Excavación en Trinchera

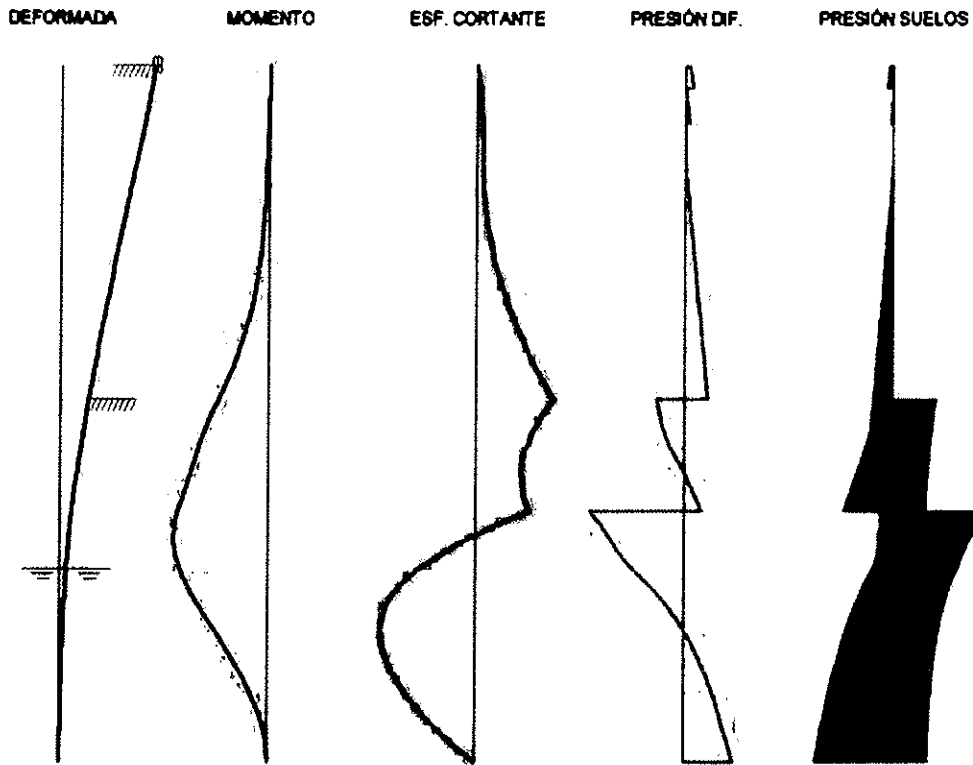
7.5.3 Gráficos

002974

Gráficos de la fase n° 1/3



Gráficos de la fase n° 2/3

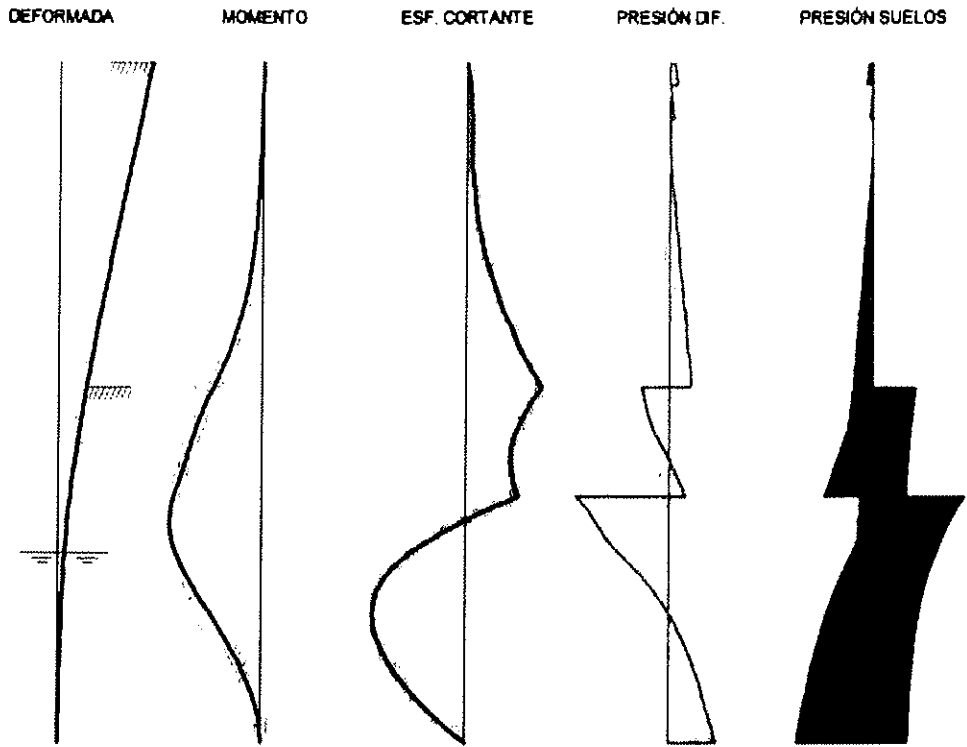




A.6.9. Excavación en Trinchera

002975

Gráficos de la fase n° 3/3





A.6.9. Excavación en Trinchera

8 ESTRUCTURA COMPLETA

002976

Se realiza el cálculo de estructura conjunta utilizando una estructura equivalente cuya inercia es la suma de las dos inercias: la inercia de la pantalla y la inercia del forro interior. Los esfuerzos se aplican de manera proporcional a la rigidez.

FORRO			PANTALLA		
canto	0,6	m	canto	1	m
I	0,018	m ⁴	I	0,08333	m ⁴
ralación	0,18		ralación	0,82	

Ix estructura completa	0,13333	m ⁴
Iy estructura completa	0,10133	m ⁴
Area estructura completa	1,6	m ²

8.1 CARGAS A CONSIDERAR

La estructura completa está sometida al empuje de suelo (CE), al empuje debido a Sobrecargas de Uso/Variables (CV), a la carga Sísmica (CS), así como al momento del empotramiento de la losa superior en la pantalla. Así mismo, se tiene en cuenta que el nivel freático se sitúa en la cota -13.

Para el cálculo de la carga sísmica se aplica la formulación de Word, calculando una carga uniforme de valor: $\Delta Pd' = a \cdot S \cdot Y \cdot H$, donde:

- Se adopta como valor de $a_g/g=0.40$ al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- se considera $S=1$ para la ciudad de Lima.

Se realiza la división en las tres zonas anteriormente mencionadas, particularizando el cálculo para cada caso.




A.6.9. Excavación en Trinchera
8.2 ZONA 1: NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES

002977

8.2.1 Vista de la estructura

8.2.2 Características - Barras

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m2)	SY (m2)	SZ (m2)	IX (m4)	IY (m4)	IZ (m4)
	estampidores	43A48 50A53	0,640	0,0	0,0	0,058	0,034	0,034
	losa inferior	33A42	1,500	0,0	0,0	0,294	0,281	0,125
	losa superior	12A21	0,700	0,0	0,0	0,065	0,029	0,058
	PANTALLA	1A11 22A32 54A59	1,600	0,0	0,0	0,133	0,101	0,0



A.6.9. Excavación en Trinchera

8.2.3 Cargas

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A48 50A53	PZ Menos Coef=1,00
2	sobrecarga uniforme	1A11	PX=2,00(T/m)
2	sobrecarga uniforme	22A32	PX=-2,00(T/m)
2	carga trapezoidal (2p)	54	PX2=0,0(T/m) PX1=10,95(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	55	PX2=10,95(T/m) PX1=16,02(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	56	PX2=-16,02(T/m) PX1=-10,95(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	57	PX2=-10,95(T/m) PX1=0,0(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	carga trapezoidal (2p)	58	PX2=0,0(T/m) PX1=8,36(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	carga trapezoidal (2p)	59	PX2=-8,36(T/m) PX1=0,0(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	sobrecarga uniforme	33A42	PZ=-9,20(T/m)
4	sobrecarga uniforme	22A32	PX=-1,00(T/m)
4	sobrecarga uniforme	1A11	PX=1,00(T/m)
5	sobrecarga uniforme	33A42	PZ=-3,00(T/m)
6	sobrecarga uniforme	1A11	PX=17,10(T/m)
8	fuerza nodal	22	CY=53,00(Tm)
8	fuerza nodal	12	CY=-53,00(Tm)

8.2.4 combinaciones

Combinación	Definición
7	$(1+2+3+4+5)*1.25+6*1.00$
9	$1*1.4+(2+3+4+5+8)*1.70$



A.6.9. Excavación en Trinchera

8.2.5 Esfuerzos: Valores

Los esfuerzos obtenidos se distribuyen entre el forro y las pantallas de manera proporcional a la rigidez. El canto de la pantalla es 1 metro y el del forro 0.60.

Se exponen a continuación los valores obtenidos:

FORRO			PANTALLA		
canto	0,6	m	canto	1	m
I	0,018	m ⁴	I	0,08333	m ⁴
ralación	0,18		ralación	0,82	

Por lo tanto, los esfuerzos obtenidos serán soportados por la pantalla en el 82% de su valor, y por el forro el 18% restante. El agua será soportado por el forro al 100%.

8.2.5.1 Forro

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el forro será dimensionado para soportar los siguientes esfuerzos:

NUDOS	PESO PROPIO	TIERRAS	AGUA	SISMO	TRAFICO	M90	COMBINACIÓN 1	COMBINACIÓN SISMO
1	4,90	18,25	25,07	25,01	1,10	0,71	70,59	87,56
2	3,83	2,39	7,00	0,08	0,16	0,22	19,15	17,07
3	3,83	2,39	7,00	0,08	0,16	0,22	19,15	17,07
4	2,76	13,03	18,06	13,41	0,82	0,27	49,22	57,07
5	2,76	13,03	18,06	13,41	0,82	0,27	49,22	57,07
6	1,68	14,55	15,23	16,34	0,88	0,76	46,83	57,71
7	1,68	14,55	15,23	16,34	0,88	0,76	46,83	57,71
8	0,60	7,60	5,38	9,19	0,36	1,25	21,75	28,18
9	0,60	7,60	5,38	9,19	0,36	1,25	21,75	28,18
10	0,47	6,89	5,58	7,59	0,75	1,74	22,35	26,88
11	0,47	6,89	5,58	7,59	0,75	1,74	22,35	26,88
12	1,05	17,48	11,48	21,70	1,60	2,00	48,12	63,70
13	1,70	15,68	9,02	23,21	1,56	2,56	43,96	61,36
14	1,52	10,10	8,08	11,84	0,85	1,31	31,25	39,17
15	1,52	10,10	8,08	11,84	0,85	1,31	31,25	39,17
16	1,14	2,04	6,06	3,44	0,25	1,37	15,68	17,01
17	1,14	2,04	6,06	3,44	0,25	1,37	15,68	17,01
18	0,76	1,64	4,04	10,23	0,76	4,05	17,19	24,29
19	0,76	1,64	4,04	10,23	0,76	4,05	17,19	24,29
20	0,38	1,95	2,01	8,94	0,67	6,74	18,67	23,62
21	0,38	1,95	2,01	8,94	0,67	6,74	18,67	23,62
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,41	16,00	11,77

A.6.9. Excavación en Trinchera**8.2.5.2 Pantalla**

La pantalla por tanto está sometida a los siguientes esfuerzos:

NUDOS	PESO PROPIO	TIERRAS	AGUA	SISMO	TRAFICO	M90	COMBINACIÓN 1	COMBINACIÓN SISMO
1	22,70	84,49	0,00	115,80	5,08	3,31	164,32	260,27
2	17,71	11,06	0,00	0,37	0,73	1,03	43,28	38,54
3	17,71	11,06	0,00	0,37	0,73	1,03	43,28	38,54
4	12,75	60,33	0,00	62,10	3,77	1,23	110,83	159,71
5	12,75	60,33	0,00	62,10	3,77	1,23	110,83	159,71
6	7,77	67,34	0,00	75,65	4,10	3,51	118,09	179,05
7	7,77	67,34	0,00	75,65	4,10	3,51	118,09	179,05
8	2,79	35,19	0,00	42,56	1,66	5,78	65,82	99,33
9	2,79	35,19	0,00	42,56	1,66	5,78	65,82	99,33
10	2,17	31,91	0,00	35,13	3,50	8,04	67,32	92,15
11	2,17	31,91	0,00	35,13	3,50	8,04	67,32	92,15
12	4,84	80,91	0,00	100,47	7,39	9,26	148,37	228,48
13	7,86	72,57	0,00	107,48	7,25	11,83	145,04	231,87
14	7,04	46,76	0,00	54,83	3,94	6,05	92,31	134,57
15	7,04	46,76	0,00	54,83	3,94	6,05	92,31	134,57
16	5,29	9,43	0,00	15,93	1,14	6,32	33,30	43,66
17	5,29	9,43	0,00	15,93	1,14	6,32	33,30	43,66
18	3,52	7,57	0,00	47,35	3,51	18,77	53,40	89,07
19	3,52	7,57	0,00	47,35	3,51	18,77	53,40	89,07
20	1,75	9,01	0,00	41,37	3,12	31,21	73,42	97,74
21	1,75	9,01	0,00	41,37	3,12	31,21	73,42	97,74
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,59	74,10	54,48



A.6.9. Excavación en Trinchera

8.2.6 Armado

Se expone a continuación el cálculo de armado para las zonas más determinantes tanto de la pantalla como del forro, para la hipótesis pésima.

8.2.6.1 Pantalla

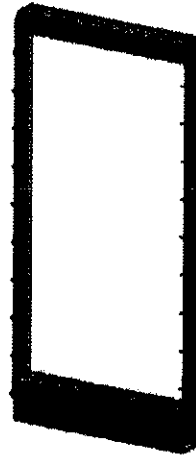
M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=MN	Uc(t)	Us1	Us2	As1(cm ²)
260,27	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	315,18	no	86,299
231,87	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	276,73	no	75,772
97,74	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	109,76	no	30,054

8.2.6.2 Forro

M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=MN	Uc(t)	Us1	Us2	As1(cm ²)
87,56	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	177,16	no	48,507
63,70	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	124,73	no	34,151
23,62	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	44,06	no	12,065


A.6.9. Excavación en Trinchera
8.3 ZONA 2: NO ES NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES
8.3.1 Vista de la estructura

002982


8.3.2 Características - Barras

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m2)	SY (m2)	SZ (m2)	IX (m4)	IY (m4)	IZ (m4)
	losa inferior	31A40	1,500	0,0	0,0	0,294	0,281	0,125
	losa superior	11A20	0,700	0,0	0,0	0,065	0,029	0,058
	PANTALLA	1A10 21A30 60A65	1,600	0,0	0,0	0,133	0,101	0,0

A.6.9. Excavación en Trinchera



8.3.3 Cargas

002983

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	1A40	PZ Menos Coef=1,00
2	sobrecarga uniforme	1A10	PX=2,00(T/m)
2	sobrecarga uniforme	21A30	PX=-2,00(T/m)
2	carga trapezoidal (2p)	60	PX2=0,0(T/m) PX1=10,30(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	61	PX2=-10,30(T/m) PX1=0,0(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	28	PX2=-10,65(T/m) PX1=-10,30(T/m) X2=0,50 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	3	PX2=10,30(T/m) PX1=10,65(T/m) X2=1,00 X1=0,50 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	3	PX2=10,65(T/m) PX1=11,08(T/m) X2=0,50 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	28	PX2=-11,08(T/m) PX1=-10,65(T/m) X2=1,00 X1=0,50 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	62	PX2=-12,76(T/m) PX1=-11,08(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
2	carga trapezoidal (2p)	63	PX2=11,08(T/m) PX1=12,76(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	carga trapezoidal (2p)	64	PX2=0,71(T/m) PX1=3,52(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	carga trapezoidal (2p)	3	PX2=0,0(T/m) PX1=0,71(T/m) X2=0,50 X1=0,0 global no proyectadas relativa
3	sobrecarga uniforme	31A40	PZ=9,00(T/m)
3	carga trapezoidal (2p)	28	PX2=-0,71(T/m) PX1=0,0(T/m) X2=1,00 X1=0,50 global no proyectadas relativa
3	carga trapezoidal (2p)	65	PX2=-3,52(T/m) PX1=-0,71(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
4	sobrecarga uniforme		PX=-1,00(T/m)
4	sobrecarga uniforme		PX=1,00(T/m)
4	sobrecarga uniforme	1A10	PX=1,00(T/m)
4	sobrecarga uniforme	21A30	PX=-1,00(T/m)
5	sobrecarga uniforme		PZ=-3,00(T/m)
5	sobrecarga uniforme	31A40	PZ=-3,00(T/m)
6	sobrecarga uniforme	1A10	PX=11,34(T/m)
6	sobrecarga uniforme		PX=17,10(T/m)
8	fuerza nodal	21	CY=53,00(Tm)
8	fuerza nodal	11	CY=-53,00(Tm)
8	fuerza nodal		CY=53,00(Tm)
8	fuerza nodal		CY=-53,00(Tm)

8.3.4 combinaciones

Combinación	Definición
7	$(1+2+3+4+5)*1.25+6*1.00$
9	$1*1.4+(2+3+4+5+8)*1.70$



A.6.9. Excavación en Trinchera

8.3.5 Esfuerzos: Valores

002984

Los esfuerzos obtenidos se distribuyen entre el forro y las pantallas de manera proporcional a la rigidez. El canto de la pantalla es 1 metro y el del forro 0.60.

Se exponen a continuación los valores obtenidos:

FORRO			PANTALLA		
canto	0,6	m	canto	1	m
I	0,018	m ⁴	I	0,08333	m ⁴
ralación	0,18		ralación	0,82	

Por lo tanto, los esfuerzos obtenidos serán soportados por la pantalla en el 82% de su valor, y por el forro el 18% restante. El agua será soportado por el forro al 100%.

8.3.5.1 Forro

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el forro será dimensionado para soportar los siguientes esfuerzos:

NUDOS	PESO PROPIO	TIERRAS	AGUA	SISMO	TRAFICO	M90	COMBINACIÓN 1	COMBINACIÓN SISMO
1	2,59	34,22	4,81	42,94	3,55	3,74	82,36	104,06
2	2,33	13,28	0,72	19,07	1,59	2,42	33,88	44,49
3	2,33	13,28	0,72	19,07	1,59	2,42	33,88	44,49
4	2,07	2,69	2,00	0,75	0,02	1,10	12,78	10,61
5	2,07	2,69	2,00	0,75	0,02	1,10	12,78	10,61
6	1,82	13,99	1,80	12,58	1,26	0,21	31,89	36,43
7	1,82	13,99	1,80	12,58	1,26	0,21	31,89	36,43
8	1,56	20,96	1,55	21,51	2,15	1,52	46,69	56,18
9	1,56	20,96	1,55	21,51	2,15	1,52	46,69	56,18
10	1,30	24,06	1,29	26,54	2,68	2,84	54,30	66,75
11	1,30	24,06	1,29	26,54	2,68	2,84	54,30	66,75
12	1,04	23,82	1,03	28,05	2,86	4,15	55,63	69,18
13	1,04	23,82	1,03	28,05	2,86	4,15	55,63	69,18
14	0,78	20,77	0,77	26,21	2,68	5,47	51,57	64,30
15	0,78	20,77	0,77	26,21	2,68	5,47	51,57	64,30
16	0,52	15,44	0,52	21,06	2,14	6,78	43,03	52,82
17	0,52	15,44	0,52	21,06	2,14	6,78	43,03	52,82
18	0,26	8,34	0,26	12,42	1,25	8,10	30,88	35,18
19	0,26	8,34	0,26	12,42	1,25	8,10	30,88	35,18
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,41	16,00	11,77

A.6.9. Excavación en Trinchera

002985

8.3.5.2 Pantalla

La pantalla por tanto está sometida a los siguientes esfuerzos:

NUDOS	PESO PROPIO	TIERRAS	AGUA	SISMO	TRAFICO	M90	COMBINACIÓN 1	COMBINACIÓN SISMO
1	12,00	158,41	0,00	198,77	16,42	17,29	343,42	453,94
2	10,80	61,49	0,00	88,26	7,35	11,20	151,19	201,81
3	10,80	61,49	0,00	88,26	7,35	11,20	151,19	201,81
4	9,61	12,45	0,00	3,48	0,07	5,12	43,44	37,53
5	9,61	12,45	0,00	3,48	0,07	5,12	43,44	37,53
6	8,40	64,79	0,00	58,22	5,84	0,97	133,48	158,22
7	8,40	64,79	0,00	58,22	5,84	0,97	133,48	158,22
8	7,20	97,02	0,00	99,56	9,96	7,06	203,95	251,12
9	7,20	97,02	0,00	99,56	9,96	7,06	203,95	251,12
10	6,00	111,38	0,00	122,87	12,43	13,15	241,23	301,57
11	6,00	111,38	0,00	122,87	12,43	13,15	241,23	301,57
12	4,80	110,29	0,00	129,84	13,25	19,24	249,44	314,31
13	4,80	110,29	0,00	129,84	13,25	19,24	249,44	314,31
14	3,60	96,18	0,00	121,37	12,41	25,32	232,68	293,25
15	3,60	96,18	0,00	121,37	12,41	25,32	232,68	293,25
16	2,40	71,47	0,00	97,50	9,93	31,41	195,13	241,51
17	2,40	71,47	0,00	97,50	9,93	31,41	195,13	241,51
18	1,20	38,60	0,00	57,50	5,79	37,50	140,90	181,37
19	1,20	38,60	0,00	57,50	5,79	37,50	140,90	181,37
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,59	74,10	54,48


A.6.9. Excavación en Trinchera
8.3.6 Armado

002986

Se expone a continuación el cálculo de armado para las zonas más determinantes tanto de la pantalla como del forro, para la hipótesis pésima.

8.3.6.1 Pantalla

M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=M/N	Uc(t)	Us1	Us2	As1(cm ²)
320,77	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	401,70	no	109,989
314,31	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	392,13	no	107,368
161,37	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	186,26	no	50,999

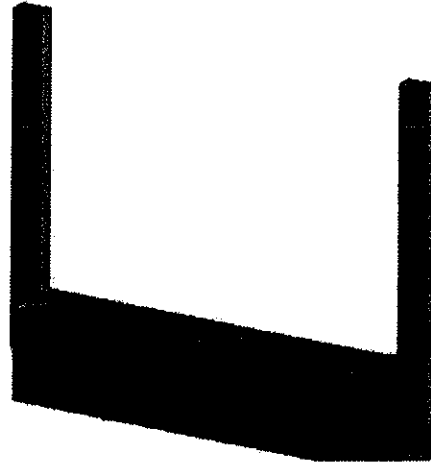
8.3.6.2 Forro

M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=M/N	Uc(t)	Us1	Us2	As1(cm ²)
104,06	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	215,88	no	59,110
69,18	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	136,43	no	37,357
35,18	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	66,49	no	18,207




A.6.9. Excavación en Trinchera

002987

8.4 ZONA 3: SECCIÓN CIELO ABIERTO
8.4.1 Vista de la estructura

8.4.2 Características - Barras

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m2)	SY (m2)	SZ (m2)	IX (m4)	IY (m4)	IZ (m4)
	losa inferior	11A20	1,500	0,0	0,0	0,294	0,281	0,125
	PANTALLA	1A10 21A32	1,600	0,0	0,0	0,133	0,103	0,0

8.4.3 Cargas

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	peso propio	1A30	PZ Menos Coef=1,00
	2	carga trapezoidal (2p)	31	PX2=0,0(T/m) PX1=5,50(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
	2	carga trapezoidal (2p)	32	PX2=-5,50(T/m) PX1=0,0(T/m) X2=1,00 X1=0,0 global no proyectadas relativa
	4	sobrecarga uniforme	1A10	PX=1,00(T/m)
	4	sobrecarga uniforme	21A30	PX=-1,00(T/m)
	5	sobrecarga uniforme	11A20	PZ=-3,00(T/m)
	6	sobrecarga uniforme	1A10	PX=4,40(T/m)

A.6.9. Excavación en Trinchera**8.4.4 combinaciones**

002988

Combinación	Definición
7	(1+2+3+4+5)*1.25+6*1.00
9	

8.4.5 Esfuerzos: Valores

Los esfuerzos obtenidos se distribuyen entre el forro y las pantallas de manera proporcional a la rigidez. El canto de la pantalla es 1 metro y el del forro 0.60.

Se exponen a continuación los valores obtenidos:

FORRO			PANTALLA		
canto	0,6	m	canto	1	m
I	0,018	m4	I	0,08333	m4
relación	0,18		relación	0,82	

Por lo tanto, los esfuerzos obtenidos serán soportados por la pantalla en el 82% de su valor, y por el forro el 18% restante. El agua será soportado por el forro al 100%.

8.4.5.1 Forro

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el forro será dimensionado para soportar los siguientes esfuerzos:

NUDOS	PESO PROPIO	TIERRAS	AGUA	SISMO	TRAFICO	M90	COMBINACIÓN 1	COMBINACIÓN SISMO
1	0,00	4,93	0,00	9,31	2,69	0,00	12,94	18,82
2	0,00	3,59	0,00	7,79	2,18	0,00	9,80	15,00
3	0,00	3,59	0,00	7,58	2,18	0,00	9,80	14,79
4	0,00	2,52	0,00	6,69	1,72	0,00	7,21	11,99
5	0,00	2,52	0,00	6,54	1,72	0,00	7,21	11,84
6	0,00	1,69	0,00	6,10	1,32	0,00	5,11	9,86
7	0,00	1,69	0,00	5,80	1,32	0,00	5,11	9,56
8	0,00	1,06	0,00	4,96	0,97	0,00	3,45	7,50
9	0,00	1,06	0,00	4,62	0,97	0,00	3,45	7,16
10	0,00	0,62	0,00	3,31	0,67	0,00	2,19	4,92
11	0,00	0,62	0,00	3,55	0,67	0,00	2,19	5,16
12	0,00	0,31	0,00	2,01	0,43	0,00	1,27	2,94
13	0,00	0,31	0,00	2,07	0,43	0,00	1,27	3,00
14	0,00	0,13	0,00	1,60	0,24	0,00	0,64	2,07
15	0,00	0,13	0,00	1,39	0,24	0,00	0,64	1,86
16	0,00	0,04	0,00	0,87	0,11	0,00	0,25	1,05
17	0,00	0,04	0,00	0,37	0,11	0,00	0,25	0,55
18	0,00	0,01	0,00	0,22	0,03	0,00	0,05	0,26
19	0,00	0,01	0,00	0,07	0,03	0,00	0,05	0,11
20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05

A.6.9. Excavación en Trinchera**8.4.5.2 Pantalla**

La pantalla por tanto está sometida a los siguientes esfuerzos:

NUDOS	PESO PROPIO	TIERRAS	AGUA	SISMO	TRAFICO	M90	COMBINACIÓN 1	COMBINACIÓN SISMO
1	0,00	22,80	0,00	43,09	12,43	0,00	59,91	87,14
2	0,00	16,62	0,00	36,06	10,07	0,00	45,38	69,43
3	0,00	16,62	0,00	35,12	10,07	0,00	45,38	68,48
4	0,00	11,68	0,00	30,98	7,96	0,00	33,38	55,53
5	0,00	11,68	0,00	30,28	7,96	0,00	33,38	54,83
6	0,00	7,82	0,00	28,25	6,09	0,00	23,65	45,64
7	0,00	7,82	0,00	26,87	6,09	0,00	23,65	44,26
8	0,00	4,93	0,00	22,97	4,48	0,00	15,99	34,73
9	0,00	4,93	0,00	21,37	4,48	0,00	15,99	33,13
10	0,00	2,85	0,00	15,33	3,11	0,00	10,14	22,78
11	0,00	2,85	0,00	16,45	3,11	0,00	10,14	23,90
12	0,00	1,46	0,00	9,31	1,99	0,00	5,86	13,62
13	0,00	1,46	0,00	9,58	1,99	0,00	5,86	13,89
14	0,00	0,62	0,00	7,42	1,12	0,00	2,95	9,59
15	0,00	0,62	0,00	6,43	1,12	0,00	2,95	8,60
16	0,00	0,18	0,00	4,00	0,50	0,00	1,16	4,86
17	0,00	0,18	0,00	1,70	0,50	0,00	1,16	2,56
18	0,00	0,02	0,00	1,03	0,12	0,00	0,25	1,21
19	0,00	0,02	0,00	0,30	0,12	0,00	0,25	0,49
20	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,24





A.6.9. Excavación en Trinchera

8.4.6 Armado

Se expone a continuación el cálculo de armado para las zonas más determinantes tanto de la pantalla como del forro, para la hipótesis pésima.

8.4.6.1 Pantalla

M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=MN	Uc(t)	Us1	Us2	A _{st} (cm ²)
77,79	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	86,65	no	23,725
69,43	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	77,08	no	21,105
0,49	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,08	0,93	0,00	1469,12	0,53	no	0,145

8.4.6.2 Forro

M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=MN	Uc(t)	Us1	Us2	A _{st} (cm ²)
18,82	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	34,92	no	9,562
3,00	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	5,47	no	1,498
0,11	4200	2700,00	0,60	1,00	6000,00	0,05	0,55	0,00	873,53	0,19	no	0,053


A.6.9. Excavación en Trinchera

002991

9 LOSA SUPERIOR

Se realiza el cálculo de las tres losas superiores existentes en la zona, que son; la que se encuentra antes de la estación, la que se encuentra pasada esta y la que se encuentra en la unión de los dos ramales. El programa utilizado para ello es el ROBOT.

9.1 LOSA SITUADA ANTES DE LA ESTACIÓN
9.1.1 Vista de la estructura


6.

9.1.2 Cargas

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	14	PZ Menos Coef=1,00
2	(EF) uniforme	14	PZ=-4,00(T/m2)
3	(EF) uniforme	14	PZ=-2,00(T/m2)

9.1.3 Combinaciones

Combinación	Definición
4 (C)	(1+2)*1.40+3*1.70
6 (C)	(1+2+3)*1.00





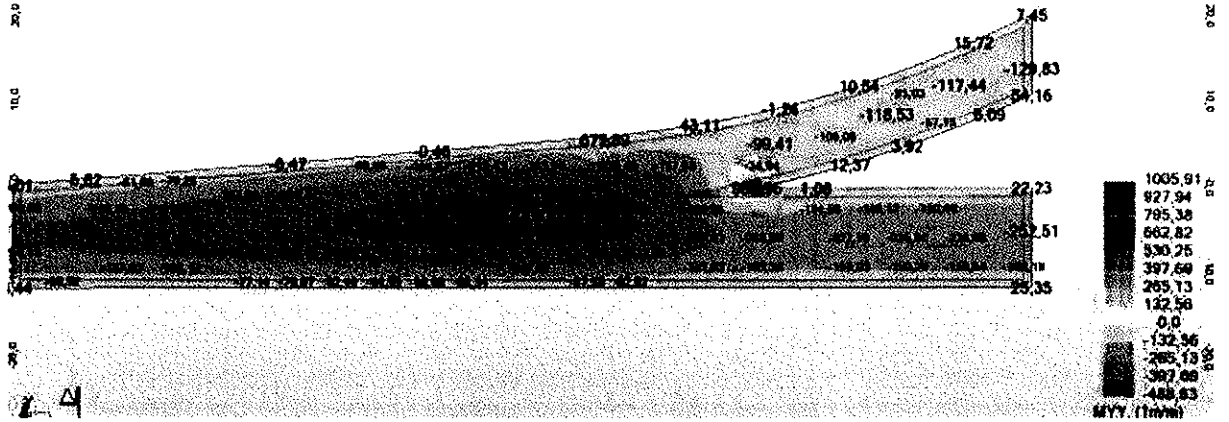
A.6.9. Excavación en Trinchera

9.1.4 Resultados

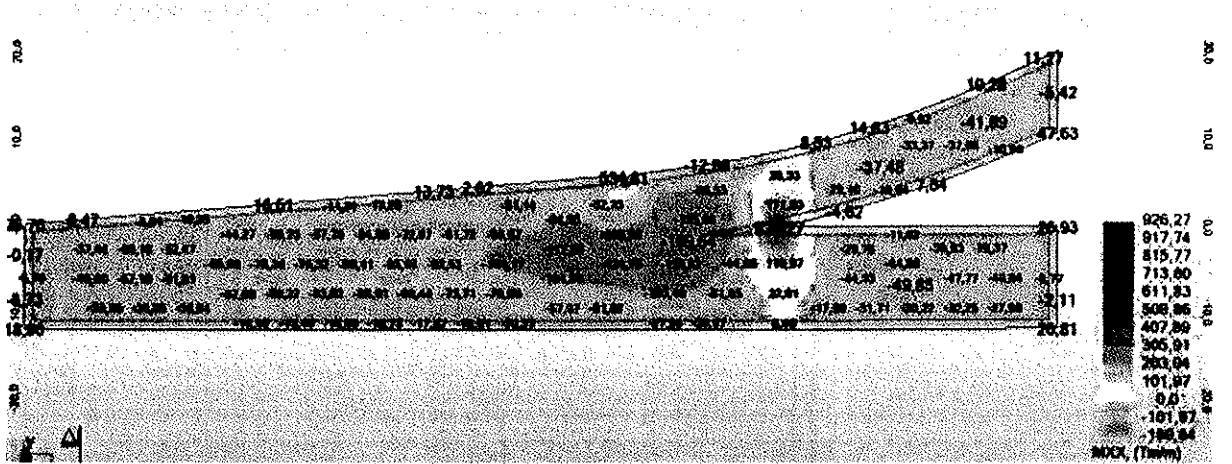
Los resultados obtenidos se muestran a continuación;

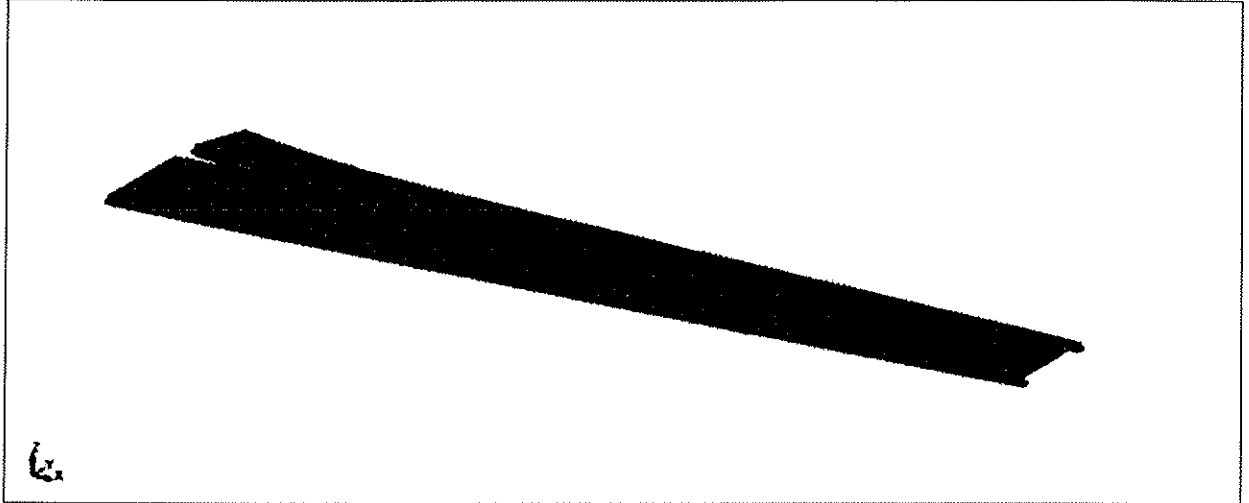
002992

9.1.4.1 Dirección Myy



9.1.4.2 Dirección Mxx




A.6.9. Excavación en Trinchera
9.2 LOSA SITUADA DESPUÉS DE LA ESTACIÓN
9.2.1 Vista de la estructura

9.2.2 Cargas

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	peso propio	14	PZ Menos Coef=1,00
	2	(EF) uniforme	14	PZ=-4,00(T/m2)
	3	(EF) uniforme	14	PZ=-2,00(T/m2)

9.2.3 Combinaciones

Combinación	Definición
4 (C)	(1+2)*1.40+3*1.70
6 (C)	(1+2+3)*1.00

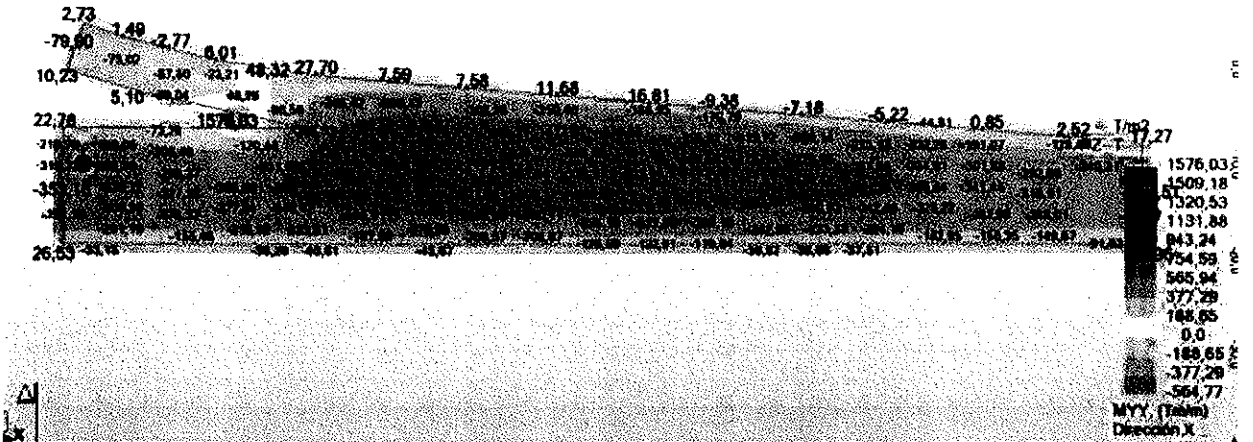


A.6.9. Excavación en Trinchera

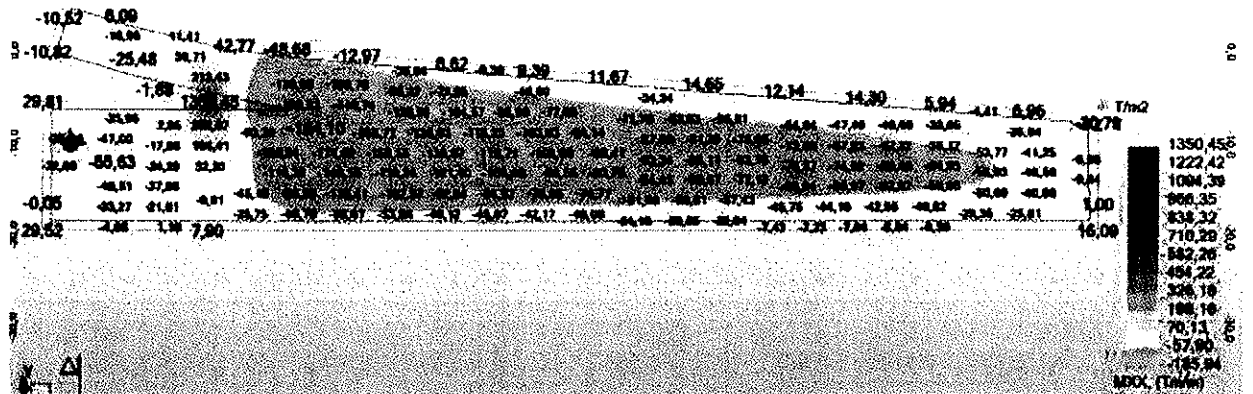
9.2.4 Resultados

Los resultados obtenidos se muestran a continuación;

9.2.4.1 Dirección Myy



9.2.4.2 Dirección Mxx



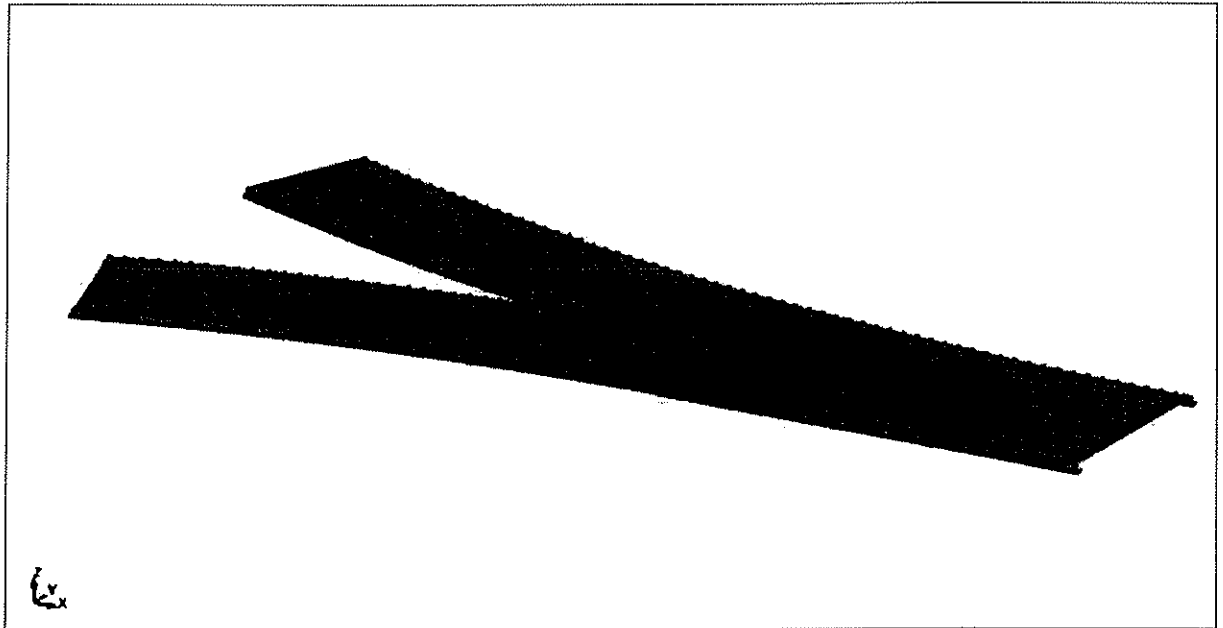


A.6.9. Excavación en Trinchera

002995

9.3 LOSA DE UNIÓN DE LOS RAMALES

9.3.1 Vista de la estructura



9.3.2 Cargas

Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	peso propio	14	PZ Menos Coef=1,00
2	(EF) uniforme	14	PZ=-4,00(T/m2)
3	(EF) uniforme	14	PZ=-2,00(T/m2)

9.3.3 Combinaciones

Combinación	Definición
4 (C)	$(1+2)*1.40+3*1.70$
6 (C)	$(1+2+3)*1.00$



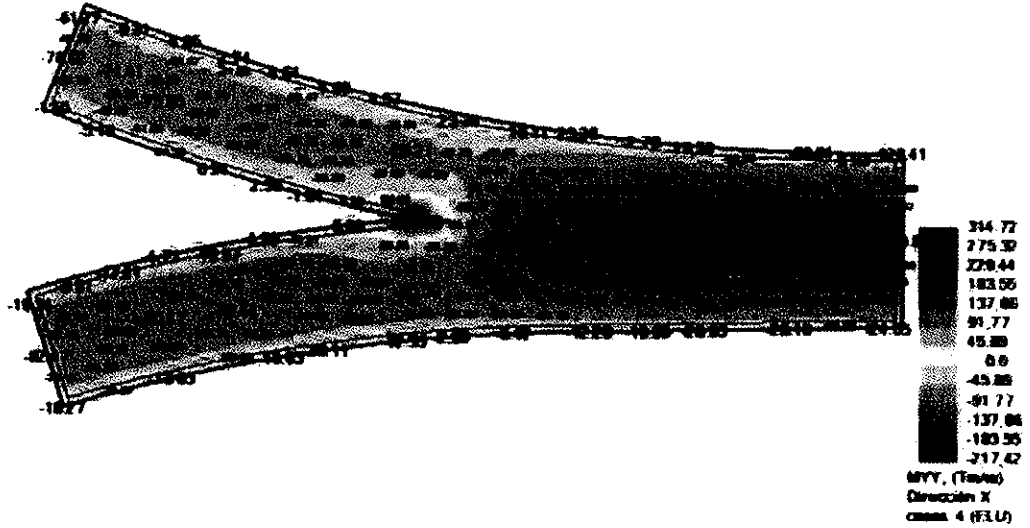
A.6.9. Excavación en Trinchera

9.3.4 Resultados

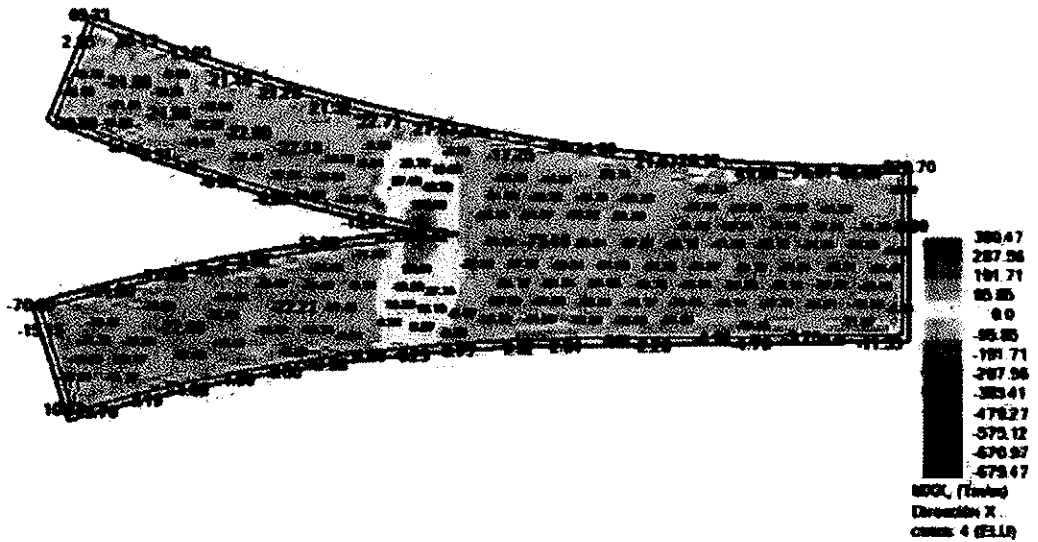
Los resultados obtenidos se muestran a continuación;

002936

9.3.4.1 Dirección Myy



9.3.4.2 Dirección Mxx




A.6.9. Excavación en Trinchera
9.4 ARMADO LOSA SUPERIOR

002997

A continuación se expone el armado de los puntos más determinantes de la losa superior:

M	fyk	fck	h	b	Ac(cm ²)	r	d	e=M/N	Uc(1)	Uc1	Uc2	A _{st} (cm ²)
275,00	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	188,18	no	54,264
483,80	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	382,13	no	99,154
235,00	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	169,21	no	46,058
117,00	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	82,16	no	22,495
100,00	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	70,03	no	19,175
564,77	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	429,56	no	117,617
420,00	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	310,60	no	85,045
209,90	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	149,62	no	40,967
90,47	4200	2700,00	1,50	1,00	15000,00	0,05	1,45	0,00	2302,94	63,26	no	17,322
131,39	4200	2700,00	1,00	1,00	10000,00	0,05	0,95	0,00	1508,82	145,30	no	39,785



A.6.9. Excavación en Trinchera

10 FICHEROS DE SALIDA DE DATOS RIDO

002093

A continuación se adjuntan los ficheros de salida de resultados del programa RIDO para las tres situaciones de cálculo anteriormente definidas: zona de necesaria disposición de estampidores, zona donde no son necesarios la disposición de los mismos, y zona a cielo abierto:

10.1 ZONA 1: NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES:

*

*Definición de la pantalla *

*cota superior
*cota inferior de cada tramo de canto constante y módulo EI
*con H=27 y e = 1.00 m

** COMIENZO DE DATOS **

* LAS SOBRECARGAS DE BOUSSINESQ FUNCIÓN DEL ESTADO DE SUELO

*** DESCRIPCIÓN DE LA PARED :

SECCIÓN N°	1	DE	0.000 m	A	-26.310 m	:	PRODUCTO DE INERCIA EI	RIGIDEZ CILÍNDRICA
							231700. T.m2/m	0. T/m3

*
*Altura de la pantalla -2 - (-26.31) = 24.31 m
*
*Definición del suelo
*
* cota superior

*** DESCRIPCIÓN DE SUELO :

*Datos de cada estrato de suelo
*relleno -.6
*CL/CM -.9
*GPsuelto -11.50
*GP firme -60

CAPA N° 1 DE 0.000 m A -0.600 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH	=	1.670 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD	=	0.670 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA	=	0.331
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO	=	0.530
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP	=	3.546
COHESIÓN	C	=	0.000 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI	=	28.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI		=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI		=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)		=	350.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN		=	0.000 1/m

CAPA N° 2 DE -0.600 m A -1.500 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH	=	1.740 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD	=	0.740 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA	=	0.359
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO	=	0.562
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP	=	3.190
COHESIÓN	C	=	0.800 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI	=	26.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI		=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI		=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)		=	1000.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN		=	0.000 1/m

CAPA N° 3 DE -1.500 m A -11.500 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH	=	2.000 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD	=	1.000 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA	=	0.257
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO	=	0.441
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP	=	4.989
COHESIÓN	C	=	1.500 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI	=	34.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI		=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI		=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)		=	1250.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN		=	0.000 1/m

CAPA N° 4 DE -11.500 m A -60.000 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH	=	2.200 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD	=	1.200 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA	=	0.206
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO	=	0.371
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP	=	6.869
COHESIÓN	C	=	3.200 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI	=	39.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI		=	0.330

A.6.9. Excavación en Trinchera



PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI = -0.330
 MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0) = 5500.000 T/m3
 MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN = 0.000 1/m

*Nivel freático e intervalo de discretización de la pantalla

** FASE No 1 **

 * CALCULOS: **

 *FASE 1 SOBRECARGA *

 *SOBRECARGAS

* SOBRECARGA DE CAUOT SOBRE SUELO 1 = 2.000 T/m2

FASE 1					S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS
P A R E D					EXCAVACIÓN:	0.00 m	EXCAVACIÓN:	0.00 m			
					NIVEL AGUA:	-13.00 m	NIVEL AGUA:	-13.00 m			
					S. DE CAUOT:	2.00 T/m2	S. DE CAUOT:	0.00 T/m2			
NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESP.CO. C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	Nº FUERZA
0.000	0.584	-0.046	0.00	0.00	2	0.86	0.86	350	3	0.00	350
-0.300	0.570	-0.046	-0.04	0.23	2	1.13	0.96	350	2	0.47	350
-0.600	0.556	-0.046	-0.13	0.43	2	1.40	1.06	350	2	0.73	350
					2	1.13	1.12	1000	2	1.12	1000
-1.050	0.535	-0.046	-0.33	0.44	2	1.59	1.12	1000	2	1.54	1000
-1.500	0.515	-0.045	-0.53	0.47	2	2.05	1.12	1000	2	1.96	1000
					2	1.37	0.88	1250	2	1.78	1250
-1.925	0.496	-0.044	-0.70	0.31	2	1.77	0.88	1250	2	2.13	1250
-2.350	0.477	-0.043	-0.80	0.17	2	2.17	0.88	1250	2	2.48	1250
-2.700	0.463	-0.041	-0.84	0.07	2	2.49	0.88	1250	2	2.77	1250
-2.975	0.452	-0.040	-0.85	0.00	2	2.75	0.88	1250	2	3.00	1250
-3.250	0.441	-0.039	-0.84	-0.07	2	3.01	0.88	1250	2	3.23	1250
-3.525	0.430	-0.038	-0.81	-0.13	2	3.26	0.88	1250	2	3.45	1250
-3.800	0.420	-0.037	-0.77	-0.18	2	3.52	0.88	1250	2	3.68	1250
-4.075	0.409	-0.036	-0.72	-0.22	2	3.77	0.88	1250	2	3.91	1250
-4.350	0.399	-0.036	-0.65	-0.25	2	4.03	0.88	1250	2	4.14	1250
-4.625	0.390	-0.035	-0.58	-0.28	2	4.28	0.88	1250	2	4.37	1250
-4.900	0.380	-0.034	-0.50	-0.30	2	4.54	0.88	1250	2	4.60	1250
-5.175	0.371	-0.034	-0.41	-0.32	2	4.79	0.88	1250	2	4.84	1250
-5.450	0.362	-0.033	-0.32	-0.33	2	5.04	0.88	1250	2	5.07	1250
-5.725	0.353	-0.033	-0.23	-0.33	2	5.30	0.88	1250	2	5.30	1250
-6.000	0.344	-0.033	-0.14	-0.33	2	5.55	0.88	1250	2	5.53	1250
-6.275	0.335	-0.033	-0.05	-0.32	2	5.80	0.88	1250	2	5.76	1250
-6.550	0.326	-0.033	0.03	-0.30	2	6.06	0.88	1250	2	5.99	1250
-6.825	0.317	-0.033	0.11	-0.28	2	6.31	0.88	1250	2	6.22	1250
-7.100	0.308	-0.033	0.19	-0.26	2	6.57	0.88	1250	2	6.45	1250
-7.375	0.299	-0.033	0.25	-0.22	2	6.82	0.88	1250	2	6.68	1250
-7.650	0.289	-0.033	0.31	-0.18	2	7.07	0.88	1250	2	6.92	1250
-7.925	0.280	-0.034	0.35	-0.13	2	7.33	0.88	1250	2	7.15	1250
-8.200	0.271	-0.034	0.38	-0.08	2	7.58	0.88	1250	2	7.38	1250
-8.475	0.261	-0.035	0.40	-0.02	2	7.84	0.88	1250	2	7.61	1250
-8.750	0.252	-0.035	0.39	0.04	2	8.09	0.88	1250	2	7.84	1250
-9.025	0.242	-0.036	0.37	0.12	2	8.35	0.88	1250	2	8.07	1250
-9.300	0.232	-0.036	0.33	0.20	2	8.60	0.88	1250	2	8.30	1250
-9.575	0.222	-0.036	0.26	0.28	2	8.86	0.88	1250	2	8.53	1250
-9.850	0.212	-0.037	0.17	0.38	2	9.11	0.88	1250	2	8.76	1250
-10.125	0.202	-0.037	0.05	0.48	2	9.37	0.88	1250	2	8.99	1250
-10.400	0.192	-0.037	-0.09	0.58	2	9.62	0.88	1250	2	9.22	1250
-10.675	0.182	-0.037	-0.27	0.70	2	9.88	0.88	1250	2	9.45	1250
-10.950	0.172	-0.036	-0.48	0.82	2	10.13	0.88	1250	2	9.68	1250
-11.225	0.162	-0.036	-0.72	0.95	2	10.39	0.88	1250	2	9.91	1250
-11.500	0.152	-0.034	-1.00	1.08	2	10.64	0.88	1250	2	10.14	1250
					2	8.27	0.74	5500	2	9.20	5500
-11.875	0.139	-0.033	-1.34	0.76	2	8.65	0.74	5500	2	9.44	5500
-12.250	0.128	-0.030	-1.57	0.49	2	9.02	0.74	5500	2	9.68	5500
-12.625	0.117	-0.028	-1.71	0.26	2	9.38	0.74	5500	2	9.93	5500
-13.000	0.107	-0.025	-1.77	0.08	2	9.74	0.74	5500	2	10.18	5500
-13.400	0.098	-0.022	-1.77	-0.08	2	9.97	0.74	5500	2	10.30	5500
-13.847	0.089	-0.018	-1.71	-0.21	2	10.22	0.74	5500	2	10.45	5500
-14.295	0.081	-0.015	-1.59	-0.29	2	10.46	0.74	5500	2	10.61	5500
-14.743	0.075	-0.012	-1.45	-0.35	2	10.69	0.74	5500	2	10.78	5500
-15.190	0.070	-0.009	-1.29	-0.37	2	10.92	0.74	5500	2	10.95	5500
-15.637	0.067	-0.007	-1.12	-0.38	2	11.14	0.74	5500	2	11.13	5500
-16.085	0.064	-0.005	-0.95	-0.37	2	11.35	0.74	5500	2	11.31	5500
-16.532	0.062	-0.003	-0.79	-0.35	2	11.56	0.74	5500	2	11.50	5500
-16.980	0.061	-0.002	-0.64	-0.32	2	11.77	0.74	5500	2	11.69	5500
-17.427	0.060	-0.001	-0.51	-0.28	2	11.97	0.74	5500	2	11.89	5500
-17.875	0.060	0.000	-0.39	-0.25	2	12.17	0.74	5500	2	12.09	5500
-18.323	0.060	0.001	-0.28	-0.21	2	12.37	0.74	5500	2	12.29	5500
-18.770	0.060	0.001	-0.20	-0.18	2	12.57	0.74	5500	2	12.49	5500
-19.218	0.061	0.001	-0.13	-0.14	2	12.76	0.74	5500	2	12.69	5500
-19.665	0.061	0.001	-0.07	-0.11	2	12.96	0.74	5500	2	12.89	5500
-20.112	0.062	0.002	-0.02	-0.09	2	13.15	0.74	5500	2	13.10	5500
-20.560	0.063	0.002	0.01	-0.06	2	13.35	0.74	5500	2	13.30	5500
-20.935	0.063	0.002	0.03	-0.04	2	13.51	0.74	5500	2	13.47	5500
-21.310	0.064	0.001	0.04	-0.03	2	13.68	0.74	5500	2	13.64	5500
-21.622	0.064	0.001	0.05	-0.02	2	13.81	0.74	5500	2	13.78	5500
-21.935	0.065	0.001	0.05	-0.01	2	13.95	0.74	5500	2	13.92	5500
-22.247	0.065	0.001	0.05	0.00	2	14.09	0.74	5500	2	14.06	5500
-22.560	0.066	0.001	0.05	0.01	2	14.22	0.74	5500	2	14.20	5500
-22.872	0.066	0.001	0.05	0.01	2	14.36	0.74	5500	2	14.34	5500
-23.185	0.066	0.001	0.05	0.01	2	14.50	0.74	5500	2	14.49	5500
-23.497	0.067	0.001	0.04	0.02	2	14.63	0.74	5500	2	14.63	5500

A.6.9. Excavación en Trinchera



003300

-23.810	0.067	0.001	0.04	0.02	2	14.77	0.74	5500	2	14.77	5500	
-24.122	0.067	0.001	0.03	0.02	2	14.91	0.74	5500	2	14.91	5500	
-24.435	0.068	0.001	0.02	0.02	2	15.05	0.74	5500	2	15.05	5500	
-24.747	0.068	0.001	0.02	0.02	2	15.18	0.74	5500	2	15.18	5500	
-25.060	0.068	0.001	0.01	0.02	2	15.32	0.74	5500	2	15.33	5500	
-25.372	0.068	0.001	0.01	0.01	2	15.46	0.74	5500	2	15.47	5500	
-25.685	0.069	0.001	0.00	0.01	2	15.60	0.74	5500	2	15.61	5500	
-25.997	0.069	0.001	0.00	0.01	2	15.73	0.74	5500	2	15.75	5500	
-26.310	0.069	0.001	0.00	0.00	2	15.87	0.74	5500	2	15.89	5500	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2	T/m2	T/m2	T/m3	T/m2	T/m2	T/m3	T

DESPLAZAMIENTO MÁX. = 0.58 mm
MOMENTO MÁXIMO = -1.77 m.T/m

CODIFICACIÓN : -1 = SEPARACIÓN
DE ESTADO : 0 = EXCAVACIÓN
DE SUELO : 1 = PRESIÓN ACTIVA
2 = ELÁSTICO
3 = PRESIÓN PASIVA

(2 IT.)

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 21.38 T/m
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.053 = (247.67 T/m)/(4708.39 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.056 = (247.67 T/m)/(4395.17 T/m)

** FASE No 2 **

FASE 2 EXCAVACION HASTA COTA LOSA SUP

* EXCAVACIÓN EN SUELO 2 PARA NIVEL = -2.700 m
FASE 2

NIVEL	P A R E D				S O I L 1			S O I L 2			N° FUERZA
	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO.	C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	
0.000	2.180	-0.168	0.00	0.00	1	0.66	0.66	350	0		
-0.300	2.129	-0.168	-0.03	0.22	1	0.83	0.66	350	0		
-0.600	2.079	-0.167	-0.14	0.50	1	0.99	0.66	350	0		
-1.050	2.004	-0.167	-0.38	0.57	1	0.31	0.31	1000	0		
-1.500	1.929	-0.166	-0.68	0.79	2	0.64	0.64	1000	0		
-1.925	1.859	-0.164	-1.01	0.80	2	0.06	0.06	1250	0		
-2.350	1.789	-0.162	-1.37	0.93	2	0.53	0.53	1250	0		
-2.700	1.733	-0.160	-1.73	1.18	2	0.91	0.88	1250	0		
-2.975	1.689	-0.158	-2.01	0.84	2	0.91	0.88	1250	2	2.17	1250
-3.250	1.646	-0.155	-2.20	0.54	2	1.20	0.88	1250	2	2.35	1250
-3.525	1.604	-0.152	-2.31	0.27	2	1.50	0.88	1250	2	2.54	1250
-3.800	1.562	-0.150	-2.35	0.03	2	1.79	0.88	1250	2	2.73	1250
-4.075	1.522	-0.147	-2.33	-0.19	2	2.09	0.88	1250	2	2.92	1250
-4.350	1.482	-0.144	-2.25	-0.38	2	2.38	0.88	1250	2	3.11	1250
-4.625	1.442	-0.142	-2.12	-0.54	2	2.67	0.88	1250	2	3.31	1250
-4.900	1.404	-0.139	-1.96	-0.67	2	2.97	0.88	1250	2	3.50	1250
-5.175	1.366	-0.137	-1.76	-0.78	2	3.26	0.88	1250	2	3.69	1250
-5.450	1.328	-0.135	-1.53	-0.86	2	3.55	0.88	1250	2	3.89	1250
-5.725	1.291	-0.133	-1.29	-0.92	2	3.84	0.88	1250	2	4.08	1250
-6.000	1.255	-0.132	-1.03	-0.95	2	4.12	0.88	1250	2	4.28	1250
-6.275	1.219	-0.131	-0.77	-0.95	2	4.41	0.88	1250	2	4.48	1250
-6.550	1.183	-0.130	-0.51	-0.93	2	4.70	0.88	1250	2	4.68	1250
-6.825	1.147	-0.130	-0.26	-0.89	2	4.99	0.88	1250	2	4.87	1250
-7.100	1.112	-0.130	-0.02	-0.82	2	5.27	0.88	1250	2	5.07	1250
-7.375	1.076	-0.130	0.19	-0.73	2	5.56	0.88	1250	2	5.27	1250
-7.650	1.040	-0.130	0.38	-0.61	2	5.85	0.88	1250	2	5.47	1250
-7.925	1.004	-0.131	0.53	-0.47	2	6.14	0.88	1250	2	5.66	1250
-8.200	0.968	-0.131	0.63	-0.30	2	6.42	0.88	1250	2	5.86	1250
-8.475	0.932	-0.132	0.69	-0.11	2	6.71	0.88	1250	2	6.06	1250
-8.750	0.896	-0.133	0.69	0.10	2	7.00	0.88	1250	2	6.26	1250
-9.025	0.859	-0.134	0.63	0.35	2	7.29	0.88	1250	2	6.45	1250
-9.300	0.822	-0.134	0.50	0.61	2	7.57	0.88	1250	2	6.65	1250
-9.575	0.785	-0.135	0.29	0.90	2	7.86	0.88	1250	2	6.85	1250
-9.850	0.748	-0.135	0.00	1.22	2	8.15	0.88	1250	2	7.04	1250
-10.125	0.711	-0.135	-0.38	1.56	2	8.44	0.88	1250	2	7.24	1250
-10.400	0.674	-0.134	-0.86	1.93	2	8.73	0.88	1250	2	7.43	1250
-10.675	0.638	-0.133	-1.45	2.33	2	9.02	0.88	1250	2	7.63	1250
-10.950	0.601	-0.131	-2.14	2.75	2	9.31	0.88	1250	2	7.83	1250
-11.225	0.566	-0.128	-2.96	3.19	2	9.60	0.88	1250	2	8.02	1250
-11.500	0.531	-0.123	-3.90	3.66	2	9.88	0.88	1250	2	8.22	1250
-11.875	0.486	-0.116	-5.05	2.53	2	10.17	0.88	1250	2	8.42	1250
-12.250	0.444	-0.107	-5.82	1.58	2	6.19	0.74	5500	2	9.45	5500
-12.625	0.406	-0.097	-6.26	0.79	2	6.74	0.74	5500	2	9.50	5500
-13.000	0.371	-0.087	-6.43	0.16	2	7.28	0.74	5500	2	9.58	5500
-13.400	0.339	-0.076	-6.38	-0.37	2	7.79	0.74	5500	2	9.67	5500
-13.847	0.307	-0.064	-6.11	-0.81	2	8.29	0.74	5500	2	9.79	5500
-14.295	0.281	-0.053	-5.68	-1.10	2	8.65	0.74	5500	2	9.79	5500
-14.743	0.260	-0.042	-5.15	-1.27	2	9.02	0.74	5500	2	9.81	5500
-15.190	0.243	-0.033	-4.55	-1.36	2	9.36	0.74	5500	2	9.87	5500
-15.637	0.231	-0.025	-3.94	-1.37	2	9.68	0.74	5500	2	9.95	5500
-16.085	0.221	-0.018	-3.34	-1.32	2	9.97	0.74	5500	2	10.06	5500
-16.532	0.215	-0.012	-2.76	-1.24	2	10.24	0.74	5500	2	10.19	5500
-16.980	0.211	-0.007	-2.23	-1.13	2	10.49	0.74	5500	2	10.34	5500
					2	10.72	0.74	5500	2	10.50	5500
					2	10.94	0.74	5500	2	10.68	5500

A.6.9. Excavación en Trinchera



003001

-17.427	0.208	-0.003	-1.75	-1.01	2	11.15	0.74	5500	2	10.86	5500	
-17.875	0.208	0.000	-1.33	-0.88	2	11.36	0.74	5500	2	11.06	5500	
-18.323	0.208	0.002	-0.97	-0.75	2	11.55	0.74	5500	2	11.26	5500	
-18.770	0.210	0.004	-0.66	-0.62	2	11.74	0.74	5500	2	11.47	5500	
-19.218	0.212	0.005	-0.41	-0.50	2	11.93	0.74	5500	2	11.68	5500	
-19.665	0.214	0.005	-0.21	-0.39	2	12.12	0.74	5500	2	11.89	5500	
-20.112	0.216	0.006	-0.06	-0.29	2	12.30	0.74	5500	2	12.10	5500	
-20.560	0.219	0.006	0.05	-0.21	2	12.49	0.74	5500	2	12.31	5500	
-20.935	0.221	0.006	0.12	-0.15	2	12.64	0.74	5500	2	12.49	5500	
-21.310	0.223	0.005	0.16	-0.09	2	12.80	0.74	5500	2	12.67	5500	
-21.622	0.225	0.005	0.19	-0.06	2	12.93	0.74	5500	2	12.82	5500	
-21.935	0.226	0.005	0.20	-0.02	2	13.06	0.74	5500	2	12.97	5500	
-22.247	0.228	0.005	0.20	0.00	2	13.19	0.74	5500	2	13.11	5500	
-22.560	0.229	0.004	0.20	0.02	2	13.32	0.74	5500	2	13.26	5500	
-22.872	0.230	0.004	0.19	0.04	2	13.46	0.74	5500	2	13.41	5500	
-23.185	0.231	0.004	0.17	0.06	2	13.59	0.74	5500	2	13.55	5500	
-23.497	0.233	0.004	0.15	0.07	2	13.72	0.74	5500	2	13.70	5500	
-23.810	0.234	0.003	0.13	0.07	2	13.85	0.74	5500	2	13.84	5500	
-24.122	0.235	0.003	0.11	0.07	2	13.99	0.74	5500	2	13.99	5500	
-24.435	0.236	0.003	0.09	0.07	2	14.12	0.74	5500	2	14.13	5500	
-24.747	0.237	0.003	0.06	0.07	2	14.26	0.74	5500	2	14.27	5500	
-25.060	0.237	0.003	0.04	0.06	2	14.39	0.74	5500	2	14.42	5500	
-25.372	0.238	0.003	0.03	0.05	2	14.52	0.74	5500	2	14.56	5500	
-25.685	0.239	0.003	0.01	0.04	2	14.66	0.74	5500	2	14.71	5500	
-25.997	0.240	0.003	0.00	0.02	2	14.79	0.74	5500	2	14.85	5500	
-26.310	0.241	0.003	0.00	0.00	2	14.93	0.74	5500	2	14.99	5500	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2	T/m2	T/m2	T/m3	T/m2	T/m2	T/m3	T

DESPLAZAMIENTO MÁX.	=	2.18 mm	CODIFICACIÓN	: -1 = SEPARACIÓN
MOMENTO MÁXIMO	=	-6.43 m.T/m	DE ESTADO	: 0 = EXCAVACIÓN
			DE SUELO	: 1 = PRESIÓN ACTIVA
				: 2 = ELÁSTICO
				: 3 = PRESIÓN PASIVA

(2 IT.)

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 19.81 T/m
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.047 = (220.59 T/m)/(4708.39 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.061 = (220.59 T/m)/(3629.47 T/m)

** FASE No 3 **

FASE 3 HORMIGONADO DE LA LOSA SUPERIOR

* INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE PUNTALES N° 1 NIVEL = -2.350 m
ESPACIADO = 1.000 m
INCLINACIÓN = 0.000 GRADOS
PRECARGA = 0.000 T
RIGIDEZ = 515572.000 T/m
CONEXIÓN BILATERAL

* CARGA CONCENTRADA EN -2.350 m : FUERCE = 0.000 T/m PAREJA = -53.000 m.T/m
CONEXIÓN ELÁSTICA -> SIN
FASE 3

NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO.	C. REP.	SOIL 1			SOIL 2			PUNTALES/ ANCLAS
						EXCAVACIÓN:	NIVEL AGUA:	S. DE CAQUOT:	EXCAVACIÓN:	NIVEL AGUA:	S. DE CAQUOT:	
0.000	3.379	-0.668	0.00	0.00	1	0.66	0.66	350	0			
-0.300	3.179	-0.668	-0.03	0.22	1	0.83	0.66	350	0			
-0.600	2.978	-0.668	-0.14	0.50	1	0.99	0.66	350	0			
-1.050	2.678	-0.668	-0.38	0.57	1	0.31	0.31	1000	0			
-1.500	2.378	-0.667	-0.67	0.78	1	0.59	0.59	1000	0			
-1.925	2.094	-0.665	-1.00	0.78	-1							
-2.350	1.812	-0.663	-1.35	0.88	2	0.50	0.50	1250	0			
-2.700	1.594	-0.584	-54.35	-10.90	2	0.50	0.50	1250	0			1 -11.78
-2.700			-50.58	-10.62	2	1.08	0.88	1250	0			
-2.975	1.442	-0.526	-47.63	-10.82	2	1.08	0.88	1250	2	1.99	1250	
-3.250	1.305	-0.471	-44.64	-10.92	2	1.51	0.88	1250	2	2.04	1250	
-3.525	1.182	-0.420	-41.63	-10.93	2	1.93	0.88	1250	2	2.12	1250	
-3.800	1.074	-0.372	-38.63	-10.86	2	2.32	0.88	1250	2	2.21	1250	
-4.075	0.978	-0.328	-35.66	-10.72	2	2.70	0.88	1250	2	2.31	1250	
-4.350	0.893	-0.287	-32.74	-10.52	2	3.06	0.88	1250	2	2.43	1250	
-4.625	0.819	-0.250	-29.98	-10.26	2	3.41	0.88	1250	2	2.57	1250	
-4.900	0.755	-0.216	-27.10	-9.96	2	3.74	0.88	1250	2	2.72	1250	
-5.175	0.700	-0.186	-24.41	-9.61	2	4.07	0.88	1250	2	2.88	1250	
-5.450	0.653	-0.158	-21.82	-9.23	2	4.38	0.88	1250	2	3.06	1250	
-5.725	0.613	-0.134	-19.34	-8.82	2	4.68	0.88	1250	2	3.24	1250	
-6.000	0.579	-0.112	-16.97	-8.39	2	4.97	0.88	1250	2	3.43	1250	
-6.275	0.550	-0.094	-14.72	-7.93	2	5.26	0.88	1250	2	3.63	1250	
-6.550	0.527	-0.077	-12.61	-7.46	2	5.54	0.88	1250	2	3.84	1250	
-6.825	0.508	-0.064	-10.62	-6.97	2	5.81	0.88	1250	2	4.05	1250	
-7.100	0.492	-0.052	-8.77	-6.47	2	6.07	0.88	1250	2	4.27	1250	
-7.375	0.479	-0.043	-7.07	-5.96	2	6.34	0.88	1250	2	4.49	1250	
-7.650	0.468	-0.035	-5.50	-5.44	2	6.59	0.88	1250	2	4.72	1250	
-7.925	0.459	-0.030	-4.08	-4.91	2	6.85	0.88	1250	2	4.95	1250	
					2	7.10	0.88	1250	2	5.18	1250	



A.6.9. Excavación en Trinchera

003002

-8.200	0.452	-0.026	-2.80	-4.38	2	7.36	0.88	1250	2	5.41	1250
-8.475	0.445	-0.023	-1.67	-3.84	2	7.61	0.88	1250	2	5.65	1250
-8.750	0.439	-0.022	-0.68	-3.30	2	7.86	0.88	1250	2	5.88	1250
-9.025	0.433	-0.021	0.15	-2.76	2	8.11	0.88	1250	2	6.12	1250
-9.300	0.427	-0.022	0.83	-2.21	2	8.36	0.88	1250	2	6.35	1250
-9.575	0.421	-0.023	1.36	-1.66	2	8.61	0.88	1250	2	6.59	1250
-9.850	0.414	-0.025	1.74	-1.10	2	8.86	0.88	1250	2	6.82	1250
-10.125	0.407	-0.027	1.97	-0.54	2	9.11	0.88	1250	2	7.05	1250
-10.400	0.399	-0.030	2.04	0.03	2	9.36	0.88	1250	2	7.29	1250
-10.675	0.391	-0.032	1.95	0.60	2	9.61	0.88	1250	2	7.52	1250
-10.950	0.382	-0.034	1.70	1.18	2	9.87	0.88	1250	2	7.75	1250
-11.225	0.372	-0.036	1.30	1.77	2	10.12	0.88	1250	2	7.98	1250
-11.500	0.362	-0.037	0.73	2.36	2	10.38	0.88	1250	2	8.21	1250
-11.875	0.348	-0.038	-0.06	1.87	2	7.12	0.74	5500	2	8.52	5500
-12.250	0.334	-0.037	-0.67	1.43	2	7.50	0.74	5500	2	8.74	5500
-12.625	0.320	-0.036	-1.14	1.05	2	7.88	0.74	5500	2	8.97	5500
-13.000	0.307	-0.034	-1.47	0.72	2	8.26	0.74	5500	2	9.20	5500
-13.400	0.294	-0.031	-1.70	0.43	2	8.64	0.74	5500	2	9.44	5500
-13.847	0.281	-0.027	-1.83	0.17	2	8.89	0.74	5500	2	9.54	5500
-14.295	0.270	-0.024	-1.86	-0.03	2	9.16	0.74	5500	2	9.67	5500
-14.743	0.260	-0.020	-1.81	-0.18	2	9.42	0.74	5500	2	9.81	5500
-15.190	0.252	-0.017	-1.71	-0.28	2	9.68	0.74	5500	2	9.95	5500
-15.637	0.245	-0.014	-1.57	-0.35	2	9.92	0.74	5500	2	10.11	5500
-16.085	0.239	-0.011	-1.40	-0.38	2	10.16	0.74	5500	2	10.27	5500
-16.532	0.235	-0.008	-1.23	-0.40	2	10.39	0.74	5500	2	10.44	5500
-16.980	0.232	-0.006	-1.05	-0.39	2	10.61	0.74	5500	2	10.61	5500
-17.427	0.230	-0.004	-0.88	-0.37	2	10.82	0.74	5500	2	10.79	5500
-17.875	0.228	-0.003	-0.72	-0.34	2	11.04	0.74	5500	2	10.98	5500
-18.323	0.227	-0.001	-0.57	-0.31	2	11.24	0.74	5500	2	11.17	5500
-18.770	0.227	0.000	-0.44	-0.27	2	11.45	0.74	5500	2	11.37	5500
-19.218	0.227	0.000	-0.33	-0.23	2	11.65	0.74	5500	2	11.56	5500
-19.665	0.227	0.001	-0.24	-0.19	2	11.85	0.74	5500	2	11.76	5500
-20.112	0.228	0.001	-0.16	-0.16	2	12.05	0.74	5500	2	11.96	5500
-20.560	0.228	0.002	-0.10	-0.12	2	12.24	0.74	5500	2	12.16	5500
-20.935	0.229	0.002	-0.05	-0.10	2	12.44	0.74	5500	2	12.37	5500
-21.310	0.230	0.002	-0.02	-0.08	2	12.60	0.74	5500	2	12.54	5500
-21.622	0.230	0.002	0.00	-0.06	2	12.76	0.74	5500	2	12.71	5500
-21.935	0.231	0.002	0.01	-0.04	2	12.90	0.74	5500	2	12.85	5500
-22.247	0.231	0.002	0.03	-0.03	2	13.04	0.74	5500	2	12.99	5500
-22.560	0.232	0.002	0.03	-0.02	2	13.17	0.74	5500	2	13.13	5500
-22.872	0.232	0.002	0.04	-0.01	2	13.31	0.74	5500	2	13.27	5500
-23.185	0.233	0.002	0.04	0.00	2	13.45	0.74	5500	2	13.42	5500
-23.497	0.233	0.001	0.04	0.01	2	13.58	0.74	5500	2	13.56	5500
-23.810	0.234	0.001	0.03	0.01	2	13.72	0.74	5500	2	13.70	5500
-24.122	0.234	0.001	0.03	0.02	2	13.85	0.74	5500	2	13.84	5500
-24.435	0.234	0.001	0.02	0.02	2	13.99	0.74	5500	2	13.98	5500
-24.747	0.235	0.001	0.02	0.02	2	14.13	0.74	5500	2	14.12	5500
-25.060	0.235	0.001	0.01	0.02	2	14.26	0.74	5500	2	14.27	5500
-25.372	0.236	0.001	0.01	0.02	2	14.40	0.74	5500	2	14.41	5500
-25.685	0.236	0.001	0.00	0.01	2	14.54	0.74	5500	2	14.55	5500
-25.997	0.236	0.001	0.00	0.01	2	14.68	0.74	5500	2	14.69	5500
-26.310	0.237	0.001	0.00	0.00	2	14.81	0.74	5500	2	14.83	5500
					2	14.95	0.74	5500	2	14.97	5500

DESPLAZAMIENTO MÁX. = 3.38 mm	CODIFICACIÓN : -1 = SEPARACIÓN
MOMENTO MÁXIMO = -54.35 m.T/m	DE ESTADO : 0 = EXCAVACIÓN
	DE SUELO : 1 = PRESIÓN ACTIVA
	2 = ELÁSTICO
	3 = PRESIÓN PASIVA

(2 IT.)

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 19.76 T/m
 EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.048 = (226.47 T/m)/(4708.39 T/m) SIN INTERÉS
 PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.059 = (214.70 T/m)/(3629.47 T/m)

** FASE No 4 **

 *FASE 4 EXCAVACIÓN HASTA PUNTAL DEFINITIVO

* EXCAVACIÓN EN SUELO 2 PARA NIVEL = -13.400 m
 CON ORILLA EN NIVEL = 0.000 m A = 0.000 m B = 0.000 m
 SIMULACIÓN CON LAS SOBRECARGAS DE BOUSSINESQ

* DESPLAZAMIENTO DE MESA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN SUELO 1 PARA NIVEL = -13.000 m
 PRESIÓN DEL AGUA EN SUELO 1 PARA NIVEL = -26.310 m PR. = 13.100 T/m2

* DESPLAZAMIENTO DE MESA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN SUELO 2 PARA NIVEL = -13.400 m
 PRESIÓN DEL AGUA EN SUELO 2 PARA NIVEL = -26.310 m PR. = 13.100 T/m2

FASE 4					S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS
NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO. C. REP.	EXCAVACIÓN:	NIVEL AGUA:	S. DE CAQUOT:	EXCAVACIÓN:	NIVEL AGUA:	S. DE CAQUOT:	
0.000	2.007	-0.077	0.00	0.00	0.00 m	-13.00 m	2.00 T/m2	-13.40 m	-13.40 m	0.00 T/m2	
-0.300	1.984	-0.077	-0.05	0.36							
-0.600	1.961	-0.077	-0.22	0.75							

A.6.9. Excavación en Trinchera



003303

Table with multiple columns containing numerical data, likely representing soil stress and displacement parameters at various depths.

DESPLAZAMIENTO MÁX. = 2.93 mm
MOMENTO MÁXIMO = -55.79 m.T/m
CODIFICACIÓN DE ESTADO DE SUELO: -1 = SEPARACIÓN, 0 = EXCAVACIÓN, 1 = PRESIÓN ACTIVA, 2 = ELÁSTICO, 3 = PRESIÓN PASIVA

(3 IT.)

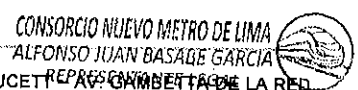
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 19.97 T/m
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.042 = (197.69 T/m)/(4717.99 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.054 = (178.11 T/m)/(3295.60 T/m) SIN INTERÉS

** FASE No 5 **



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT REPARA CÁMBIATA DE LA RED"
BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO





A.6.9. Excavación en Trinchera

-25.997	0.083	0.022	0.01	0.06	0.01	2	15.73	0.74	5500	2	15.91	5500	
-26.310	0.090	0.022	0.00	0.00		2	15.84	0.74	5500	2	16.08	5500	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3

003005

DESPLAZAMIENTO MÁX.	=	2.93 mm	CODIFICACIÓN	: -1 = SEPARACIÓN
MOMENTO MÁXIMO	=	-55.79 m.T/m	DE ESTADO	: 0 = EXCAVACIÓN
			DE SUELO	: 1 = PRESIÓN ACTIVA
				: 2 = ELÁSTICO
				: 3 = PRESIÓN PASIVA

(2 IT.)

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 19.97 T/m
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.042 = (197.69 T/m)/(4717.99 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.054 = (178.11 T/m)/(3295.60 T/m) SIN INTERÉS

** FASE No 6 **

*FASE 6 EXCAVACION HASTA CONTRADOVEDA

* EXCAVACIÓN EN SUELO 2

PARA NIVEL = -21.310 m

* DESPLAZAMIENTO DE MESA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN SUELO 1
PRESIÓN DEL AGUA EN SUELO 1

PARA NIVEL = -13.000 m
PARA NIVEL = -26.310 m PR. = 9.160 T/m2

* DESPLAZAMIENTO DE MESA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN SUELO 2
PRESIÓN DEL AGUA EN SUELO 2

PARA NIVEL = -21.310 m
PARA NIVEL = -26.310 m PR. = 9.160 T/m2

FASE 6					S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS
P A R E D					EXCAVACIÓN:	0.00 m	EXCAVACIÓN:	-21.31 m			
					NIVEL AGUA:	-13.00 m	NIVEL AGUA:	-21.31 m			
					S. DE CAQUOT:	2.00 T/m2	S. DE CAQUOT:	0.00 T/m2			
NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO. C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	N° FUERZA
0.000	2.480	-0.280	0.00	0.00	2	0.98	0.98	350	0		
-0.300	2.396	-0.280	-0.05	0.31	2	1.10	0.94	350	0		
-0.600	2.312	-0.280	-0.19	0.66	2	1.23	0.90	350	0		
-1.050	2.186	-0.279	-0.56	1.00	2	0.69	0.69	1000	0		
-1.500	2.061	-0.278	-1.10	1.38	2	0.80	0.80	1000	0		
-1.925	1.943	-0.275	-1.68	1.38	-1	0.91	0.91	1000	0		
-2.350	1.827	-0.271	-2.29	1.48	2	0.48	0.48	1250	0		
-2.700	1.746	-0.193	-48.99	-17.85	2	0.48	0.48	1250	0	1	-19.58
-2.975	1.701	-0.137	-44.12	-17.57	2	0.69	0.88	1250	0		
-3.250	1.670	-0.088	-39.34	-17.20	2	1.19	0.88	1250	0		
-3.525	1.652	-0.044	-34.66	-16.76	2	1.47	0.88	1250	0		
-3.800	1.646	-0.006	-30.12	-16.25	2	1.73	0.88	1250	0		
-4.075	1.649	0.028	-25.73	-15.67	2	1.98	0.88	1250	0		
-4.350	1.660	0.056	-21.51	-15.03	2	2.22	0.88	1250	0		
-4.625	1.679	0.079	-17.47	-14.33	2	2.45	0.88	1250	0		
-4.900	1.703	0.097	-13.63	-13.56	2	2.67	0.88	1250	0		
-5.175	1.732	0.111	-10.02	-12.74	2	2.88	0.88	1250	0		
-5.450	1.764	0.121	-6.63	-11.86	2	3.09	0.88	1250	0		
-5.725	1.798	0.127	-3.50	-10.93	2	3.29	0.88	1250	0		
-6.000	1.834	0.129	-0.62	-9.95	2	3.49	0.88	1250	0		
-6.275	1.869	0.129	1.97	-8.90	2	3.69	0.88	1250	0		
-6.550	1.904	0.125	4.27	-7.81	2	3.89	0.88	1250	0		
-6.825	1.938	0.119	6.26	-6.66	2	4.09	0.88	1250	0		
-7.100	1.969	0.110	7.92	-5.45	2	4.29	0.88	1250	0		
-7.375	1.998	0.100	9.25	-4.19	2	4.49	0.88	1250	0		
-7.650	2.024	0.088	10.22	-2.87	2	4.70	0.88	1250	0		
-7.925	2.047	0.076	10.82	-1.49	2	4.91	0.88	1250	0		
-8.200	2.066	0.063	11.03	-0.05	2	5.12	0.88	1250	0		
-8.475	2.081	0.050	10.84	1.45	2	5.34	0.88	1250	0		
-8.750	2.093	0.037	10.23	3.01	2	5.56	0.88	1250	0		
-9.025	2.102	0.026	9.18	4.63	2	5.79	0.88	1250	0		
-9.300	2.107	0.016	7.68	6.32	2	6.02	0.88	1250	0		
-9.575	2.110	0.008	5.70	8.07	2	6.26	0.88	1250	0		
-9.850	2.112	0.002	3.23	9.89	2	6.49	0.88	1250	0		
-10.125	2.112	0.000	0.25	11.78	2	6.74	0.88	1250	0		
-10.400	2.112	0.002	-3.25	13.73	2	6.98	0.88	1250	0		
-10.675	2.113	0.008	-7.31	15.75	2	7.22	0.88	1250	0		
-10.950	2.117	0.019	-11.92	17.83	2	7.46	0.88	1250	0		
-11.225	2.125	0.037	-17.12	19.98	2	7.70	0.88	1250	0		
-11.500	2.138	0.060	-22.92	22.19	2	7.93	0.88	1250	0		
-11.875	2.168	0.104	-31.43	23.13	2	8.16	0.88	1250	0		
-12.250	2.218	0.162	-40.25	23.95	1	2.88	0.74	5500	0		
-12.625	2.292	0.235	-49.40	24.84	1	2.11	0.41	5500	0		
-13.000	2.396	0.322	-58.89	25.79	1	2.28	0.41	5500	0		
-13.400	2.544	0.413	-46.00	-31.65	1	2.45	0.41	5500	0	2	-146.40
-13.847	2.746	0.488	-32.15	-30.20	1	2.62	0.41	5500	0		
-14.295	2.977	0.537	-19.00	-28.54	1	2.74	0.41	5500	0		
-14.743	3.223	0.562	-6.64	-26.69	1	3.02	0.41	5500	0		
-15.190	3.476	0.564	4.86	-24.64	1	3.16	0.41	5500	0		
-15.637	3.725	0.544	15.39	-22.39	1	3.30	0.41	5500	0		
-16.085	3.960	0.505	24.87	-19.94	1	3.44	0.41	5500	0		
				2.12	1	3.58	0.41	5500	0		



A.6.9. Excavación en Trinchera

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



003906

-16.532	4.174	0.449	33.20	-17.29	2.43	1	3.72	0.41	5500	0				
-16.980	4.359	0.377	40.31	-14.43	2.74	1	3.86	0.41	5500	0				
-17.427	4.510	0.294	46.09	-11.38	3.05	1	4.00	0.41	5500	0				
-17.875	4.621	0.200	50.46	-8.13	3.35	1	4.14	0.41	5500	0				
-18.323	4.688	0.100	53.33	-4.67	3.66	1	4.28	0.41	5500	0				
-18.770	4.710	-0.005	54.61	-1.02	3.97	1	4.42	0.41	5500	0				
-19.218	4.684	-0.110	54.21	2.84	4.28	1	4.56	0.41	5500	0				
-19.665	4.612	-0.213	52.05	6.89	4.59	1	4.70	0.41	5500	0				
-20.112	4.494	-0.310	48.02	11.14	4.89	1	4.84	0.41	5500	0				
-20.560	4.336	-0.397	42.04	15.60	5.20	1	4.98	0.41	5500	0				
-20.935	4.175	-0.460	35.47	19.49	5.46	1	5.09	0.41	5500	0				
-21.310	3.992	-0.511	27.41	23.52	5.72	1	5.21	0.41	5500	0				
					5.72	1	5.21	0.41	5500	2	21.96		5500	
-21.622	3.827	-0.543	20.59	20.16	5.36	1	5.31	0.41	5500	2	21.09		5500	
-21.935	3.653	-0.567	14.79	17.01	5.00	1	5.41	0.41	5500	2	20.18		5500	
-22.247	3.473	-0.584	9.94	14.06	4.65	1	5.50	0.41	5500	2	19.23		5500	
-22.560	3.289	-0.594	5.97	11.34	4.29	1	5.60	0.41	5500	2	18.26		5500	
-22.872	3.102	-0.600	2.83	8.84	3.93	1	5.70	0.41	5500	2	17.28		5500	
-23.185	2.914	-0.602	0.43	6.56	3.57	1	5.80	0.41	5500	2	16.28		5500	
-23.497	2.726	-0.602	-1.30	4.51	3.22	1	5.89	0.41	5500	2	15.29		5500	
-23.810	2.538	-0.599	-2.42	2.70	2.86	1	5.99	0.41	5500	2	14.30		5500	
-24.122	2.352	-0.595	-3.01	1.11	2.50	1	6.09	0.41	5500	2	13.32		5500	
-24.435	2.166	-0.591	-3.13	-0.26	2.14	1	6.19	0.41	5500	2	12.34		5500	
-24.747	1.982	-0.587	-2.87	-1.40	1.79	1	6.28	0.41	5500	2	11.37		5500	
-25.060	1.799	-0.584	-2.29	-2.20	1.43	2	7.19	0.74	5500	2	10.41		5500	
-25.372	1.617	-0.581	-1.55	-2.48	1.07	2	8.37	0.74	5500	2	9.45		5500	
-25.685	1.436	-0.579	-0.80	-2.20	0.71	2	9.54	0.74	5500	2	8.50		5500	
-25.997	1.255	-0.579	-0.23	-1.38	0.36	2	10.71	0.74	5500	2	7.54		5500	
-26.310	1.074	-0.579	0.00	0.00		2	11.88	0.74	5500	2	6.59		5500	
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3	T

DESPLAZAMIENTO MÁX.	=	4.71 mm												
MOMENTO MÁXIMO	=	-58.89 m.T/m												

(3 IT.)

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 16.02 T/m
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.023 = (111.68 T/m)/(4898.10 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.503 = (71.60 T/m)/(142.46 T/m)
** FASE No 7 **

*FASE 9 HORMIGONADO CONTRABOVEDA

* INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE PUNTALES N° 3 NIVEL = -20.560 m
ESPACIADO = 1.000 m
INCLINACIÓN = 0.000 GRADOS
PRECARGA = 0.000 T
RIGIDEZ = 1104797.000 T/m
CONEXIÓN BILATERAL

P A R E D	S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS
	EXCAVACIÓN:	0.00 m		EXCAVACIÓN:	-21.31 m		
	NIVEL AGUA:	-13.00 m		NIVEL AGUA:	-21.31 m		
S. DE CAQUOT:	2.00 T/m2		S. DE CAQUOT:	0.00 T/m2			

NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO.	C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	N° FUERZA
0.000	2.480	-0.280	0.00	0.00		2	0.98	0.98	350	0		
-0.300	2.396	-0.280	-0.05	0.31		2	1.10	0.94	350	0		
-0.600	2.312	-0.280	-0.19	0.66		2	1.23	0.90	350	0		
						2	0.69	0.69	1000	0		
-1.050	2.186	-0.279	-0.56	1.00		2	0.80	0.80	1000	0		
-1.500	2.061	-0.278	-1.10	1.38		2	0.91	0.91	1000	0		
						-1						
-1.925	1.943	-0.275	-1.68	1.38		-1						
-2.350	1.827	-0.271	-2.29	1.48		2	0.48	0.48	1250	0		
			-55.29	-18.09		2	0.48	0.48	1250	0		
-2.700	1.746	-0.193	-48.99	-17.85		2	0.89	0.88	1250	0	1	-19.58
-2.975	1.701	-0.137	-44.12	-17.57		2	1.19	0.88	1250	0		
-3.250	1.670	-0.088	-39.34	-17.20		2	1.47	0.88	1250	0		
-3.525	1.652	-0.044	-34.66	-16.76		2	1.73	0.88	1250	0		
-3.800	1.646	-0.006	-30.12	-16.25		2	1.98	0.88	1250	0		
-4.075	1.649	0.028	-25.73	-15.67		2	2.22	0.88	1250	0		
-4.350	1.660	0.056	-21.51	-15.03		2	2.45	0.88	1250	0		
-4.625	1.679	0.079	-17.47	-14.33		2	2.67	0.88	1250	0		
-4.900	1.703	0.097	-13.63	-13.56		2	2.88	0.88	1250	0		
-5.175	1.732	0.111	-10.02	-12.74		2	3.09	0.88	1250	0		
-5.450	1.764	0.121	-6.63	-11.86		2	3.29	0.88	1250	0		
-5.725	1.798	0.127	-3.50	-10.93		2	3.49	0.88	1250	0		
-6.000	1.834	0.129	-0.62	-9.95		2	3.69	0.88	1250	0		
-6.275	1.869	0.129	1.97	-8.90		2	3.89	0.88	1250	0		
-6.550	1.904	0.125	4.27	-7.81		2	4.09	0.88	1250	0		
-6.825	1.938	0.119	6.26	-6.66		2	4.29	0.88	1250	0		
-7.100	1.969	0.110	7.92	-5.45		2	4.49	0.88	1250	0		
-7.375	1.998	0.100	9.25	-4.19		2	4.70	0.88	1250	0		
-7.650	2.024	0.088	10.22	-2.87		2	4.91	0.88	1250	0		
-7.925	2.047	0.076	10.82	-1.49		2	5.12	0.88	1250	0		
-8.200	2.066	0.063	11.03	-0.05		2	5.34	0.88	1250	0		
-8.475	2.081	0.050	10.84	1.45		2	5.56	0.88	1250	0		
-8.750	2.093	0.037	10.23	3.01		2	5.79	0.88	1250	0		



A.6.9. Excavación en Trinchera

003907

-9.025	2.102	0.026	9.18	4.63	2	6.02	0.88	1250	0				
-9.300	2.107	0.016	7.68	6.32	2	6.26	0.88	1250	0				
-9.575	2.110	0.008	5.70	8.07	2	6.49	0.88	1250	0				
-9.850	2.112	0.002	3.23	9.89	2	6.74	0.88	1250	0				
-10.125	2.112	0.000	0.25	11.78	2	6.98	0.88	1250	0				
-10.400	2.112	0.002	-3.25	13.73	2	7.22	0.88	1250	0				
-10.675	2.113	0.008	-7.31	15.75	2	7.46	0.88	1250	0				
-10.950	2.117	0.019	-11.92	17.83	2	7.70	0.88	1250	0				
-11.225	2.125	0.037	-17.12	19.98	2	7.93	0.88	1250	0				
-11.500	2.138	0.060	-22.92	22.19	2	8.16	0.88	1250	0				
					2	2.88	0.74	5500	0				
-11.875	2.168	0.104	-31.43	23.13	1	2.11	0.41	5500	0				
-12.250	2.218	0.162	-40.25	23.95	1	2.28	0.41	5500	0				
-12.625	2.292	0.235	-49.40	24.84	1	2.45	0.41	5500	0				
-13.000	2.396	0.322	-58.89	25.79	1	2.62	0.41	5500	0				
					1	2.62	0.41	5500	0				
-13.400	2.544	0.413	-46.00	-31.65	0.28	1	2.74	0.41	5500	0			2 -146.40
-13.847	2.746	0.488	-32.15	-30.20	0.58	1	2.88	0.41	5500	0			
-14.295	2.977	0.537	-19.00	-28.54	0.89	1	3.02	0.41	5500	0			
-14.743	3.223	0.562	-6.64	-26.69	1.20	1	3.16	0.41	5500	0			
-15.190	3.476	0.564	4.86	-24.64	1.51	1	3.30	0.41	5500	0			
-15.637	3.725	0.544	15.39	-22.39	1.82	1	3.44	0.41	5500	0			
-16.085	3.960	0.505	24.87	-19.94	2.12	1	3.58	0.41	5500	0			
-16.532	4.174	0.449	33.20	-17.29	2.43	1	3.72	0.41	5500	0			
-16.980	4.359	0.377	40.31	-14.43	2.74	1	3.86	0.41	5500	0			
-17.427	4.510	0.294	46.09	-11.38	3.05	1	4.00	0.41	5500	0			
-17.875	4.621	0.200	50.46	-8.13	3.35	1	4.14	0.41	5500	0			
-18.323	4.688	0.100	53.33	-4.67	3.66	1	4.28	0.41	5500	0			
-18.770	4.710	-0.005	54.61	-1.02	3.97	1	4.42	0.41	5500	0			
-19.218	4.684	-0.110	54.21	2.84	4.28	1	4.56	0.41	5500	0			
-19.665	4.612	-0.213	52.05	6.89	4.59	1	4.70	0.41	5500	0			
-20.112	4.494	-0.310	48.02	11.14	4.89	1	4.84	0.41	5500	0			
-20.560	4.336	-0.397	42.04	15.60	5.20	1	4.98	0.41	5500	0			
					5.20	1	4.98	0.41	5500	0			3 0.00
-20.935	4.175	-0.460	35.47	19.49	5.46	1	5.09	0.41	5500	0			
-21.310	3.992	-0.511	27.41	23.52	5.72	1	5.21	0.41	5500	0			
					5.72	1	5.21	0.41	5500	2	21.96		5500
-21.622	3.827	-0.543	20.59	20.16	5.36	1	5.31	0.41	5500	2	21.09		5500
-21.935	3.653	-0.567	14.79	17.01	5.00	1	5.41	0.41	5500	2	20.18		5500
-22.247	3.473	-0.584	9.94	14.06	4.65	1	5.50	0.41	5500	2	19.23		5500
-22.560	3.289	-0.594	5.97	11.34	4.29	1	5.60	0.41	5500	2	18.26		5500
-22.872	3.102	-0.600	2.83	8.84	3.93	1	5.70	0.41	5500	2	17.28		5500
-23.185	2.914	-0.602	0.43	6.56	3.57	1	5.80	0.41	5500	2	16.28		5500
-23.497	2.726	-0.602	-1.30	4.51	3.22	1	5.89	0.41	5500	2	15.29		5500
-23.810	2.538	-0.599	-2.42	2.70	2.86	1	5.99	0.41	5500	2	14.30		5500
-24.122	2.352	-0.595	-3.01	1.11	2.50	1	6.09	0.41	5500	2	13.32		5500
-24.435	2.166	-0.591	-3.13	-0.26	2.14	1	6.19	0.41	5500	2	12.34		5500
-24.747	1.982	-0.587	-2.87	-1.40	1.79	1	6.28	0.41	5500	2	11.37		5500
-25.060	1.799	-0.584	-2.29	-2.20	1.43	2	7.19	0.74	5500	2	10.41		5500
-25.372	1.617	-0.581	-1.55	-2.48	1.07	2	8.37	0.74	5500	2	9.45		5500
-25.685	1.436	-0.579	-0.80	-2.20	0.71	2	9.54	0.74	5500	2	8.50		5500
-25.997	1.255	-0.579	-0.23	-1.38	0.36	2	10.71	0.74	5500	2	7.54		5500
-26.310	1.074	-0.579	0.00	0.00		2	11.88	0.74	5500	2	6.59		5500

DESPLAZAMIENTO MÁX. = 4.71 mm	CODIFICACIÓN : -1 = SEPARACIÓN
MOMENTO MÁXIMO = -58.89 m.T/m	DE ESTADO : 0 = EXCAVACIÓN
	DE SUELO : 1 = PRESIÓN ACTIVA
	2 = ELÁSTICO
	3 = PRESIÓN PASIVA

(3 IT.)

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 16.02 T/m
 EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.023 = (111.68 T/m)/(4898.10 T/m) SIN INTERÉS
 PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.503 = (71.60 T/m)/(142.46 T/m)

*** FINAL DE CÁLCULO
 *** DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN FASE N° 6 = 4.710 mm EN FASE FINAL N° 7 = 4.710 mm
 *** MAXIMUM MOMENT IN PHASE Nb 6 = -58.888 m.T/m IN FINAL PHASE Nb 7 = -58.888 m.T/m

PUNTAL/ANCLA		PRECARGA		MÁXIMO		ESTADO FINAL	
NÚMERO	NIVEL	FASE	FUERZA	FASE	FUERZA	FASE	FUERZA
1	-2.35	3	0.00	4	-22.20	7	-19.58
2	-13.00	5	0.00	7	-146.40	7	-146.40
3	-20.56	7	0.00	7	0.00	7	0.00

* CURVAS ENVOLVENTES DE FASE 1 A FASE 7 *

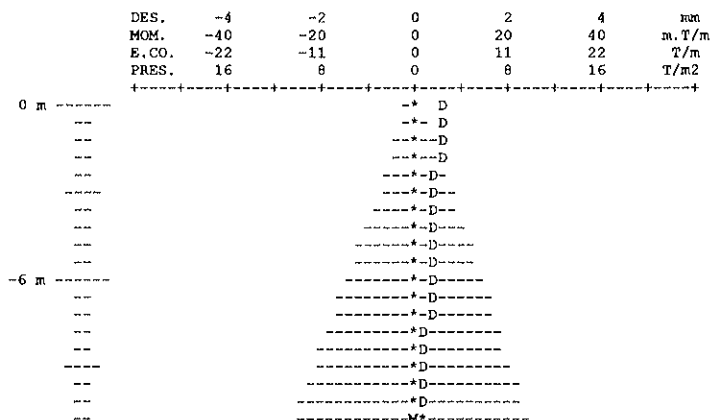
NIVEL	ESF.CO. MIN	ESF.CO. MÁX	NIVEL	MOMENTO MIN	MOMENTO MÁX
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
-0.300	0.00	0.36	-0.300	-0.05	0.00
-0.600	0.00	0.75	-0.600	-0.22	0.00
-1.050	0.00	1.22	-1.050	-0.66	0.00
-1.500	0.00	1.70	-1.500	-1.32	0.00
-1.925	0.00	1.72	-1.925	-2.04	0.00
-2.350	0.00	1.83	-2.350	-2.79	0.00



A.6.9. Excavación en Trinchera

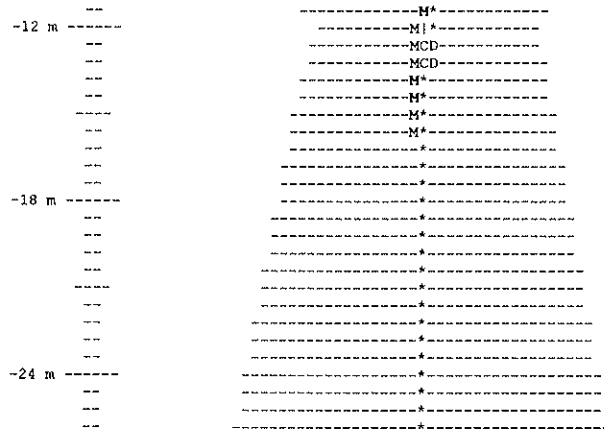
	-20.37	0.93		-55.79	0.00
-2.700	-20.15	1.18	-2.700	-50.58	0.00
-2.975	-19.90	0.84	-2.975	-47.63	0.00
-3.250	-19.59	0.54	-3.250	-44.64	0.00
-3.525	-19.22	0.27	-3.525	-41.63	0.00
-3.800	-18.81	0.03	-3.800	-38.63	0.00
-4.075	-18.34	0.00	-4.075	-35.66	0.00
-4.350	-17.83	0.00	-4.350	-32.74	0.00
-4.625	-17.27	0.00	-4.625	-29.88	0.00
-4.900	-16.67	0.00	-4.900	-27.10	0.00
-5.175	-16.04	0.00	-5.175	-24.41	0.00
-5.450	-15.36	0.00	-5.450	-21.82	1.20
-5.725	-14.64	0.00	-5.725	-19.34	5.33
-6.000	-13.88	0.00	-6.000	-16.97	9.25
-6.275	-13.08	0.00	-6.275	-14.72	12.96
-6.550	-12.23	0.00	-6.550	-12.61	16.44
-6.825	-11.35	0.00	-6.825	-10.62	19.68
-7.100	-10.41	0.00	-7.100	-8.77	22.68
-7.375	-9.43	0.00	-7.375	-7.07	25.40
-7.650	-8.39	0.00	-7.650	-5.50	27.86
-7.925	-7.31	0.00	-7.925	-4.08	30.02
-8.200	-6.16	0.00	-8.200	-2.80	31.87
-8.475	-4.95	1.45	-8.475	-1.67	33.40
-8.750	-3.68	3.01	-8.750	-0.68	34.59
-9.025	-2.76	4.63	-9.025	0.00	35.42
-9.300	-2.21	6.32	-9.300	0.00	35.87
-9.575	-1.66	8.07	-9.575	0.00	35.92
-9.850	-1.10	9.89	-9.850	0.00	35.55
-10.125	-0.54	11.78	-10.125	-0.38	34.74
-10.400	0.00	13.73	-10.400	-3.25	33.46
-10.675	0.00	15.75	-10.675	-7.31	31.69
-10.950	0.00	17.83	-10.950	-11.92	29.41
-11.225	0.00	19.98	-11.225	-17.12	26.57
-11.500	0.00	22.19	-11.500	-22.92	23.17
-11.875	0.00	23.13	-11.875	-31.43	17.98
-12.250	0.00	23.95	-12.250	-40.25	12.50
-12.625	0.00	24.84	-12.625	-49.40	6.70
-13.000	0.00	25.79	-13.000	-58.89	0.56
	-32.77	16.87		-58.89	0.56
-13.400	-31.65	18.01	-13.400	-46.00	0.00
-13.847	-30.20	14.19	-13.847	-32.15	0.00
-14.295	-28.54	9.15	-14.295	-19.00	0.00
-14.743	-26.69	5.06	-14.743	-22.08	0.00
-15.190	-24.64	1.82	-15.190	-23.59	4.86
-15.637	-22.39	0.00	-15.637	-23.83	15.39
-16.085	-19.94	0.00	-16.085	-23.10	24.87
-16.532	-17.29	0.00	-16.532	-21.69	33.20
-16.980	-14.43	0.00	-16.980	-19.83	40.31
-17.427	-11.38	0.00	-17.427	-17.70	46.09
-17.875	-8.13	0.00	-17.875	-15.45	50.46
-18.323	-4.96	0.00	-18.323	-13.20	53.33
-18.770	-4.69	0.00	-18.770	-11.04	54.61
-19.218	-4.30	2.84	-19.218	-9.02	54.21
-19.665	-3.84	6.89	-19.665	-7.20	52.05
-20.112	-3.35	11.14	-20.112	-5.59	48.02
-20.560	-2.85	15.60	-20.560	-4.21	42.04
-20.935	-2.43	19.49	-20.935	-3.22	35.47
-21.310	-2.04	23.52	-21.310	-2.38	27.41
-21.622	-1.73	20.16	-21.622	-1.79	20.59
-21.935	-1.43	17.01	-21.935	-1.30	14.79
-22.247	-1.17	14.06	-22.247	-0.89	9.94
-22.560	-0.92	11.34	-22.560	-0.57	5.97
-22.872	-0.70	8.84	-22.872	-0.31	2.83
-23.185	-0.51	6.56	-23.185	-0.13	0.43
-23.497	-0.34	4.51	-23.497	-1.30	0.15
-23.810	-0.20	2.70	-23.810	-2.42	0.13
-24.122	-0.09	1.11	-24.122	-3.01	0.13
-24.435	-0.26	0.07	-24.435	-3.13	0.15
-24.747	-1.40	0.07	-24.747	-2.87	0.13
-25.060	-2.20	0.10	-25.060	-2.29	0.11
-25.372	-2.48	0.12	-25.372	-1.55	0.07
-25.685	-2.20	0.10	-25.685	-0.80	0.04
-25.997	-1.38	0.06	-25.997	-0.23	0.01
-26.310	0.00	0.00	-26.310	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m

* CURVAS DE LA FASE 1 *





A.6.9. Excavación en Trinchera



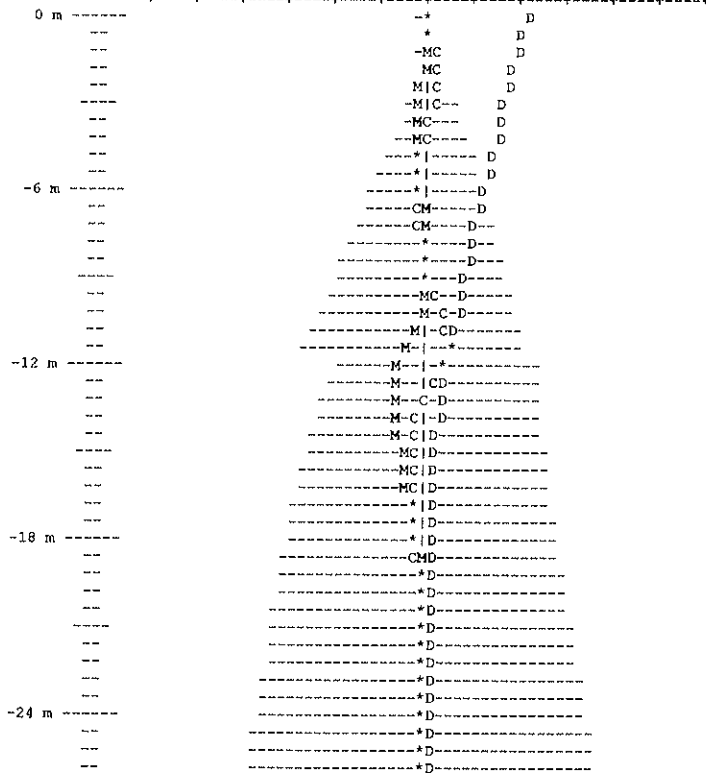


A.6.9. Excavación en Trinchera

003010

* CURVAS DE LA FASE 2 *

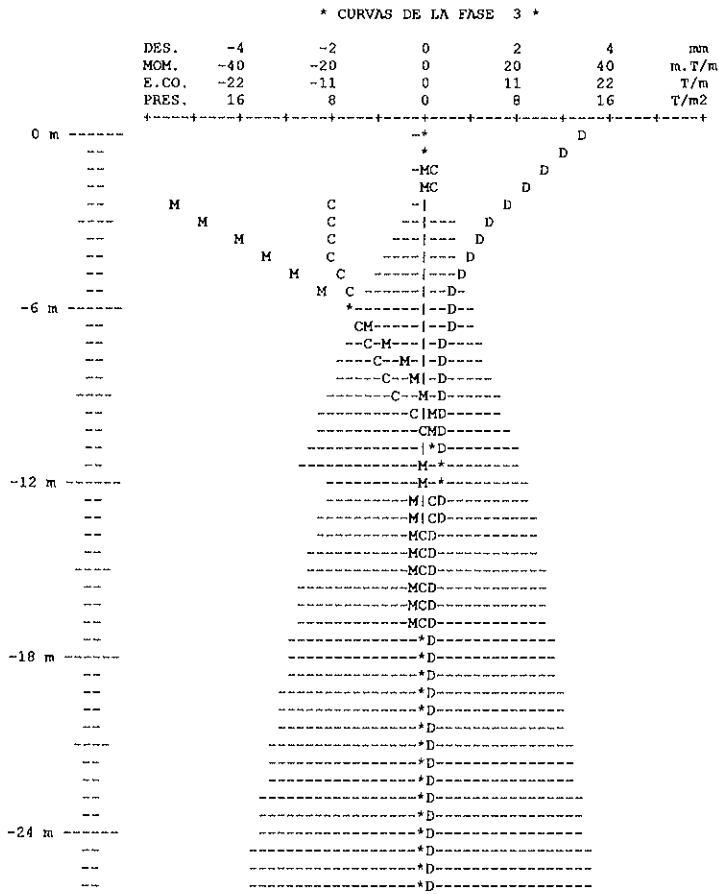
DES.	-4	-2	0	2	4	mm
MOM.	-40	-20	0	20	40	m. T/m
E.CO.	-22	-11	0	11	22	T/m
PRES.	16	8	0	8	16	T/m2





A.6.9. Excavación en Trinchera

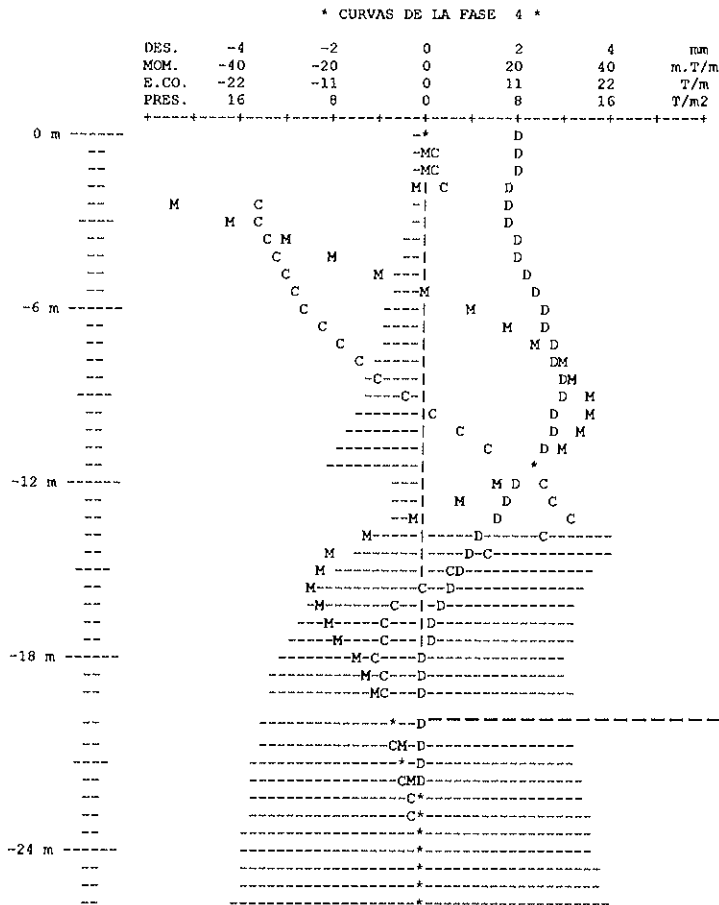
003011





A.6.9. Excavación en Trinchera

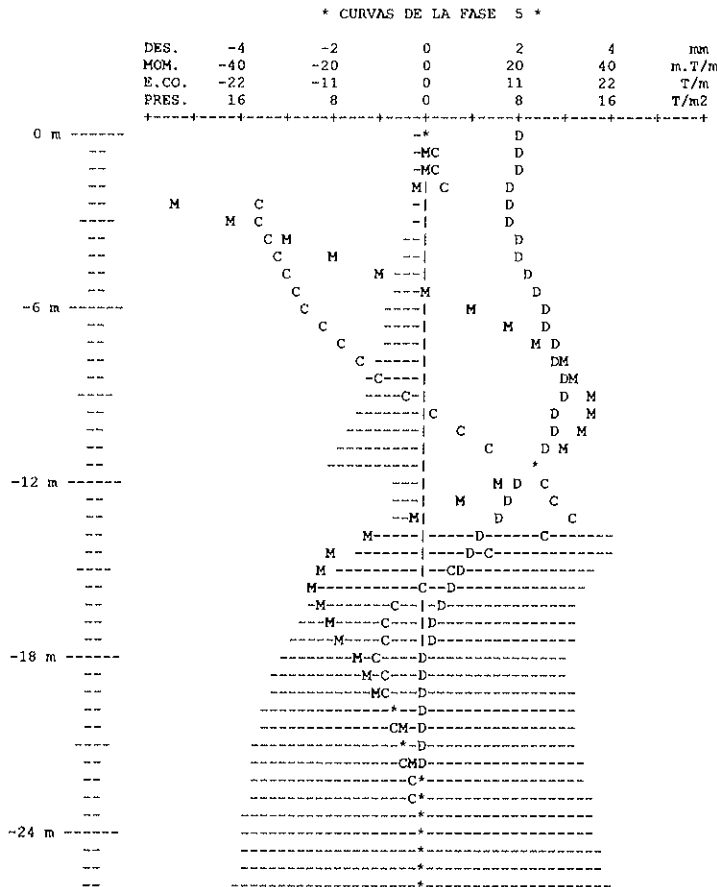
003912





A.6.9. Excavación en Trinchera

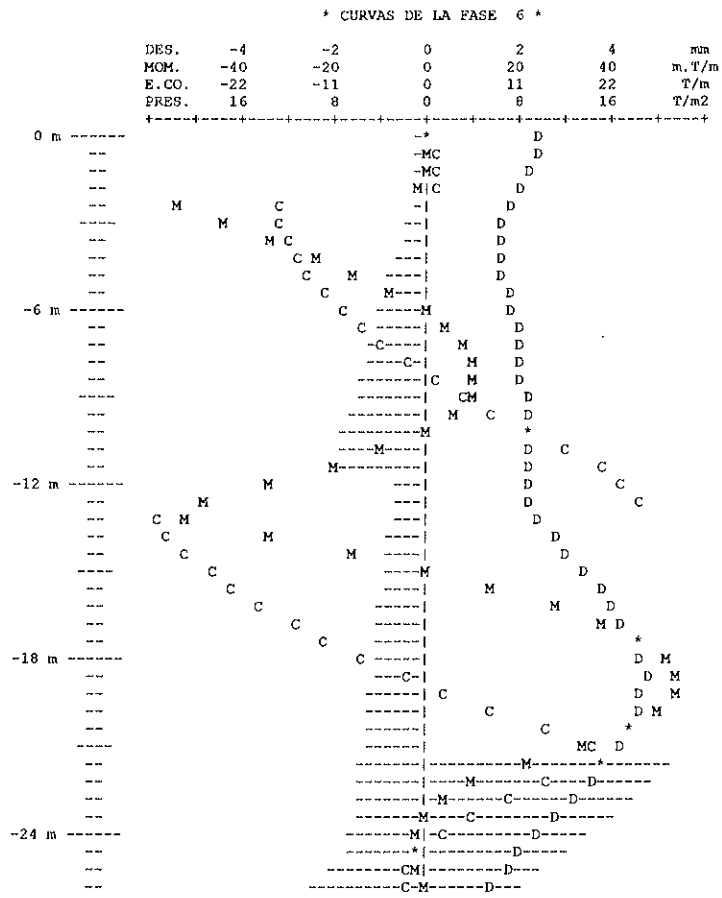
003013





A.6.9. Excavación en Trinchera

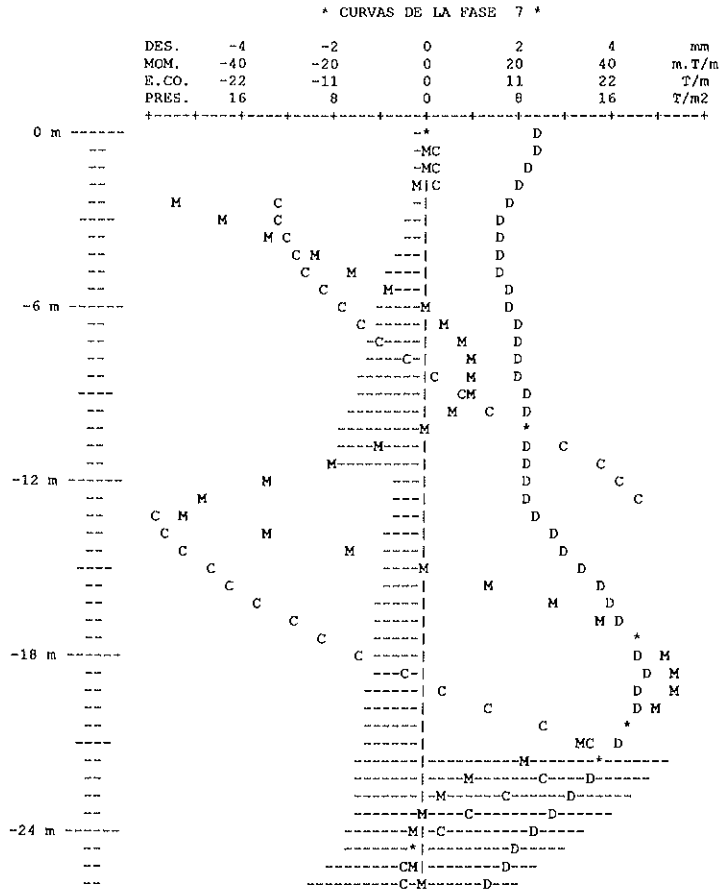
003914





A.6.9. Excavación en Trinchera

003015



[Handwritten signature]



A.6.9. Excavación en Trinchera

10.2 ZONA 2: NO ES NECESARIA LA DISPOSICIÓN DE ESTAMPIDORES

003016

*

*Definición de la pantalla *

*cota superior
*cota inferior de cada tramo de canto constante y módulo 8I
*con H=27 y e = 1.00 m

** COMIENZO DE DATOS **

* LAS SOBRECARGAS DE BOUSSINESQ FUNCIÓN DEL ESTADO DE SUELO
*** DESCRIPCIÓN DE LA PARED :

SECCIÓN N° 1 DE 0.000 m A -25.000 m : PRODUCTO DE INERCIA EI 231700. T.m2/m RIGIDEZ CILÍNDRICA 0. T/m3

*
*Altura de la pantalla -2 - (-25) = 23 m
*

*Definición del suelo
*

* cota superior

*** DESCRIPCIÓN DE SUELO :
*Datos de cada estrato de suelo
*relleno -.6
*CL/GM -.9
*Gf suelto -10
*GP firme -60

CAPA N° 1 DE 0.000 m A -0.600 m :
PESO ESPECÍFICO HÚMEDO GH = 1.670 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO GD = 0.670 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR. KA = 0.331
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR. KO = 0.530
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR. KP = 3.546
COHESIÓN C = 0.000 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO PHI = 28.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI = 0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI = -0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0) = 350.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN = 0.000 1/m

CAPA N° 2 DE -0.600 m A -1.500 m :
PESO ESPECÍFICO HÚMEDO GH = 1.740 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO GD = 0.740 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR. KA = 0.359
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR. KO = 0.562
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR. KP = 3.190
COHESIÓN C = 0.800 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO PHI = 26.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI = 0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI = -0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0) = 1000.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN = 0.000 1/m

CAPA N° 3 DE -1.500 m A -11.500 m :
PESO ESPECÍFICO HÚMEDO GH = 2.000 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO GD = 1.000 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR. KA = 0.257
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR. KO = 0.441
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR. KP = 4.989
COHESIÓN C = 1.500 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO PHI = 34.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI = 0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI = -0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0) = 1250.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN = 0.000 1/m

CAPA N° 4 DE -11.500 m A -60.000 m :
PESO ESPECÍFICO HÚMEDO GH = 2.200 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO GD = 1.200 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR. KA = 0.206
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR. KO = 0.371
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR. KP = 6.869
COHESIÓN C = 3.200 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO PHI = 39.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI = 0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI = -0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0) = 5500.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN = 0.000 1/m
*Nivel freático e intervalo de discretización de la pantalla

** FASE No 1 **

* CALCULOS: **

*FASE 1 SOBRECARGA *

*SOBRECARGAS

SOBRECARGA DE CAQUOT SOBRE SUELO 1 = 2.000 T/m2
FASE 1

NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO.	C. REP.	S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS
						ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	
0.000	0.584	-0.046	0.00	0.00	2	0.86	0.86	350	3	0.00	350	
-0.300	0.570	-0.046	-0.04	0.23	2	1.13	0.96	350	2	0.47	350	
-0.600	0.556	-0.046	-0.13	0.43	2	1.40	1.06	350	2	0.73	350	
					2	1.13	1.12	1000	2	1.12	1000	
-1.050	0.535	-0.046	-0.33	0.44	2	1.59	1.12	1000	2	1.54	1000	
-1.500	0.515	-0.045	-0.53	0.47	2	2.05	1.12	1000	2	1.96	1000	
					2	1.37	0.88	1250	2	1.78	1250	



A.6.9. Excavación en Trinchera

003017

Table with columns for depth (m), displacement (mm), rotation (1000), moment (T/m), soil type (T/m2), and other parameters. It lists data for various depths from -1.925m to -25.000m.

DEPLAZAMIENTO MÁX. = 0.58 mm
MOMENTO MÁXIMO = -1.77 m.T/m
CODIFICACIÓN : 0 = EXCAVACIÓN
DE ESTADO : 1 = PRESIÓN ACTIVA
DE SUELO : 2 = ELÁSTICO
3 = PRESIÓN PASIVA

(2 IT.)
EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 20.41 T/m
EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.053 = (227.25 T/m)/(4291.93 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.057 = (227.25 T/m)/(3996.70 T/m)

FASE 2 EXCAVACION HASTA COTA LOSA SUP

* EXCAVACIÓN EN SUELO 2 PARA NIVEL = -2.700 m

Table comparing SOIL 1 and SOIL 2 parameters: EXCAVACIÓN, NIVEL AGUA, S. DE CAQUOT, and PUNTALES/ANCLAS.

Table with columns: NIVEL, DESPLAZ., ROTACIÓN, MOMENTO, ESF.CO., C. REP., ESTADO PR., SOPRAC., ELAST., N° FUERZA.

A.6.9. Excavación en Trinchera

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



003018

-0.600	2.079	-0.167	-0.14	0.50	1	0.99	0.66	350	0
-1.050	2.004	-0.167	-0.38	0.57	1	0.03	0.03	1000	0
-1.500	1.929	-0.166	-0.68	0.79	2	0.31	0.31	1000	0
-1.925	1.859	-0.164	-1.01	0.80	2	0.64	0.64	1000	0
-2.350	1.789	-0.162	-1.37	0.93	-1				0
-2.700	1.733	-0.160	-1.73	1.18	2	0.06	0.06	1250	0
-2.975	1.689	-0.158	-2.01	0.84	2	0.53	0.53	1250	0
-3.250	1.646	-0.155	-2.20	0.54	2	0.91	0.88	1250	0
-3.525	1.604	-0.152	-2.31	0.27	2	1.20	0.88	1250	2
-3.800	1.562	-0.150	-2.35	0.03	2	1.50	0.88	1250	2
-4.075	1.522	-0.147	-2.33	-0.19	2	1.79	0.88	1250	2
-4.350	1.482	-0.144	-2.25	-0.38	2	2.09	0.88	1250	2
-4.625	1.442	-0.142	-2.12	-0.54	2	2.38	0.88	1250	2
-4.900	1.404	-0.139	-1.96	-0.67	2	2.67	0.88	1250	2
-5.175	1.366	-0.137	-1.76	-0.78	2	2.97	0.88	1250	2
-5.450	1.328	-0.135	-1.53	-0.86	2	3.26	0.88	1250	2
-5.725	1.291	-0.133	-1.29	-0.92	2	3.55	0.88	1250	2
-6.000	1.255	-0.132	-1.03	-0.95	2	3.84	0.88	1250	2
-6.275	1.219	-0.131	-0.77	-0.95	2	4.12	0.88	1250	2
-6.550	1.183	-0.130	-0.51	-0.93	2	4.41	0.88	1250	2
-6.825	1.147	-0.130	-0.26	-0.89	2	4.70	0.88	1250	2
-7.100	1.112	-0.130	-0.02	-0.82	2	4.99	0.88	1250	2
-7.375	1.076	-0.130	0.19	-0.73	2	5.27	0.88	1250	2
-7.650	1.040	-0.130	0.38	-0.61	2	5.56	0.88	1250	2
-7.925	1.004	-0.131	0.53	-0.47	2	5.85	0.88	1250	2
-8.200	0.969	-0.131	0.63	-0.30	2	6.14	0.88	1250	2
-8.475	0.932	-0.132	0.69	-0.11	2	6.42	0.88	1250	2
-8.750	0.896	-0.133	0.69	0.10	2	6.71	0.88	1250	2
-9.025	0.859	-0.134	0.63	0.35	2	7.00	0.88	1250	2
-9.300	0.822	-0.134	0.50	0.61	2	7.29	0.88	1250	2
-9.575	0.785	-0.135	0.29	0.90	2	7.57	0.88	1250	2
-9.850	0.748	-0.135	0.00	1.22	2	7.86	0.88	1250	2
-10.125	0.711	-0.135	-0.38	1.56	2	8.15	0.88	1250	2
-10.400	0.674	-0.134	-0.86	1.93	2	8.44	0.88	1250	2
-10.675	0.638	-0.133	-1.45	2.33	2	8.73	0.88	1250	2
-10.950	0.601	-0.131	-2.14	2.74	2	9.02	0.88	1250	2
-11.225	0.566	-0.128	-2.96	3.19	2	9.31	0.88	1250	2
-11.500	0.531	-0.123	-3.90	3.66	2	9.59	0.88	1250	2
-11.875	0.486	-0.116	-5.05	2.53	2	9.88	0.88	1250	2
-12.250	0.444	-0.107	-5.81	1.57	2	10.17	0.88	1250	2
-12.625	0.406	-0.098	-6.25	0.79	2	6.18	0.74	5500	2
-13.000	0.371	-0.087	-6.43	0.15	2	6.74	0.74	5500	2
-13.328	0.344	-0.078	-6.40	-0.29	2	7.27	0.74	5500	2
-13.656	0.320	-0.069	-6.25	-0.64	2	7.79	0.74	5500	2
-13.984	0.299	-0.060	-5.99	-0.91	2	8.29	0.74	5500	2
-14.312	0.280	-0.052	-5.66	-1.11	2	8.86	0.74	5500	2
-14.641	0.264	-0.044	-5.27	-1.24	2	9.13	0.74	5500	2
-14.969	0.251	-0.037	-4.85	-1.33	2	9.37	0.74	5500	2
-15.297	0.240	-0.031	-4.40	-1.36	2	9.61	0.74	5500	2
-15.625	0.231	-0.025	-3.96	-1.37	2	9.83	0.74	5500	2
-15.953	0.223	-0.020	-3.51	-1.34	2	10.03	0.74	5500	2
-16.281	0.218	-0.015	-3.08	-1.29	2	10.23	0.74	5500	2
-16.609	0.214	-0.011	-2.67	-1.22	2	10.42	0.74	5500	2
-16.938	0.211	-0.007	-2.28	-1.14	2	10.59	0.74	5500	2
-17.266	0.209	-0.004	-1.93	-1.05	2	10.76	0.74	5500	2
-17.594	0.208	-0.002	-1.60	-0.95	2	10.92	0.74	5500	2
-17.922	0.208	0.000	-1.30	-0.85	2	11.08	0.74	5500	2
-18.250	0.208	0.002	-1.04	-0.75	2	11.23	0.74	5500	2
-18.625	0.209	0.003	-0.78	-0.64	2	11.38	0.74	5500	2
-19.000	0.210	0.004	-0.56	-0.54	2	11.52	0.74	5500	2
-19.375	0.212	0.005	-0.37	-0.44	2	11.68	0.74	5500	2
-19.750	0.214	0.006	-0.22	-0.35	2	11.84	0.74	5500	2
-20.125	0.216	0.006	-0.11	-0.27	2	12.00	0.74	5500	2
-20.500	0.218	0.006	-0.02	-0.20	2	12.16	0.74	5500	2
-20.875	0.221	0.006	0.05	-0.14	2	12.31	0.74	5500	2
-21.250	0.223	0.006	0.09	-0.08	2	12.47	0.74	5500	2
-21.625	0.225	0.006	0.11	-0.04	2	12.62	0.74	5500	2
-22.000	0.227	0.005	0.12	0.00	2	12.77	0.74	5500	2
-22.375	0.229	0.005	0.11	0.02	2	12.93	0.74	5500	2
-22.750	0.231	0.005	0.10	0.04	2	13.08	0.74	5500	2
-23.125	0.233	0.005	0.08	0.06	2	13.24	0.74	5500	2
-23.500	0.235	0.005	0.06	0.06	2	13.40	0.74	5500	2
-23.875	0.237	0.005	0.04	0.06	2	13.55	0.74	5500	2
-24.250	0.238	0.005	0.02	0.04	2	13.71	0.74	5500	2
-24.625	0.240	0.005	0.01	0.03	2	13.87	0.74	5500	2
-25.000	0.242	0.005	0.00	0.00	2	14.02	0.74	5500	2
					2	14.18	0.74	5500	2
					2	14.34	0.74	5500	2

m	mm	/1000	m,T/m	T/m	T/m ²	T/m ²	T/m ²	T/m ³	T/m ²	T/m ²	T/m ³	T
DESPLAZAMIENTO MÁX. = 2.18 mm										CODIFICACIÓN : -1 = SEPARACIÓN		
MOMENTO MÁXIMO = -6.43 m,T/m										: 0 = EXCAVACIÓN		
										: 1 = PRESIÓN ACTIVA		
										: 2 = ELÁSTICO		
										: 3 = PRESIÓN PASIVA		

{ 2 IT. }
 EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 18.84 T/m
 EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m
 PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.047 = (201.38 T/m)/(4291.93 T/m) SIN INTERÉS
 PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.061 = (201.38 T/m)/(3275.71 T/m)
 ** FASE No 3 **

 FASE 3 HORMIGONADO DE LA LOSA SUPERIOR

 * INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE PUNTALES N° 1 NIVEL = -2.350 m
 ESPACIADO = 1.000 m
 INCLINACIÓN = 0.000 GRADOS
 PRECARGA = 0.000 T
 RIGIDEZ = 515572.000 T/m



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT
 BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL





A.6.9. Excavación en Trinchera

003022

-19.375	6.958	-1.735	-18.88	30.77	4.22	1	4.53	0.41	5500	3	23.98	5500		
-19.750	6.314	-1.695	-29.30	24.69	3.94	1	4.64	0.41	5500	3	25.78	5500		
-20.125	5.698	-1.641	-37.30	17.87	3.66	1	4.75	0.41	5500	3	27.58	5500		
-20.500	5.085	-1.576	-42.64	10.50	3.38	1	4.86	0.41	5500	2	28.35	5500		
-20.875	4.507	-1.504	-45.23	3.50	3.09	1	4.97	0.41	5500	2	25.27	5500		
-21.250	3.956	-1.431	-45.40	-2.43	2.81	1	5.09	0.41	5500	2	22.34	5500		
-21.625	3.434	-1.359	-43.53	-7.36	2.53	1	5.20	0.41	5500	2	19.57	5500		
-22.000	2.937	-1.291	-40.00	-11.33	2.25	1	5.31	0.41	5500	2	16.93	5500		
-22.375	2.465	-1.230	-35.14	-14.41	1.97	1	5.42	0.41	5500	2	14.43	5500		
-22.750	2.013	-1.178	-29.30	-16.64	1.69	1	5.54	0.41	5500	2	12.05	5500		
-23.125	1.580	-1.135	-22.80	-17.78	1.41	2	7.08	0.74	5500	2	9.76	5500		
-23.500	1.161	-1.104	-16.15	-17.42	1.12	2	9.59	0.74	5500	2	7.55	5500		
-23.875	0.751	-1.083	-9.94	-15.42	0.84	2	12.05	0.74	5500	2	5.39	5500		
-24.250	0.347	-1.071	-4.78	-11.81	0.56	2	14.47	0.74	5500	2	3.27	5500		
-24.625	-0.053	-1.067	-1.28	-6.61	0.28	2	16.87	0.74	5500	2	1.17	5500		
-25.000	-0.453	-1.066	0.00	0.00		2	19.27	0.74	5500	-1				
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3	T

DESPLAZAMIENTO MÁX.	=	14.89 mm	CODIFICACIÓN	: -1 = SEPARACIÓN
MOMENTO MÁXIMO	=	88.15 m.T/m	DE ESTADO	: 0 = EXCAVACIÓN
			DE SUELO	: 1 = PRESIÓN ACTIVA
				: 2 = ELÁSTICO
				: 3 = PRESIÓN PASIVA

(3 IT.)
 EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 13.25 T/m
 EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m
 PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.022 = (96.56 T/m)/(4415.57 T/m) SIN INTERÉS
 PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.435 = (95.44 T/m)/(219.59 T/m) SIN INTERÉS
 *** FINAL DE CÁLCULO

*** DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN FASE N° 4 = 14.890 mm EN FASE FINAL N° 5 = 14.890 mm
 *** MAXIMUM MOMENT IN PHASE Nb 4 = 88.147 m.T/m IN FINAL PHASE Nb 5 = 88.147 m.T/m

PUNTA/ANCLA		PRECARGA		MÁXIMO		ESTADO FINAL	
NÚMERO	NIVEL	FASE	FUERZA	FASE	FUERZA	FASE	FUERZA
1	-2.35	3	0.00	5	-28.11	5	-28.11
2	-18.25	5	0.00	5	0.00	5	0.00
	m		T		T		T

* CURVAS ENVOLVENTES DE FASE 1 A FASE 5 *

NIVEL	ESF.CO. MIN	ESF.CO. MÁX	NIVEL	MOMENTO MIN	MOMENTO MÁX
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
-0.300	0.00	0.72	-0.300	-0.11	0.00
-0.600	0.00	1.41	-0.600	-0.43	0.00
-1.050	0.00	2.95	-1.050	-1.42	0.00
-1.500	0.00	4.18	-1.500	-3.03	0.00
-1.925	0.00	4.63	-1.925	-4.91	0.00
-2.350	0.00	4.92	-2.350	-6.95	0.00
-2.700	-23.19	0.93		-59.95	0.00
-2.700	-23.09	1.18	-2.700	-51.85	0.00
-2.975	-23.03	0.84	-2.975	-47.63	0.00
-3.250	-22.93	0.54	-3.250	-44.64	0.00
-3.525	-22.79	0.27	-3.525	-41.63	0.00
-3.800	-22.62	0.03	-3.800	-38.63	0.00
-4.075	-22.40	0.00	-4.075	-35.66	0.00
-4.350	-22.15	0.00	-4.350	-32.74	0.00
-4.625	-21.86	0.00	-4.625	-29.88	0.00
-4.900	-21.53	0.00	-4.900	-27.10	0.00
-5.175	-21.16	0.00	-5.175	-24.41	3.55
-5.450	-20.75	0.00	-5.450	-21.82	9.31
-5.725	-20.30	0.00	-5.725	-19.34	14.96
-6.000	-19.81	0.00	-6.000	-16.97	20.47
-6.275	-19.29	0.00	-6.275	-14.72	25.85
-6.550	-18.72	0.00	-6.550	-12.61	31.08
-6.825	-18.12	0.00	-6.825	-10.62	36.14
-7.100	-17.47	0.00	-7.100	-8.77	41.04
-7.375	-16.79	0.00	-7.375	-7.07	45.75
-7.650	-16.07	0.00	-7.650	-5.50	50.27
-7.925	-15.31	0.00	-7.925	-4.08	54.59
-8.200	-14.51	0.00	-8.200	-2.80	58.69
-8.475	-13.68	0.00	-8.475	-1.67	62.57
-8.750	-12.80	0.10	-8.750	-0.68	66.21
-9.025	-11.88	0.35	-9.025	0.00	69.60
-9.300	-10.93	0.61	-9.300	0.00	72.74
-9.575	-9.94	0.90	-9.575	0.00	75.61
-9.850	-8.90	1.22	-9.850	0.00	78.20
-10.125	-7.83	1.56	-10.125	-0.38	80.50
-10.400	-6.72	1.93	-10.400	-0.86	82.51
-10.675	-5.57	2.33	-10.675	-1.45	84.20
-10.950	-4.39	2.74	-10.950	-2.14	85.57
-11.225	-3.16	3.19	-11.225	-2.96	86.61
-11.500	-1.89	3.66	-11.500	-3.90	87.30
-11.875	-0.31	2.53	-11.875	-5.05	87.87
-12.250	-0.31	1.57	-12.250	-5.81	88.15
-12.625	0.00	1.05	-12.625	-6.25	88.10
-13.000	0.00	1.52	-13.000	-6.43	87.71
-13.328	-0.29	2.44	-13.328	-6.40	87.06
-13.656	-0.64	3.47	-13.656	-6.25	86.10
-13.984	-0.91	4.61	-13.984	-5.99	84.78
-14.312	-1.11	5.86	-14.312	-5.66	83.06
-14.641	-1.24	7.23	-14.641	-5.27	80.92
-14.969	-1.33	8.71	-14.969	-4.85	78.31
-15.297	-1.36	10.30	-15.297	-4.40	75.19
-15.625	-1.37	12.01	-15.625	-3.96	71.53





A.6.9. Excavación en Trinchera

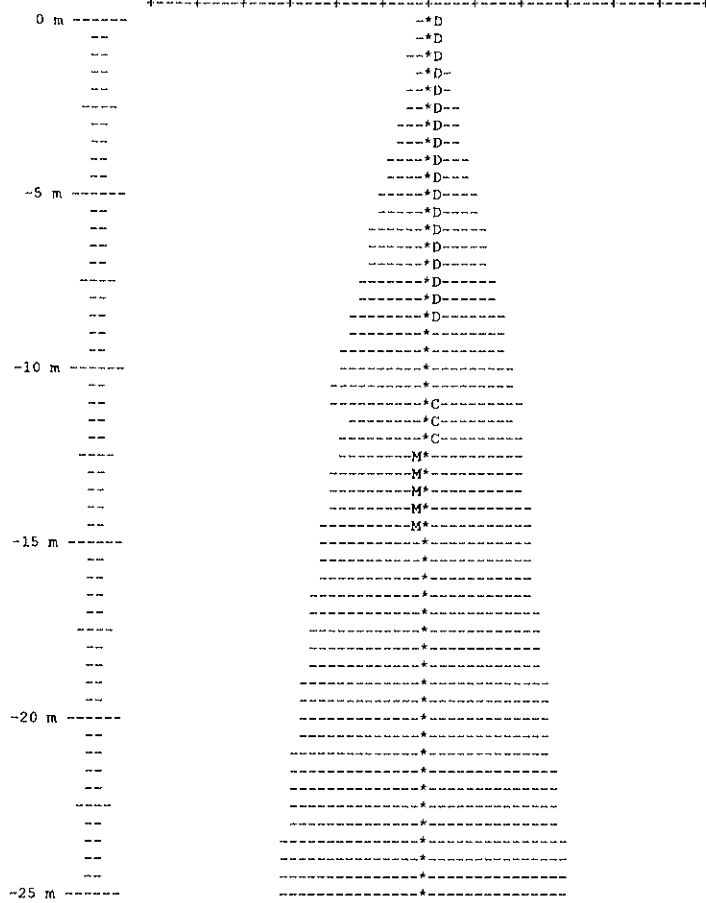
003023

-15.953	-1.34	13.83	-15.953	-3.51	67.30
-16.281	-1.29	15.76	-16.281	-3.08	62.45
-16.609	-1.22	17.80	-16.609	-2.67	56.94
-16.938	-1.14	19.96	-16.938	-2.28	50.75
-17.266	-1.05	22.23	-17.266	-1.93	43.83
-17.594	-0.95	24.62	-17.594	-1.60	36.15
-17.922	-0.85	27.12	-17.922	-1.30	27.66
-18.250	-0.75	29.72	-18.250	-1.04	18.34
-18.625	-0.64	32.85	-18.625	-0.78	6.61
-19.000	-0.54	36.11	-19.000	-6.31	0.00
-19.375	-0.44	30.77	-19.375	-18.88	0.00
-19.750	-0.35	24.69	-19.750	-29.30	0.00
-20.125	-0.27	17.87	-20.125	-37.30	0.00
-20.500	-0.20	10.50	-20.500	-42.64	0.00
-20.875	-0.14	3.50	-20.875	-45.23	0.05
-21.250	-2.43	0.00	-21.250	-45.40	0.09
-21.625	-7.36	0.00	-21.625	-43.53	0.11
-22.000	-11.33	0.00	-22.000	-40.00	0.12
-22.375	-14.41	0.02	-22.375	-35.14	0.11
-22.750	-16.64	0.04	-22.750	-29.30	0.10
-23.125	-17.78	0.06	-23.125	-22.80	0.08
-23.500	-17.42	0.06	-23.500	-16.15	0.06
-23.875	-15.42	0.06	-23.875	-9.94	0.04
-24.250	-11.81	0.04	-24.250	-4.78	0.02
-24.625	-6.61	0.03	-24.625	-1.28	0.01
-25.000	0.00	0.00	-25.000	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m



A.6.9. Excavación en Trinchera

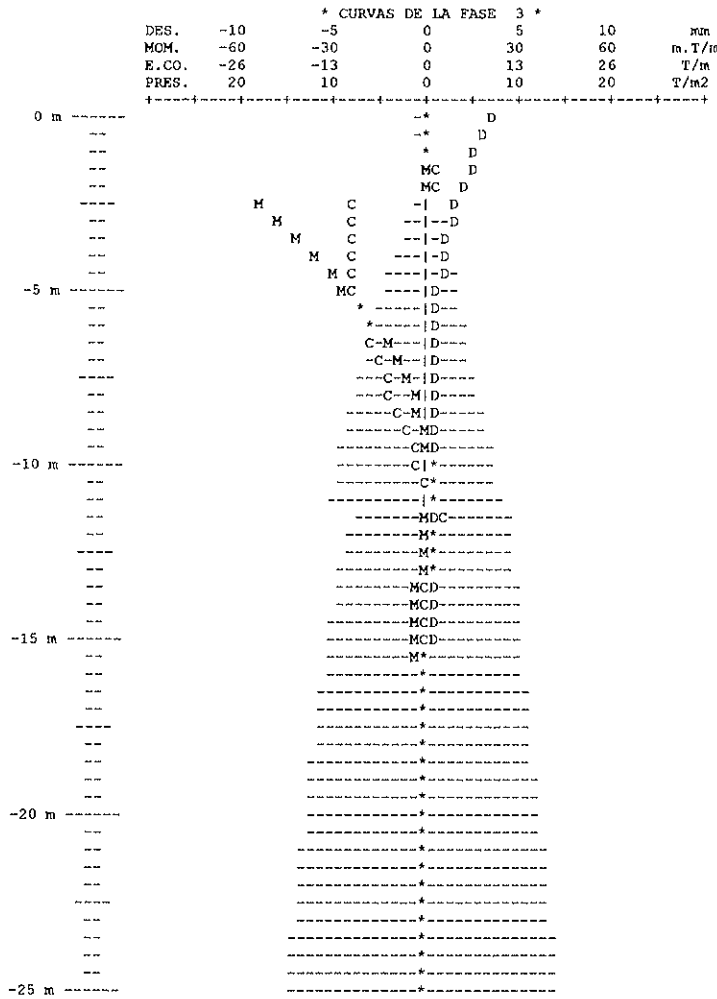
* CURVAS DE LA FASE 1 *						
DES.	-10	-5	0	5	10	mm
MGM.	-60	-30	0	30	60	m. T/m
E.CO.	-26	-13	0	13	26	T/m
PRES.	20	10	0	10	20	T/m ²





A.6.9. Excavación en Trinchera

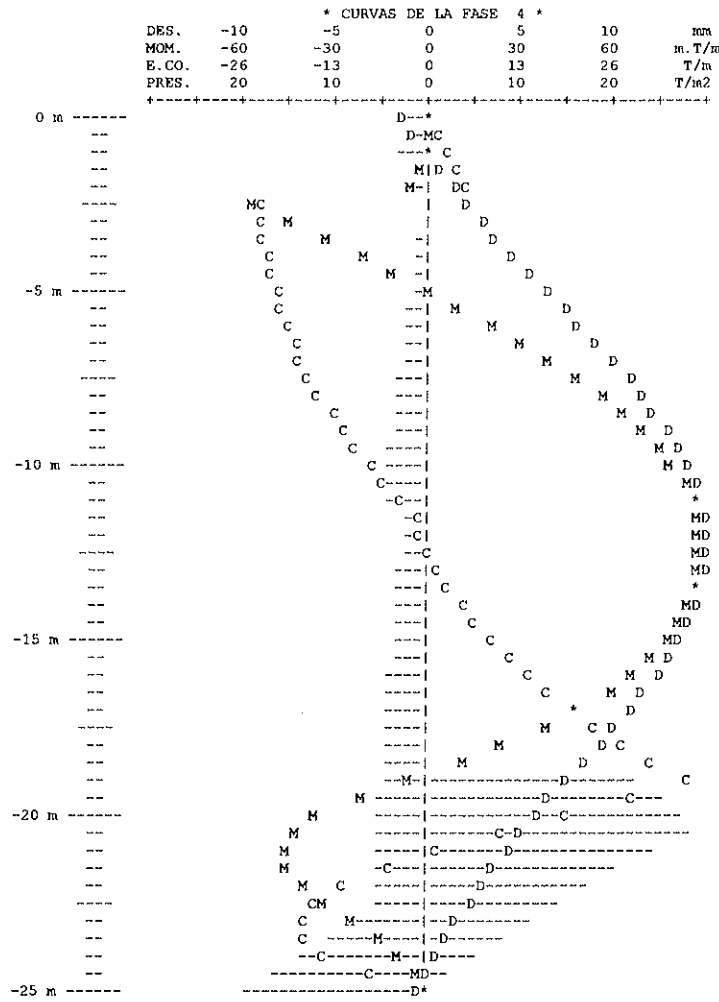
003026





A.6.9. Excavación en Trinchera

003027

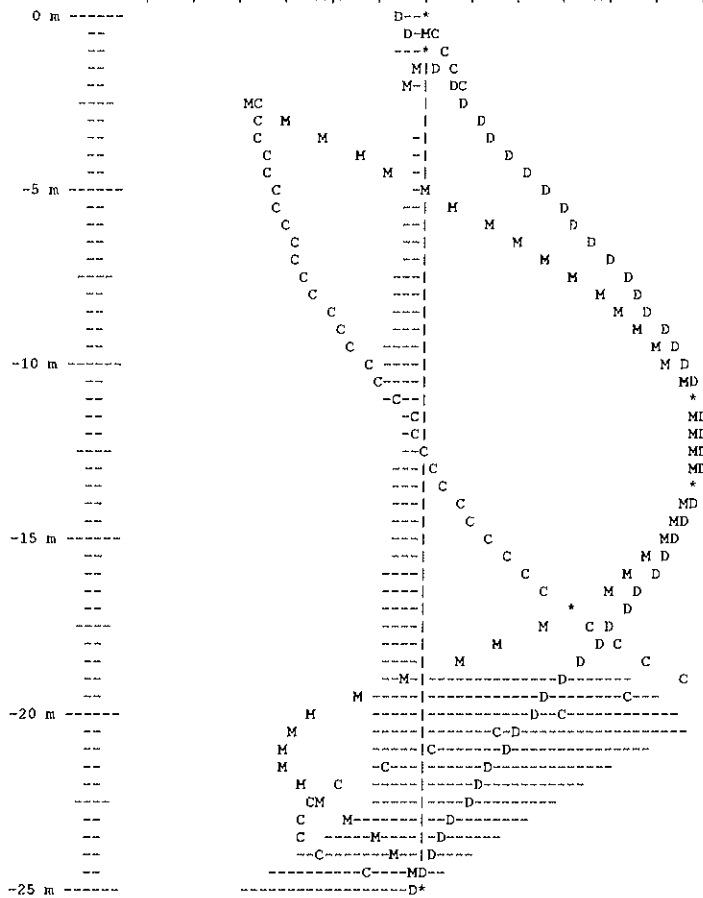




A.6.9. Excavación en Trinchera

003028

	* CURVAS DE LA FASE 5 *					
DES.	-10	-5	0	5	10	mm
MGM.	-60	-30	0	30	60	m. T/m
E.CO.	-26	-13	0	13	26	T/m
PRES.	20	10	0	10	20	T/m2





A.6.9. Excavación en Trinchera

10.3 ZONA 3: SECCIÓN CIELO ABIERTO

003029

*Definición de la pantalla *

*cota superior
*cota inferior de cada tramo de canto constante y módulo EI
*con H=27 y e = 1.00 m

** COMIENZO DE DATOS **

* LAS SOBRECARGAS DE BOUSSINESQ FUNCIÓN DEL ESTADO DE SUELO

*** DESCRIPCIÓN DE LA PARED :

SECCIÓN N° 1 DE 0.000 m A -18.000 m : PRODUCTO DE INERCIA EI 231700. T.m2/m RIGIDEZ CILÍNDRICA 0. T/m3

*
*Altura de la pantalla -2- (-18) = 16 m
*
*Definición del suelo
*
* cota superior

*** DESCRIPCIÓN DE SUELO :

*Datos de cada estrato de suelo
*relleno -.6
*CL/CM -.9
*Gpsuelto -10
*GP firme -60

CAPA N° 1 DE 0.000 m A -0.600 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH =	1.670 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD =	0.670 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA =	0.331
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO =	0.530
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP =	3.546
COHESIÓN	C =	0.000 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI =	28.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI	=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI	=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)	=	350.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN	=	0.000 1/m

CAPA N° 2 DE -0.600 m A -1.500 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH =	1.740 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD =	0.740 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA =	0.359
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO =	0.562
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP =	3.190
COHESIÓN	C =	0.800 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI =	26.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI	=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI	=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)	=	1000.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN	=	0.000 1/m

CAPA N° 3 DE -1.500 m A -11.500 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH =	2.000 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD =	1.000 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA =	0.257
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO =	0.441
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP =	4.989
COHESIÓN	C =	1.500 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI =	34.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI	=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI	=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)	=	1250.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN	=	0.000 1/m

CAPA N° 4 DE -11.500 m A -60.000 m :

PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	GH =	2.200 T/m3
PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO	GD =	1.200 T/m3
COEFIC. DE EMPUJE ACTIVO HOR.	KA =	0.206
COEFIC. DE EMPUJE EN REPOSO HOR.	KO =	0.371
COEFIC. DE EMPUJE PASIVO HOR.	KP =	6.869
COHESIÓN	C =	3.200 T/m2
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PHI =	39.000 GRADOS
PARA PRESIÓN ACTIVA DELTA/PHI	=	0.330
PARA PRESIÓN PASIVA DELTA/PHI	=	-0.330
MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL (A P=0)	=	5500.000 T/m3
MEJORA DE ESTE COEF. A LA PRESIÓN	=	0.000 1/m

*Nivel freatico e intervalo de discretizacion de la pantalla

** FASE No 1 **

* CALCULOS: **





A.6.9. Excavación en Trinchera

*FASE 1 SOBRECARGA *

*SOBRECARGAS

003030

* SOBRECARGA DE CAQUOT SOBRE SUELO 1 = 2.000 T/m2
FASE 1

P A R E D						S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS		
						EXCAVACIÓN:	0.00 m	EXCAVACIÓN:	0.00 m					
						NIVEL AGUA:	-13.00 m	NIVEL AGUA:	-13.00 m					
						S. DE CAQUOT:	2.00 T/m2	S. DE CAQUOT:	0.00 T/m2					
NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO.	C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	N° FUERZA		
0.000	0.583	-0.046	0.00	0.00		2	0.86	0.86	350	3	0.00	350		
-0.300	0.569	-0.046	-0.04	0.23		2	1.13	0.96	350	2	0.46	350		
-0.600	0.555	-0.046	-0.13	0.43		2	1.40	1.06	350	2	0.73	350		
						2	1.13	1.12	1000	2	1.12	1000		
-1.050	0.535	-0.046	-0.33	0.44		2	1.59	1.12	1000	2	1.54	1000		
-1.500	0.514	-0.045	-0.54	0.48		2	2.05	1.12	1000	2	1.96	1000		
						2	1.37	0.88	1250	2	1.77	1250		
-1.898	0.497	-0.044	-0.69	0.32		2	1.74	0.88	1250	2	2.10	1250		
-2.295	0.480	-0.042	-0.80	0.19		2	2.12	0.88	1250	2	2.43	1250		
-2.693	0.463	-0.041	-0.85	0.07		2	2.49	0.88	1250	2	2.76	1250		
-3.091	0.447	-0.039	-0.85	-0.03		2	2.86	0.88	1250	2	3.09	1250		
-3.488	0.432	-0.038	-0.82	-0.12		2	3.23	0.88	1250	2	3.42	1250		
-3.886	0.417	-0.037	-0.76	-0.19		2	3.60	0.88	1250	2	3.76	1250		
-4.284	0.402	-0.035	-0.68	-0.24		2	3.96	0.88	1250	2	4.09	1250		
-4.681	0.389	-0.034	-0.57	-0.29		2	4.33	0.88	1250	2	4.42	1250		
-5.079	0.375	-0.033	-0.45	-0.32		2	4.70	0.88	1250	2	4.76	1250		
-5.477	0.362	-0.033	-0.32	-0.33		2	5.07	0.88	1250	2	5.09	1250		
-5.875	0.349	-0.032	-0.19	-0.33		2	5.43	0.88	1250	2	5.42	1250		
-6.272	0.336	-0.032	-0.06	-0.32		2	5.80	0.88	1250	2	5.76	1250		
-6.670	0.323	-0.032	0.07	-0.30		2	6.17	0.88	1250	2	6.09	1250		
-7.068	0.311	-0.032	0.18	-0.27		2	6.53	0.88	1250	2	6.43	1250		
-7.465	0.298	-0.033	0.28	-0.22		2	6.90	0.88	1250	2	6.76	1250		
-7.863	0.285	-0.033	0.35	-0.16		2	7.27	0.88	1250	2	7.10	1250		
-8.238	0.272	-0.034	0.40	-0.09		2	7.61	0.88	1250	2	7.41	1250		
-8.613	0.259	-0.035	0.41	-0.01		2	7.96	0.88	1250	2	7.73	1250		
-8.974	0.247	-0.035	0.40	0.08		2	8.29	0.88	1250	2	8.03	1250		
-9.335	0.234	-0.036	0.35	0.19		2	8.63	0.88	1250	2	8.33	1250		
-9.696	0.221	-0.036	0.26	0.30		2	8.96	0.88	1250	2	8.63	1250		
-10.056	0.208	-0.037	0.13	0.42		2	9.30	0.88	1250	2	8.93	1250		
-10.417	0.194	-0.037	-0.04	0.56		2	9.63	0.88	1250	2	9.24	1250		
-10.778	0.181	-0.036	-0.27	0.71		2	9.97	0.88	1250	2	9.54	1250		
-11.139	0.168	-0.036	-0.56	0.87		2	10.30	0.88	1250	2	9.84	1250		
-11.500	0.155	-0.035	-0.90	1.04		2	10.64	0.88	1250	2	10.14	1250		
						2	8.25	0.74	5500	2	9.22	5500		
-11.875	0.143	-0.033	-1.23	0.71		2	8.63	0.74	5500	2	9.46	5500		
-12.250	0.131	-0.031	-1.44	0.42		2	9.00	0.74	5500	2	9.70	5500		
-12.625	0.120	-0.028	-1.55	0.18		2	9.37	0.74	5500	2	9.94	5500		
-13.000	0.109	-0.026	-1.58	-0.01		2	9.73	0.74	5500	2	10.19	5500		
-13.312	0.102	-0.024	-1.56	-0.14		2	9.91	0.74	5500	2	10.29	5500		
-13.625	0.095	-0.022	-1.49	-0.25		2	10.09	0.74	5500	2	10.39	5500		
-13.938	0.088	-0.020	-1.40	-0.33		2	10.26	0.74	5500	2	10.49	5500		
-14.250	0.082	-0.018	-1.29	-0.39		2	10.43	0.74	5500	2	10.60	5500		
-14.562	0.077	-0.016	-1.16	-0.44		2	10.60	0.74	5500	2	10.71	5500		
-14.875	0.072	-0.015	-1.02	-0.46		2	10.77	0.74	5500	2	10.82	5500		
-15.188	0.068	-0.013	-0.87	-0.47		2	10.93	0.74	5500	2	10.94	5500		
-15.500	0.064	-0.012	-0.73	-0.46		2	11.09	0.74	5500	2	11.05	5500		
-15.812	0.060	-0.011	-0.58	-0.45		2	11.25	0.74	5500	2	11.17	5500		
-16.125	0.057	-0.011	-0.45	-0.42		2	11.41	0.74	5500	2	11.29	5500		
-16.438	0.053	-0.010	-0.32	-0.37		2	11.57	0.74	5500	2	11.41	5500		
-16.750	0.050	-0.010	-0.22	-0.32		2	11.72	0.74	5500	2	11.53	5500		
-17.062	0.047	-0.010	-0.13	-0.25		2	11.88	0.74	5500	2	11.66	5500		
-17.375	0.044	-0.010	-0.06	-0.18		2	12.03	0.74	5500	2	11.78	5500		
-17.688	0.041	-0.009	-0.02	-0.10		2	12.19	0.74	5500	2	11.90	5500		
-18.000	0.038	-0.009	0.00	0.00		2	12.34	0.74	5500	2	12.02	5500		
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3	T

{ 2 IT. }

EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 15.22 T/m
EFFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m

PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.057 = (131.06 T/m)/(2306.30 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.062 = (131.06 T/m)/(2107.23 T/m)



A.6.9. Excavación en Trinchera



** FASE No 2 **

003031

```

*****
*FASE 2 EXCAVACION HASTA COTA LOSA SUP*
*****
*EXC(2) -2.7
*CAL(2)
*****
*FASE 3 HORMIGONADO DE LA LOSA SUPERIOR*
*****
*STR -2.35 1.0 0.0 0.0 515572.04
*CFM -2.35 0.0 -53
*CAL(2)
*****
*FASE 4 EXCAVACION HASTA PUNTAL DEFINITIVO
*****
*EXC(2) -10.9
*CAL(2)
*****
*FASE 5 COLOCACION DE PUNTALES DEFINITIVO
*****
*STR -10.5 2.5 0.0 0 188552.06
*CAL(2)
*****
*FASE 6 EXCAVACION HASTA CONTRABOVEDA
*****
    
```

* EXCAVACIÓN EN SUELO 2 PARA NIVEL = -8.613 m

FASE 2					S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS	
P A R E D					EXCAVACIÓN:	0.00 m	EXCAVACIÓN:	-8.61 m				
					NIVEL AGUA:	-13.00 m	NIVEL AGUA:	-13.00 m				
					S. DE CAQUOT:	2.00 T/m2	S. DE CAQUOT:	0.00 T/m2				
NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO. C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	N°	FUERZA
0.000	18.931	-1.596	0.00	0.00	1	0.66	0.66	350	0			
-0.300	18.452	-1.596	-0.03	0.22	1	0.83	0.66	350	0			
-0.600	17.973	-1.596	-0.14	0.50	1	0.99	0.66	350	0			
					1	0.03	0.03	1000	0			
-1.050	17.255	-1.595	-0.38	0.57	1	0.31	0.31	1000	0			
-1.500	16.538	-1.594	-0.67	0.78	1	0.59	0.59	1000	0			
					-1							
-1.898	15.904	-1.593	-0.98	0.78	-1							
-2.295	15.271	-1.591	-1.29	0.78	-1							
-2.693	14.639	-1.588	-1.60	0.80	1	0.14	0.14	1250	0			
-3.091	14.008	-1.585	-1.94	0.90	1	0.34	0.34	1250	0			
-3.488	13.378	-1.582	-2.33	1.08	1	0.55	0.51	1250	0			
-3.886	12.750	-1.577	-2.81	1.34	1	0.75	0.51	1250	0			
-4.284	12.124	-1.572	-3.40	1.68	1	0.96	0.51	1250	0			
-4.681	11.500	-1.565	-4.15	2.10	1	1.16	0.51	1250	0			
-5.079	10.879	-1.558	-5.08	2.60	1	1.37	0.51	1250	0			
-5.477	10.261	-1.548	-6.23	3.19	1	1.57	0.51	1250	0			
-5.875	9.648	-1.536	-7.63	3.85	1	1.78	0.51	1250	0			
-6.272	9.040	-1.522	-9.31	4.60	1	1.98	0.51	1250	0			
-6.670	8.438	-1.504	-11.30	5.43	1	2.19	0.51	1250	0			
-7.068	7.844	-1.483	-13.64	6.34	1	2.39	0.51	1250	0			
-7.465	7.259	-1.457	-16.35	7.33	1	2.60	0.51	1250	0			
-7.863	6.686	-1.426	-19.48	8.41	1	2.80	0.51	1250	0			
-8.238	6.157	-1.392	-22.84	9.49	1	2.99	0.51	1250	0			
-8.613	5.643	-1.352	-26.61	10.65	1	3.19	0.51	1250	0			
					1	3.19	0.51	1250	2	7.05		1250
-8.974	5.163	-1.308	-30.21	9.34	1	3.37	0.51	1250	2	6.77		1250
-9.335	4.699	-1.258	-33.37	8.20	1	3.56	0.51	1250	2	6.51		1250
-9.696	4.255	-1.204	-36.15	7.24	2	3.92	0.69	1250	2	6.27		1250
-10.056	3.831	-1.146	-38.63	6.58	2	4.77	0.88	1250	2	6.06		1250
-10.417	3.429	-1.084	-40.94	6.30	2	5.59	0.88	1250	2	5.88		1250
-10.778	3.049	-1.018	-43.22	6.36	2	6.38	0.88	1250	2	5.72		1250
-11.139	2.694	-0.949	-45.58	6.76	2	7.14	0.88	1250	2	5.59		1250
-11.500	2.365	-0.876	-48.13	7.47	2	7.87	0.88	1250	2	5.50		1250
					1	1.94	0.41	5500	2	15.15		5500
-11.875	2.051	-0.796	-50.04	2.81	1	2.11	0.41	5500	2	13.73		5500
-12.250	1.768	-0.715	-50.32	-1.28	1	2.28	0.41	5500	2	12.47		5500
-12.625	1.515	-0.634	-49.15	-4.87	1	2.45	0.41	5500	2	11.39		5500
-13.000	1.292	-0.557	-46.74	-7.90	2	3.23	0.74	5500	2	10.47		5500
-13.312	1.127	-0.495	-43.94	-9.88	2	4.27	0.74	5500	2	9.70		5500
-13.625	0.982	-0.438	-40.62	-11.33	2	5.21	0.74	5500	2	9.04		5500
-13.938	0.853	-0.386	-36.91	-12.30	2	6.06	0.74	5500	2	8.47		5500
-14.250	0.740	-0.339	-32.97	-12.86	2	6.82	0.74	5500	2	7.99		5500
-14.562	0.641	-0.297	-28.91	-13.06	2	7.50	0.74	5500	2	7.58		5500
-14.875	0.553	-0.261	-24.84	-12.93	2	8.12	0.74	5500	2	7.24		5500
-15.188	0.477	-0.230	-20.86	-12.53	2	8.68	0.74	5500	2	6.96		5500
-15.500	0.409	-0.205	-17.04	-11.87	2	9.19	0.74	5500	2	6.73		5500
-15.812	0.349	-0.184	-13.46	-11.00	2	9.66	0.74	5500	2	6.53		5500
-16.125	0.294	-0.168	-10.18	-9.93	2	10.11	0.74	5500	2	6.37		5500
-16.438	0.243	-0.156	-7.27	-8.67	2	10.52	0.74	5500	2	6.23		5500
-16.750	0.196	-0.148	-4.78	-7.25	2	10.92	0.74	5500	2	6.11		5500
-17.062	0.150	-0.143	-2.76	-5.66	2	11.31	0.74	5500	2	6.00		5500
-17.375	0.106	-0.141	-1.26	-3.93	2	11.69	0.74	5500	2	5.89		5500
-17.688	0.062	-0.140	-0.32	-2.04	2	12.07	0.74	5500	2	5.79		5500
-18.000	0.019	-0.139	0.00	0.00	2	12.45	0.74	5500	2	5.69		5500



A.6.9. Excavación en Trinchera



** FASE No 3 **

*FASE 9 HORMIGONADO CONTRABOVEDA

* INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE PUNTALES N° 1 NIVEL = -7.863 m
ESPACIADO = 1.000 m
INCLINACIÓN = 0.000 GRADOS
PRECARGA = 0.000 T
RIGIDEZ = 1104797.000 T/m
CONEXIÓN BILATERAL

FASE 3										S O I L 1			S O I L 2			PUNTALES/ ANCLAS	
P A R E D										EXCAVACIÓN: 0.00 m			EXCAVACIÓN: -8.61 m				
										NIVEL AGUA: -13.00 m			NIVEL AGUA: -13.00 m				
										S. DE CAQUOT: 2.00 T/m2			S. DE CAQUOT: 0.00 T/m2				
NIVEL	DESPLAZ.	ROTACIÓN	MOMENTO	ESF.CO.	C. REP.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	ESTADO PR.	SOPRAC.	ELAST.	N°	FUERZA				
0.000	18.931	-1.596	0.00	0.00		1	0.66	0.66	350	0							
-0.300	18.452	-1.596	-0.03	0.22		1	0.83	0.66	350	0							
-0.600	17.973	-1.596	-0.14	0.50		1	0.99	0.66	350	0							
						1	0.02	0.03	1000	0							
-1.050	17.255	-1.595	-0.38	0.57		1	0.31	0.31	1000	0							
-1.500	16.538	-1.594	-0.67	0.78		1	0.59	0.59	1000	0							
						-1											
-1.898	15.904	-1.593	-0.98	0.78		-1											
-2.295	15.271	-1.591	-1.29	0.78		-1											
-2.693	14.639	-1.588	-1.60	0.80		1	0.14	0.14	1250	0							
-3.091	14.008	-1.585	-1.94	0.90		1	0.34	0.34	1250	0							
-3.488	13.378	-1.582	-2.33	1.08		1	0.55	0.51	1250	0							
-3.886	12.750	-1.577	-2.81	1.34		1	0.75	0.51	1250	0							
-4.284	12.124	-1.572	-3.40	1.68		1	0.96	0.51	1250	0							
-4.681	11.500	-1.565	-4.15	2.10		1	1.16	0.51	1250	0							
-5.079	10.879	-1.558	-5.08	2.60		1	1.37	0.51	1250	0							
-5.477	10.261	-1.548	-6.23	3.19		1	1.57	0.51	1250	0							
-5.875	9.648	-1.536	-7.63	3.85		1	1.78	0.51	1250	0							
-6.272	9.040	-1.522	-9.31	4.60		1	1.98	0.51	1250	0							
-6.670	8.438	-1.504	-11.30	5.43		1	2.19	0.51	1250	0							
-7.068	7.844	-1.483	-13.64	6.34		1	2.39	0.51	1250	0							
-7.465	7.259	-1.457	-16.35	7.33		1	2.60	0.51	1250	0							
-7.863	6.686	-1.426	-19.48	8.41		1	2.80	0.51	1250	0							
						1	2.80	0.51	1250	0							
-8.238	6.157	-1.392	-22.84	9.49		1	2.99	0.51	1250	0		1	0.00				
-8.613	5.643	-1.352	-26.61	10.65		1	3.19	0.51	1250	0							
						1	3.19	0.51	1250	2	7.05		1250				
-8.974	5.163	-1.308	-30.21	9.34		1	3.37	0.51	1250	2	6.77		1250				
-9.335	4.699	-1.258	-33.37	8.20		1	3.56	0.51	1250	2	6.51		1250				
-9.696	4.255	-1.204	-36.15	7.24		2	3.92	0.69	1250	2	6.27		1250				
-10.056	3.831	-1.146	-38.63	6.58		2	4.77	0.88	1250	2	6.06		1250				
-10.417	3.429	-1.084	-40.94	6.30		2	5.59	0.88	1250	2	5.88		1250				
-10.778	3.049	-1.018	-43.22	6.36		2	6.38	0.88	1250	2	5.72		1250				
-11.139	2.694	-0.949	-45.58	6.76		2	7.14	0.88	1250	2	5.59		1250				
-11.500	2.365	-0.876	-48.13	7.47		2	7.87	0.88	1250	2	5.50		1250				
						1	1.94	0.41	5500	2	15.15		5500				
-11.875	2.051	-0.796	-50.04	2.81		1	2.11	0.41	5500	2	13.73		5500				
-12.250	1.768	-0.715	-50.32	-1.28		1	2.28	0.41	5500	2	12.47		5500				
-12.625	1.515	-0.634	-49.15	-4.87		1	2.45	0.41	5500	2	11.39		5500				
-13.000	1.292	-0.557	-46.74	-7.90		2	3.23	0.74	5500	2	10.47		5500				
-13.312	1.127	-0.495	-43.94	-9.88		2	4.27	0.74	5500	2	9.70		5500				
-13.625	0.982	-0.438	-40.62	-11.33		2	5.21	0.74	5500	2	9.04		5500				
-13.938	0.853	-0.386	-36.91	-12.30		2	6.06	0.74	5500	2	8.47		5500				
-14.250	0.740	-0.339	-32.97	-12.86		2	6.82	0.74	5500	2	7.99		5500				
-14.562	0.641	-0.297	-28.91	-13.06		2	7.50	0.74	5500	2	7.58		5500				
-14.875	0.553	-0.261	-24.84	-12.93		2	8.12	0.74	5500	2	7.24		5500				
-15.188	0.477	-0.230	-20.86	-12.53		2	8.68	0.74	5500	2	6.96		5500				
-15.500	0.409	-0.205	-17.04	-11.87		2	9.19	0.74	5500	2	6.73		5500				
-15.812	0.349	-0.184	-13.46	-11.00		2	9.66	0.74	5500	2	6.53		5500				
-16.125	0.294	-0.168	-10.18	-9.93		2	10.11	0.74	5500	2	6.37		5500				
-16.438	0.243	-0.156	-7.27	-8.67		2	10.52	0.74	5500	2	6.23		5500				
-16.750	0.196	-0.148	-4.78	-7.25		2	10.92	0.74	5500	2	6.11		5500				
-17.062	0.150	-0.143	-2.76	-5.66		2	11.31	0.74	5500	2	6.00		5500				
-17.375	0.106	-0.141	-1.26	-3.93		2	11.69	0.74	5500	2	5.89		5500				
-17.688	0.062	-0.140	-0.32	-2.04		2	12.07	0.74	5500	2	5.79		5500				
-18.000	0.019	-0.139	0.00	0.00		2	12.45	0.74	5500	2	5.69		5500				
m	mm	/1000	m.T/m	T/m	T/m2		T/m2	T/m2	T/m3		T/m2	T/m2	T/m3	T			

DESPLAZAMIENTO MÁX. = 18.93 mm
MOMENTO MÁXIMO = -50.32 m.T/m
CODIFICACIÓN : -1 = SEPARACIÓN
DE ESTADO : 0 = EXCAVACIÓN
DE SUELO : 1 = PRESIÓN ACTIVA
2 = ELÁSTICO
3 = PRESIÓN PASIVA

[4 IT.]
EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 1 = 10.14 T/m
EFECTO HORIZONTAL INTEGRADO DE SOBRECARGAS SOBRE EL SUELO 2 = 0.00 T/m
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 1 = 0.031 = (72.46 T/m)/(2306.30 T/m) SIN INTERÉS
PROPORCIÓN (PRESIÓN MOVILIZADA)/(PRESIÓN PASIVA) PARA SUELO N° 2 = 0.103 = (72.46 T/m)/(701.64 T/m)
*** FINAL DE CÁLCULO
*** DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN FASE N° 2 = 18.931 mm EN FASE FINAL N° 3 = 18.931 mm
*** MAXIMUM MOMENT IN PHASE N° 2 = -50.315 m.T/m IN FINAL PHASE N° 3 = -50.315 m.T/m



A.6.9. Excavación en Trinchera

003933

PUNTA/ANCLA		PRECARGA		MÁXIMO		ESTADO FINAL	
NÚMERO	NIVEL	FASE	FUERZA	FASE	FUERZA	FASE	FUERZA
1	-7.86	3	0.00	3	0.00	3	0.00
	m		T		T		T

* CURVAS ENVOLVENTES DE FASE 1 A FASE 3 *

NIVEL	ESF.CO. MIN	ESF.CO. MÁX	NIVEL	MOMENTO MIN	MOMENTO MÁX
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
-0.300	0.00	0.23	-0.300	-0.04	0.00
-0.600	0.00	0.50	-0.600	-0.14	0.00
-1.050	0.00	0.57	-1.050	-0.38	0.00
-1.500	0.00	0.78	-1.500	-0.67	0.00
-1.898	0.00	0.78	-1.898	-0.98	0.00
-2.295	0.00	0.78	-2.295	-1.29	0.00
-2.693	0.00	0.80	-2.693	-1.60	0.00
-3.091	-0.03	0.90	-3.091	-1.94	0.00
-3.488	-0.12	1.08	-3.488	-2.33	0.00
-3.886	-0.19	1.34	-3.886	-2.81	0.00
-4.284	-0.24	1.68	-4.284	-3.40	0.00
-4.681	-0.29	2.10	-4.681	-4.15	0.00
-5.079	-0.32	2.60	-5.079	-5.08	0.00
-5.477	-0.33	3.19	-5.477	-6.23	0.00
-5.875	-0.33	3.85	-5.875	-7.63	0.00
-6.272	-0.32	4.60	-6.272	-9.31	0.00
-6.670	-0.30	5.43	-6.670	-11.30	0.07
-7.068	-0.27	6.34	-7.068	-13.64	0.18
-7.465	-0.22	7.33	-7.465	-16.35	0.28
-7.863	-0.16	8.41	-7.863	-19.48	0.35
-8.238	-0.09	9.49	-8.238	-22.84	0.40
-8.613	-0.01	10.65	-8.613	-26.61	0.41
-8.974	0.00	9.34	-8.974	-30.21	0.40
-9.335	0.00	8.20	-9.335	-33.37	0.35
-9.696	0.00	7.24	-9.696	-36.15	0.26
-10.056	0.00	6.58	-10.056	-38.63	0.13
-10.417	0.00	6.30	-10.417	-40.94	0.00
-10.778	0.00	6.36	-10.778	-43.22	0.00
-11.139	0.00	6.76	-11.139	-45.58	0.00
-11.500	0.00	7.47	-11.500	-48.13	0.00
-11.875	0.00	2.81	-11.875	-50.04	0.00
-12.250	-1.28	0.42	-12.250	-50.32	0.00
-12.625	-4.87	0.18	-12.625	-49.15	0.00
-13.000	-7.90	0.00	-13.000	-46.74	0.00
-13.312	-9.88	0.00	-13.312	-43.94	0.00
-13.625	-11.33	0.00	-13.625	-40.62	0.00
-13.938	-12.30	0.00	-13.938	-36.91	0.00
-14.250	-12.86	0.00	-14.250	-32.97	0.00
-14.562	-13.06	0.00	-14.562	-28.91	0.00
-14.875	-12.93	0.00	-14.875	-24.84	0.00
-15.188	-12.53	0.00	-15.188	-20.86	0.00
-15.500	-11.87	0.00	-15.500	-17.04	0.00
-15.812	-11.00	0.00	-15.812	-13.46	0.00
-16.125	-9.93	0.00	-16.125	-10.18	0.00
-16.438	-8.67	0.00	-16.438	-7.27	0.00
-16.750	-7.25	0.00	-16.750	-4.78	0.00
-17.062	-5.66	0.00	-17.062	-2.76	0.00
-17.375	-3.93	0.00	-17.375	-1.26	0.00
-17.688	-2.04	0.00	-17.688	-0.32	0.00
-18.000	0.00	0.00	-18.000	0.00	0.00
m	T/m	T/m	m	m.T/m	m.T/m





A.6.9. Excavación en Trinchera

003934

* CURVAS DE LA FASE 1 *

	DES.	-14	-7	0	7	14	mm
	MOM.	-34	-17	0	17	34	m. T/m
	E. CO.	-10	-5	0	5	10	T/m
	PRES.	12	6	0	6	12	T/m2

Profundidad (m)	Descripción de Curvas
0 m	--*D --M* --M* --M* --M* --M* --*D --*D --*D --*D --*D --4 m
	-----CMD----- -----CMD----- -----CMD----- -----CMD----- -----C*----- -----C*----- -----C*----- -----C*----- -----*----- -----*----- -----*----- -----*C----- -----*C----- -----*C----- -----*C----- -----MD-C----- -----MDC----- -----MDC----- -----M*----- -----M*----- -----M*----- -----*D----- -----*D----- -----*D----- -----*D----- -----C*----- -----C*----- -----C*----- -----*----- -----*----- -----*-----
-8 m	
-12 m	
-16 m	

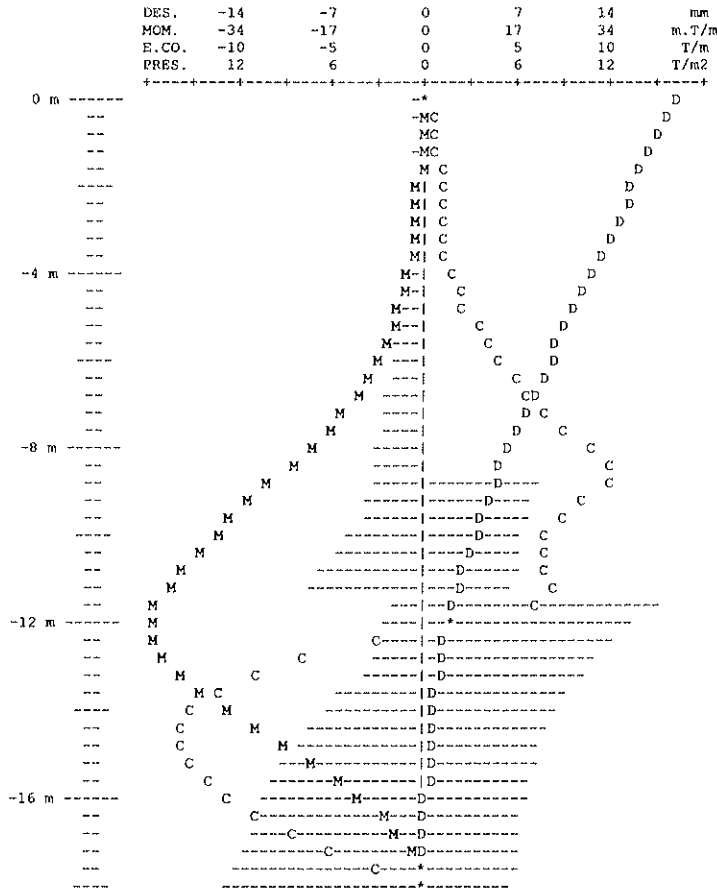




A.6.9. Excavación en Trinchera

003035

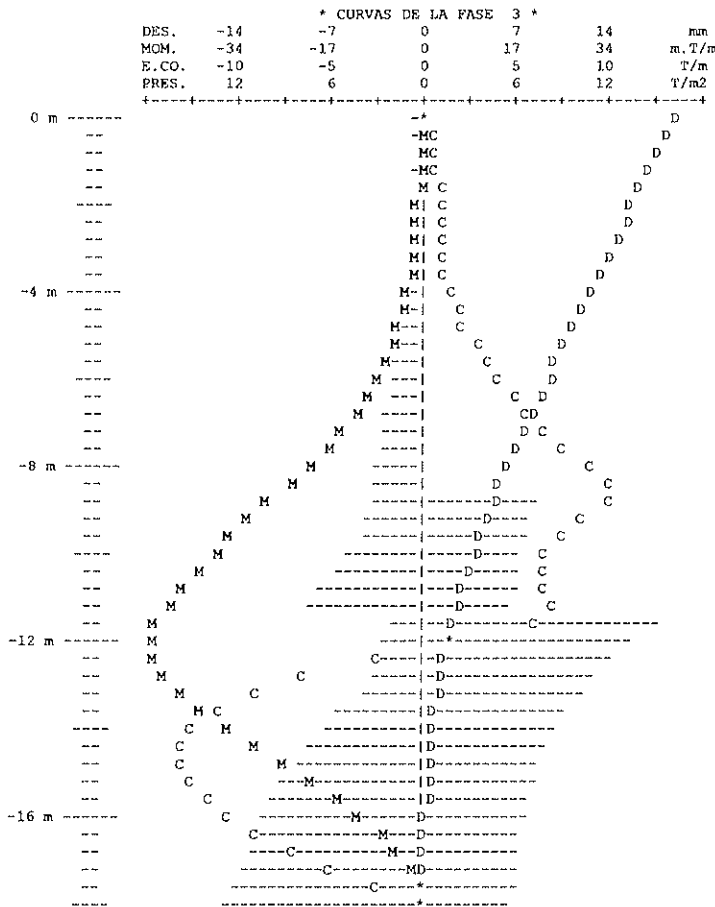
* CURVAS DE LA FASE 2 *





A.6.9. Excavación en Trinchera

003036



[3395]

A.6.9 Excavación en Trinchera

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



003037

<p>A.6.9.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

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

A.6.9. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA (MÉTODO CUT & COVER)

APÉNDICE 2. CÁLCULOS TERCERAS VÍAS




A.6.9 Excavación en Trinchera

Índice

003038

1. Bases de cálculo generales	1
2. Sistemas estructurales	1
2.1 Descripción general	1
2.2 Pantallas	1
2.2.1 Metodología de cálculo	1
2.2.2 Predimensionamiento de pantallas. Tercera vía Óscar Benavides (PK 5+456.80).....	1
2.2.2.1 Pantallas tipo A.....	1
2.2.2.2 Pantallas tipo B.....	5
2.2.2.3 Pantallas tipo C.....	8
2.2.2.4 Pantallas tipo D.....	11
2.2.3 Predimensionamiento de pantallas. Tercera vía Parque Murillo (PK 10+492.51).....	14
2.2.3.1 Pantallas tipo A.....	14
2.2.3.2 Pantallas tipo B.....	17
2.3 Losas	20
2.3.1 Dintel	20
2.3.1.1 Generalidades.....	20
2.3.2 Losas estampadoras	21
2.3.2.1 Generalidades de cálculo	21
2.3.3 Losas de Fondo.....	22
2.3.3.1 Metodología.....	22
2.3.3.2 Hipótesis de Carga.....	23





A.6.9 Excavación en Trinchera

003039

1. BASES DE CÁLCULO GENERALES

Las bases de cálculo generales se corresponden con las recogidas en el documento METRO LIMA "Bases de Cálculo" Ed 00, con fecha 05.09.2013.

No obstante, las consideraciones particulares adoptadas se describen en su apartado correspondiente del presente documento.

2. SISTEMAS ESTRUCTURALES

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En los siguientes epígrafes se justifica el predimensionado de los principales elementos estructurales que conforman los recintos de terceras vías. Se abordan aspectos como la metodología general y las consideraciones tenidas en cuenta en el cálculo.

2.2 PANTALLAS

2.2.1 Metodología de cálculo

Para el predimensionamiento de las pantallas han seguido las recomendaciones geotécnicas dadas para el presente Estudio y los planos longitudinales geotécnicos para acotar profundidades de terreno.

El cálculo de las pantallas se realiza por medio del programa informático RIDO. En este programa se modela mediante un modelo de elementos finitos el terreno y las pantallas. El comportamiento del terreno es un comportamiento elastoplástico y cada una de las fases influye sobre su predecesora.

El predimensionamiento de las pantallas se ha realizado partiendo de las distintas secciones tipo, definidas en función de la profundidad a cota de riel (cota roja) y las distintas cotas de los niveles intermedios. De esta forma, cada tercera vía se ha dividido en zonas en función de su sección tipo representativa.

2.2.2 Predimensionamiento de pantallas. Tercera vía Óscar Benavides (PK 5+456.80).

2.2.2.1 Pantallas tipo A

La sección de cálculo queda definida por la cota de cada uno de los elementos estructurales (pantallas y losas) así como de los espesores de éstos. De esta forma se tiene:

Pantallas tipo A	
Referencia	Cotas (m) relativas a terreno
Origen terreno	0.00





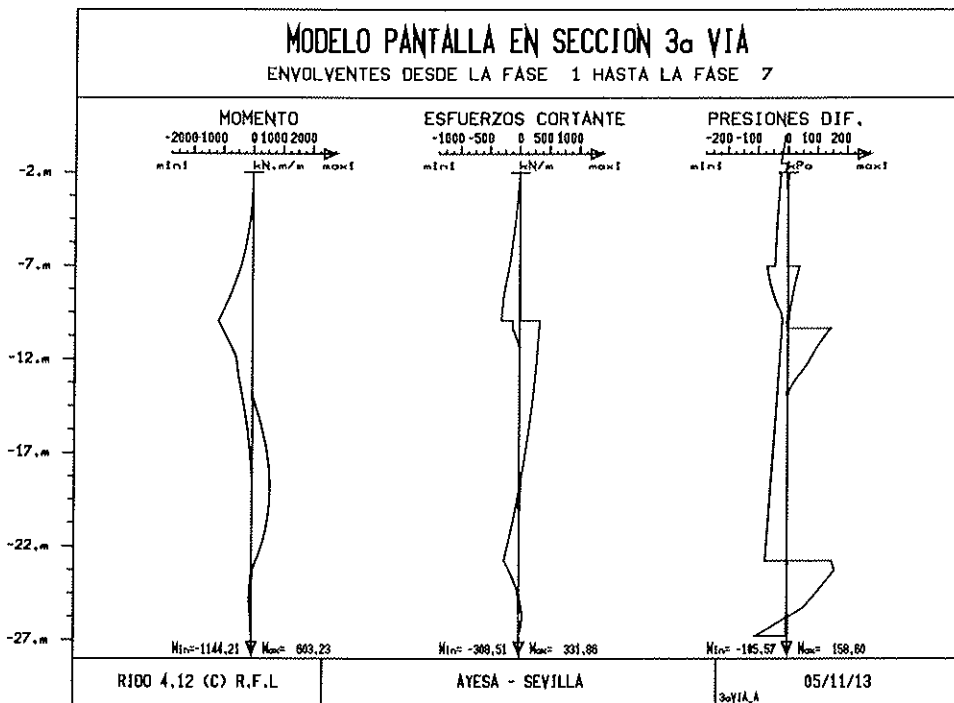
A.6.9 Excavación en Trinchera

003040

Cabeza de pantalla	-2.00
Dintel	-2.85
Losa nivel 1	-9.95
Losa de fondo	-22.17
Excav. Máxima	-22.77
Pie de pantalla	-26.77

- Envolventes de esfuerzos

Se presenta a continuación las envolventes de esfuerzos característicos obtenidos del cálculo para cada una de las secciones. Se presentan las envolventes a corto plazo (fases constructivas) y a largo plazo con y sin sismo.



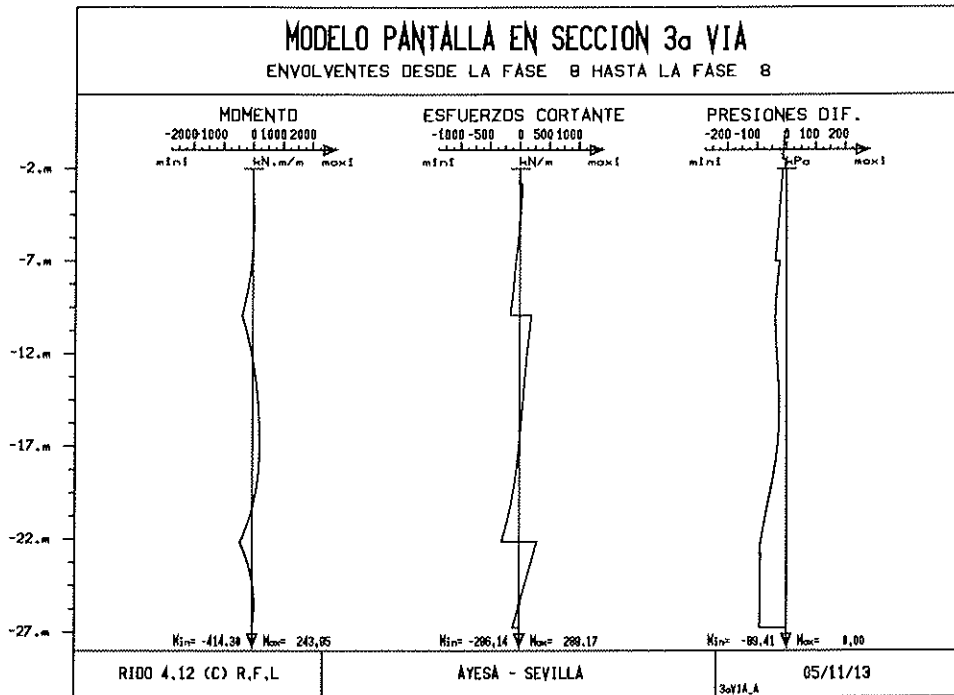
Envolventes pantalla Tipo A. Corto plazo



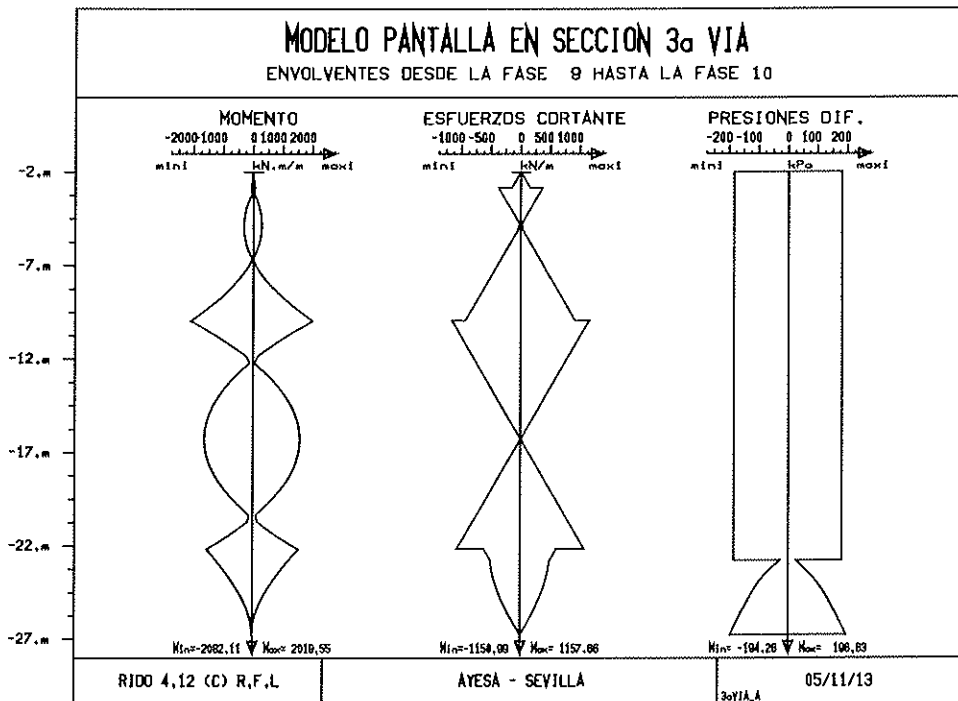


A.6.9 Excavación en Trinchera

003941



Envolventes pantalla Tipo A. Largo plazo



Envolventes pantalla Tipo A. Largo plazo situación sísmica

- Verificación de desplazamientos

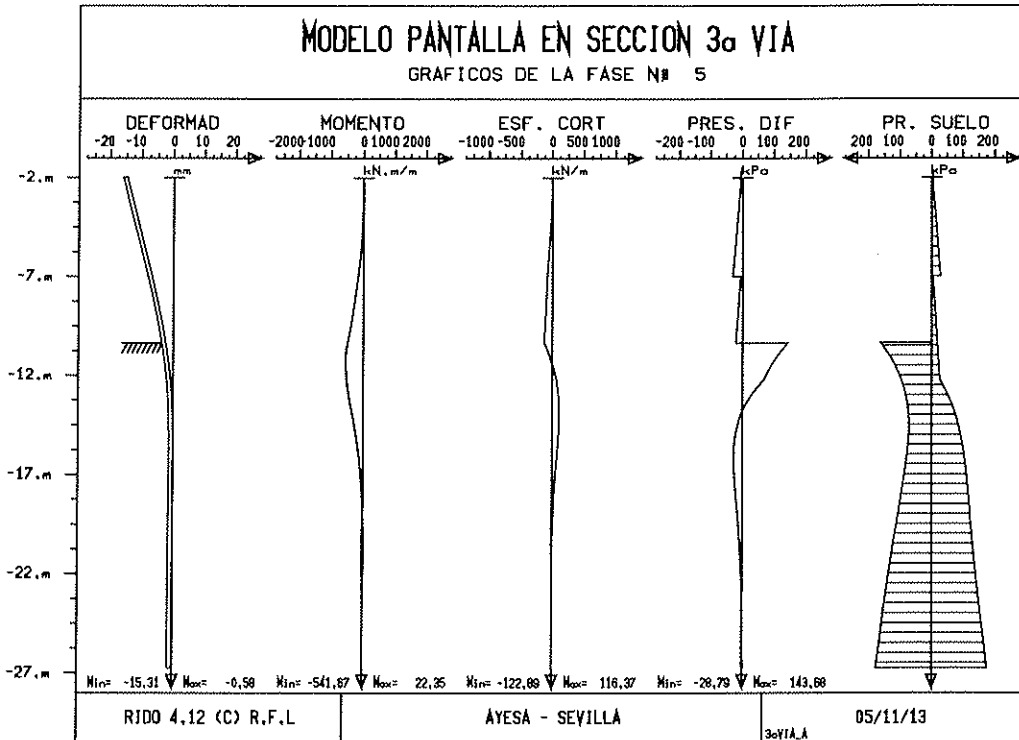
Se presenta a continuación la deformada pésima de la sección de cálculo:





A.6.9 Excavación en Trinchera

003042



Comprobándose que se cumple la limitación de desplazamiento máximo de 20 mm adoptada.

- Cuantías

Por aplicación de las combinaciones adoptadas para el Estudio y que se recogen en las Bases de Cálculo, se obtienen los esfuerzos de diseño que proporcionan el armado de la pantalla.

Para la verificación de la sección frente a ELS de fisuración, se adopta una abertura máxima de fisura de $w_{max} = 0,40$ mm en secciones sin contacto con el terreno, y de $w_{max} = 0,33$ mm en secciones en contacto permanente con el mismo.

La relación de armados en la pantalla se resume en la siguiente tabla, indicándose la cuantía de acero obtenida.

ARMADO		CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN INTRADÓS		175 kg/m3
BASE	7 Ø 1" pml 7 Ø 1 1/4 pml	
REFUERZO	7 Ø 5/8" pml	
ARMADURA FLEXIÓN TRASDÓS		
BASE	7 Ø 1" pml 7 Ø 1 1/4" pml	
REFUERZO	7 Ø 1 1/4" pml 7 Ø 5/8" pml	
ARMADURA CORTANTE		





A.6.9 Excavación en Trinchera

BASE	2c Ø 3/8" @ 200 pml
REFUERZO	3c Ø 1/2" @ 200 pml

003043

2.2.2.2 Pantallas tipo B

La sección de cálculo queda definida por la cota de cada uno de los elementos estructurales (pantallas y losas) así como de los espesores de éstos. De esta forma se tiene:

Pantallas tipo B	
Referencia	Cotas (m) (relativas a terreno Z=0)
Origen terreno	0.00
Cabeza de pantalla	-2.00
Dintel	-2.85
Losa nivel 1	-12.96
Losa de fondo	-22.15
Excav. Máxima	-22.45
Pie de pantalla	-26.45

- Envolventes de esfuerzos

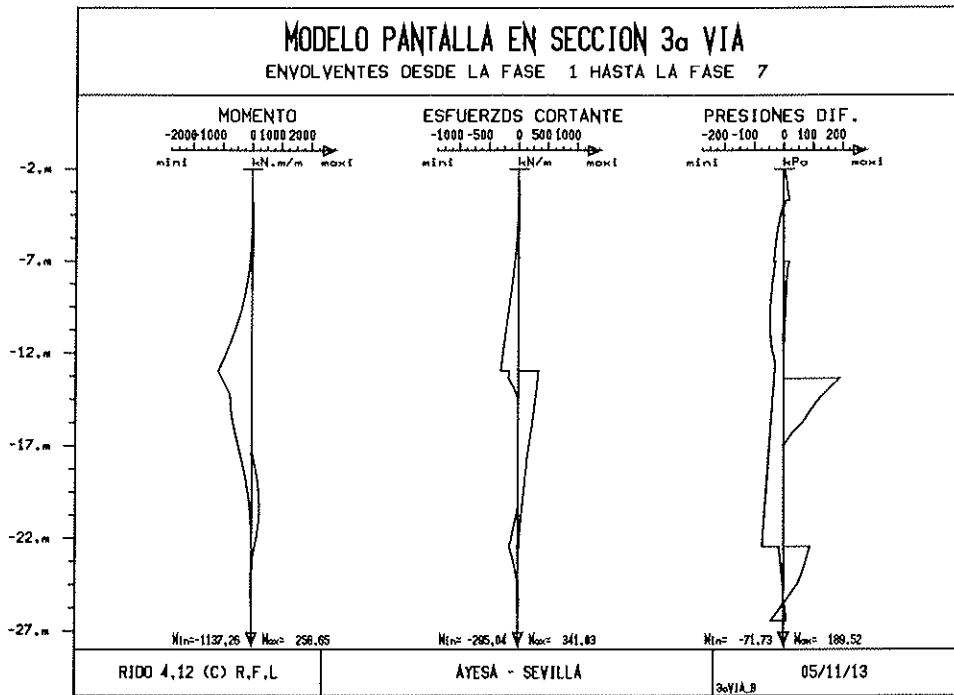
Se presentan a continuación las envolventes de esfuerzos característicos obtenidos del cálculo para cada una de las secciones. Se presentan las envolventes a corto plazo (fases constructivas) y a largo plazo con y sin sismo.



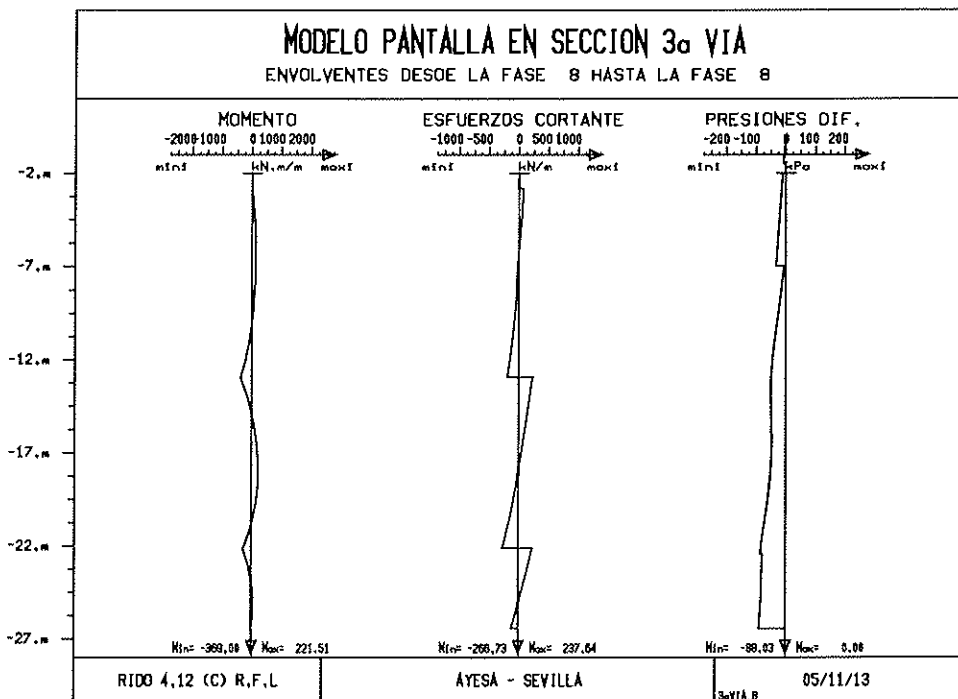


A.6.9 Excavación en Trinchera

003044



Envolventes pantalla Tipo B. Corto plazo



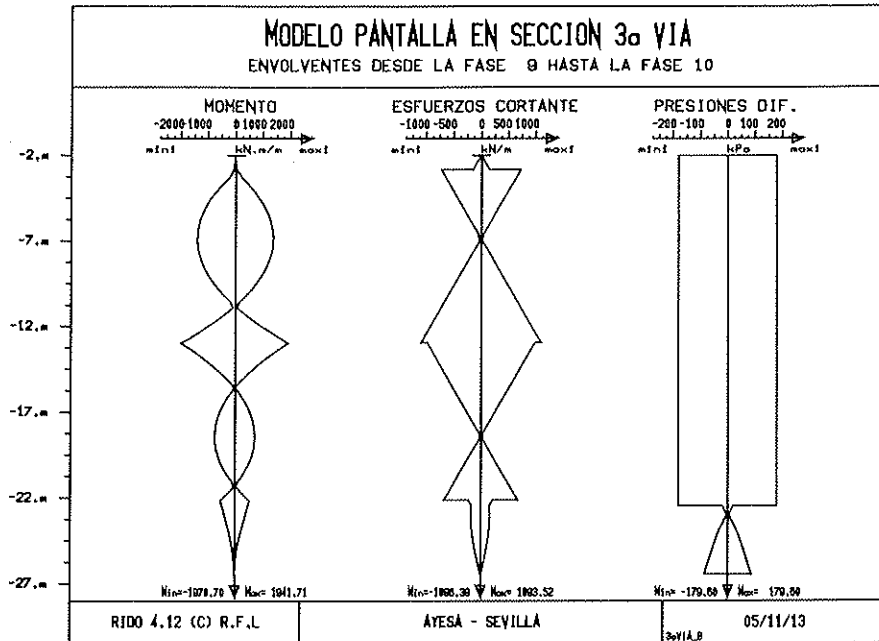
Envolventes pantalla Tipo B. Largo plazo





A.6.9 Excavación en Trinchera

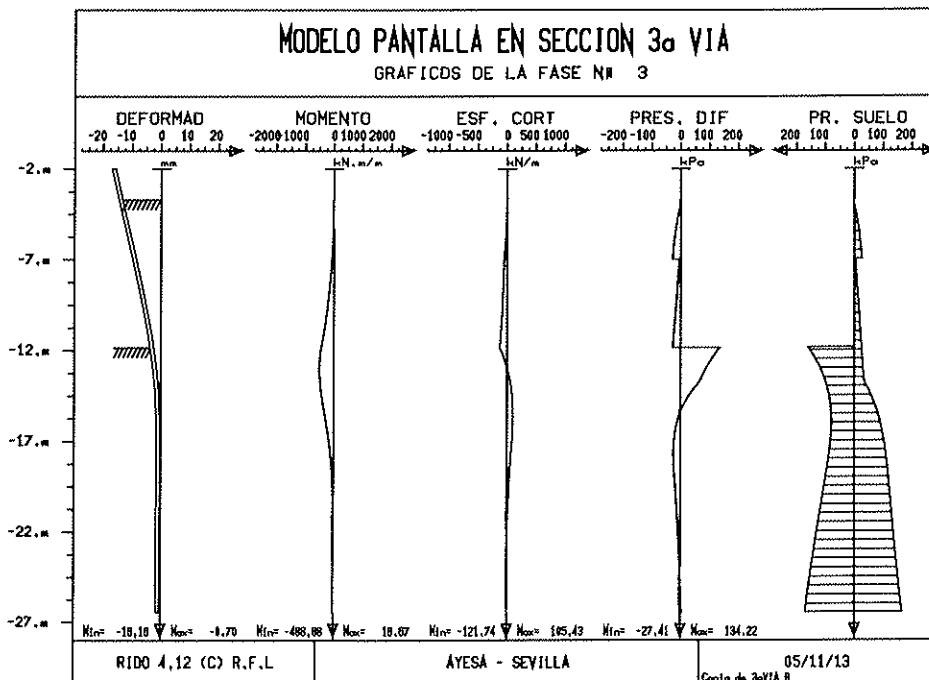
003045



Envolventes pantalla Tipo B. Largo plazo situación sísmica

- Verificación de desplazamientos

Se presenta a continuación la deformada pésima de la sección de cálculo:



Comprobándose que se cumple la limitación de desplazamiento máximo de 20 mm adoptada.





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Cuantías

003046

Por aplicación de las combinaciones adoptadas para el Estudio y que se recogen en las Bases de Cálculo, se obtienen los esfuerzos de diseño que proporcionan el armado de la pantalla.

Para la verificación de la sección frente a ELS de fisuración, se adopta una abertura máxima de fisura de $w_{max} = 0,40$ mm en secciones sin contacto con el terreno, y de $w_{max} = 0,33$ mm en secciones en contacto permanente con el mismo.

La relación de armados en la pantalla se resume en la siguiente tabla, indicándose la cuantía de acero obtenida.

ARMADO		CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN INTRADÓS		170 kg/m3
BASE	7 Ø 1" pml	
	7 Ø 1 1/4 pml	
REFUERZO	7 Ø 1 1/4 pml	
ARMADURA FLEXIÓN TRASDÓS		
BASE	7 Ø 1" pml	
	7 Ø 1 1/4" pml	
REFUERZO	7 Ø 1 1/4" pml	
ARMADURA CORTANTE		
BASE	2c Ø 3/8" @ 200 pml	
REFUERZO	3c Ø 1/2" @ 200 pml	

2.2.2.3 Pantallas tipo C

La sección de cálculo queda definida por la cota de cada uno de los elementos estructurales (pantallas y losas) así como de los espesores de éstos. De esta forma se tiene:

Pantallas tipo C	
Referencia	Cotas (m) (relativas a terreno Z=0)
Origen terreno	0.00
Cabeza de pantalla	-2.00
Dintel	-2.85
Losa nivel 1	-9.12
Losa nivel 2	-13.92
Losa de fondo	-23.10
Excav. Máxima	-23.41
Pie de pantalla	-27.41



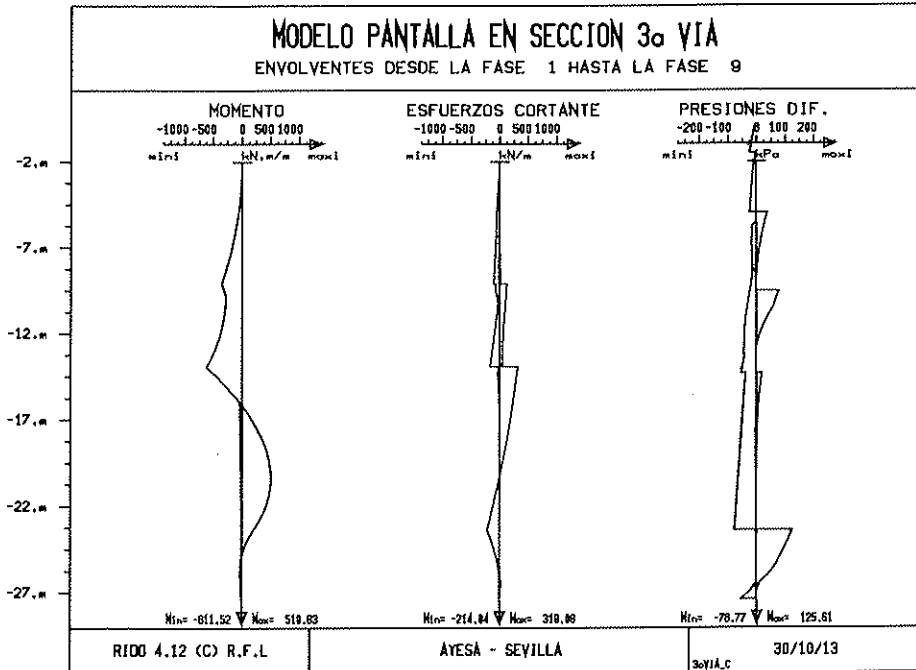


A.6.9 Excavación en Trinchera

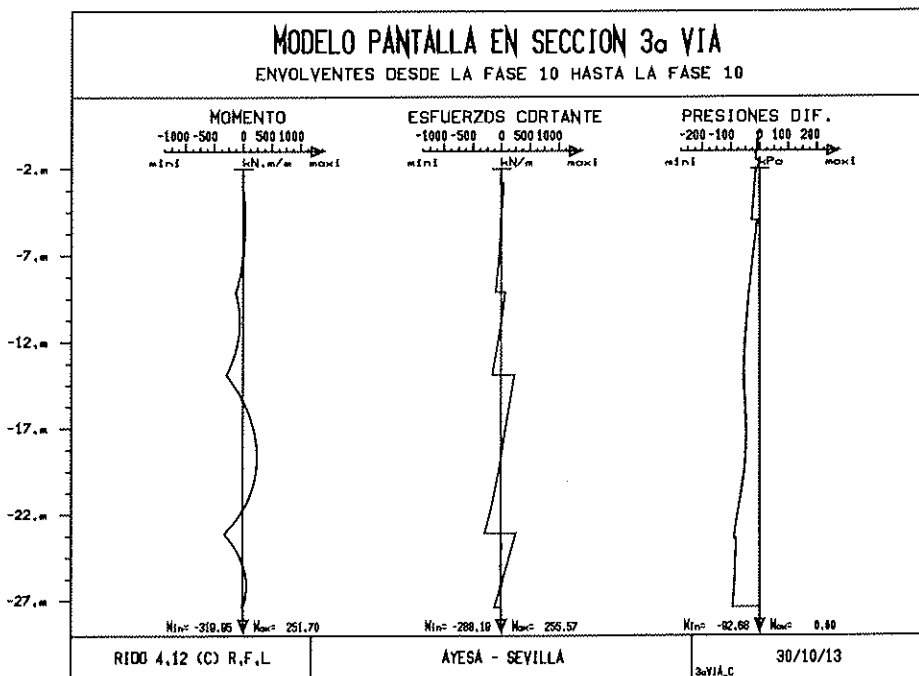
- Envolventes de esfuerzos

003047

Se presentan a continuación las envolventes de esfuerzos característicos obtenidos del cálculo para cada una de las secciones. Se presentan las envolventes a corto plazo (fases constructivas) y a largo plazo con y sin sismo.



Envolventes pantalla Tipo C. Corto plazo



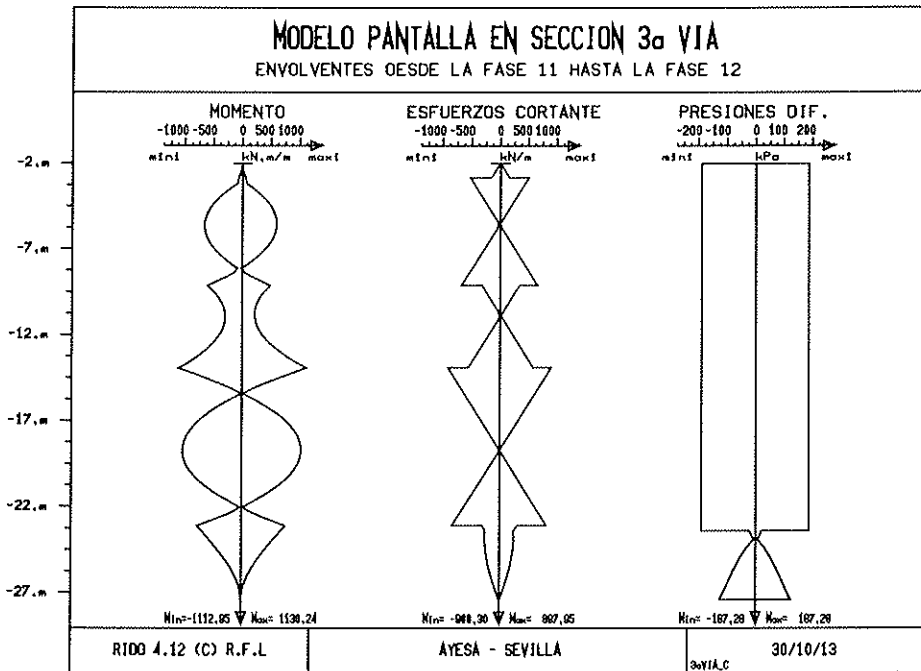
Envolventes pantalla Tipo C. Largo plazo





A.6.9 Excavación en Trinchera

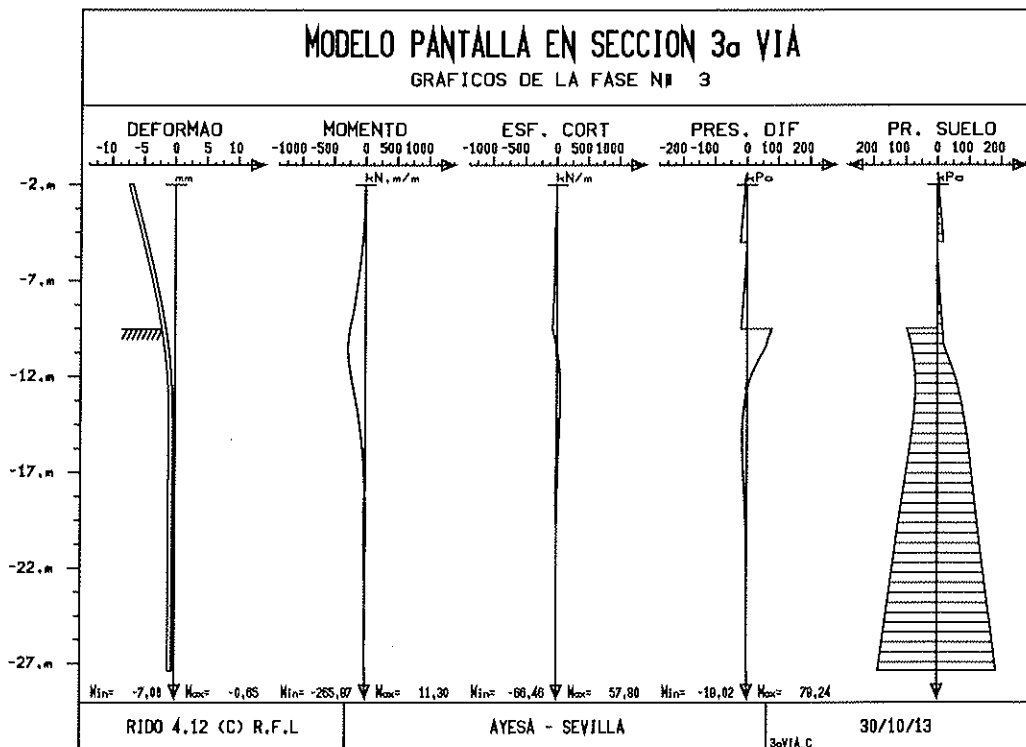
003048



Envoltentes pantalla Tipo C. Largo plazo situación sísmica

- Verificación de desplazamientos

Se presenta a continuación la deformada pésima de la sección de cálculo:



Comprobándose que se cumple la limitación de desplazamiento máximo de 20 mm adoptada.





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Cuantías

Por aplicación de las combinaciones adoptadas para el Estudio y que se recogen en las Bases de Cálculo, se obtienen los esfuerzos de diseño que proporcionan el armado de la pantalla.

Para la verificación de la sección frente a ELS de fisuración, se adopta una abertura máxima de fisura de $w_{max} = 0,40$ mm en secciones sin contacto con el terreno, y de $w_{max} = 0,33$ mm en secciones en contacto permanente con el mismo.

La relación de armados en la pantalla se resume en la siguiente tabla, indicándose la cuantía de acero obtenida.

ARMADO		CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN INTRADÓS		125 kg/m ³
BASE	7 Ø 1" pml	
REFUERZO	7 Ø 5/8" pml 7 Ø 3/4" pml	
ARMADURA FLEXIÓN TRASDÓS		
BASE	7 Ø 1" pml	
REFUERZO	7 Ø 5/8" pml 7 Ø 3/4" pml	
ARMADURA CORTANTE		
BASE	2c Ø 3/8" @ 200 pml	
REFUERZO	2c Ø 1/2" @ 200 pml	

2.2.2.4 Pantallas tipo D

La sección de cálculo queda definida por la cota de cada uno de los elementos estructurales (pantallas y losas) así como de los espesores de éstos. De esta forma se tiene:

Pantallas tipo D	
Referencia	Cotas (m) (relativas a terreno Z=0)
Origen terreno	0.00
Cabeza de pantalla	-2.00
Dintel	-2.75
Losa nivel 1	-12.35
Losa de fondo	-23.79
Excav. Máxima	-24.09
Pie de pantalla	-28.09

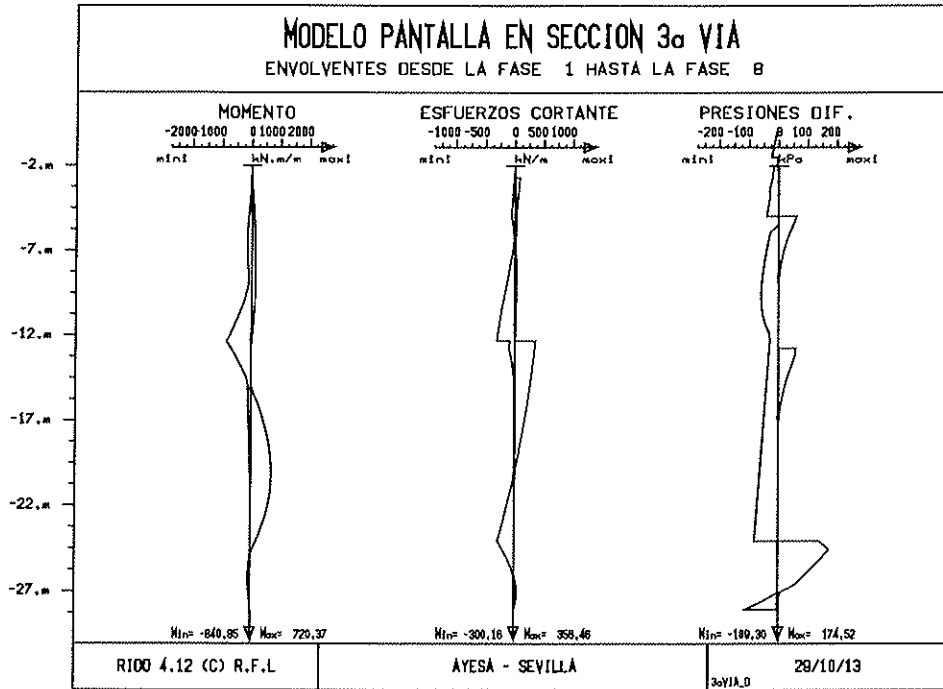




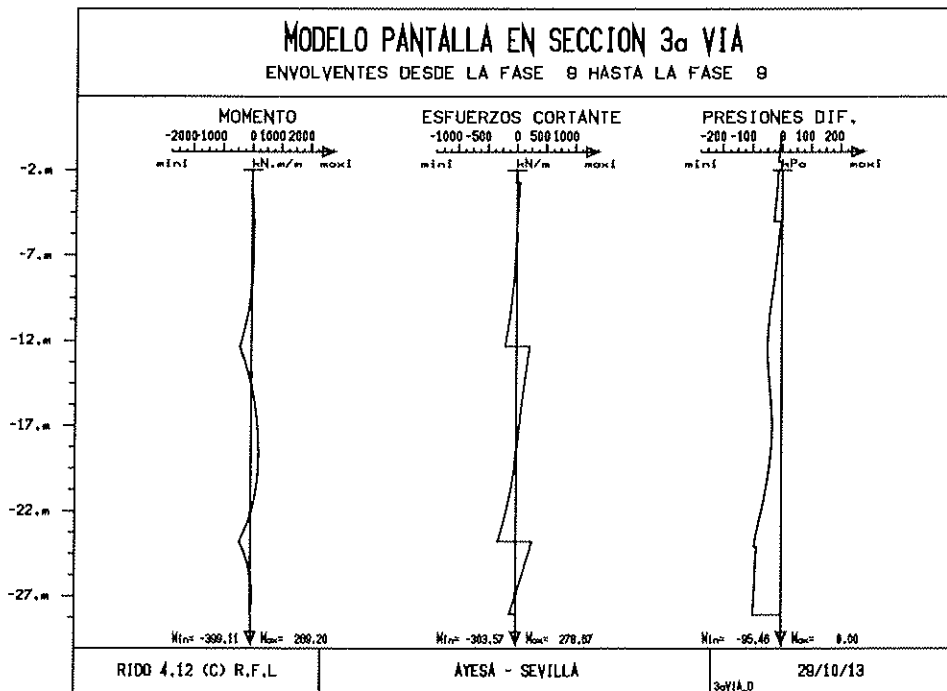
A.6.9 Excavación en Trinchera

- Envolventes de esfuerzo

Se presentan a continuación las envolventes de esfuerzos característicos obtenidos del cálculo para cada una de las secciones. Se presentan las envolventes a corto plazo (fases constructivas) y a largo plazo con y sin sismo.



Envolventes pantalla Tipo D. Corto plazo



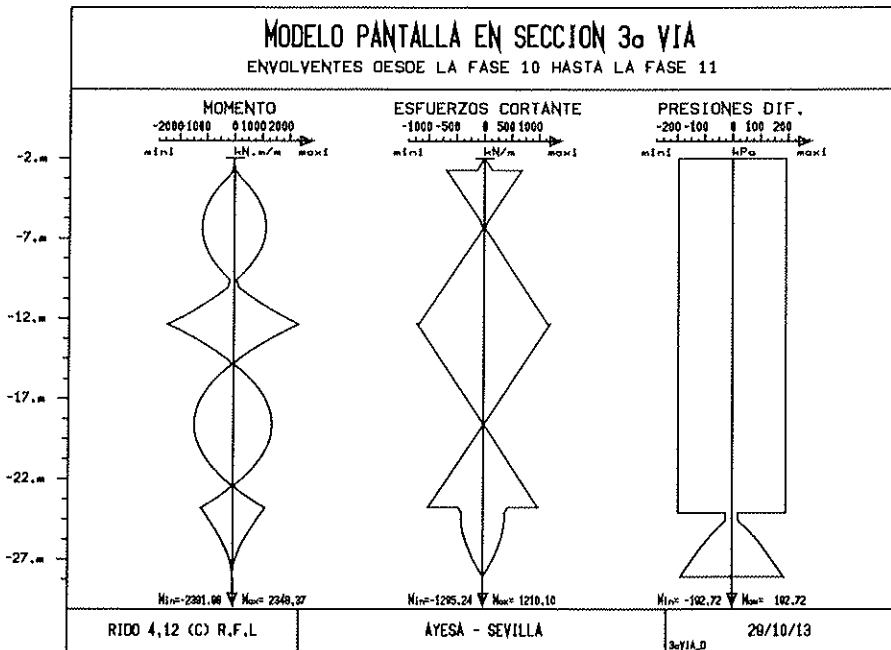
Envolventes pantalla Tipo D. Largo plazo





A.6.9 Excavación en Trinchera

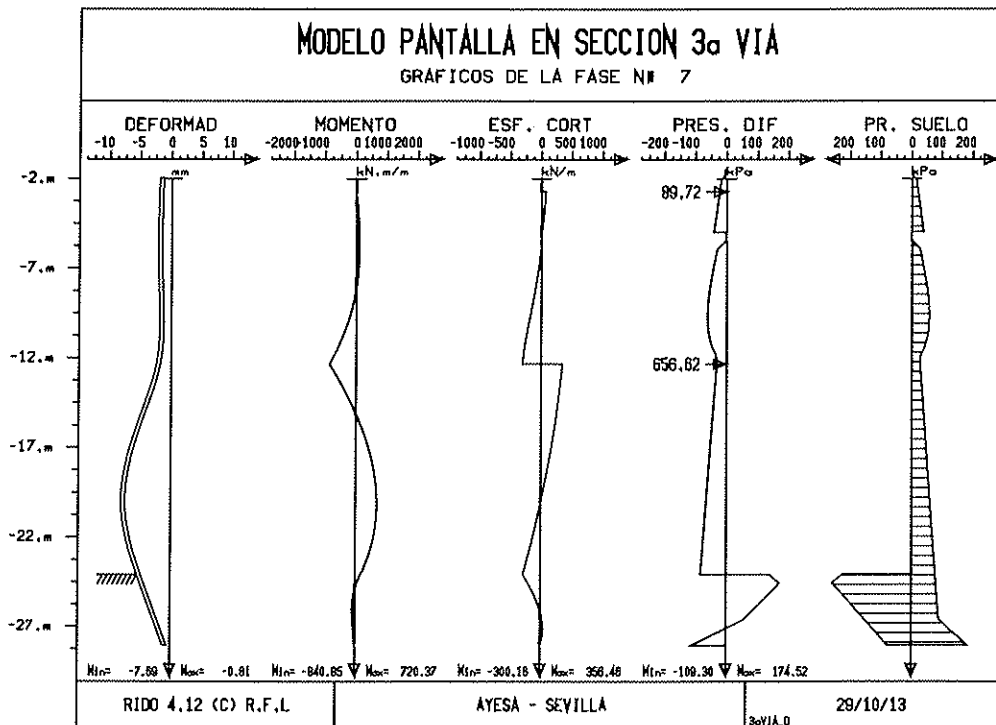
003051



Envolventes pantalla Tipo D. Largo plazo situación sísmica

- Verificación de desplazamientos

Se presenta a continuación la deformada pésima de la sección de cálculo:



Comprobándose que se cumple la limitación de desplazamiento máximo de 20 mm adoptada.





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Cuantías

003052

Por aplicación de las combinaciones adoptadas para el Estudio y que se recogen en las Bases de Cálculo, se obtienen los esfuerzos de diseño que proporcionan el armado de la pantalla.

Para la verificación de la sección frente a ELS de fisuración, se adopta una abertura máxima de fisura de $w_{max} = 0,40$ mm en secciones sin contacto con el terreno, y de $w_{max} = 0,33$ mm en secciones en contacto permanente con el mismo.

La relación de armados en la pantalla se resume en la siguiente tabla, indicándose la cuantía de acero obtenida.

ARMADO		CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN INTRADÓS		195 kg/m ³
BASE	7 Ø 1 1/4" pml	
REFUERZO	7 Ø 1 1/4" pml 7 Ø 5/8" pml	
ARMADURA FLEXIÓN TRASDÓS		
BASE	7 Ø 1 1/4" pml	
REFUERZO	7 Ø 1 1/4" pml 7 Ø 5/8" pml	
ARMADURA CORTANTE		
BASE	2c Ø 3/8" @ 200 pml	
REFUERZO	3c Ø 1/2" @ 200 pml	

2.2.3 Predimensionamiento de pantallas. Tercera vía Parque Murillo (PK 10+492.51).

2.2.3.1 *Pantallas tipo A*

La sección de cálculo queda definida por la cota de cada uno de los elementos estructurales (pantallas y losas) así como de los espesores de éstos. De esta forma se tiene:

Pantallas tipo A	
Referencia	Cotas (m) (relativas a terreno Z=0)
Origen terreno	0.00
Cabeza de pantalla	-2.00
Dintel	-2.85
Losa nivel 1	-14.90
Losa de fondo	-23.95
Excav. Máxima	-24.25
Pie de pantalla	-28.25

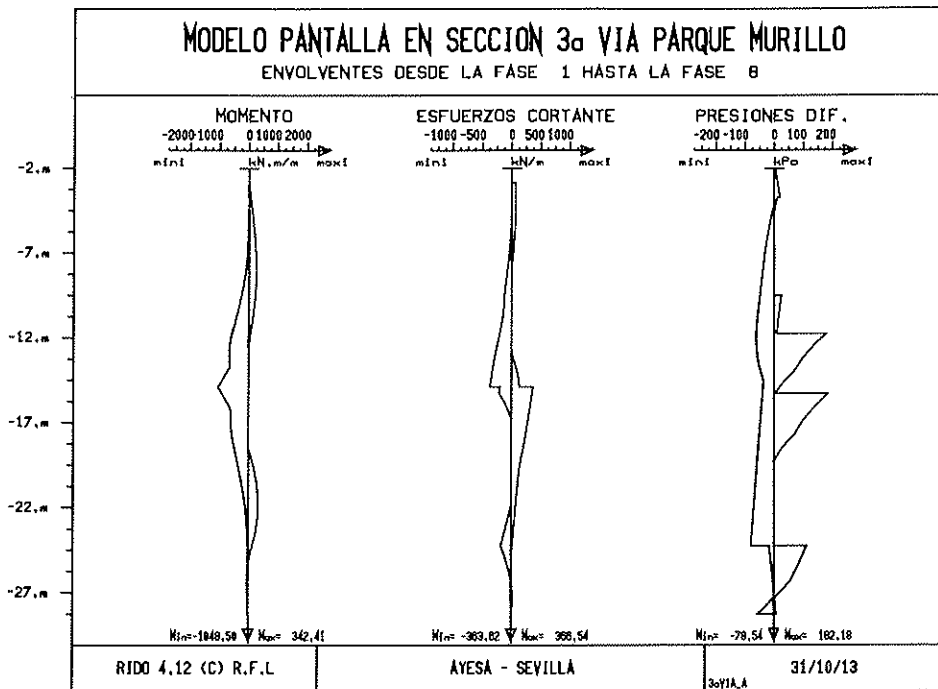
- Envoltentes de esfuerzos



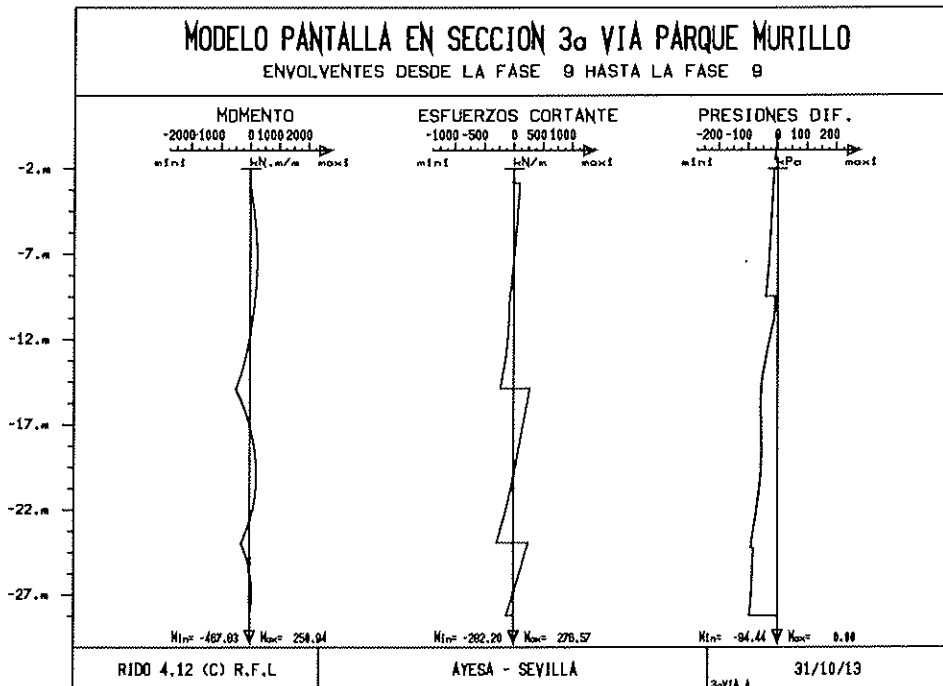


A.6.9 Excavación en Trinchera

Se presentan a continuación las envolventes de esfuerzos característicos obtenidos del cálculo para cada una de las secciones. Se presentan las envolventes a corto plazo (fases constructivas) y a largo plazo con y sin sismo.



Envolventes pantalla Tipo A. Corto plazo

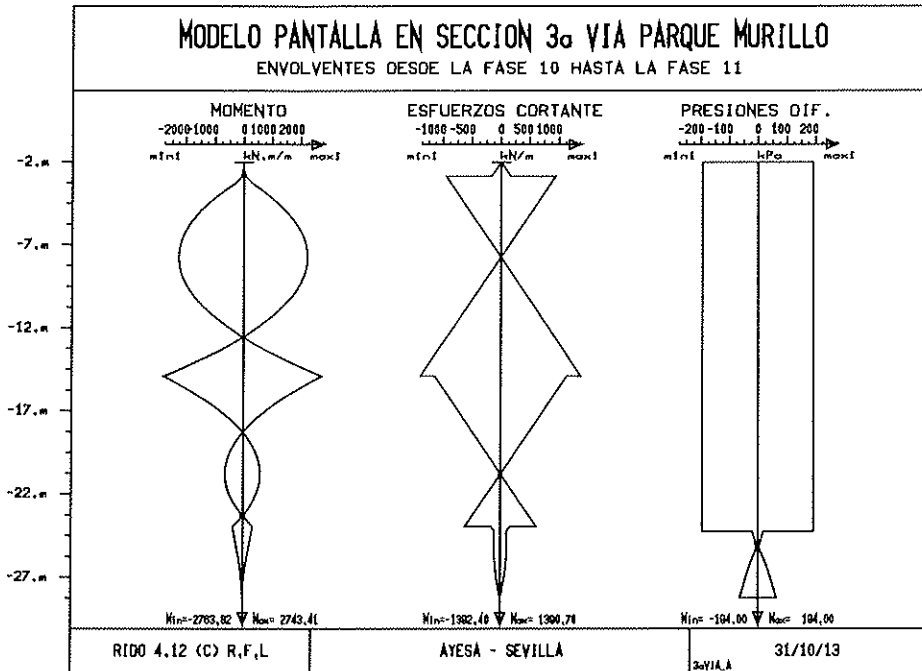


Envolventes pantalla Tipo A. Largo plazo





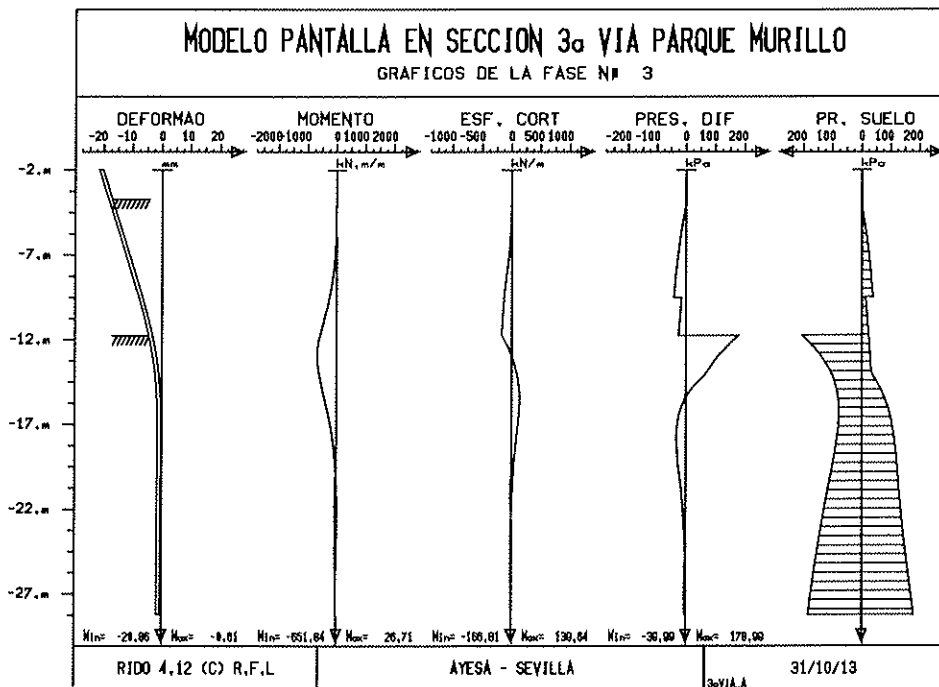
A.6.9 Excavación en Trinchera



Envolventes pantalla Tipo A. Largo plazo situación sísmica

- Verificación de desplazamientos

Se presenta a continuación la deformada pésima de la sección de cálculo:



Comprobándose que se cumple la limitación de desplazamiento máximo de 20 mm adoptada.





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Cuantías

003955

Por aplicación de las combinaciones adoptadas para el Estudio y que se recogen en las Bases de Cálculo, se obtienen los esfuerzos de diseño que proporcionan el armado de la pantalla.

Para la verificación de la sección frente a ELS de fisuración, se adopta una abertura máxima de fisura de $w_{max} = 0,40$ mm en secciones sin contacto con el terreno, y de $w_{max} = 0,33$ mm en secciones en contacto permanente con el mismo.

La relación de armados en la pantalla se resume en la siguiente tabla, indicándose la cuantía de acero obtenida

ARMADO		CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN INTRADÓS		195 kg/m ³
BASE	8 Ø 1 1/4" pml	
REFUERZO	8 Ø 1" pml 8 Ø 1 1/4 pml	
ARMADURA FLEXIÓN TRASDÓS		
BASE	8 Ø 1" pml 8 Ø 1 1/4 pml	
REFUERZO	8 Ø 1" pml 8 Ø 1 1/4 pml	
ARMADURA CORTANTE		
BASE	2c Ø 3/8" @ 200 pml	
REFUERZO	2c Ø 1/2" @ 200 pml 3c Ø 1/2" @ 100 pml	

2.2.3.2 Pantallas tipo B

La sección de cálculo queda definida por la cota de cada uno de los elementos estructurales (pantallas y losas) así como de los espesores de éstos. De esta forma se tiene:

Pantallas tipo B	
Referencia	Cotas (m) (relativas a terreno Z=0)
Origen terreno	0.00
Cabeza de pantalla	-2.00
Dintel	-2.85
Losa nivel 1	-11.40
Losa nivel 2	-18.21
Losa de fondo	-27.30
Excav. Máxima	-27.60
Pie de pantalla	-31.60

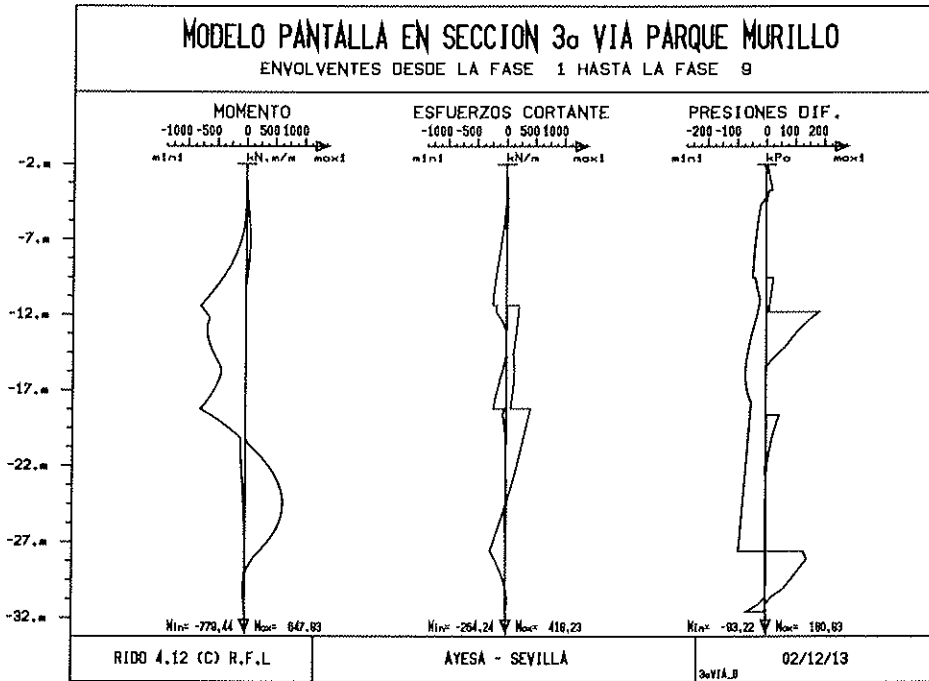




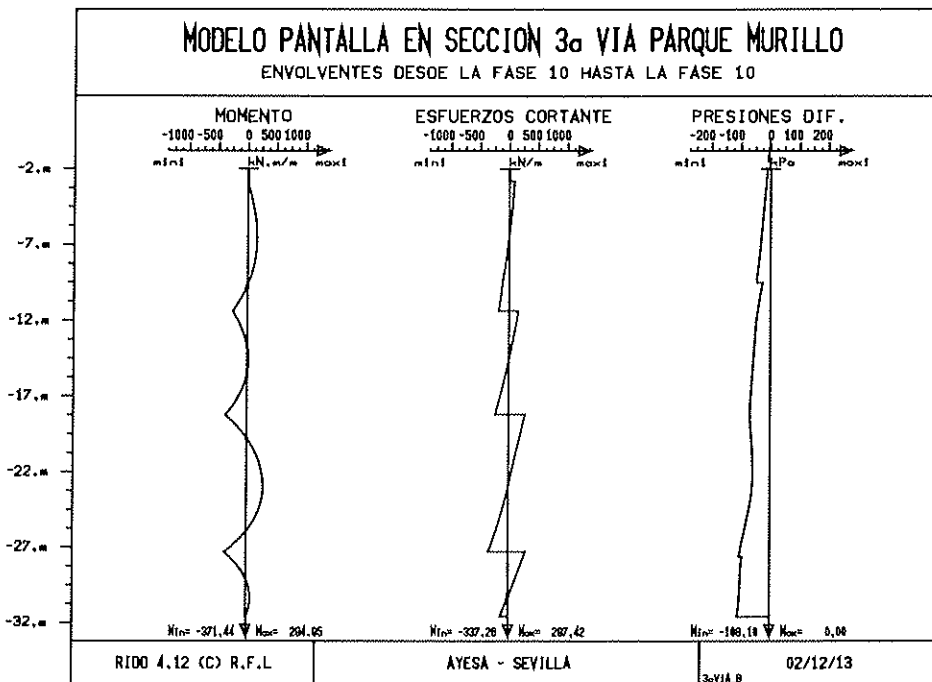
A.6.9 Excavación en Trinchera

- Envolventes de esfuerzos

Se presentan a continuación las envolventes de esfuerzos característicos obtenidos del cálculo para cada una de las secciones. Se presentan las envolventes a corto plazo (fases constructivas) y a largo plazo con y sin sismo.



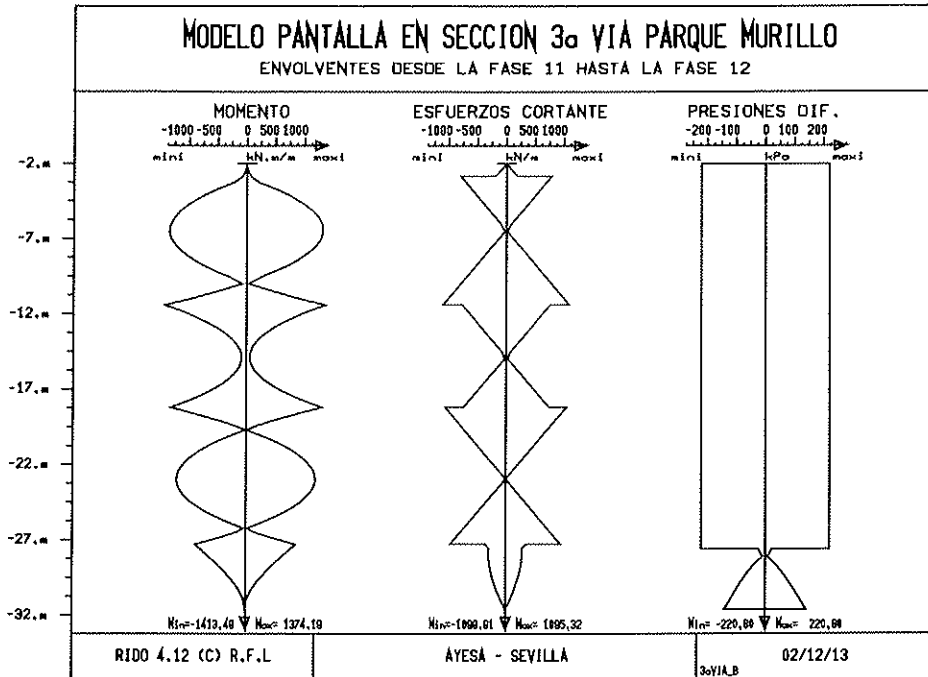
Envolventes pantalla Tipo B. Corto plazo



Envolventes pantalla Tipo B. Largo plazo



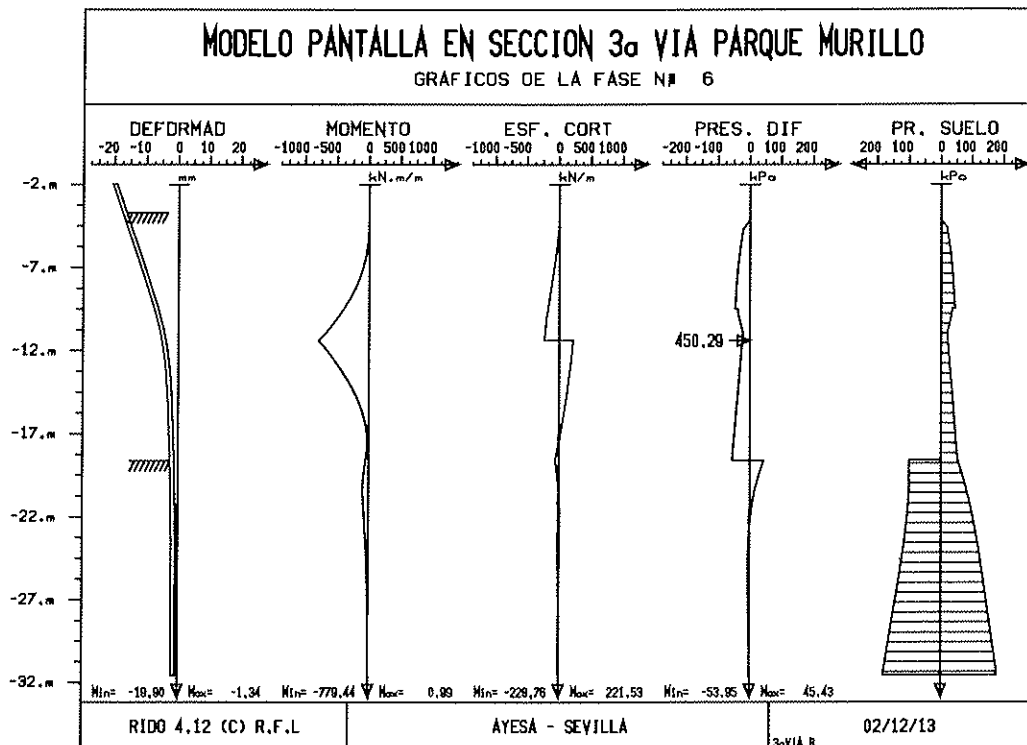
A.6.9 Excavación en Trinchera



Envolventes pantalla Tipo B. Largo plazo situación sísmica

- Verificación de desplazamientos

Se presenta a continuación la deformada pésima de la sección de cálculo:



Comprobándose que se cumple la limitación de desplazamiento máximo de 20 mm adoptada.





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Cuantías

Por aplicación de las combinaciones adoptadas para el Estudio y que se recogen en las Bases de Cálculo, se obtienen los esfuerzos de diseño que proporcionan el armado de la pantalla.

Para la verificación de la sección frente a ELS de fisuración, se adopta una abertura máxima de fisura de $w_{max} = 0,40$ mm en secciones sin contacto con el terreno, y de $w_{max} = 0,33$ mm en secciones en contacto permanente con el mismo.

La relación de armados en la pantalla se resume en la siguiente tabla, indicándose la cuantía de acero obtenida

ARMADO		CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN INTRADÓS		165 kg/m ³
BASE	7 Ø 1 1/4" pml	
ARMADURA FLEXIÓN TRASDÓS		
BASE	7 Ø 1 1/4" pml	
REFUERZO	7 Ø 5/8" pml	
ARMADURA CORTANTE		
BASE	2c Ø 3/8" @ 200 pml	
REFUERZO	3c Ø 1/2" @ 200 pml	

2.3 LOSAS

2.3.1 Dintel

2.3.1.1 Generalidades

Como se explica con anterioridad, el procedimiento constructivo planteado para las terceras vías persigue maximizar el volumen de excavación que puede realizarse a cielo abierto. En consecuencia el elemento estructural para la cubrición del recinto de las terceras vías debe permitir su ejecución una vez excavado por debajo del mismo.

Por esta razón, se plantea una solución a base de vigas pretensadas apoyadas en las pantallas y losa de compresión de hormigón armado in situ sobre éstas.

Las vigas son tipo AASHTO IV dispuestas a una distancia de 160 cm entre ejes. La capa de compresión consta de un espesor total de 25 cm.

Esta solución supone la totalidad de la cubrición de las terceras vías próximas a las estaciones de Parque Murillo y Nicolás Arriola, mientras que en la tercera vía contigua a Oscar Benavides existe un tramo de 50 m planteado mediante losa maciza de hormigón armado.

Dicho tramo coincide con la prolongación de la zona estrecha de la estación y se debe a requerimientos técnicos de la propia estación. En este caso, la losa tiene un dimensionamiento similar al dintel de la zona estrecha de la estación, dado que las luces de cálculo son semejantes.





A.6.9 Excavación en Trinchera

2.3.2 Losas estampadoras

2.3.2.1 Generalidades de cálculo

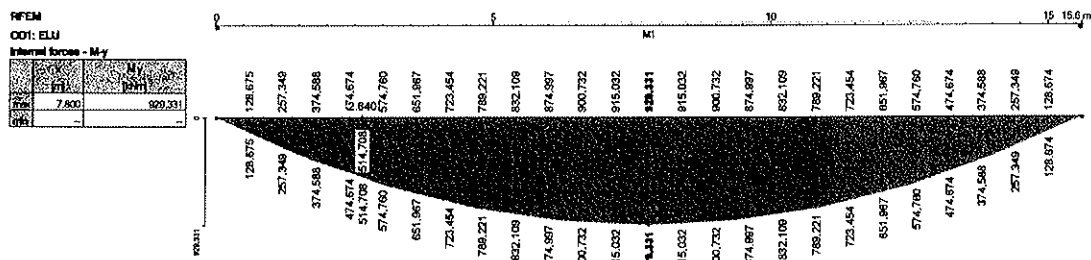
Los sistemas de arriostamiento planteados en las terceras vías consisten en losas macizas de hormigón armado in situ. La luz de cálculo de las losas corresponde a la luz interior del recinto entre pantallas (15.90 m) y constan de 80 cm de canto.

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).

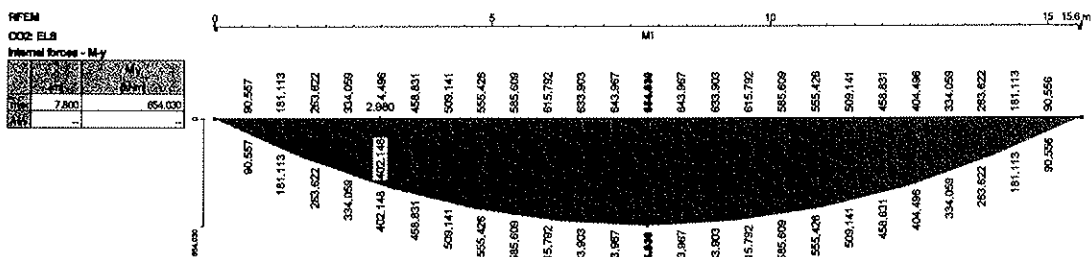
A efectos de cargas, la losa sólo se ve sometida a la acción de su propio peso y a la compresión de las pantallas, dado que la finalidad única de este tipo de elemento es la de arriostamiento. No obstante, se ha considerado conveniente incluir una carga viva de 1.50 KN/m² distribuida en la losa, en previsión de posibles circulaciones ligeras sobre la misma.

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.

• **Envoltentes de esfuerzos**



Momentos flectores ELU



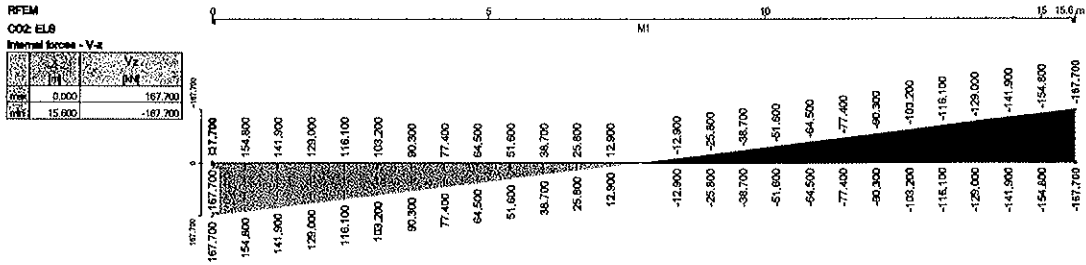
Momentos flectores ELS





A.6.9 Excavación en Trinchera

003960



Cortantes ELU

- Cuantías

Las cuantías obtenidas en el predimensionamiento de la losa son las siguientes

ARMADO	CUANTÍA TOTAL
ARMADURA FLEXIÓN TRANSVERSAL INFERIOR	75 kg/m3
BASE Ø 3/4" c/10	
ARMADURA FLEXIÓN TRANSVERSAL SUPERIOR	
BASE Ø 1/2" c/10	
ARMADURA FLEXIÓN LONGITUD. INFERIOR	
BASE Ø 3/8" c/10	
ARMADURA FLEXIÓN LONGITUD. SUPERIOR	
BASE Ø 3/8" c/10	

2.3.3 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.

2.3.3.1 Metodología.

Para el cálculo de la losa de fondo se han tenido las siguientes consideraciones preliminares:

- o 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.





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Se ha considerado un módulo de balasto vertical bajo la losa de $K_v=15.000\text{kN/m}^3$. 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.

2.3.3.2 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/m^2 → 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/m^2 → CM.vías.
- Carga variable asociada a la explotación de las vías de 5kPa → CV.vías
- 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.



[3420]

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



A.6.9 Excavación en Trinchera

003062

<p>A.6.9.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

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

**A.6.9. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA (MÉTODO
CUT & COVER)
APÉNDICE 3. CÁLCULOS DE RAMALES
SANTA ANITA.**




A.6.9 Excavación en Trinchera

Índice

003064

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 estampadoras	15
8.3 Losas de Fondo	17





A.6.9 Excavación en Trinchera

003065

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.

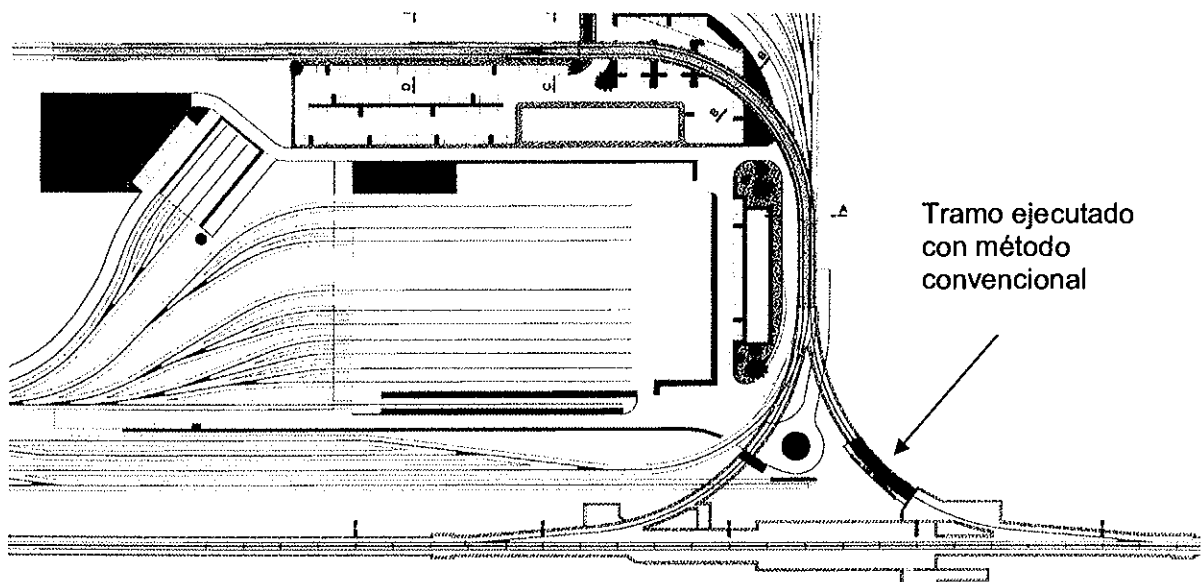


Figura 1-1. Planta de los ramales Santa Anita

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)



A.6.9 Excavación en Trinchera

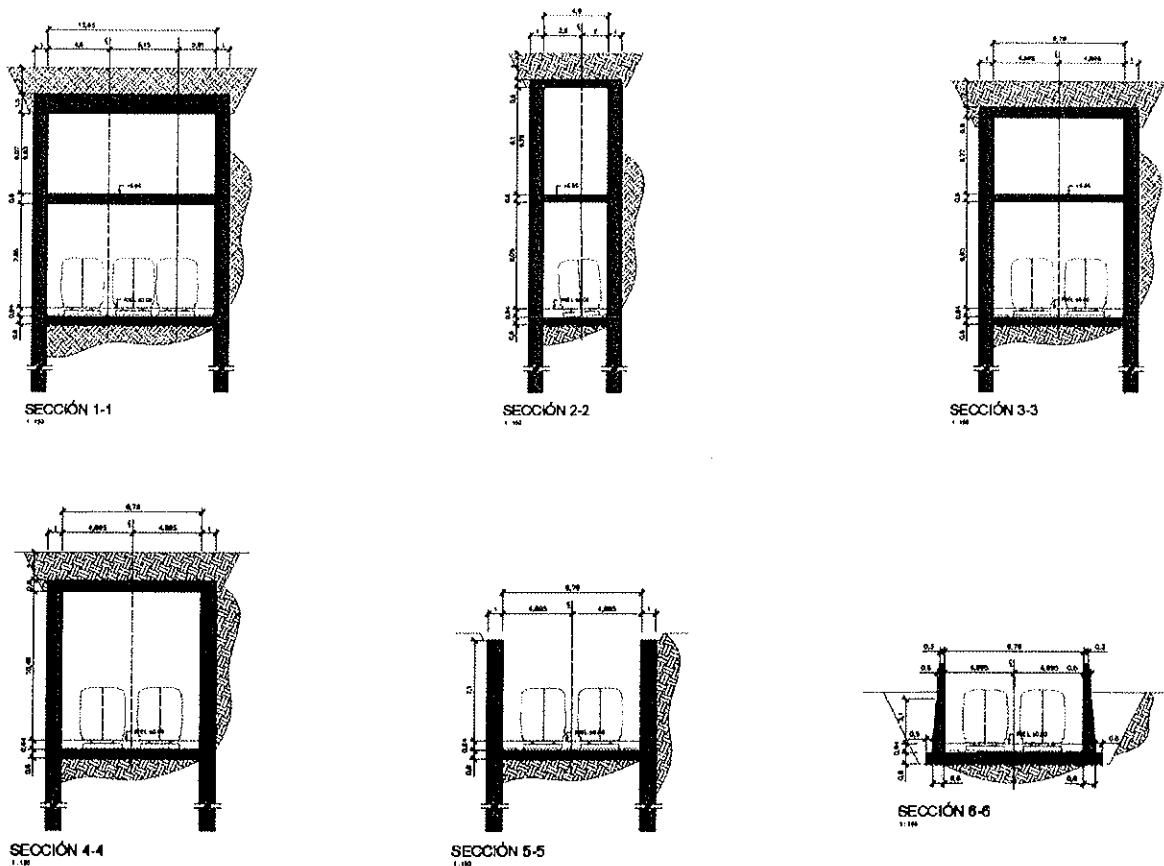


Figura 1-2. Secciones ramal Santa Anita

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 arriostamiento.
- 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.



A.6.9 Excavación en Trinchera

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 (MPa)
Concreto pre y post tensado	
A	34,3 MPa (350 Kg/cm ²)
B	31,4 Mpa (320 Kg/cm ²)
Concreto reforzado	
C	27,4 MPa (280 Kg/cm ²)
D	20,6 MPa (210 Kg/cm ²)
E	17,2 MPa (175 Kg/cm ²)
Concreto simple	
F	13,7 MPa (140 Kg/cm ²)
Concreto ciclópeo	
G	17,2 MPa (175 Kg/cm ²)
H	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 mínima 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	f_y min (kg/cm ²)	f_y max (kg/cm ²)	f_u min (kg/cm ²)	f_u/f_y (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:
 - o Barras 5/8" o menores □ de 40 mm
 - o Barras 3/4" o mayores □ de 50 mm
- c) Concreto no expuesto al ambiente:
 - o Losas o aligerados
 - o Barras de 1 11/16" y 2 1/4" 40 mm(2)


A.6.9 Excavación en Trinchera

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)(*)

003068

(*) 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/m ²	Carga viva uniforme (CV) KN/m ²	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/m ²	Carga viva uniforme (CV) KN/m ²	Carga viva concentrada (CVC) KN en 300x300 mm
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. 15, y a A3-18.3.2





A.6.9 Excavación en Trinchera

- Se considera una densidad de tierras de 20 KN/m³
- (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.

003069

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:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,73 \quad (6.5)$$

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 :

$$r = t \cdot \phi \cdot \left(1 + \frac{v - 60}{140} \right) = 2 \cdot 0,2 \cdot \left(1 + \frac{80 - 60}{140} \right) \approx 0,46$$

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:

- o 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:



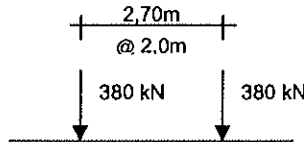
003070

A.6.9 Excavación en Trinchera

- o Se adopta como valor de $ag/g=Z=0.40$ al encontrarse predominantemente la línea de metro en Zona 3.
- o 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, $S=1.20$
- o 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 tuneidora 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 (síntesis)										
R	RELLENO S	Relleno, mezcla de suelos poco compactados y contaminados	15.2	16.7	0	28	0.3	17	-	3,500
CI/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



A.6.9 Excavación en Trinchera



003071

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	P _{VW}	P _{V6}	K _a	K ₀	K _p	C	D _a	D ₀	R ₀	
	kN/m ³	kN/m ³				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:

- o 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.

- o 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.



A.6.9 Excavación en Trinchera

3.8 PRESIÓN DE AGUA

003072

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:

- o 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.
- o 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):

- o $0,9 \times \text{Fuerzas estabilizadoras} > 1,0 \times \text{Fuerzas desestabilizadoras}$

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 futuro, 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....





A.6.9 Excavación en Trinchera

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 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:

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:

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



A.6.9 Excavación en Trinchera

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:

- o Pantallas con edificios a mas de 20m, un desplazamiento permitido de 35mm
- o Pantallas con edificios entre 10 y 20 metros, un desplazamiento permitido de 25mm.
- o 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





A.6.9 Excavación en Trinchera

contacto con el terreno/relleno	
Elementos internos de hormigón	0,40

003975

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:

TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMO PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO ARMADO Y ACERO							
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. PANTALLAS RAMALES.

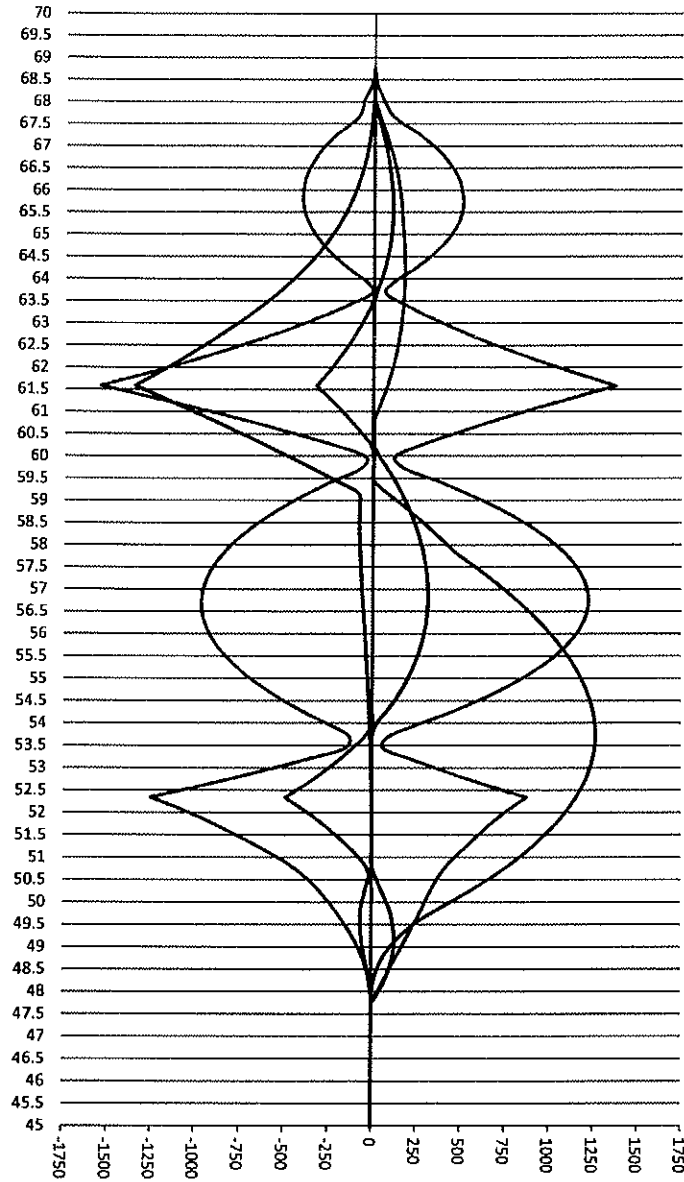
Se incluyen a continuación las envolventes de esfuerzos obtenidos tanto en ELU como en ELS para la solución analizada.





A.6.9 Excavación en Trinchera

003076



- M+ corto plazo
- M+ largo plazo
- M+ largo plazo y sismo
- M- corto plazo
- M- largo plazo
- M- largo plazo y sismo

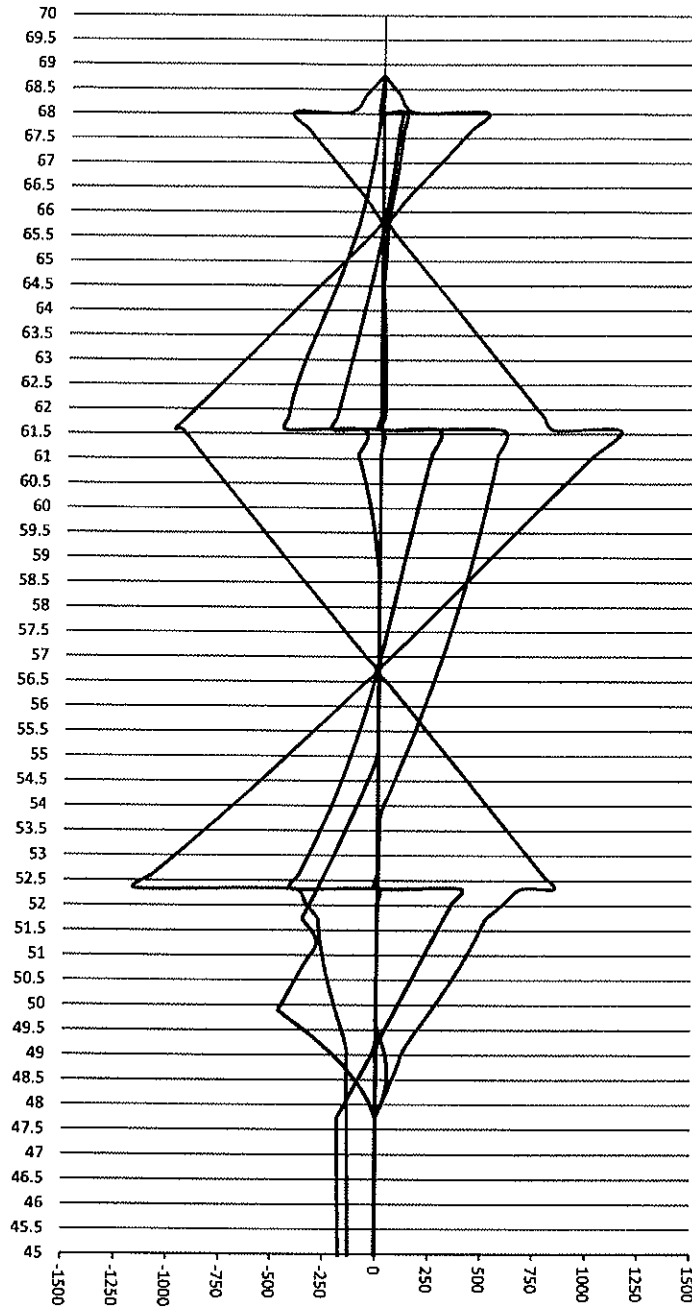
ELU. Momentos flectores (KNm/ml).





A.6.9 Excavación en Trinchera

003977



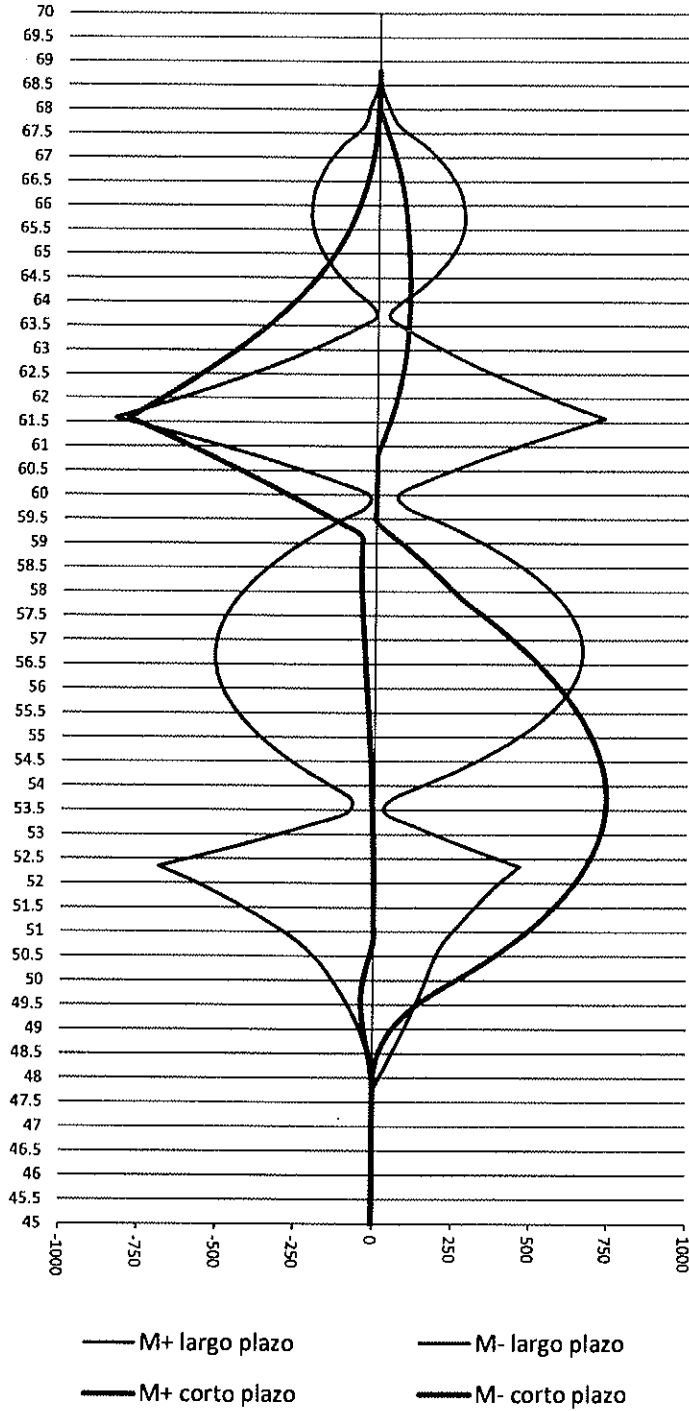
- V+ corto plazo
- V+ largo plazo y sismo
- V- largo plazo
- V+ largo plazo
- V- corto plazo
- V- largo plazo y sismo

ELU, Cortante (KN/ml)



A.6.9 Excavación en Trinchera

003078



ELS. Momentos flectores (KNm/ml)





A.6.9 Excavación en Trinchera

Armadura y cuantías

003079

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/m ³

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.

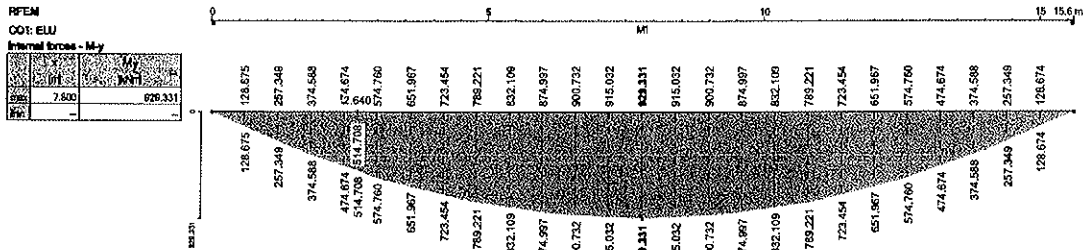




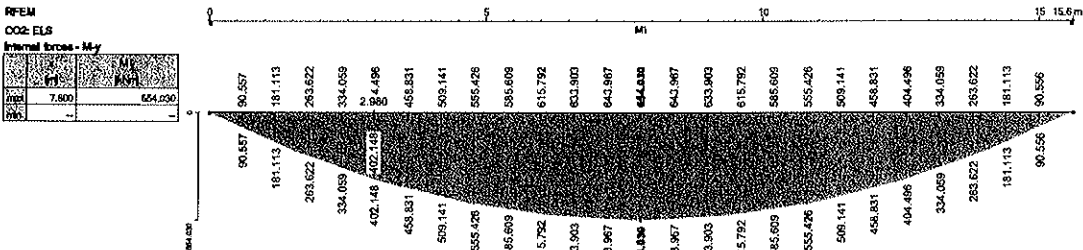
A.6.9 Excavación en Trinchera

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. 003080

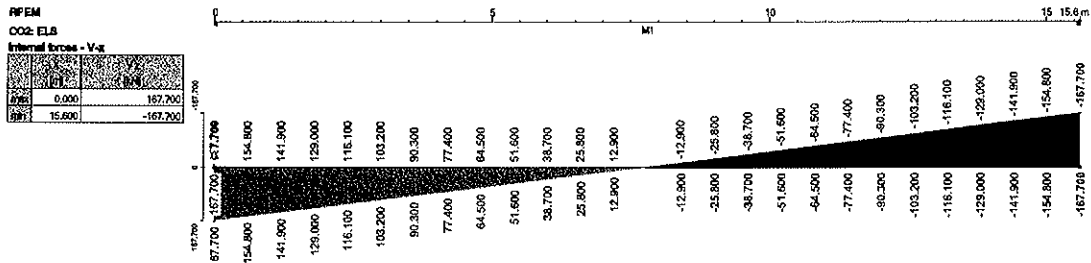
• **Envoltentes de esfuerzos**



Momentos flectores ELU



Momentos flectores ELS



Cortantes ELU

• **Cuantías**

La cuantía obtenida en el predimensionamiento de la losa es de 150kg/m3.





A.6.9 Excavación en Trinchera

8.3 LOSAS DE FONDO

003081

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 $K_v=15.000\text{kN/m}^3$. 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 vías de 5kPa → CV.vías





A.6.9 Excavación en Trinchera

- o Carga variable del tren. Este valor aún está en el aire y se han considerado 10kPa en zona de vías → CV.tren.
- o Empuje de Tierras al reposo → CE.lp
- o Sobre empuje Sísmico → CS.

003082



A.6.9. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------------	---------------------------------------------------------

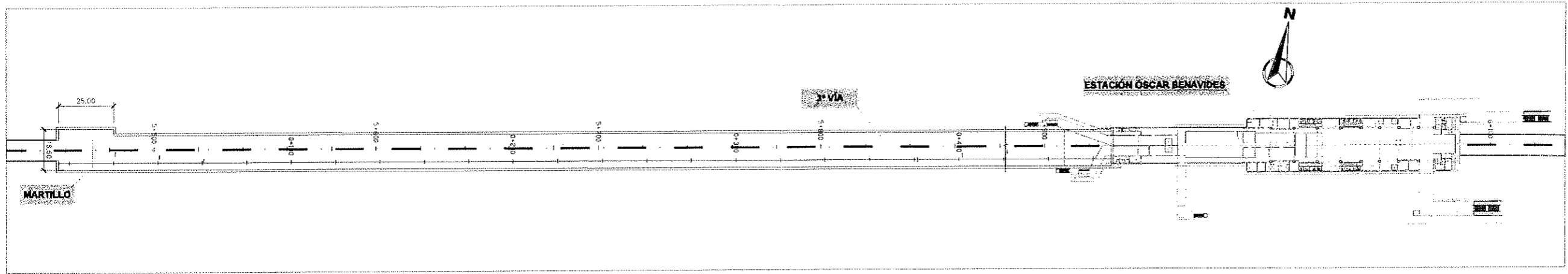
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

A.6.9. EXCAVACIÓN EN TRINCHERA (MÉTODO CUT & COVER)

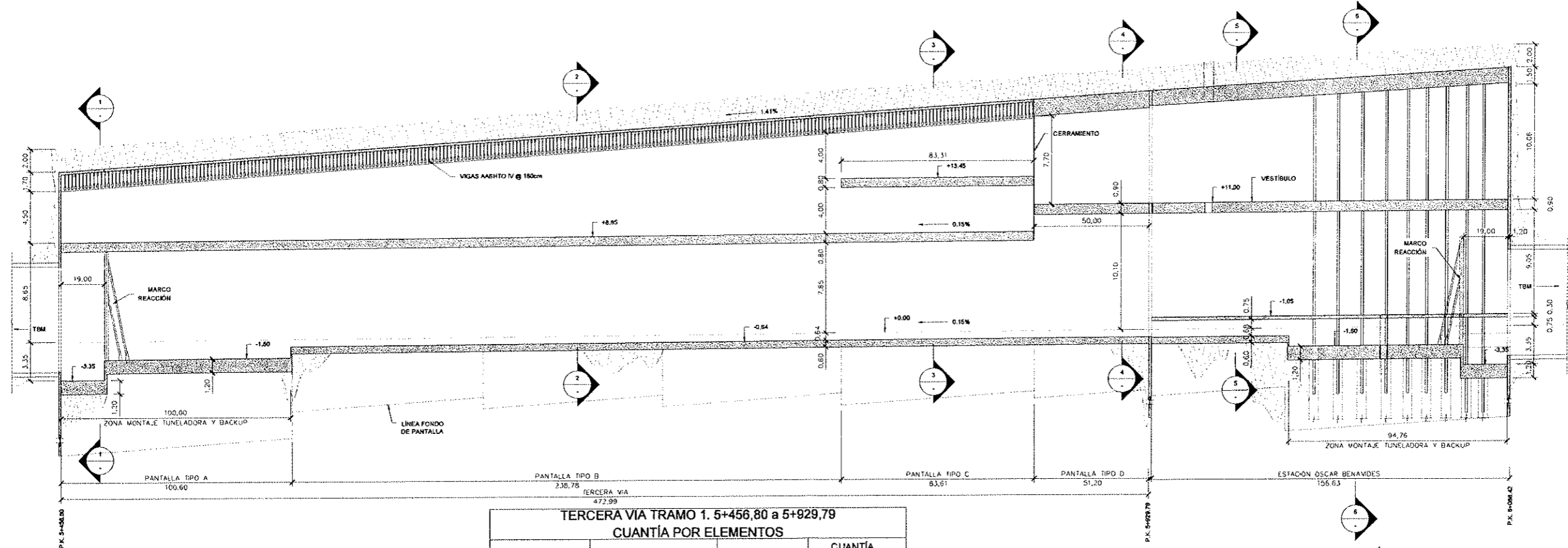
APÉNDICE 4.PLANOS



CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-TUN-ESR-APA	ESTRUCTURAS. TERCERAS VÍAS. LINEA 2	VARIAS	4
PLOC-TUN-ESR-RT-SA	ESTRUCTURAS. RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER SANTA ANITA	VARIAS	2
PLOC-TUN-ESR-RT-BN	ESTRUCTURAS. RAMALES A TALLERES. PATIO TALLER BOCANEGRA	VARIAS	19
PLOC-TUN-CON-APA	METODOS CONSTRUCCION. TERCERAS VIAS. Línea 2	VARIAS	2



PLANTA
1:1000



SECCIÓN LONGITUDINAL

H: 1:500
V: 1:200

TERCERA VIA TRAMO 1. 5+456,80 a 5+929,79
CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m ²)
PANTALLAS	Tipo A. L=25.00m	1.00	175.00
	Tipo B. L=22.50 a 24.50m	1.00	170.00
	Tipo C. L=25.50m	1.00	125.00
	Tipo D. L=26.00m	1.00	195.00
LOSAS	Dintel	1.50	150.00
	Capa de compresión	0.25	250.00
		0.80	140.00
	Fondo	0.80	75.00
		1.20	175.00
		0.60	95.00

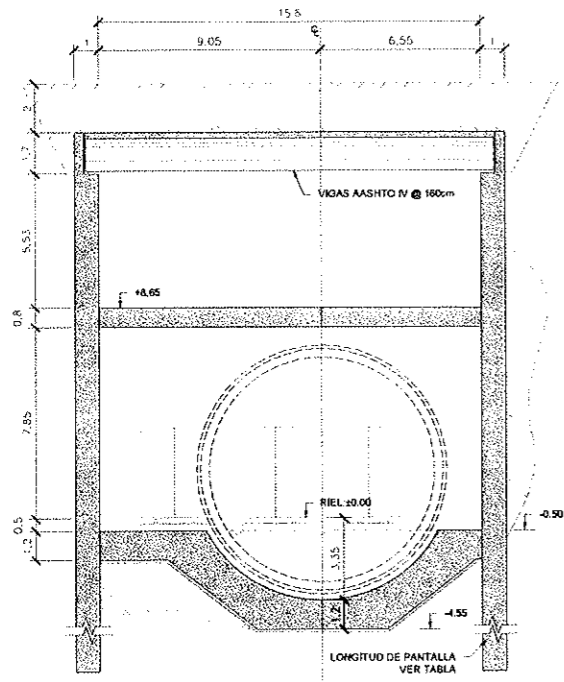
TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	fy.min kg/cm ²	fy.max kg/cm ²	fu.min kg/cm ²
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

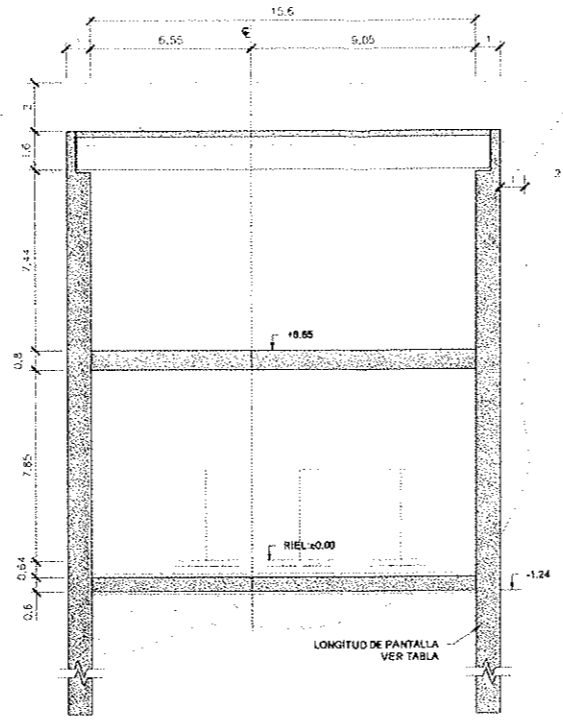
TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

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	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	XC2 XA2

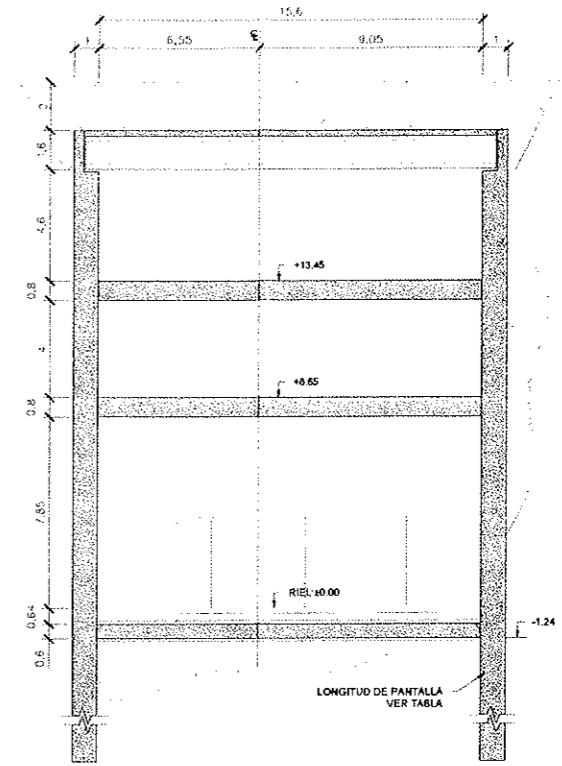
C:\Users\carlos\Documents\temporal\p03-xxx+lic.m.lima02_planes\1_completo\06_ploc-tun-esr-apa-p001-p004.dwg - 07/02/2014 - 20:02



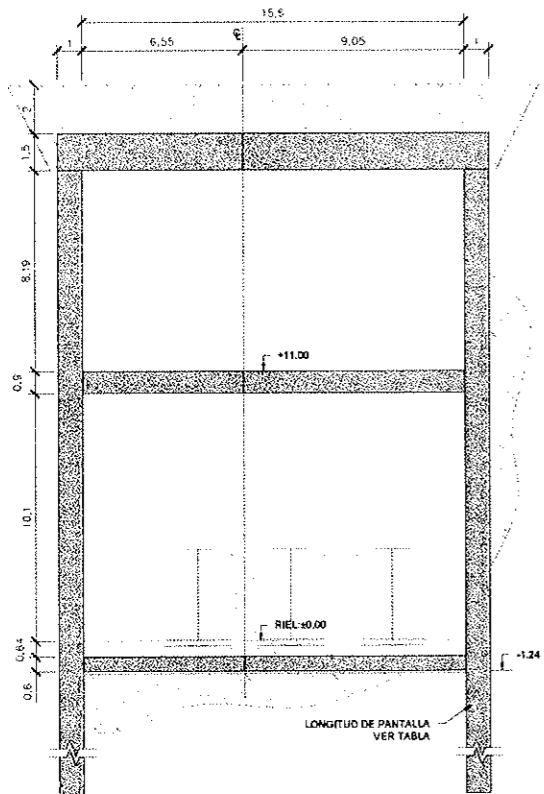
SECCIÓN 1-1
1:150



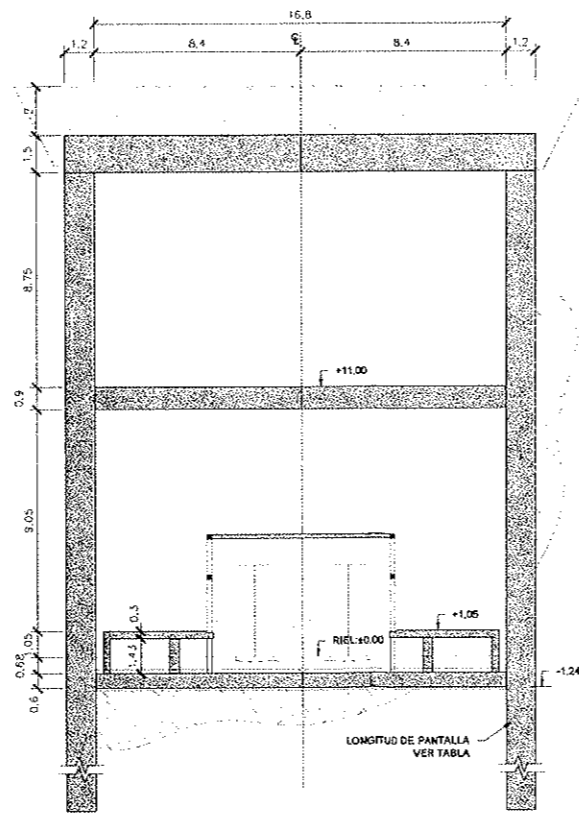
SECCIÓN 2-2
1:150



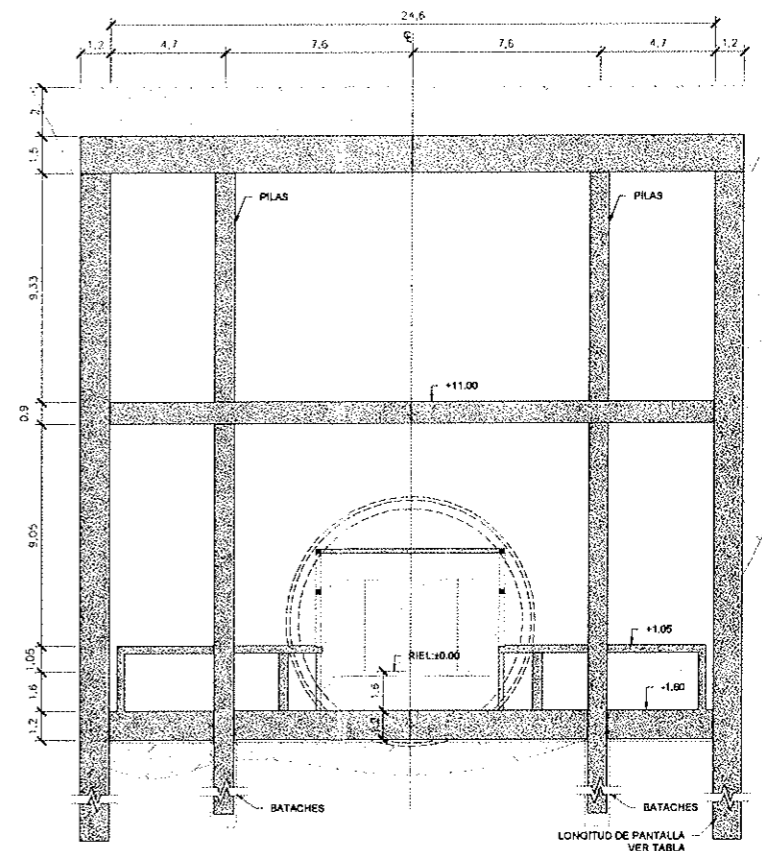
SECCIÓN 3-3
1:150



SECCIÓN 4-4
1:150



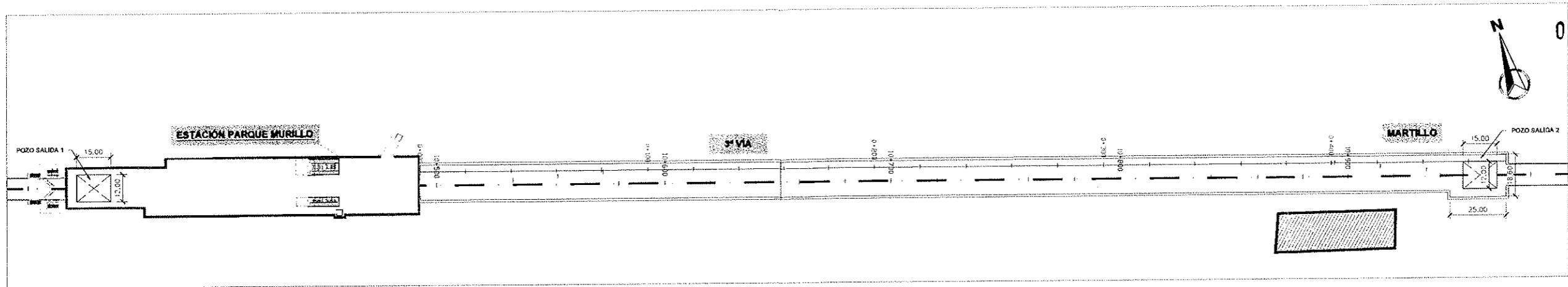
SECCIÓN 5-5
1:150



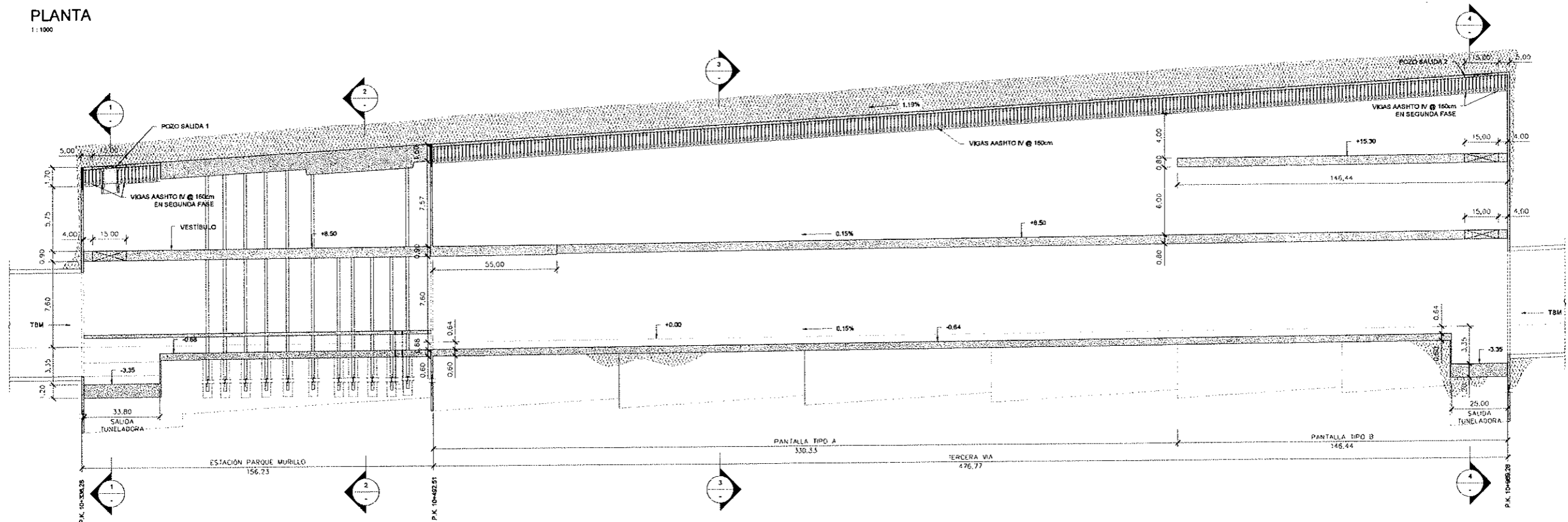
SECCIÓN 6-6
1:150

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





PLANTA
1:1000



SECCIÓN LONGITUDINAL
H: 1:1000
V: 1:200

TERCERA VIA TRAMO 2. 10+492.51 a 10+969,28
CUANTÍA POR ELEMENTOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m³)
PANTALLAS	Tipo A. L=24.00 a 26.50m	1.00	195.00
	Tipo B. L=27.00 a 31.00m	1.00	165.00
LOSAS	Capa de compresión	0.25	250.00
	Intermedias	0.90	140.00
		0.80	75.00
	Fondo	1.20	175.00
0.60		95.00	

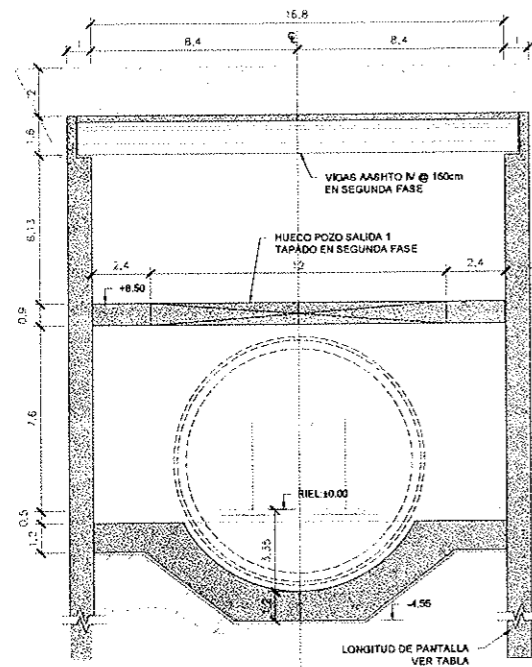
TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	f _y .min kg/cm ²	f _y .max kg/cm ²	f _u .min kg/cm ²
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

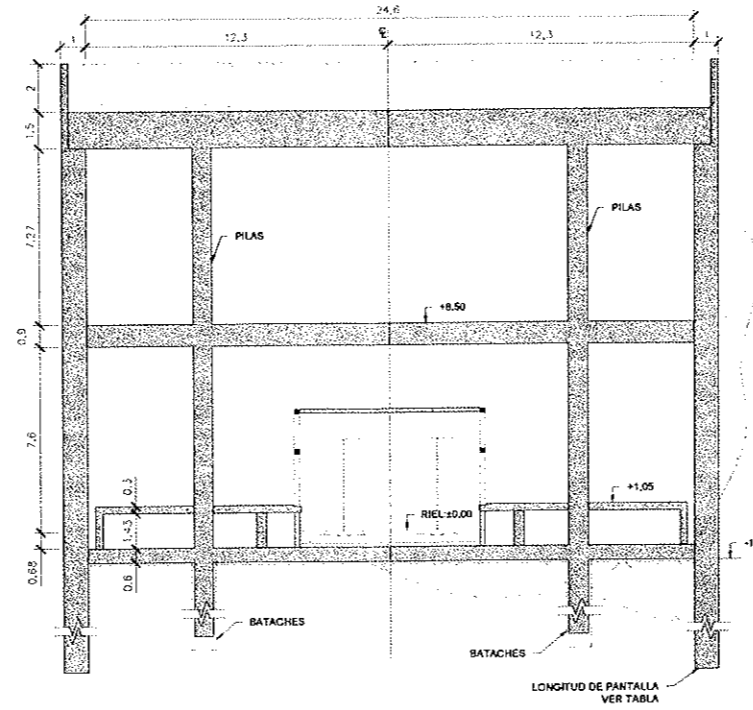
TIPOLOGÍA DE HORMIGONES

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	XC2 XA2
Losa Cúbierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC3 A1
Balache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	XC2 XA2

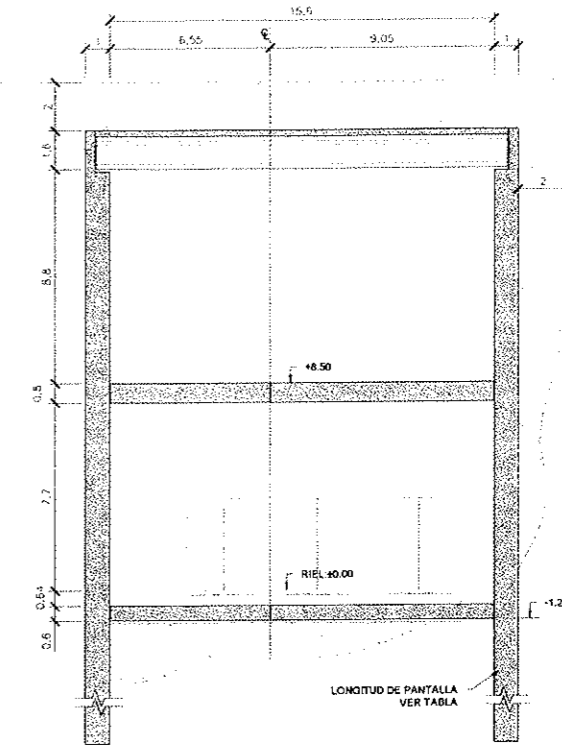
003088



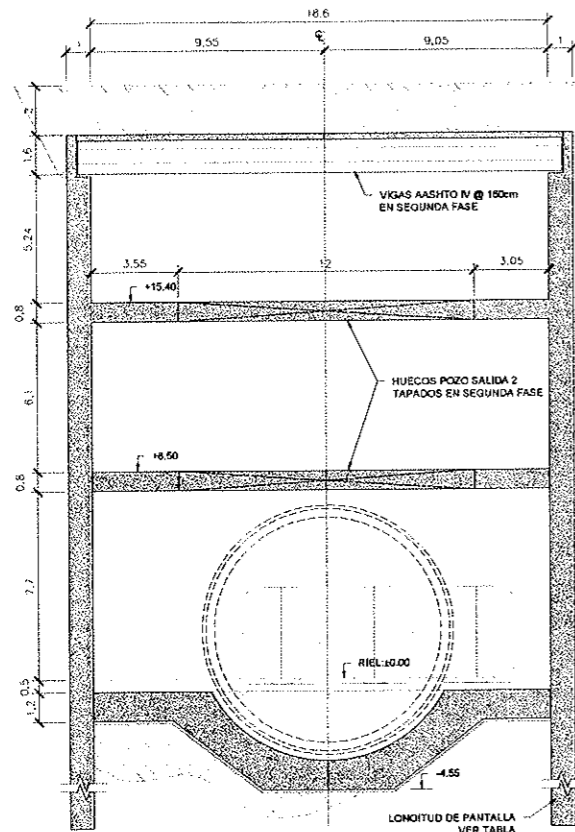
SECCIÓN 1-1
1:150



SECCIÓN 2-2
1:150



SECCIÓN 3-3
1:150



SECCIÓN 4-4
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	XC2 XA2
Losa Cubierta	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Losas Intermedias, Escaleras y Muros Interiores	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC3 A1
Losa de Fondo	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Viguetas Anden	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	35	XC3 A1
Pilares	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC3 A1
Batache de Pantallas	Concreto Reforzado	C	27.4	30	XC2 XA2
Hormigón rellenos y limpieza	Concreto Simple	F	13.7	15	-
Dovelas	Concreto Pre y Post tensado	A	34.3	40	XC2 XA2

TIPOLOGÍAS DE ACEROS

ELEMENTO	CALIDAD (ASTM A-xxx)	f _y .min kg/cm ²	f _y .max kg/cm ²	f _u .min kg/cm ²
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

\\davinco\ordenes\p03\3445\04_documentacion_temporal\p03\xxxx-licat\m.lima\02_plano\01_congelado\03_plac-tun-er\0802_plac-tun-er-apa-p001-p004.dwg - 07/02/2014 - 20:03



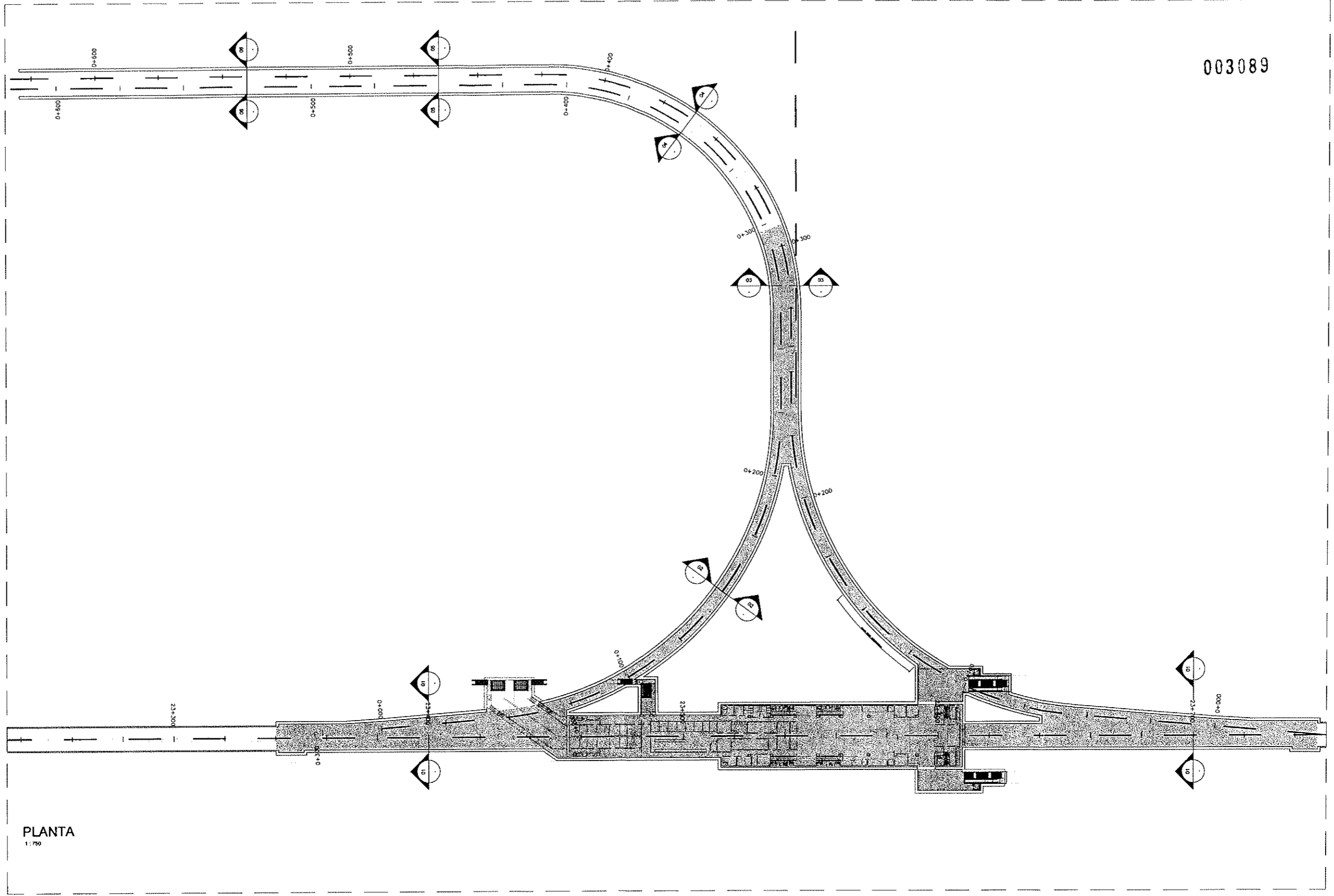
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1)
1:150
FECHA
FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
TERCERA VIA TRAMO 2 Y ESTACIÓN MURILLO
SECCIONES TRANSVERSALES
PLANO Nº PLOC-TUN-ESR-APA-P-004
HOJA 04 de 04
REVISIÓN 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

003089



PLANTA
1:750

\\davinchi\ordenes\03-2448\04_documentación temporal\03-xxxx-fact.m.lima\02_plano\entregas\2014-01-13_entregas\08_ploc-tun-esr-rf-sa-p001-p002.dwg - 13/01/2014 - 16:54



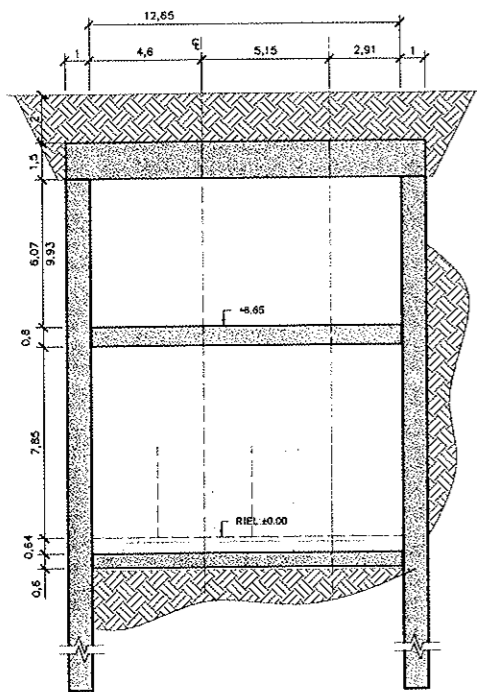
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A3)
1:1000
FECHA
FEBRERO 2014

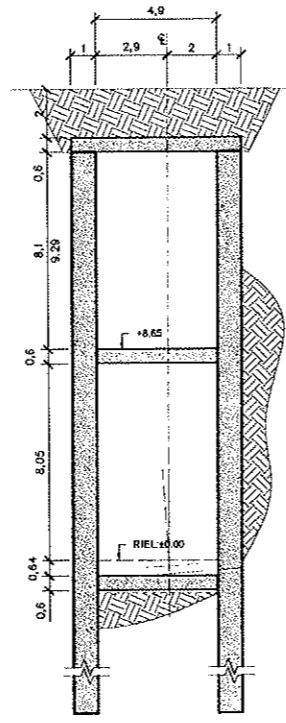
ESTRUCTURAS RAMALES MERCADO SANTA ANITA PLANTA		PLANO N°	PLOC-TUN-ESR-RT-SA-P-001	HOJA	01 de 02	REVISIÓN	2
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA		ALFONSO JUAN BASABE GARCIA		REPRESENTANTE LEGAL			

A

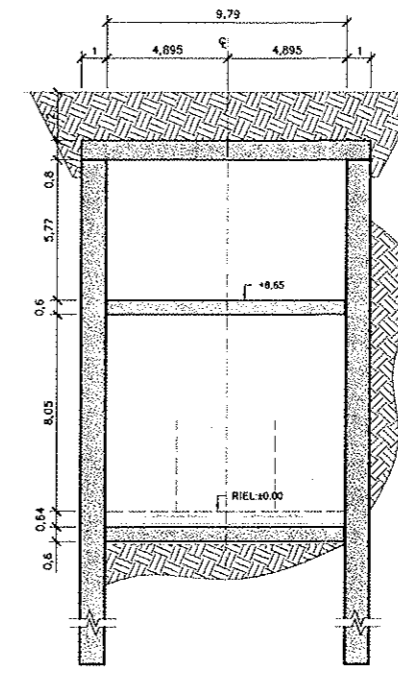
003090



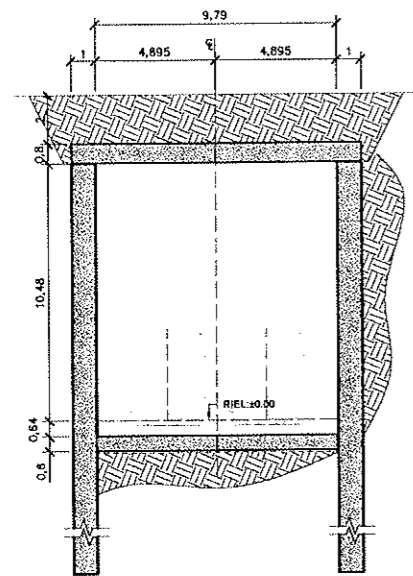
SECCIÓN 1-1
1:150



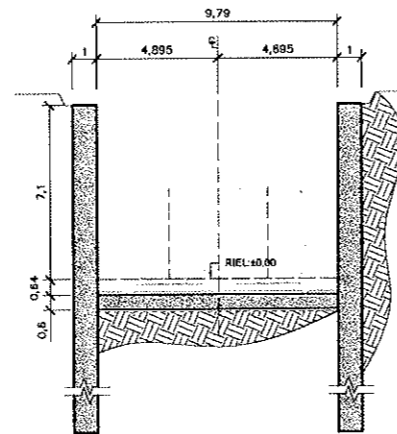
SECCIÓN 2-2
1:150



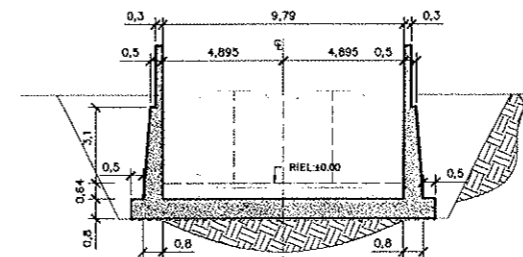
SECCIÓN 3-3
1:150



SECCIÓN 4-4
1:150



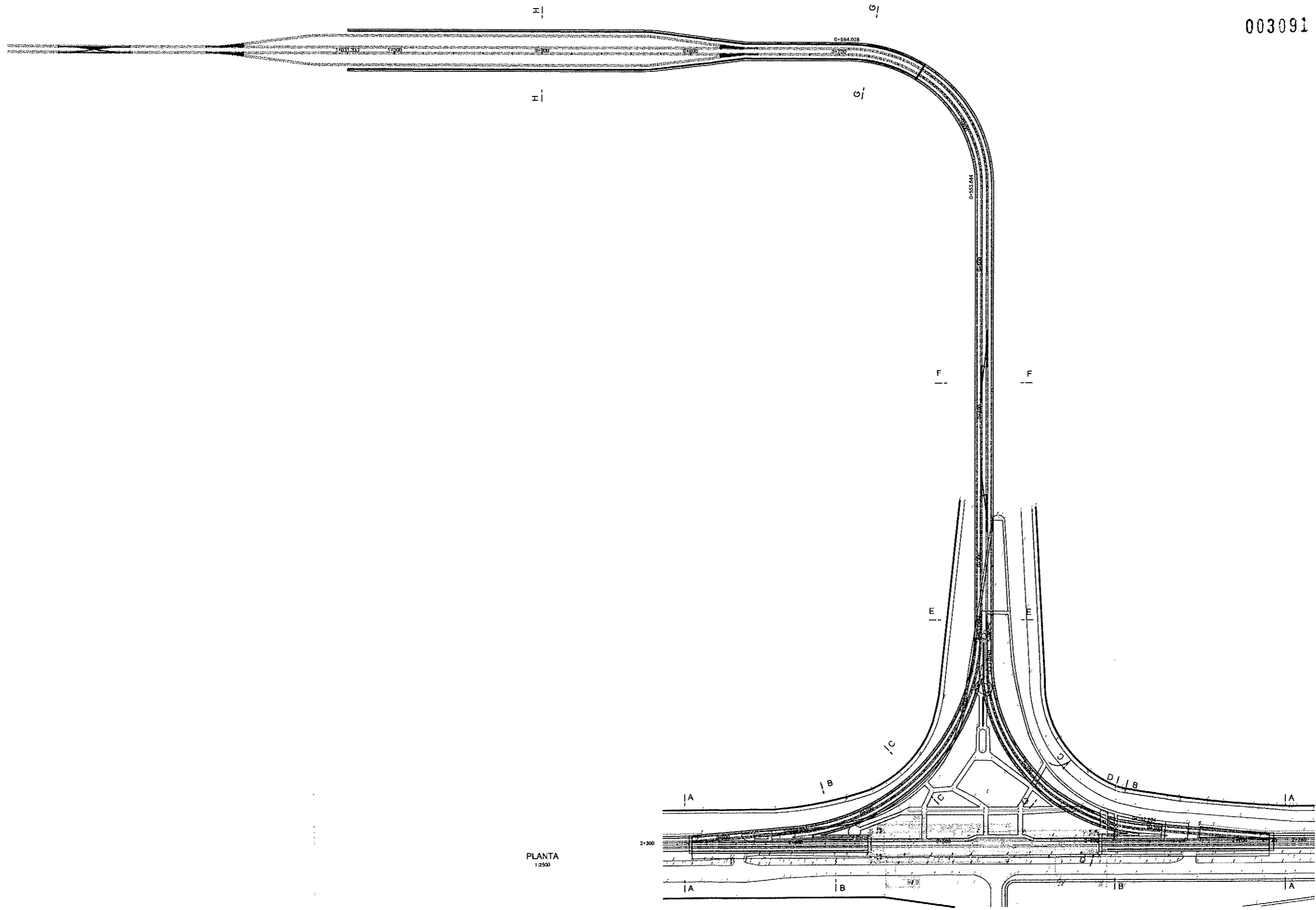
SECCIÓN 5-5
1:150



SECCIÓN 6-6
1:150

CUANTÍA POR ELEMENTOS ACCESOS RAMALES				
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ESPESOR	CUANTÍA (kg/m ³)	
RAMALES LATERALES	Pantallas L=27.00m	1.00	180.00	
	Pantallas L=14.00m	0.80	125.00	
	Dintel	1.50	185.00	
	Losa Vestibulo (Ancha)	0.80	150.00	
	Losa Vestibulo (Estrecha)	0.80	90.00	
	Losa Fondo	0.60	90.00	
CONEXIÓN CON TALLERES Y COCHERAS	Dintel	Pantallas	1.00	180.00
		Ramal izquierdo y derecho carril único	0.60	130.00
	Losa nivel de vestibulo	Zona de carril doble	0.80	150.00
		Carril único ramal izquierdo	0.60	110.00
		Carril único ramal derecho	0.60	145.00
	Muro en U	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	

003091



PLANTA
1:2500

m:\estructuras\20257_linea 2 (metro de lima) (peru)\obras\originales\0804_estructuras_ramales a talleres a talleres\01_patio taller bocanegra\0804_ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg

Prolinversión
 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: 2.500
 FECHA:
 FEBRERO 2014

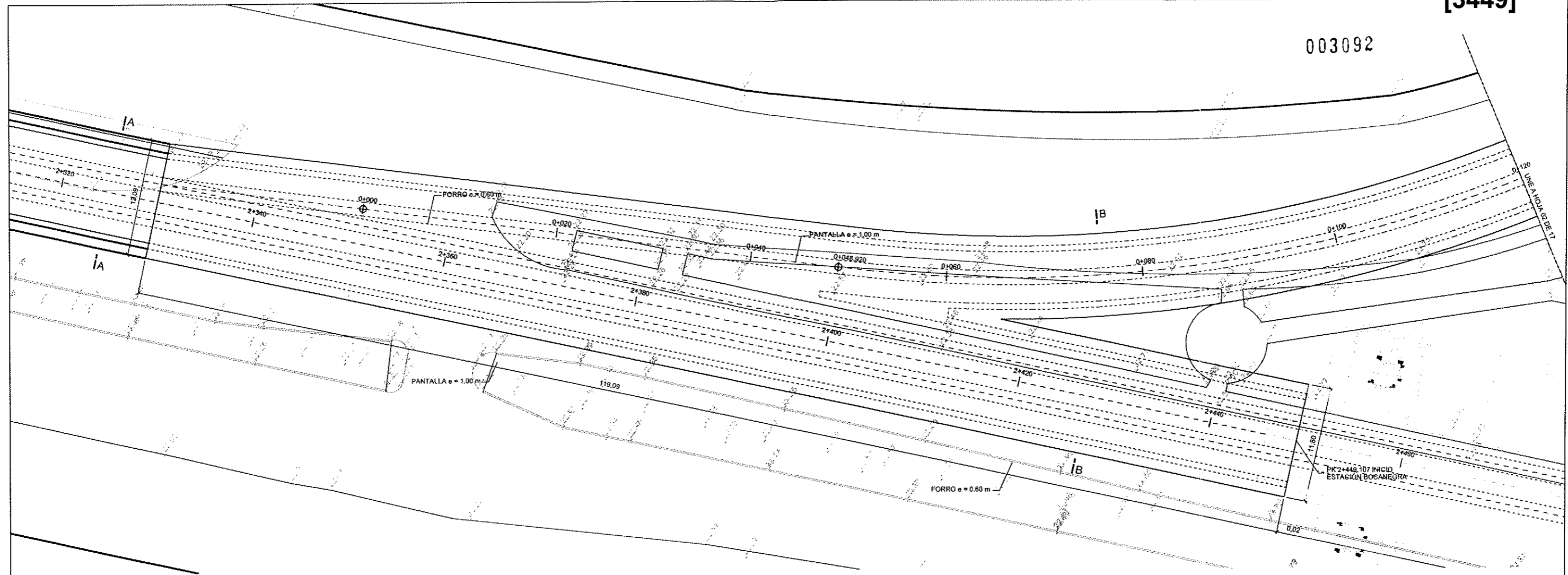


ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
 PATIO TALLER BOCANEGRA

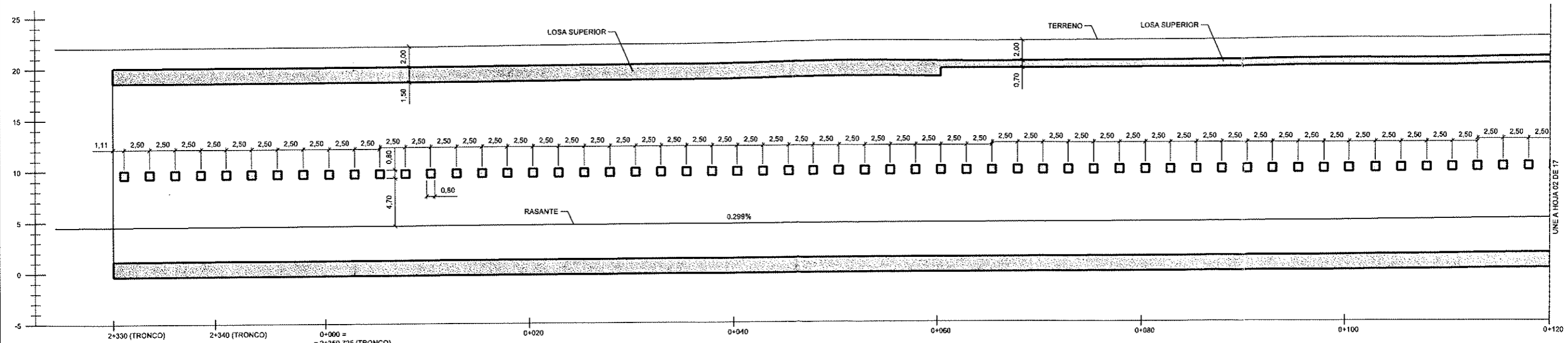
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASAQUE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001
 HOJA: 01 de 19
 REVISIÓN: 2

0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\202057_linea 2 (metro de lima) \planos\originales\0804_estructuras_ramales a talleres\07_patio taller bocanegra\0804_ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



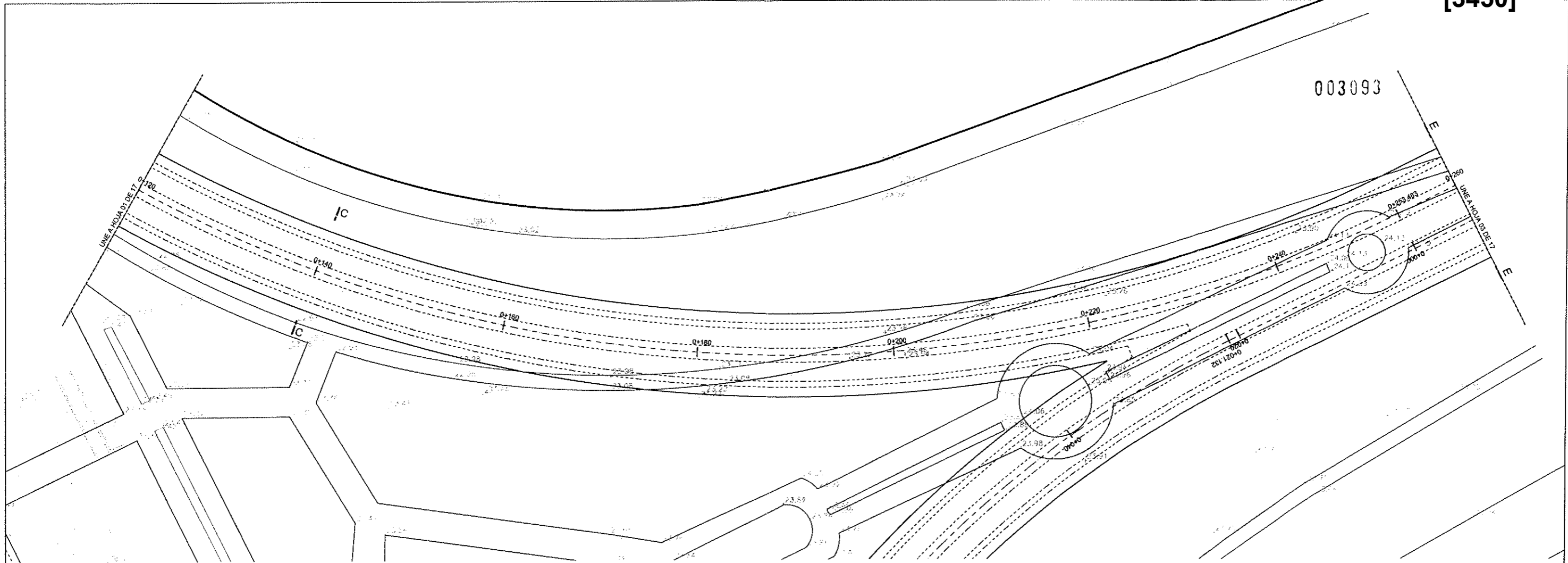
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

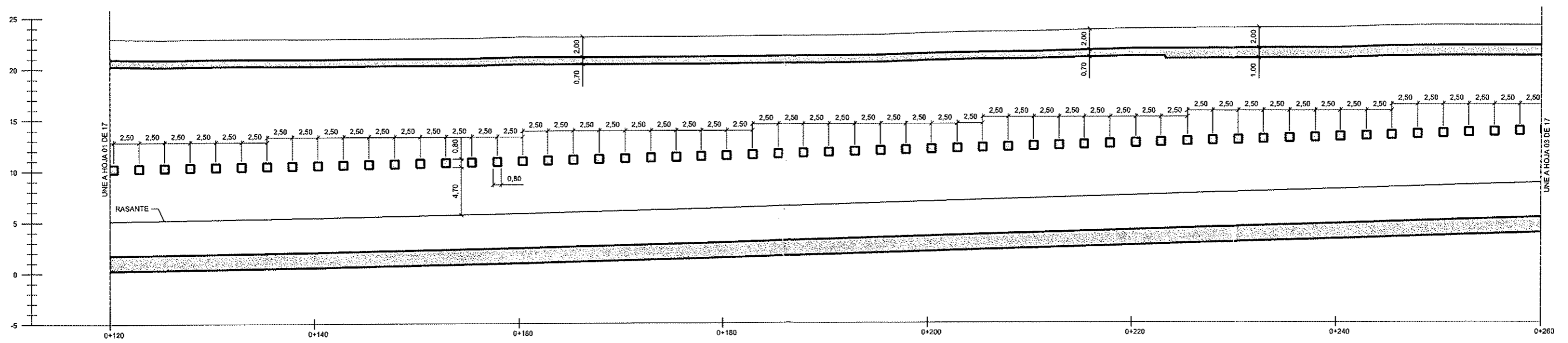
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA
PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P002
HOJA: 02 de 19
REVISIÓN: 2
0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

003093



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\2020\57 línea 2 (metro de lima) (gen)\planos\estructuras\ramales a talleres\01 patio taller bocanegra\1804- ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



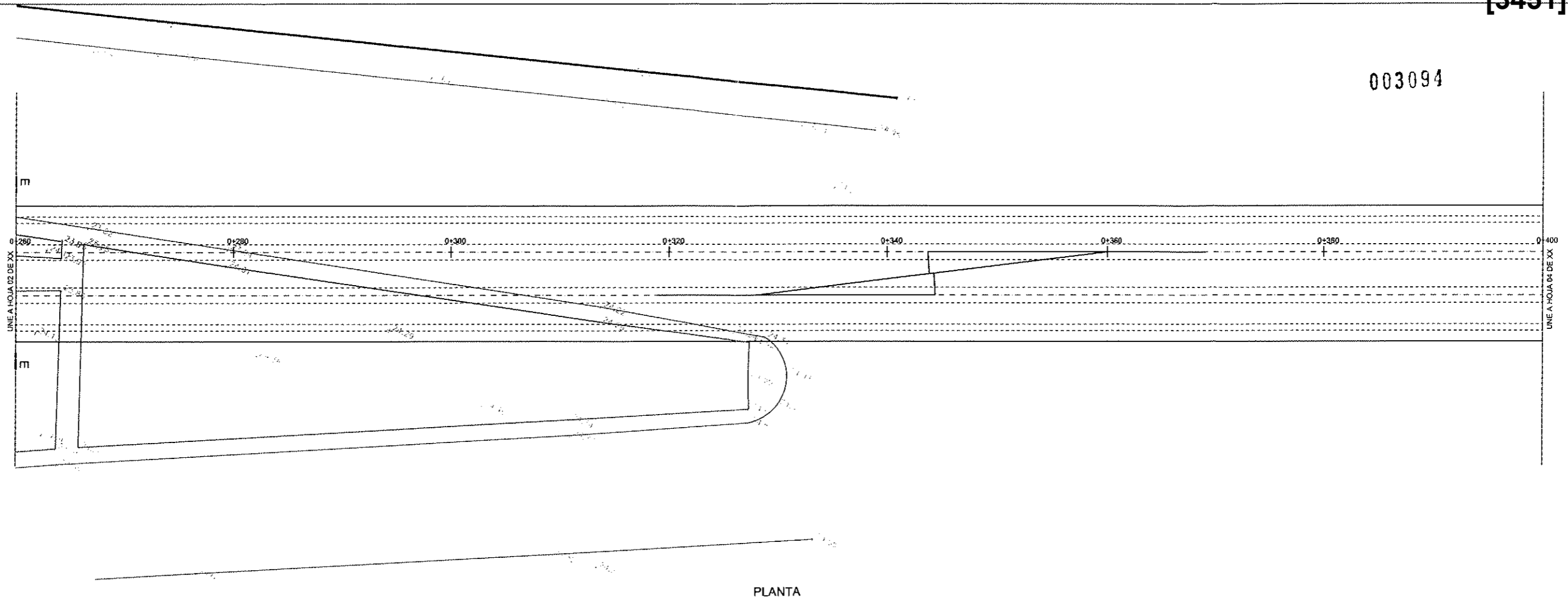
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (M):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

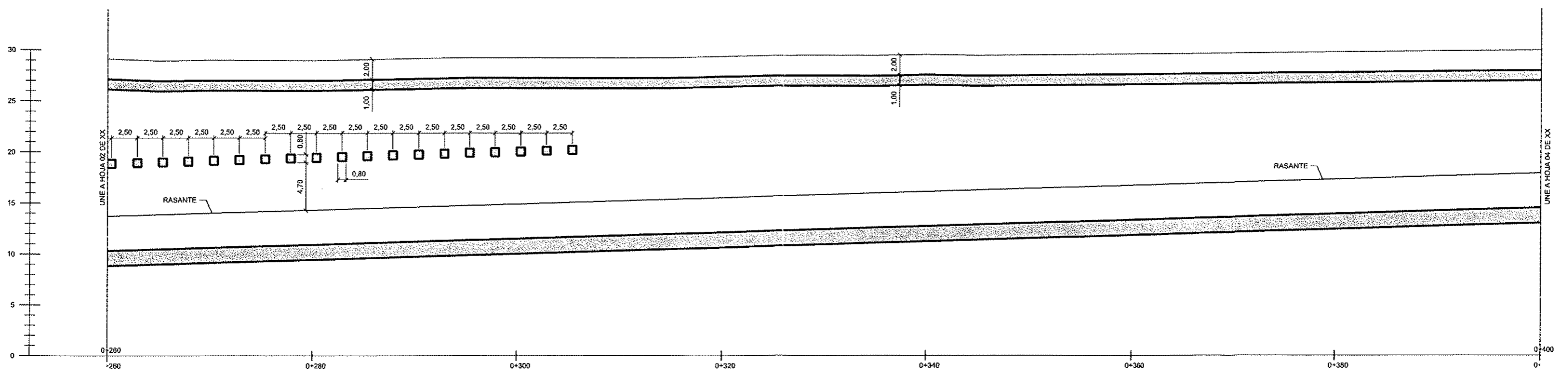
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA		PLANO N°	PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P003	HOJA	03 de 19	REVISIÓN	2
-----------------------------------------------------------	--	----------	-------------------------	------	----------	----------	---

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

003094



PLANTA
1:200



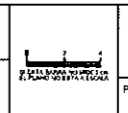
PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\2020\2017 linea 2 (metro de lima - peru)\planos\originales\0604_estructuras_ramales_a_talleres\01 planillo taller bocanegra\0604-plc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



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

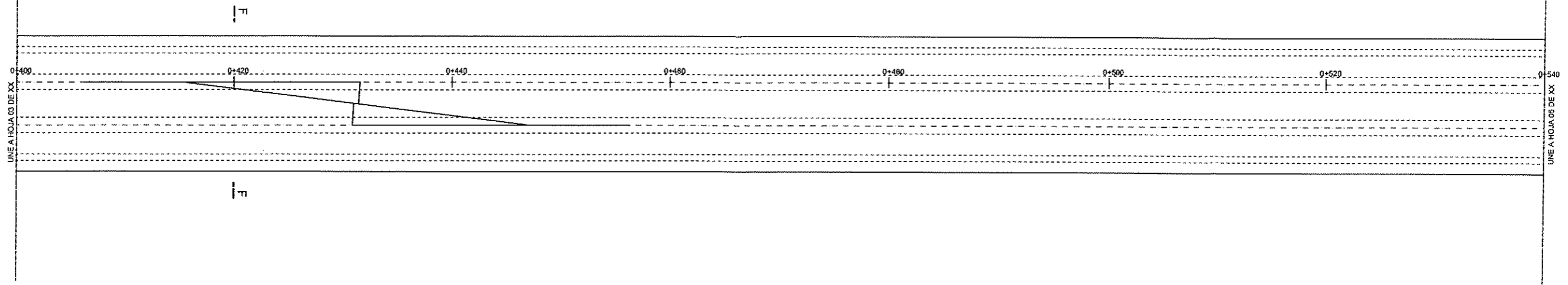
ESCALA (A1):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014



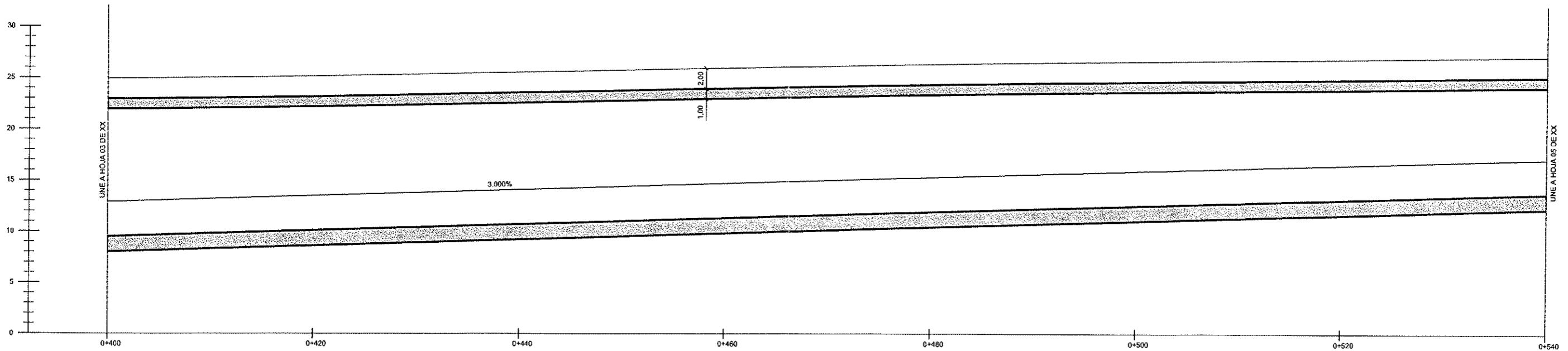
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA
PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P004
REVISIÓN 2
04 de 19

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

003095



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\2020267 linea 2 (metro de lima) (plan) (planos) (originales) 0804 estructuras_ramales a talleres\01 patio taller bocanegra\05-estructuras-rt-bn-p001-p019.dwg



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

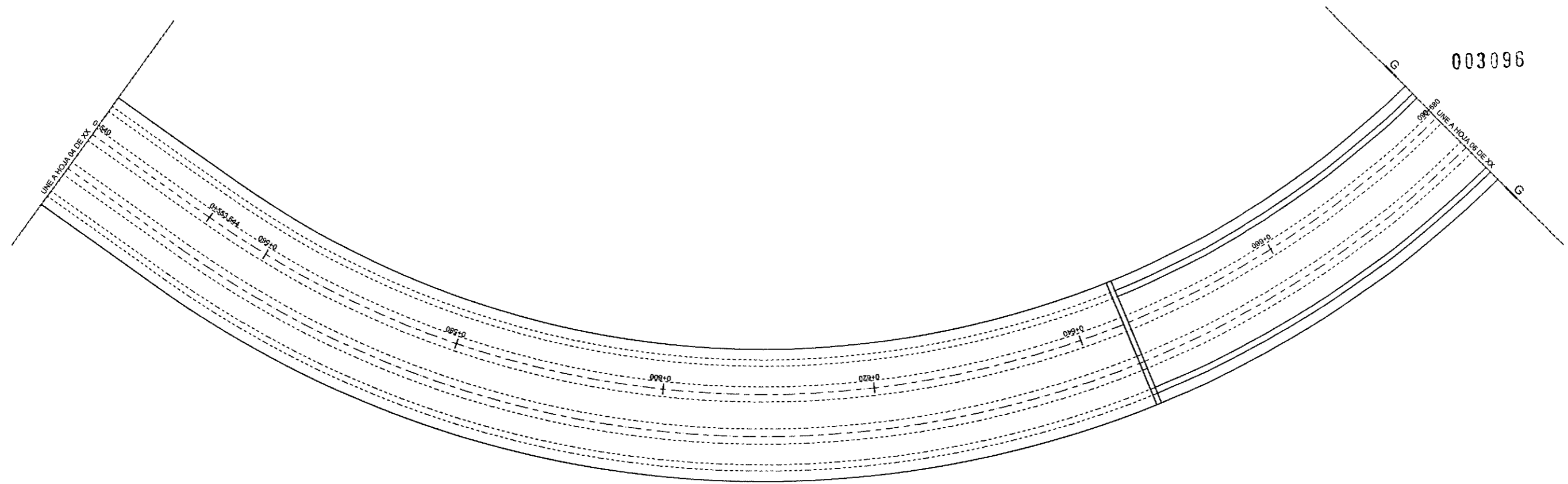
ESCALA (A):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA

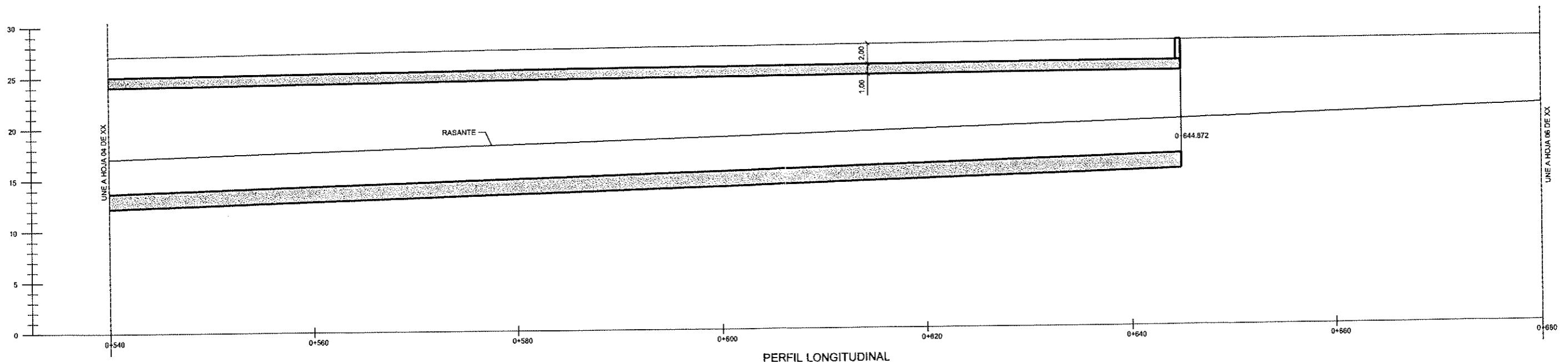
PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P005
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

HOJA: 05 de 19
REVISIÓN: 2
0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg

003096



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\202057 - línea 2 (peru)\planos\originales\0804 estructuras, ramales a talleres\01 patio taller bocanegra\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



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

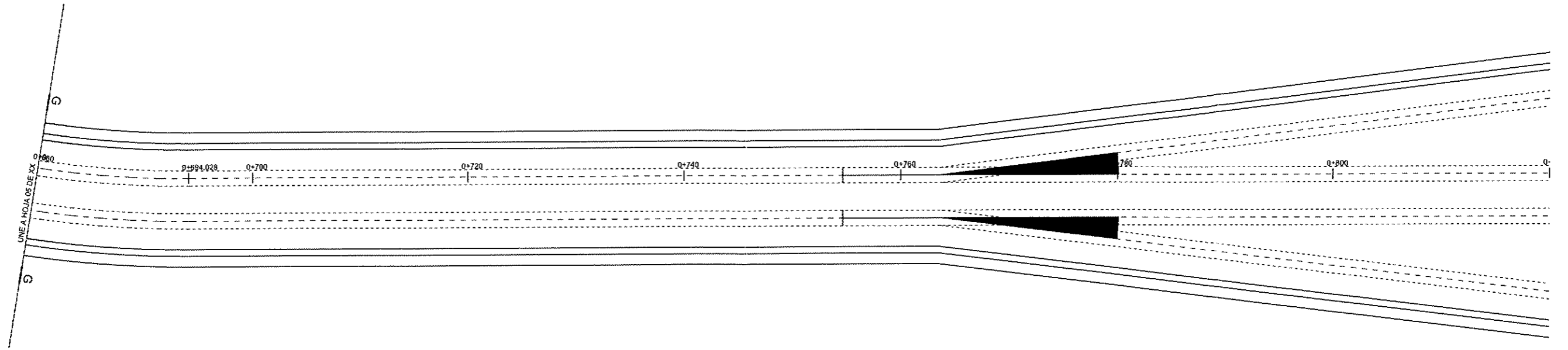
ESCALA (A1):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014



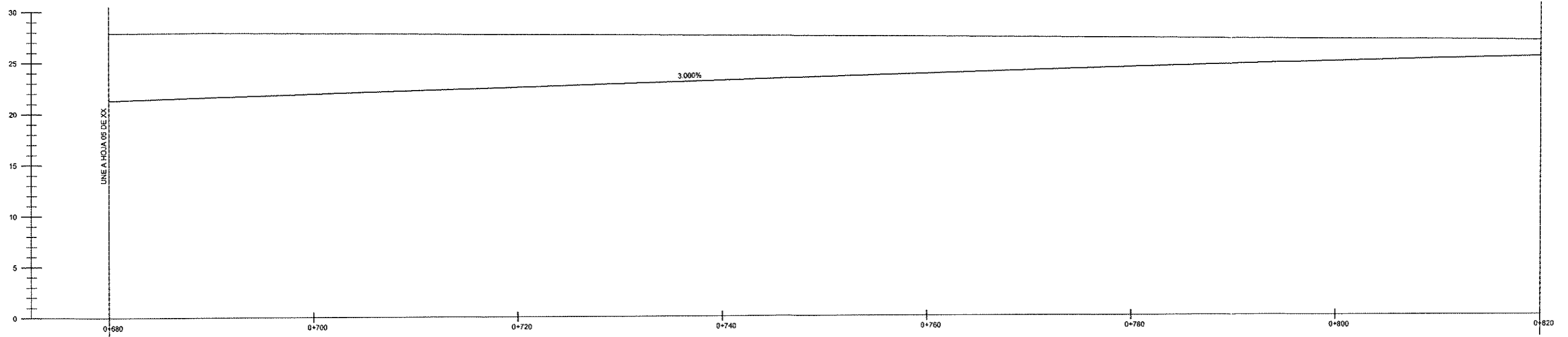
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA		PLANO N°	HOJA:	REVISIÓN:
PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P006		08 de 19	2	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

003097



PLANTA
1:100



PERFIL LONGITUDINAL
1:100

m:\estructuras\0202057_linea 2 (metro de lima) (para) (planos longitudinales) 0604_estructuras_ramales a talleres\07_patio taller bocanegra\0604-pbc-tun-esr-rt-bn-p019.dwg

ProlInversión
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"

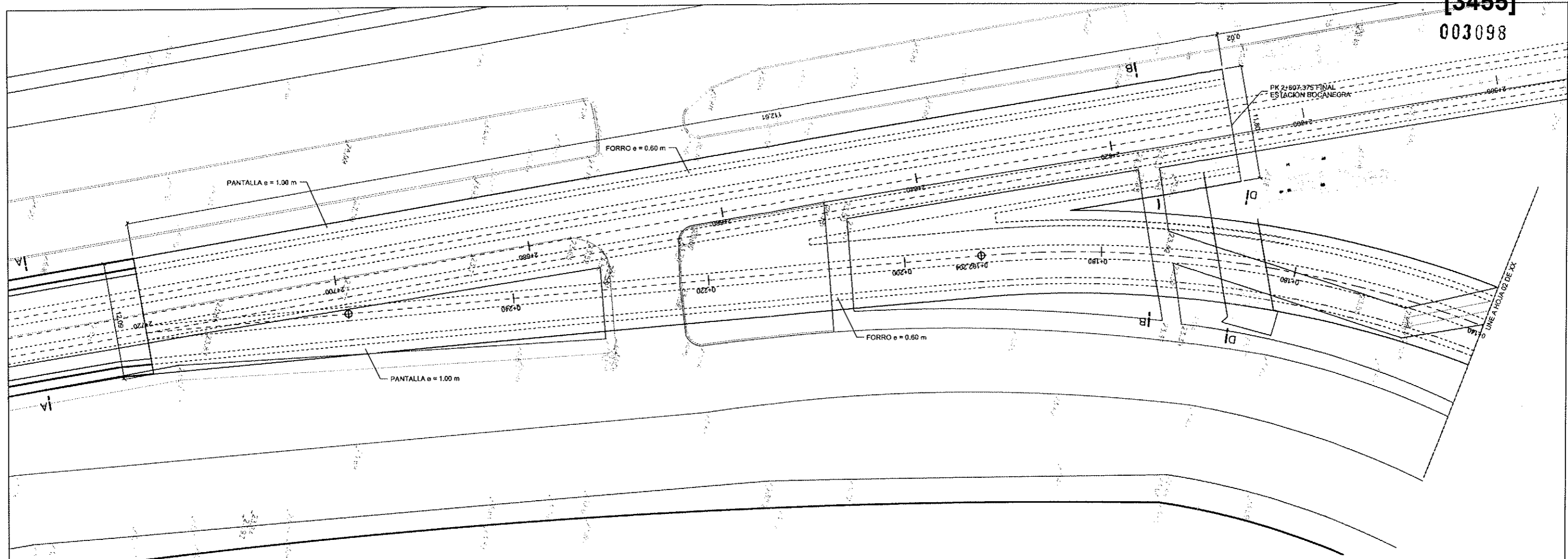
ESCALA (A1):
1:100
FECHA:
FEBREPO 2014

ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA

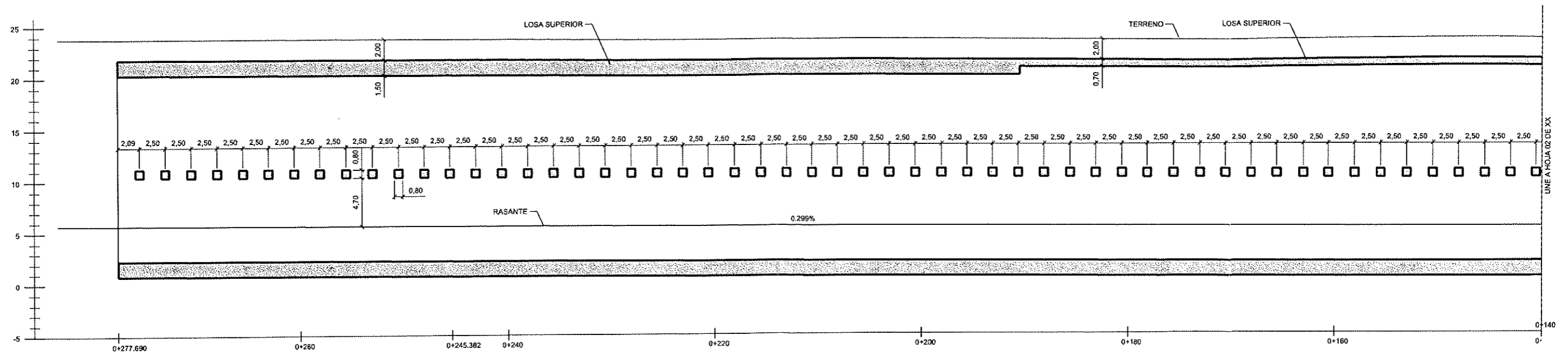
PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P007
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Nº: 07 de 10
REVISIÓN: 2

0604-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\202057_linea_2 (metro de lima - peru)\planos\originales\0304_estructuras_ramales a talleres\0304_ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



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

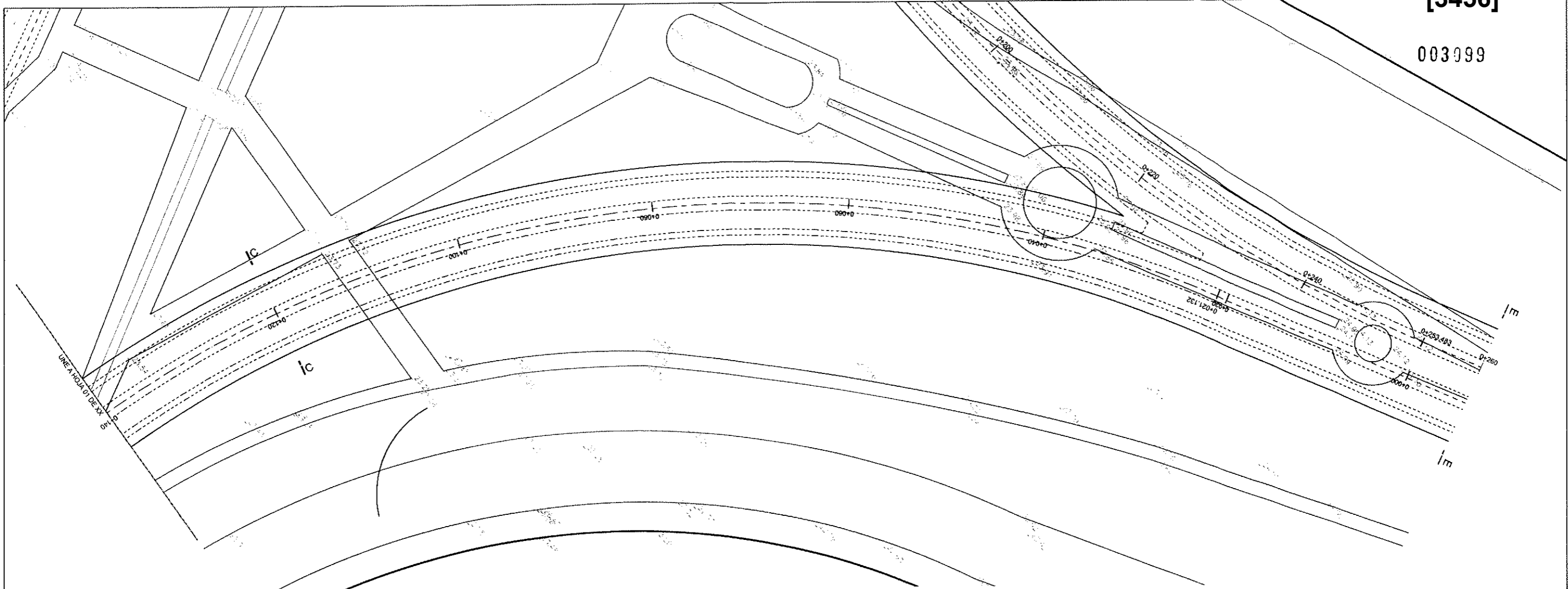
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA

PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P008

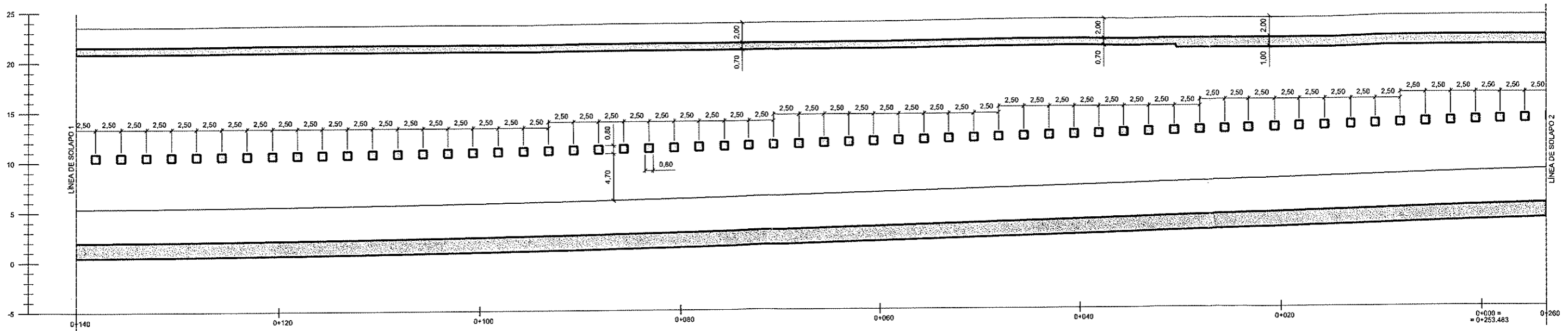
HOJA: 08 de 19

REVISIÓN: 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\202067_linea 2 (metro de lima) (gen)\planos\originales\0804_estructuras_ramales a talleres\01_plano taller bocanegra\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



CONSULTORES



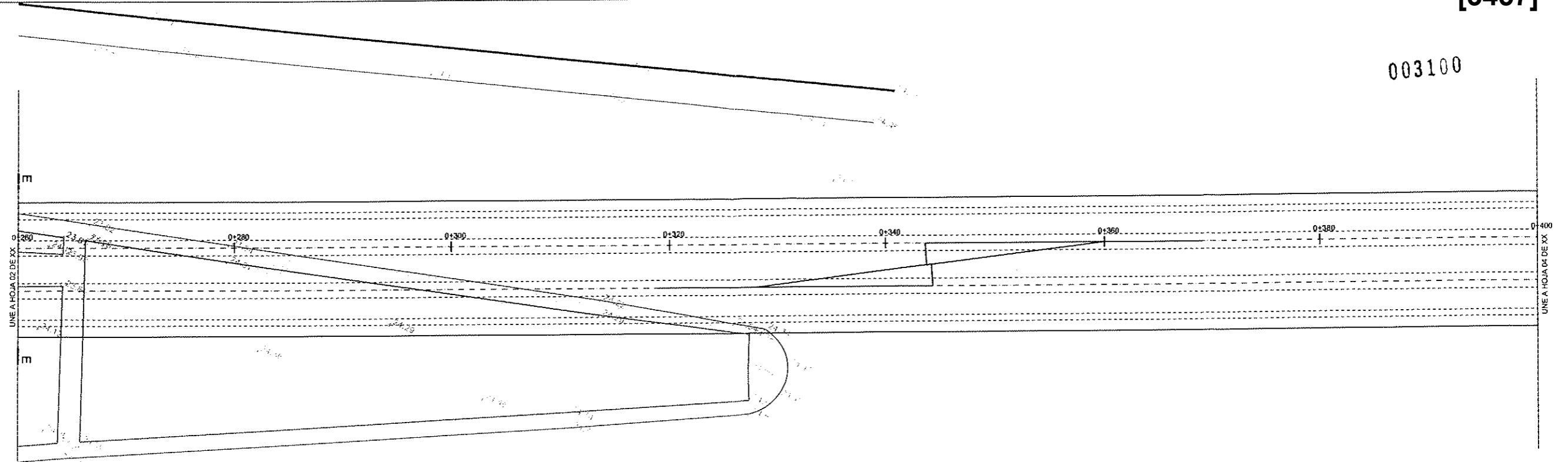
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVÉ. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

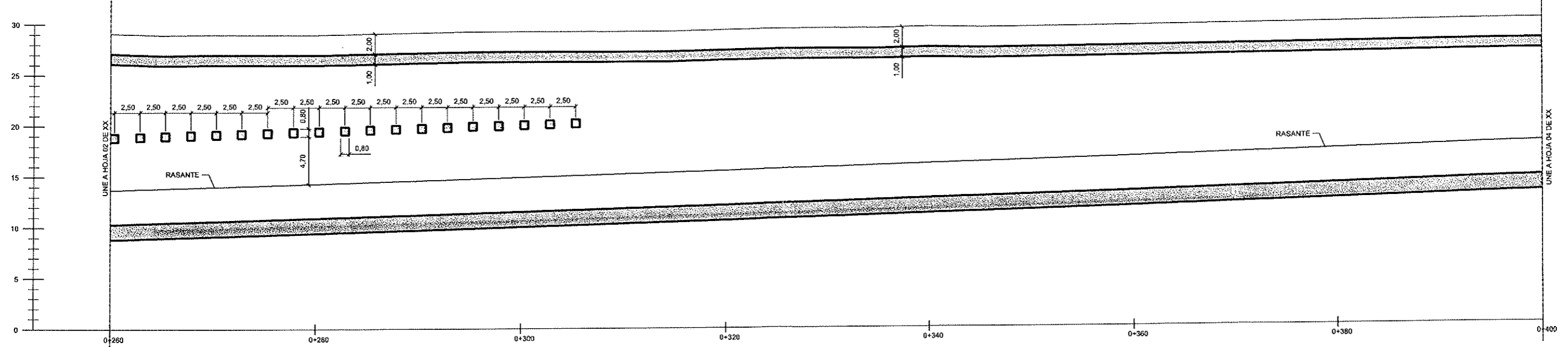
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA

PLANO Nº: PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P009
HOJA: 09 de 10
REVISIÓN: 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

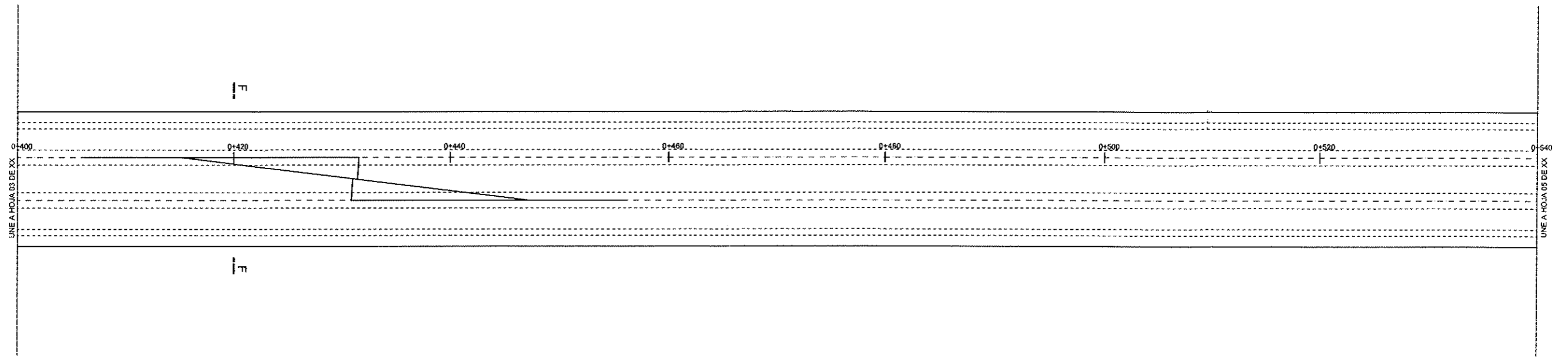
m:\estructuras\202057_ linea 2 (metro de lima) (pml)\planos\originales\984_estructuras_ramales a talleres\0304-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



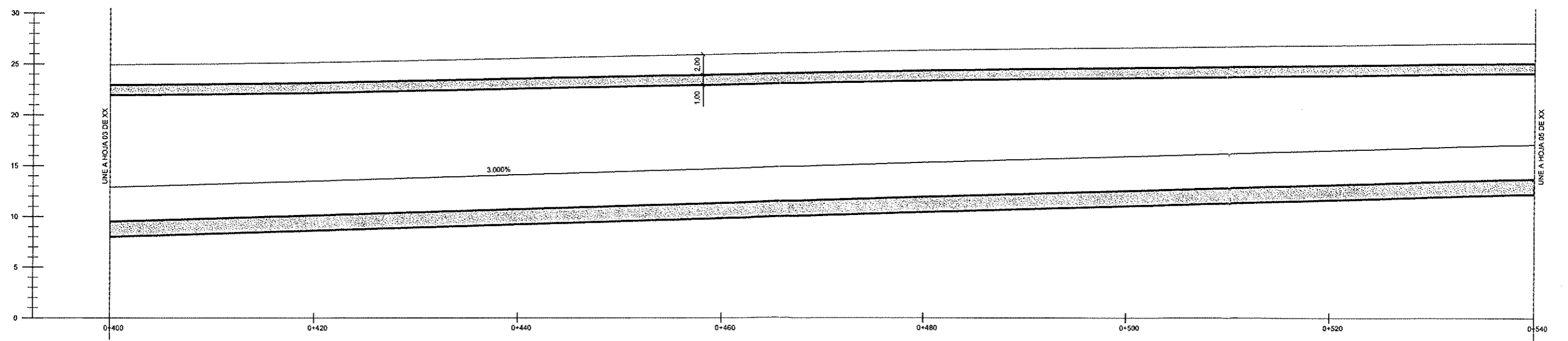
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1): 1:200	ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA	
FECHA: FEBRERO 2014	PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P010	HOJA: 10 de 19
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA ALFONSO JUAN BASAÑE GARCÍA REPRESENTANTE LEGAL		REVISIÓN 2

003101



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\200857 linea 2 (metro de lima) (para) (diseño) (originales) (0804) estructuras ramales a talleres\01 patio taller bocanegra\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa **euroestudios** **2IT**

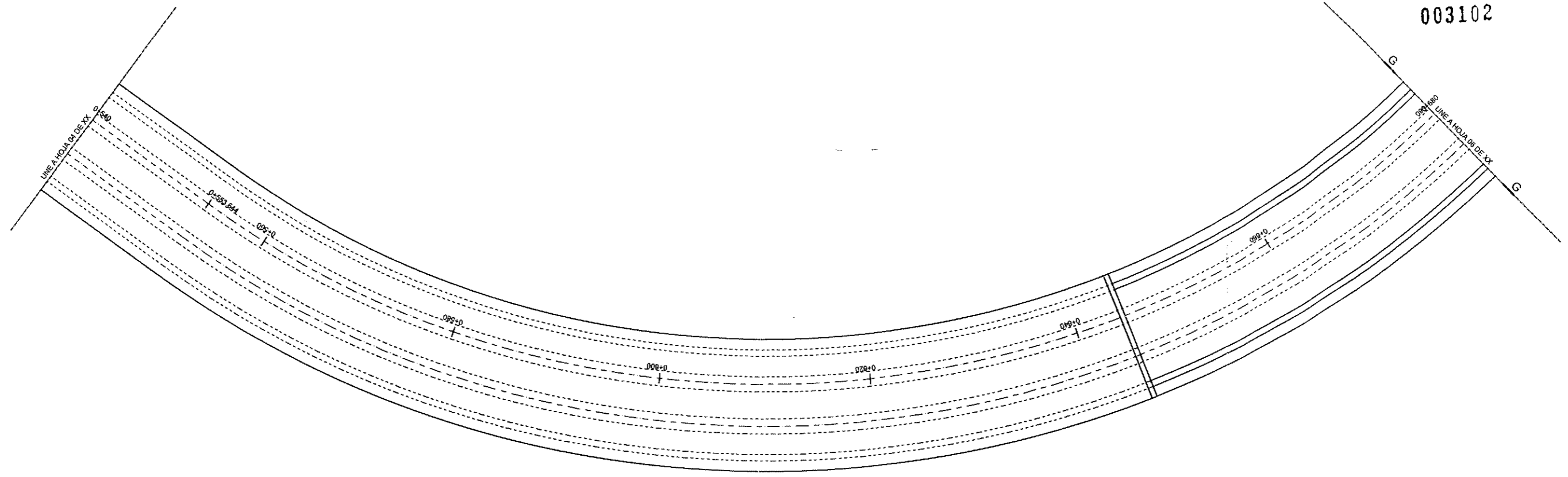
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

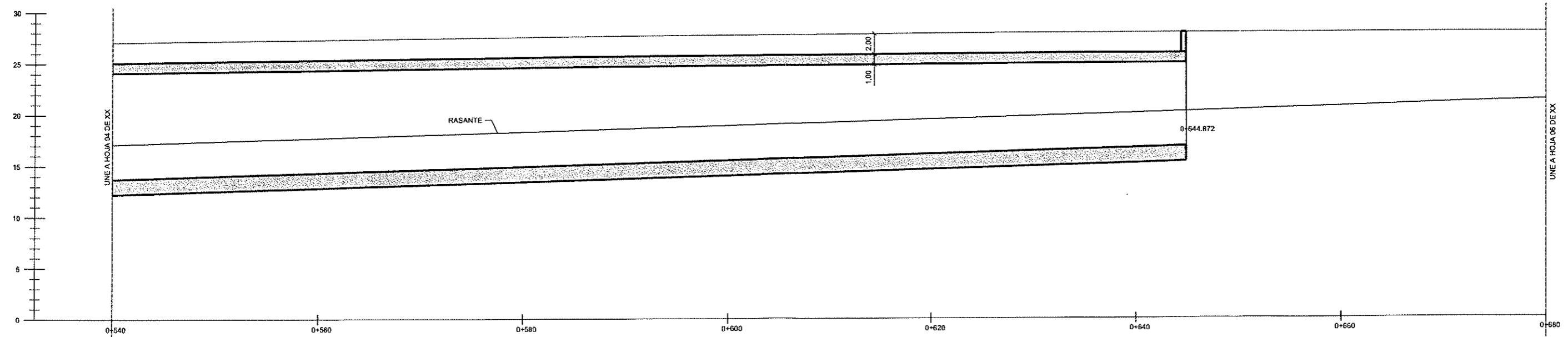
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA	
PLANO N°	PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P011
HOJA N°	11 de 19
REVISIÓN	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg



PLANTA
1:200



PERFIL LONGITUDINAL
1:200

m:\estructuras\2012057 linea 2 (metro de lima) (peru)\planos\originales\0804 estructuras, ramales a talleres\07 patio taller bocanegra\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg

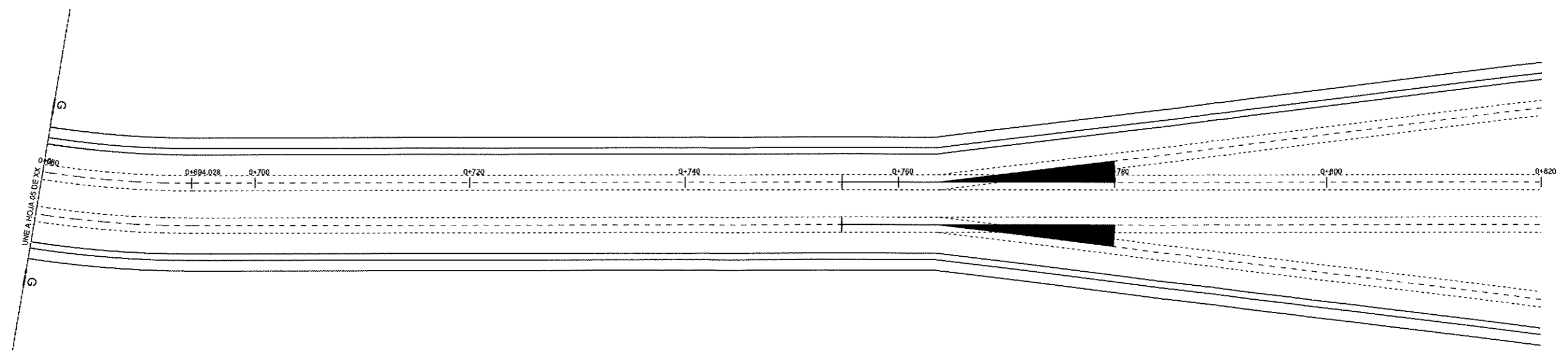


CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

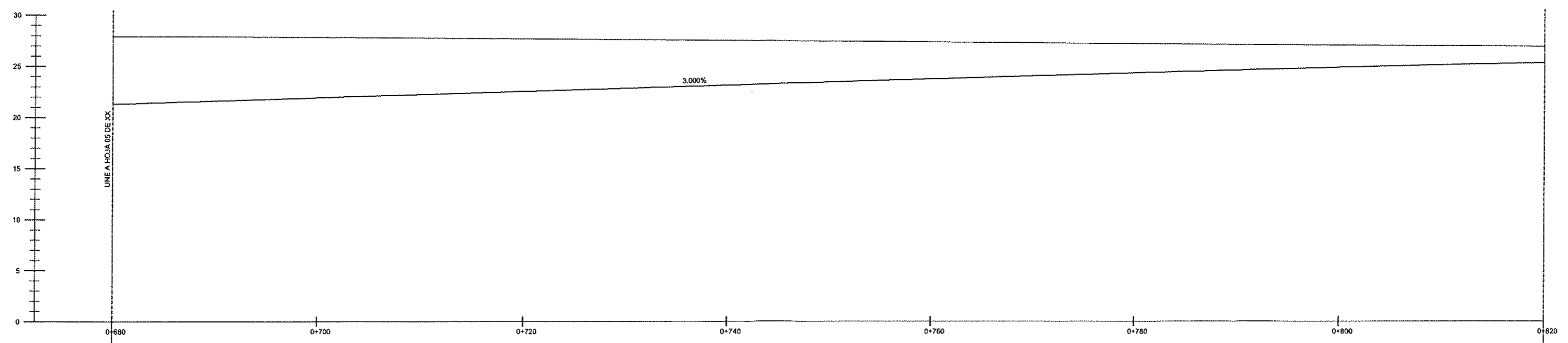
ESCALA (A1):
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
PATIO TALLER BOCANEGRA
PLANO Nº
0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P012
HOJA: 12 de 18
REVISIÓN 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



PLANTA
1:100



PERFIL LONGITUDINAL
1:100

m:\estructuras\2020\2017 - línea 2 (perm)\planos\originales\0804_estructuras_ramales_a_talleres\01 patio taller bocanegra\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

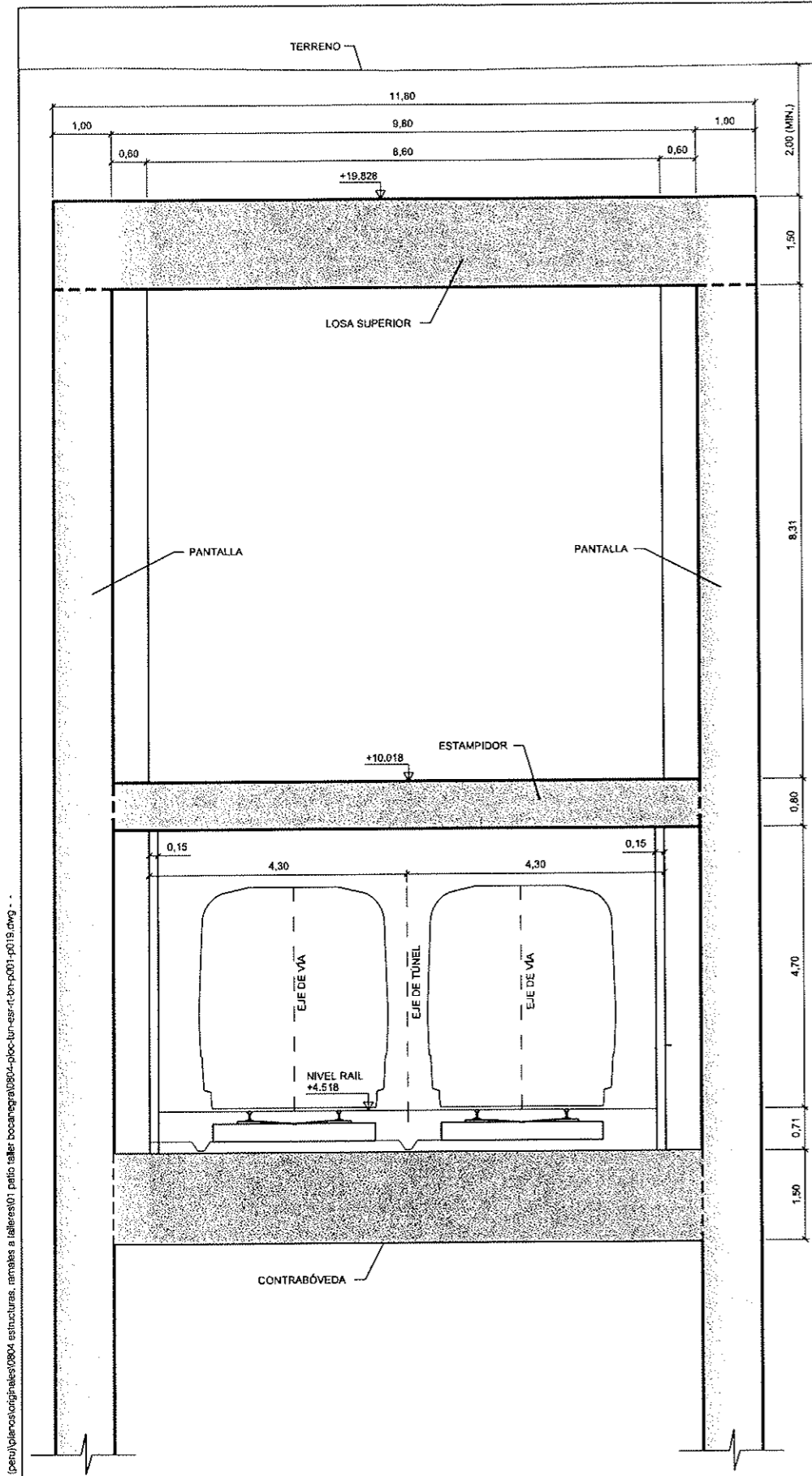
CONSULTORES
ayesa **euroestudios** **2iT**

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

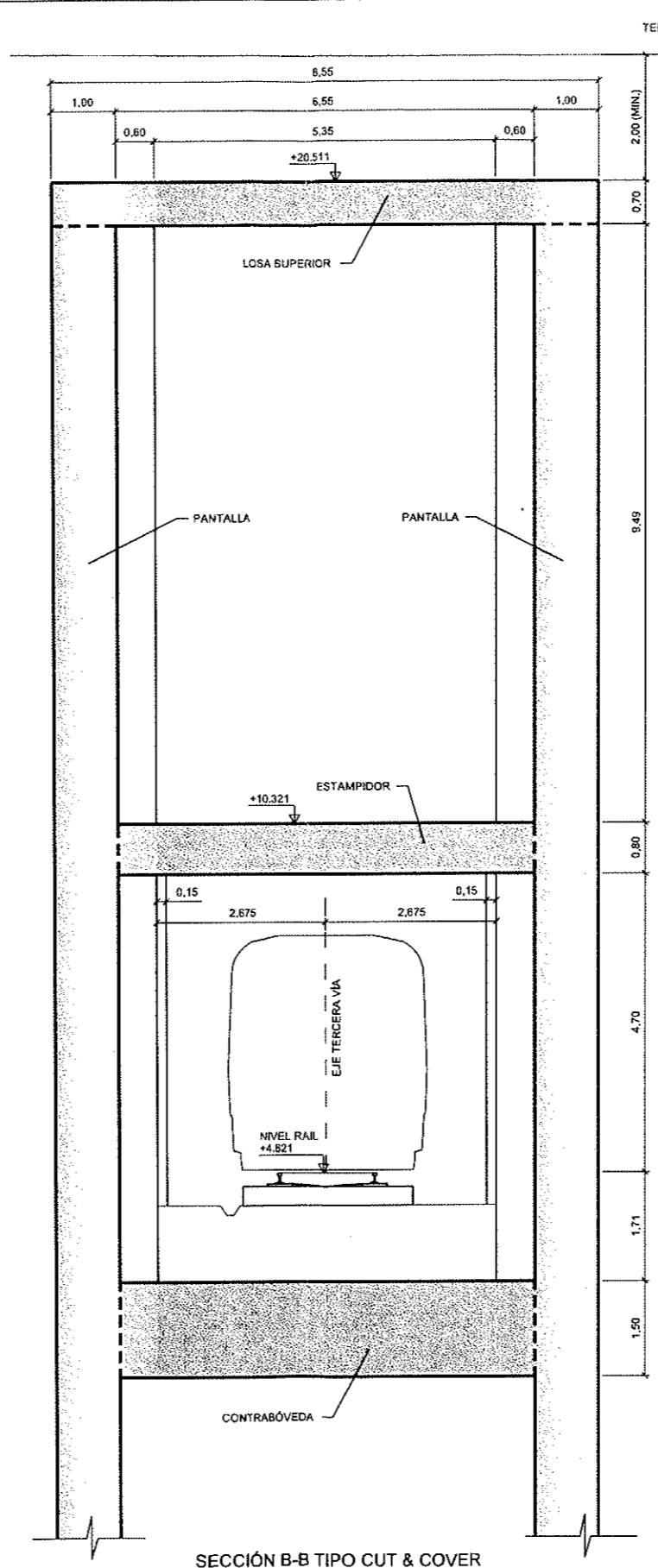
ESCALA (A1)
1:200
FECHA:
FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA	
PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P013	HOJA: 13 de 19
REVISIÓN 2	0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg

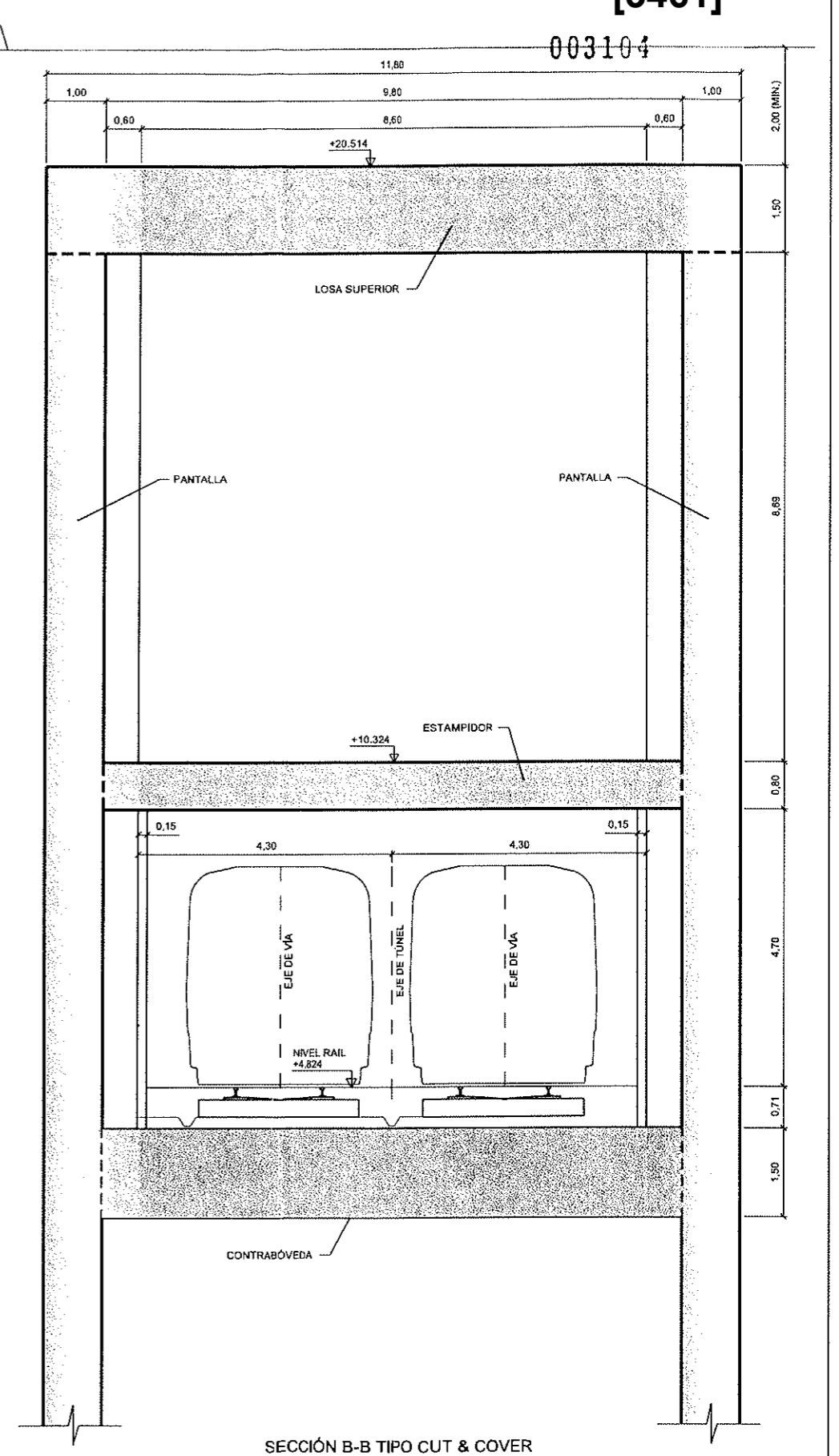
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



SECCIÓN A-A TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
P.K. 2+325.000
1:50



SECCIÓN B-B TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
P.K. 0+075.650
1:50



SECCIÓN B-B TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
P.K. 2+427.300
1:50

m:\estructuras\202527 linea 2 (metro de lima)\planos\estructuras\ramales a talleres\0804-estructuras_ramales a talleres\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg



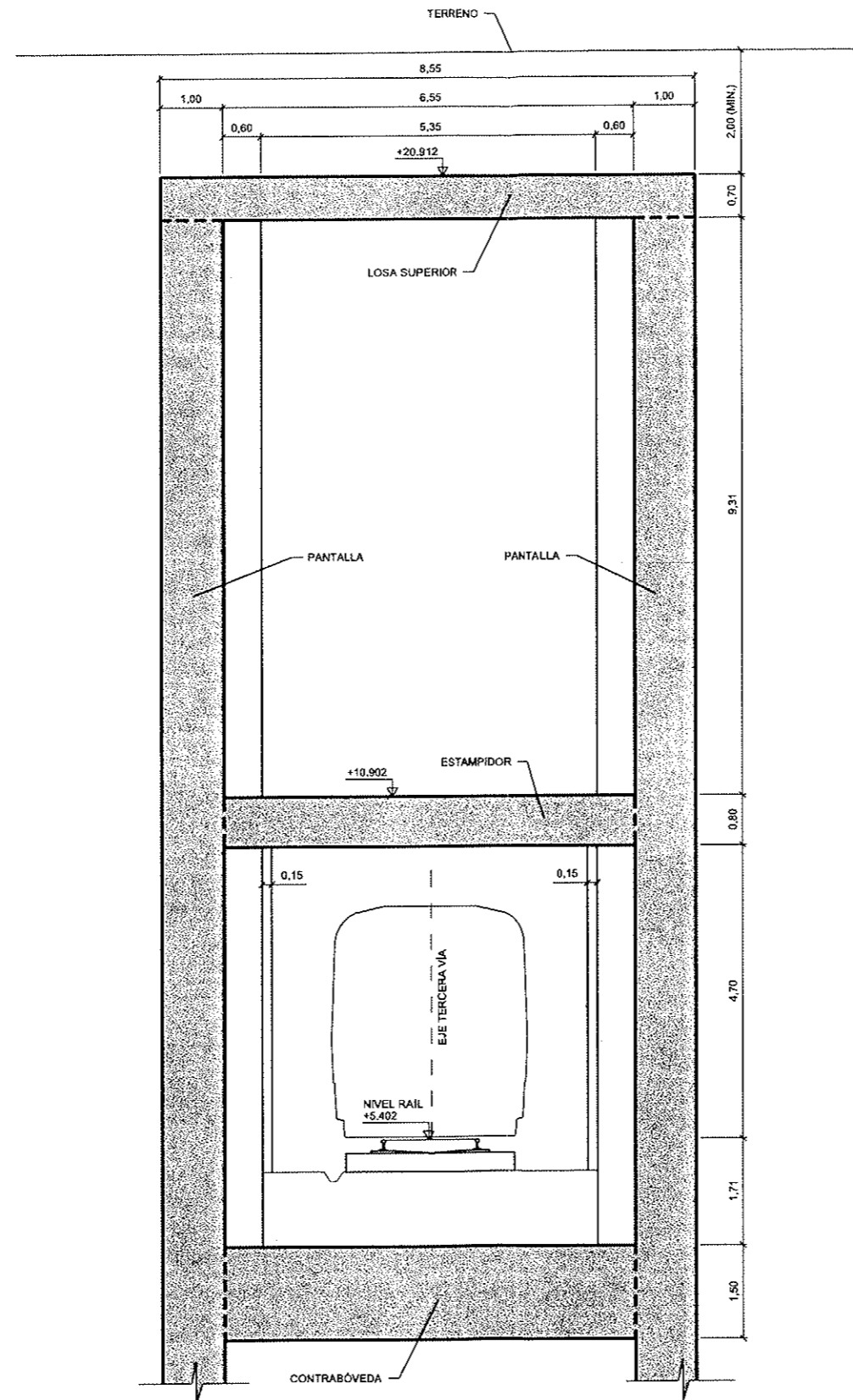
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A):	1:50
FECHA:	FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA	
PLANO N°	PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P014
HOJA:	14 de 18
REVISIÓN	2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

003105



SECCIÓN C-C TIPO CUT & COVER
 EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
 P.K. 0+140.000
 1:50

m:\estructuras\0202057 linea 2 (peru)\planos\originales\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg -



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

ESCALA (A):
1:50
FECHA:
FEBRERO 2014

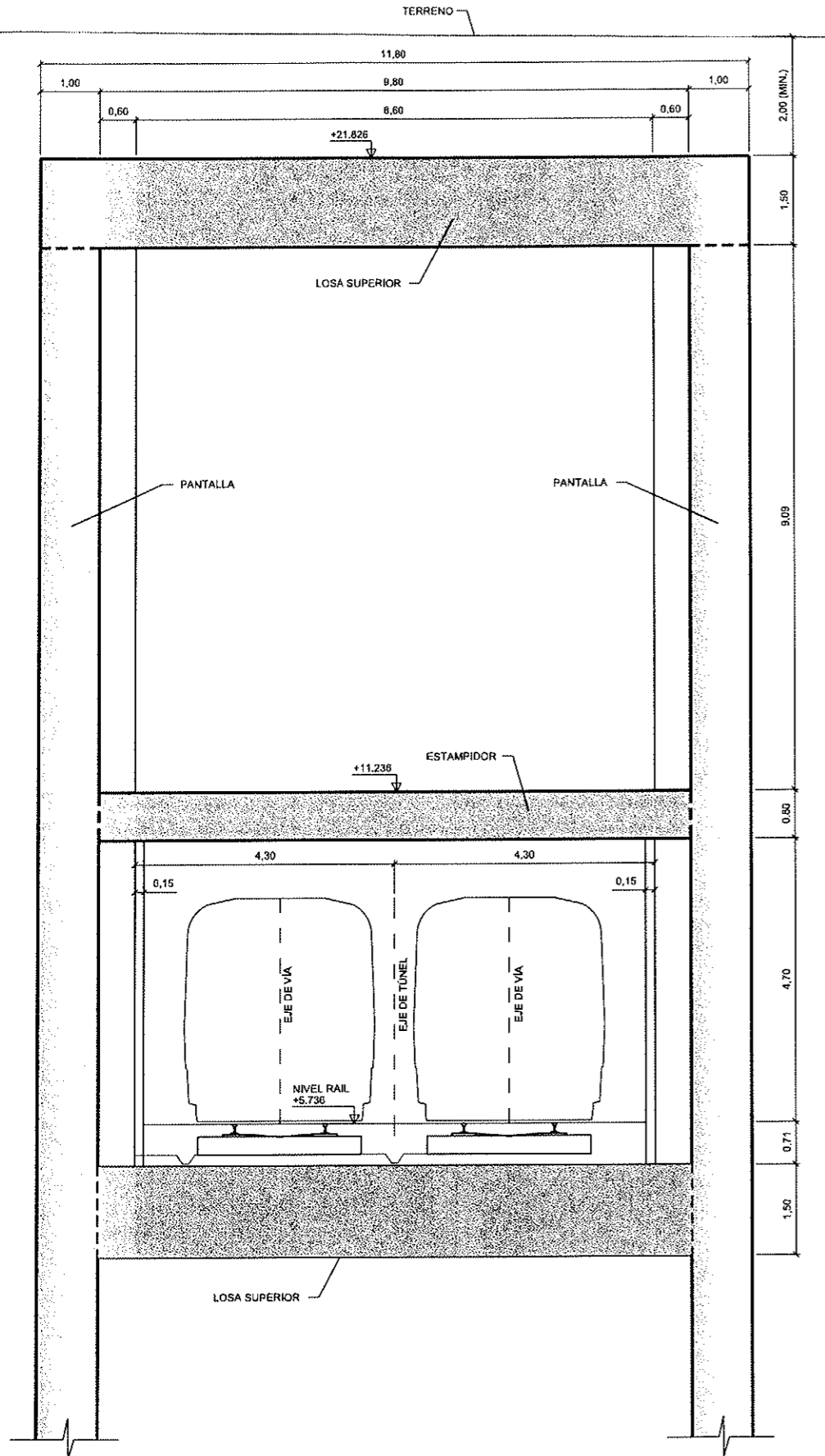


ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
 PATIO TALLER BOCANEGRA

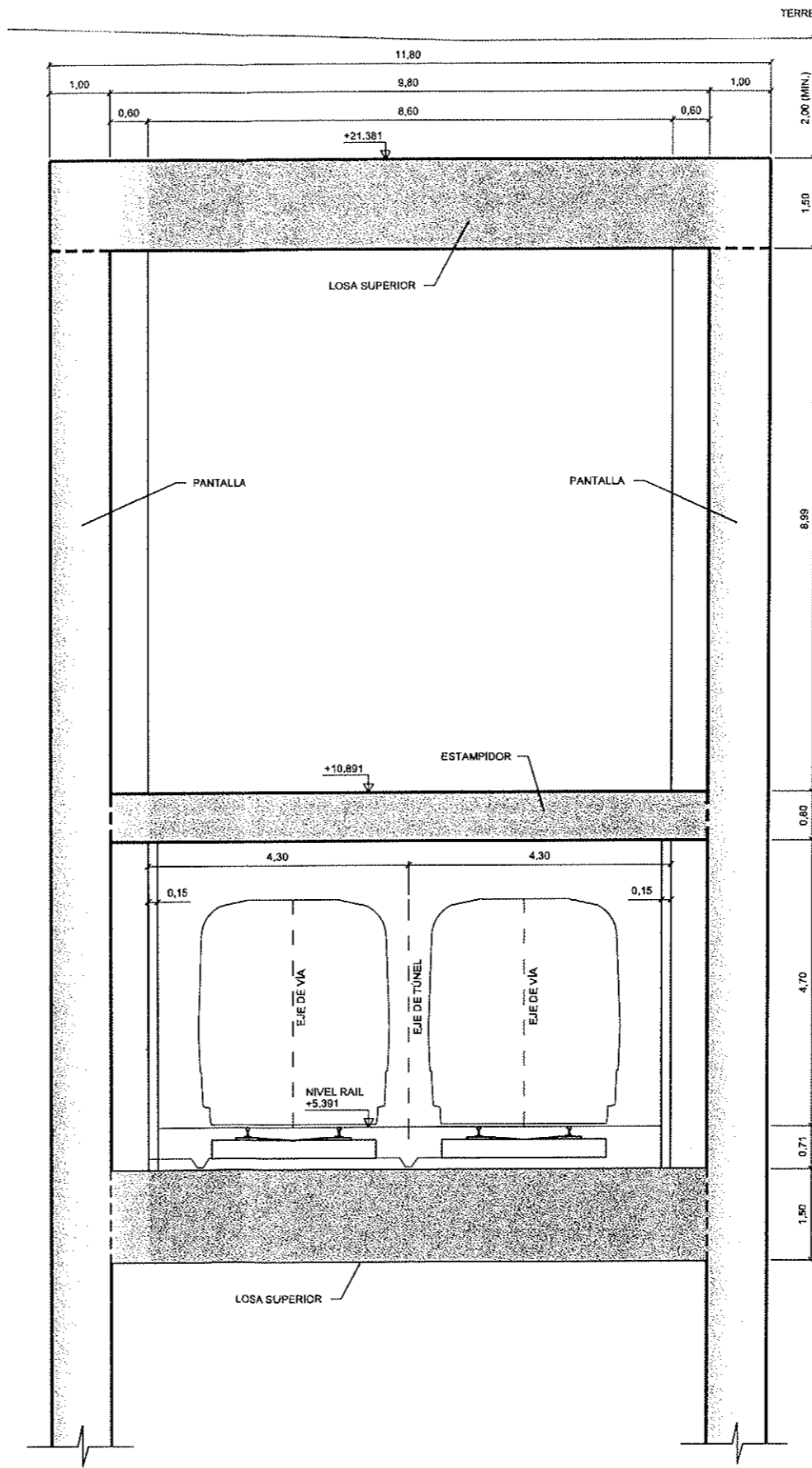
PLANO N°	PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P015	HOJA	15 de 10	REVISIÓN	2
----------	-------------------------	------	----------	----------	---

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

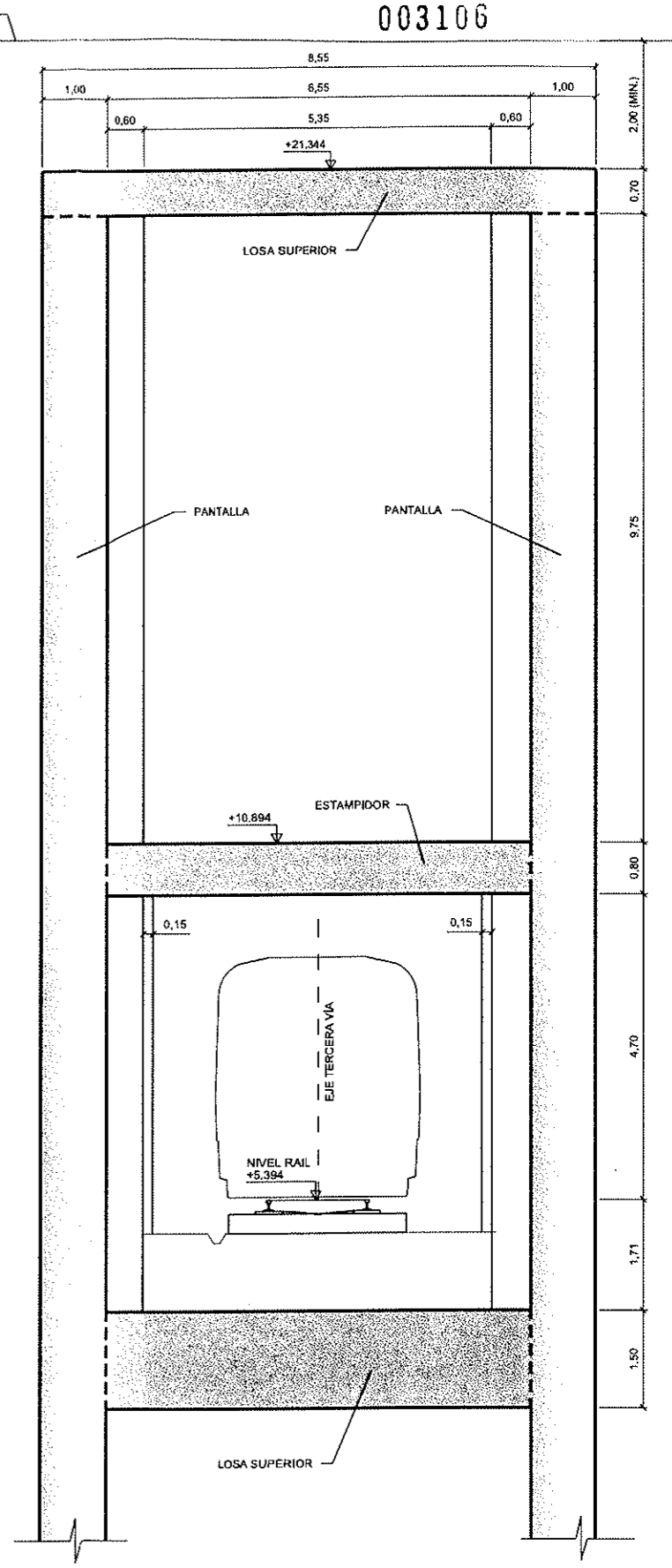
0804-PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P001-P019.dwg



SECCIÓN A-A TIPO CUT & COVER
 EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
 P.K. 2+731.000
 1:50



SECCIÓN B-B TIPO CUT & COVER
 EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
 P.K. 2+616.200
 1:50



SECCIÓN B-B TIPO CUT & COVER
 EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
 P.K. 0+174.600
 1:50

r:\estructuras\202057_linea 2 (metro de lima) (peru)\planos\originales\0804_estructuras_ramales a talleres\01_patio taller bocanegra\0804_ploc-tun-esr-rt-bn-p016.dwg



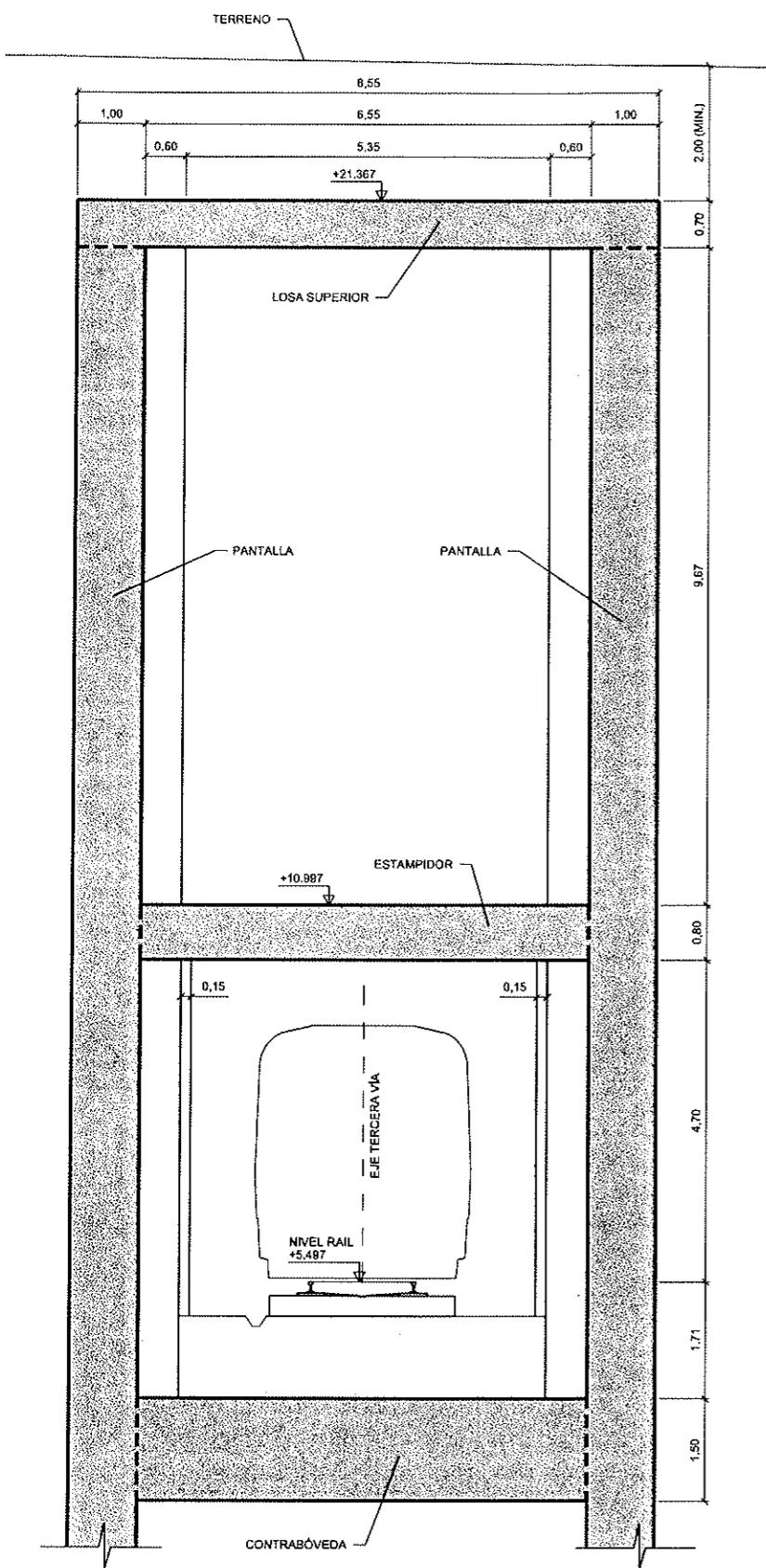
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A):
 1:50
 FECHA:
 FEBRERO 2014

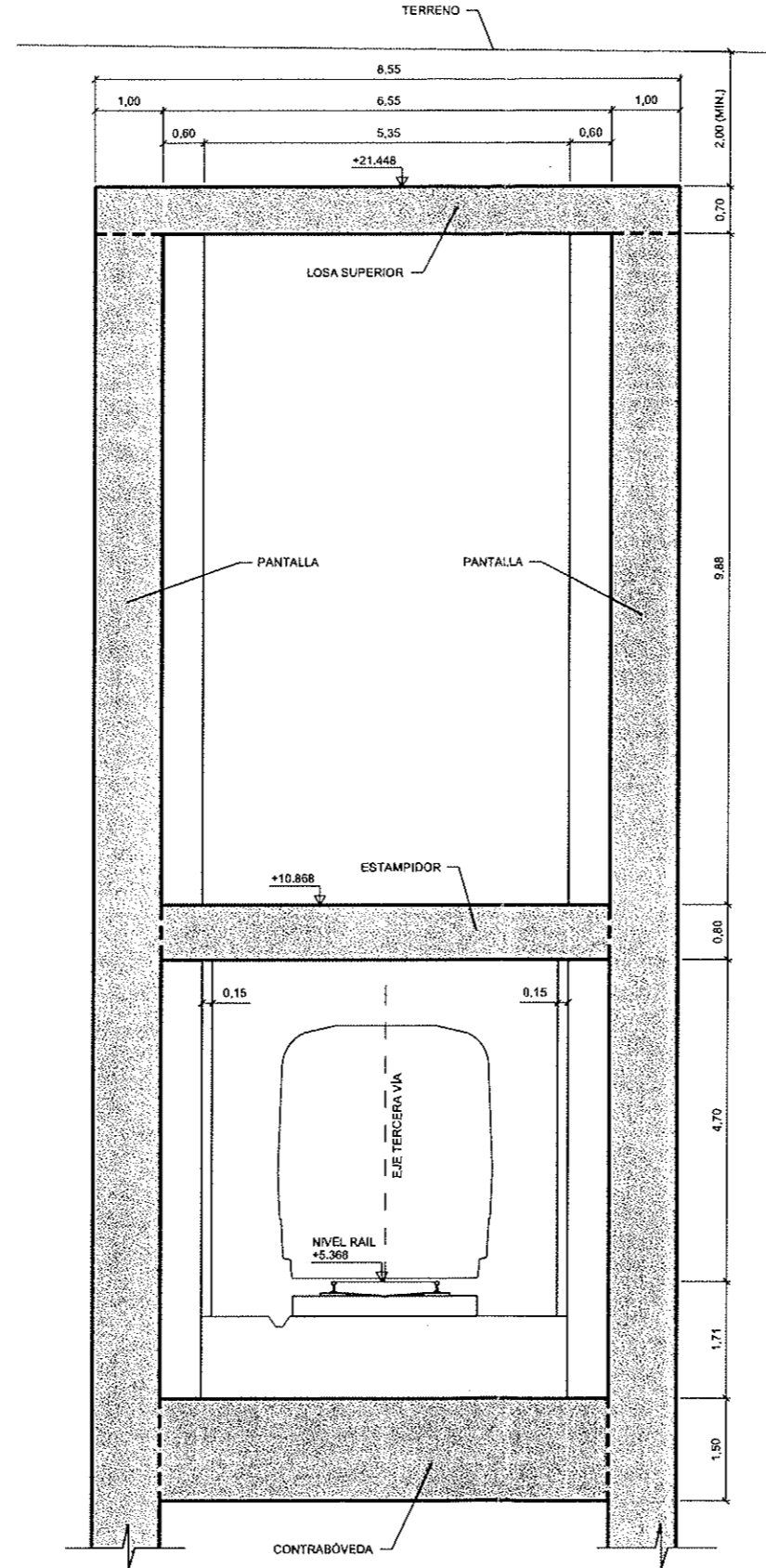
ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES
 PATIO TALLER BOCANEGRA
 PLANO N° PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P016
 HOJA: 18 de 19
 REVISIÓN: 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASAGÉ GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

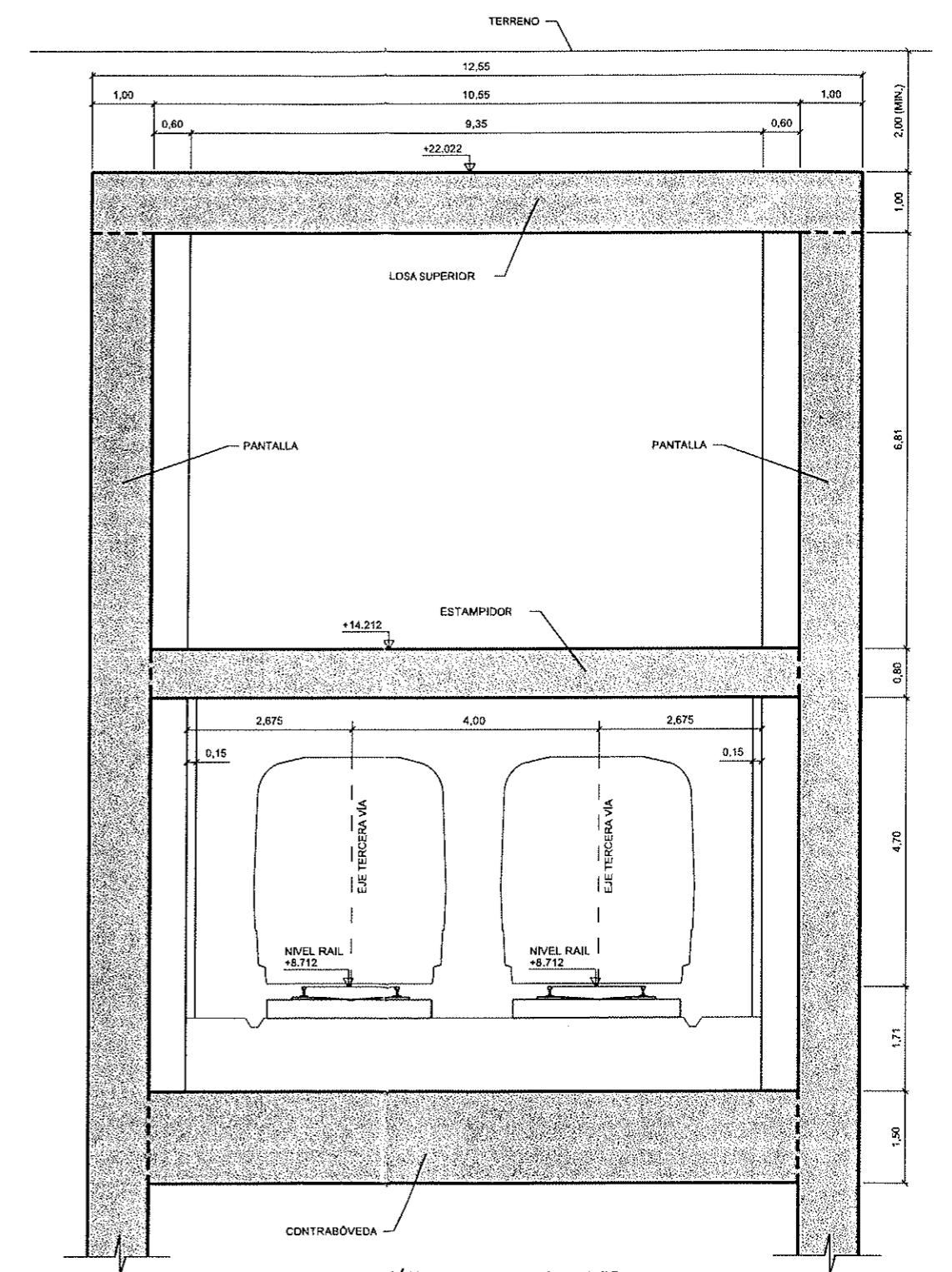




SECCIÓN C-C TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
P.K. 0+120.000
1:50



SECCIÓN D-D TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
P.K. 0+166.000
1:50



SECCIÓN E-E TIPO CUT & COVER
EN LA ZONA DE ACCESO A TALLERES
P.K. 0+260.000
1:50

m:\estructuras\2008\7 línea 2 (metro de lima) (zona de construcción) \planos\estructuras - ramales a talleres\0804-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg

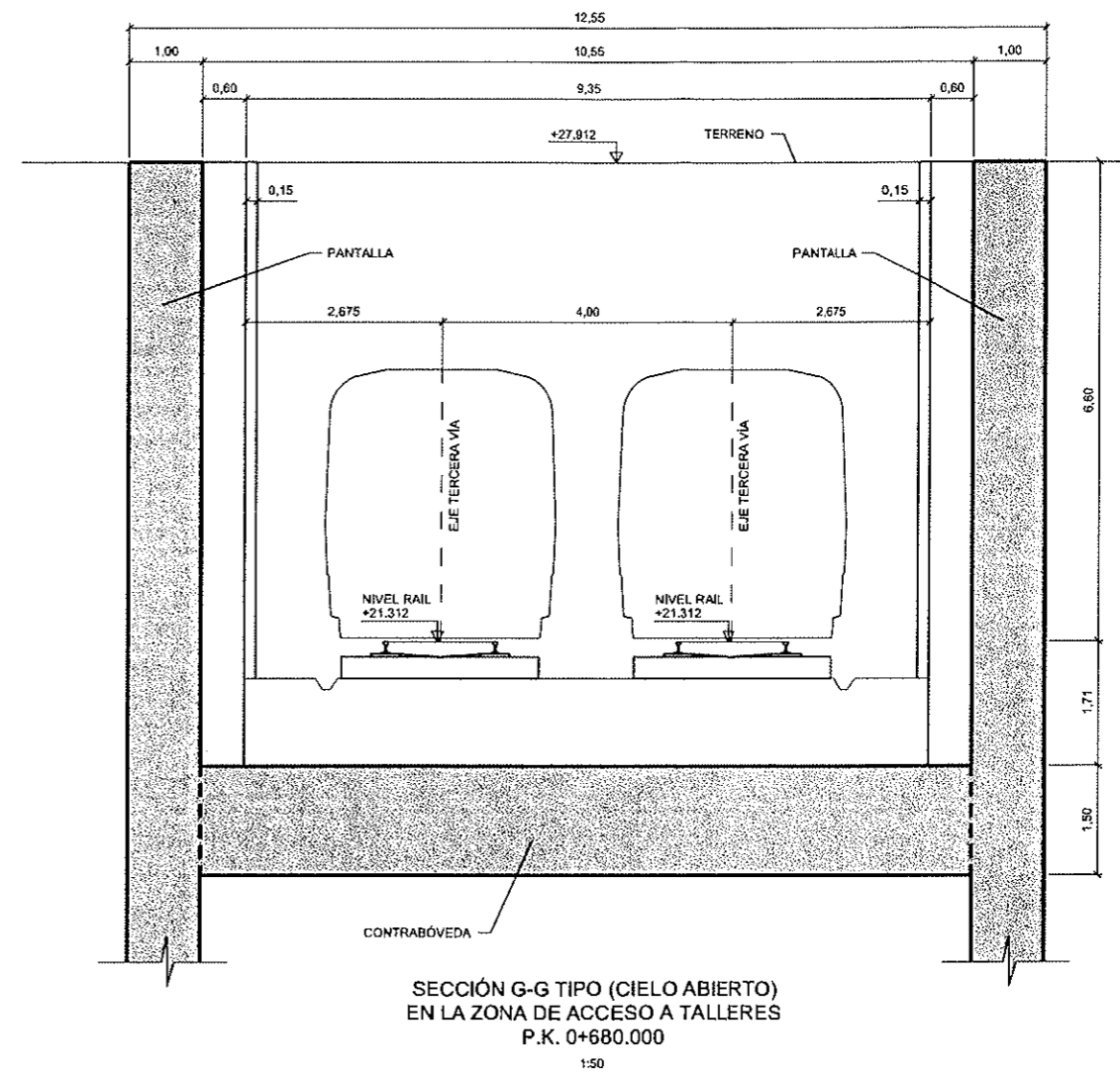
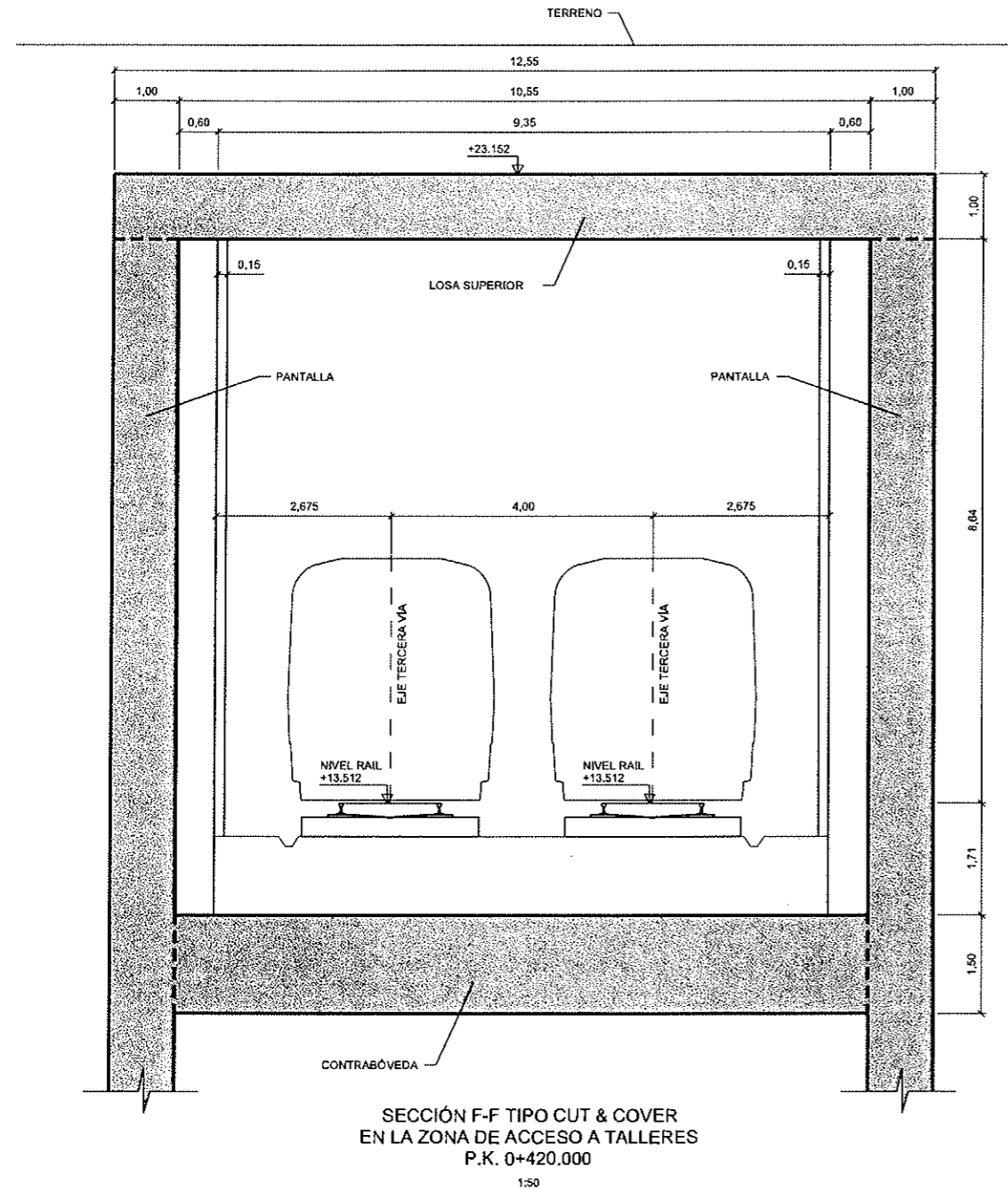


CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

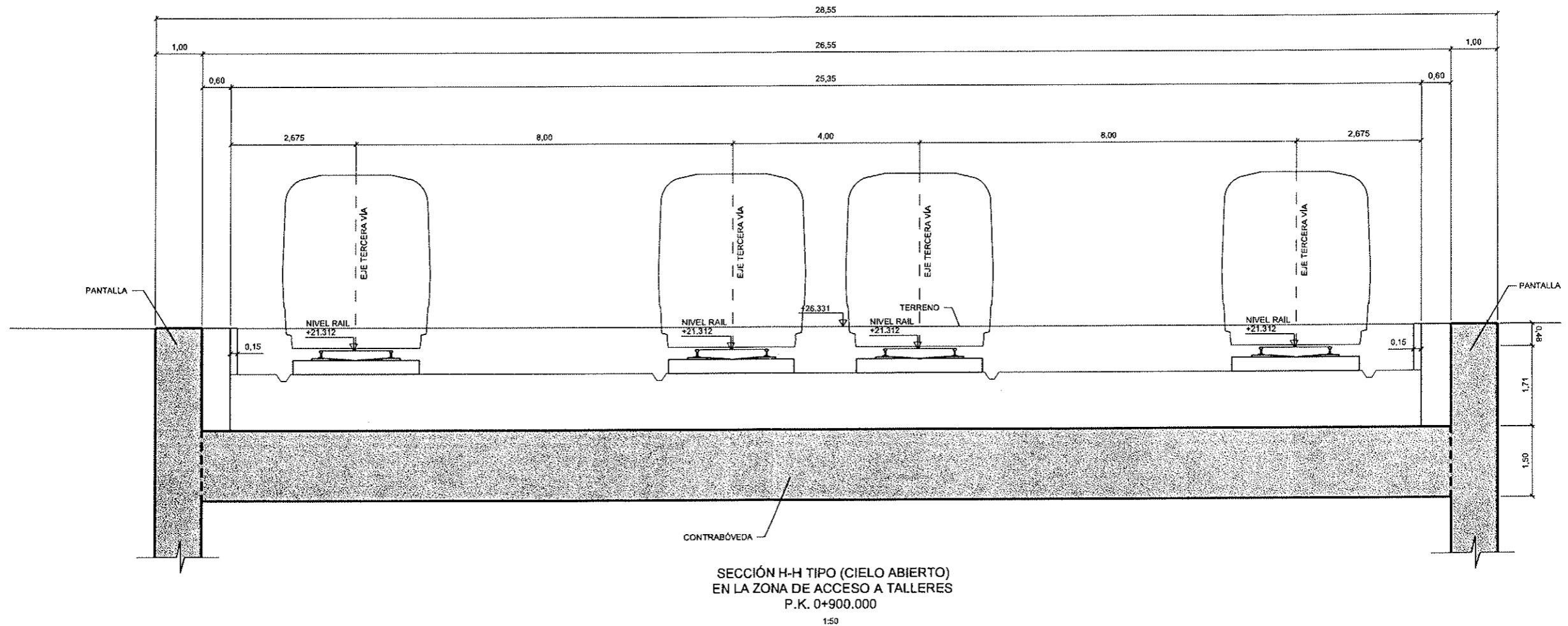
ESCALA (A): 1:50
FECHA: FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS, RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA
PLANO Nº PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P017
HOJA: 17 de 19
REVISIÓN 2

ALFONSO JUAN BASAÑE GARCÍA REPRESENTANTE LEGAL



m:\estructuras\2020\57 - línea 2 (metro de lima) (peru)\planos\originales\0804-estructuras_ramales_a_talleres\001-p019.dwg



m:\estructuras\202057_linea 2 (metro de lima) \planos\originales\0904_estructuras_ramales a talleres\01_patio taller bocanegra\01-ploc-tun-esr-rt-bn-p001-p019.dwg

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

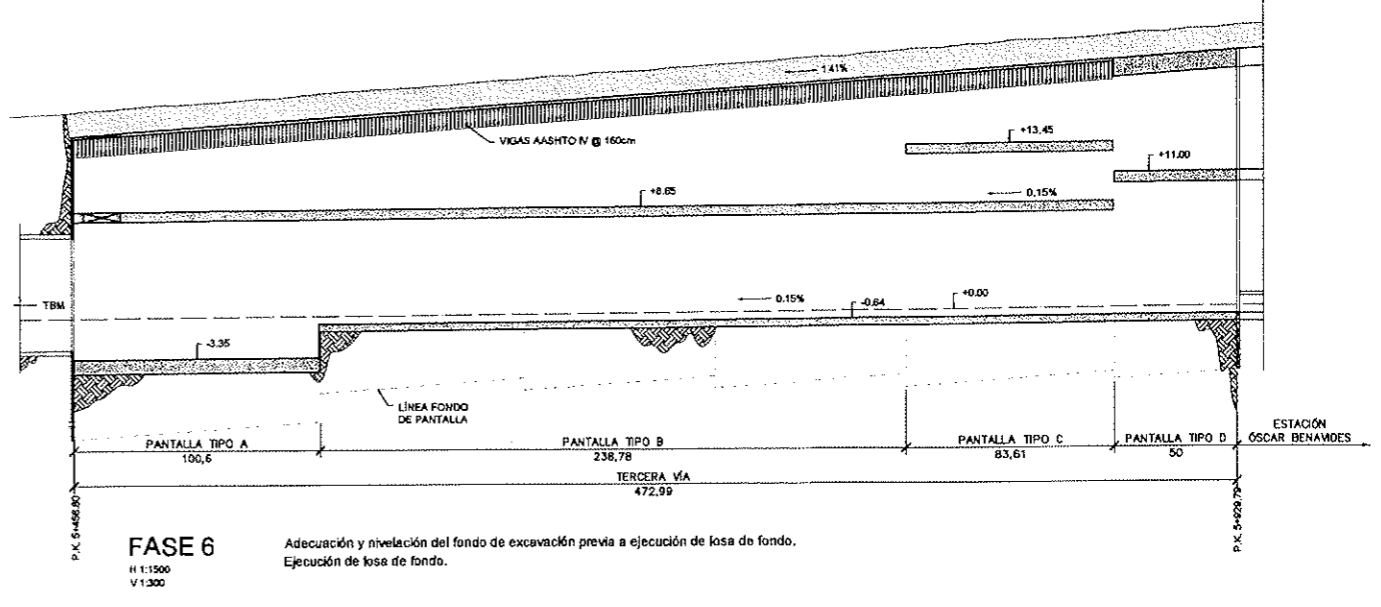
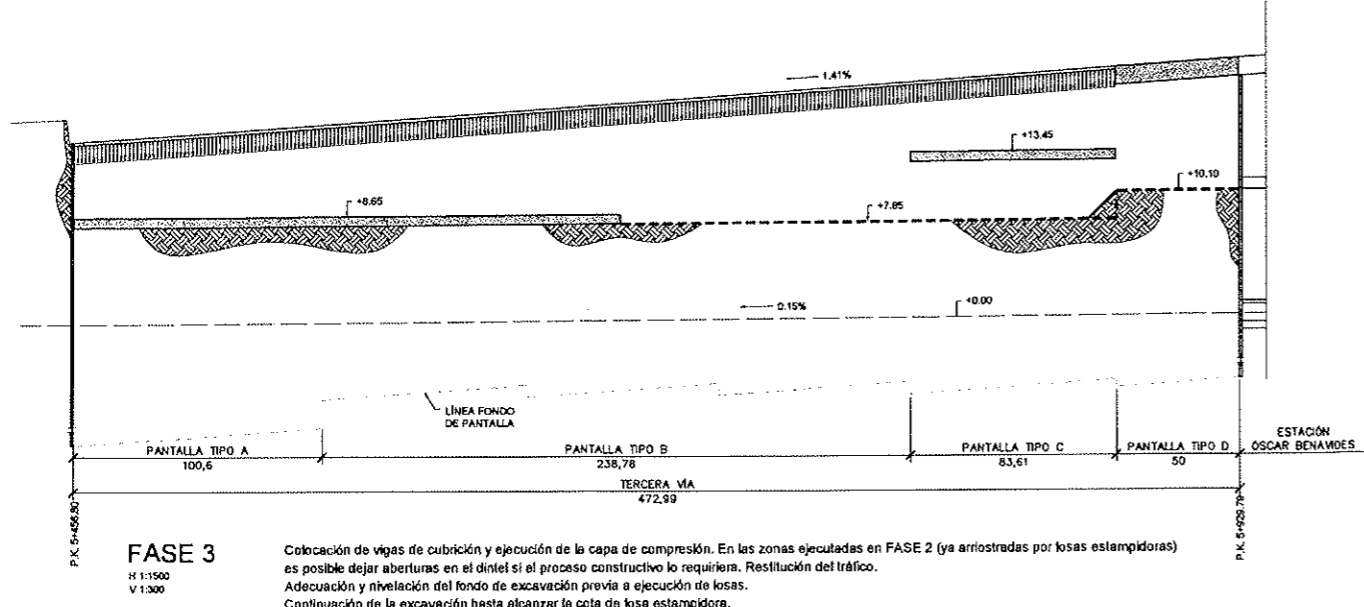
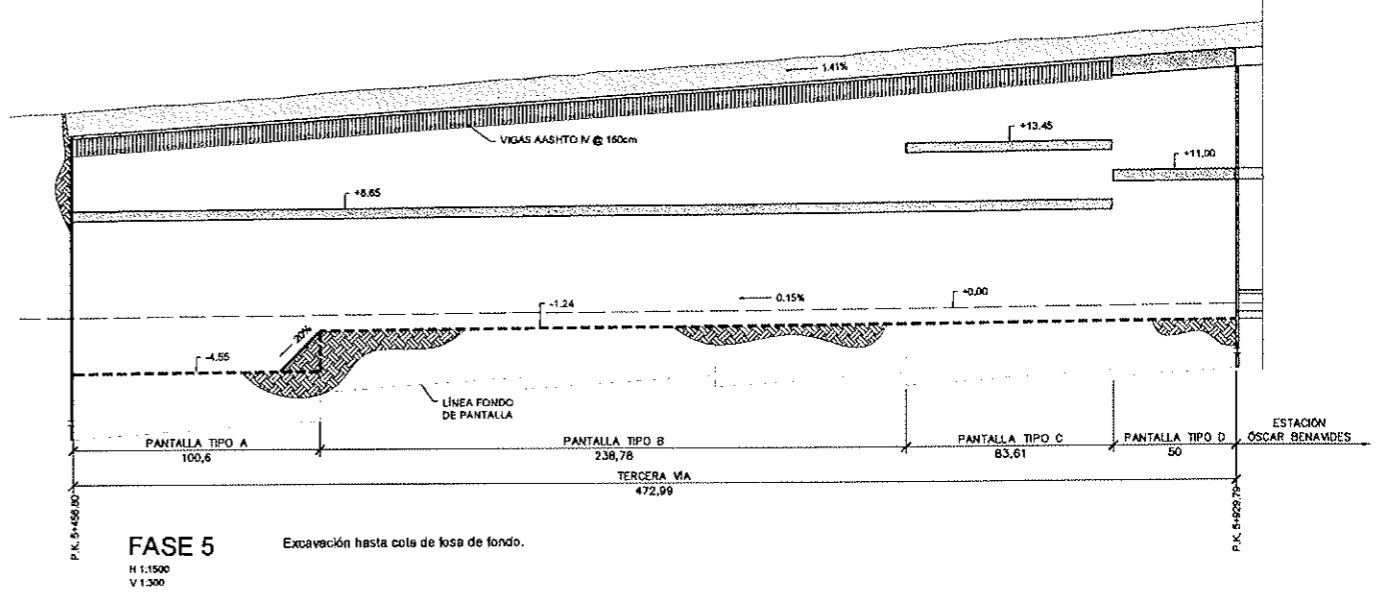
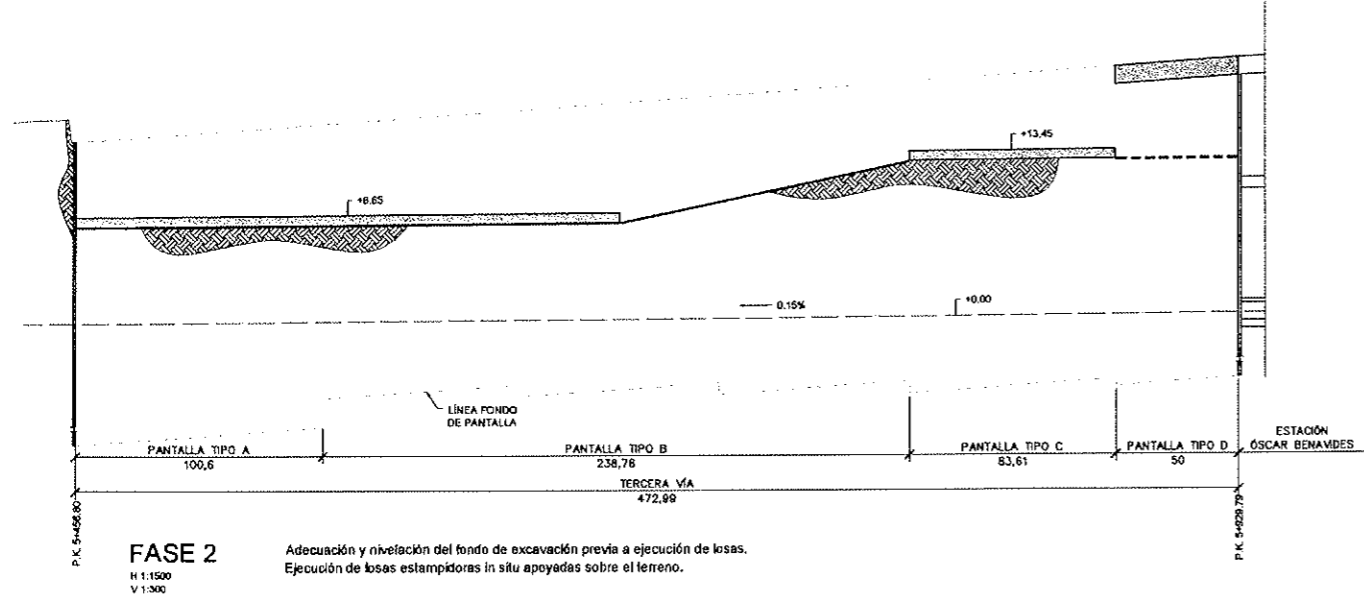
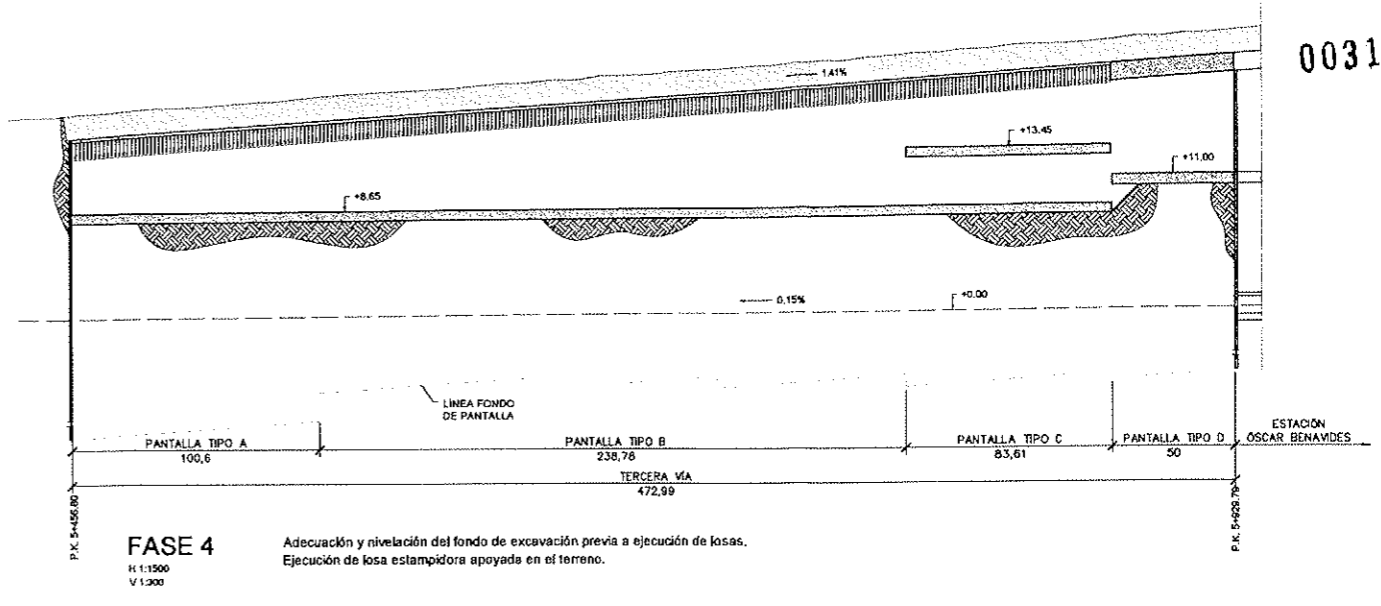
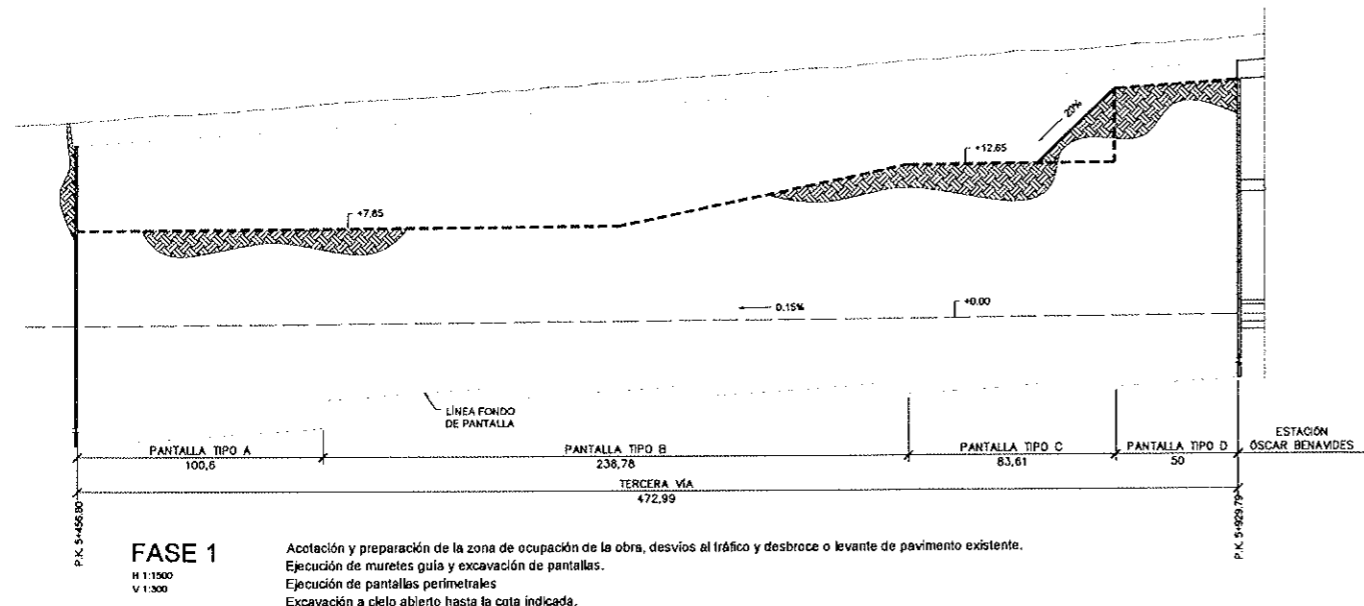
CONSULTORES
ayesa | **euroestudios** | **2IT**

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

ESCALA (A1):
 1:50
 FECHA:
 FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS. RAMALES A TALLERES PATIO TALLER BOCANEGRA		PLANO N°	HOJA:	REVISIÓN
PLOC-TUN-ESR-RT-BN-P019		19 de 19	2	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



\\davin\in\proyectos\03-24-04\documentación\temporal\p03-xxxx-xxxx-xxxx-xxxx\l12_03_ploc-tun-con-apa-p001-p002.dwg - 23/01/2014 - 19:26



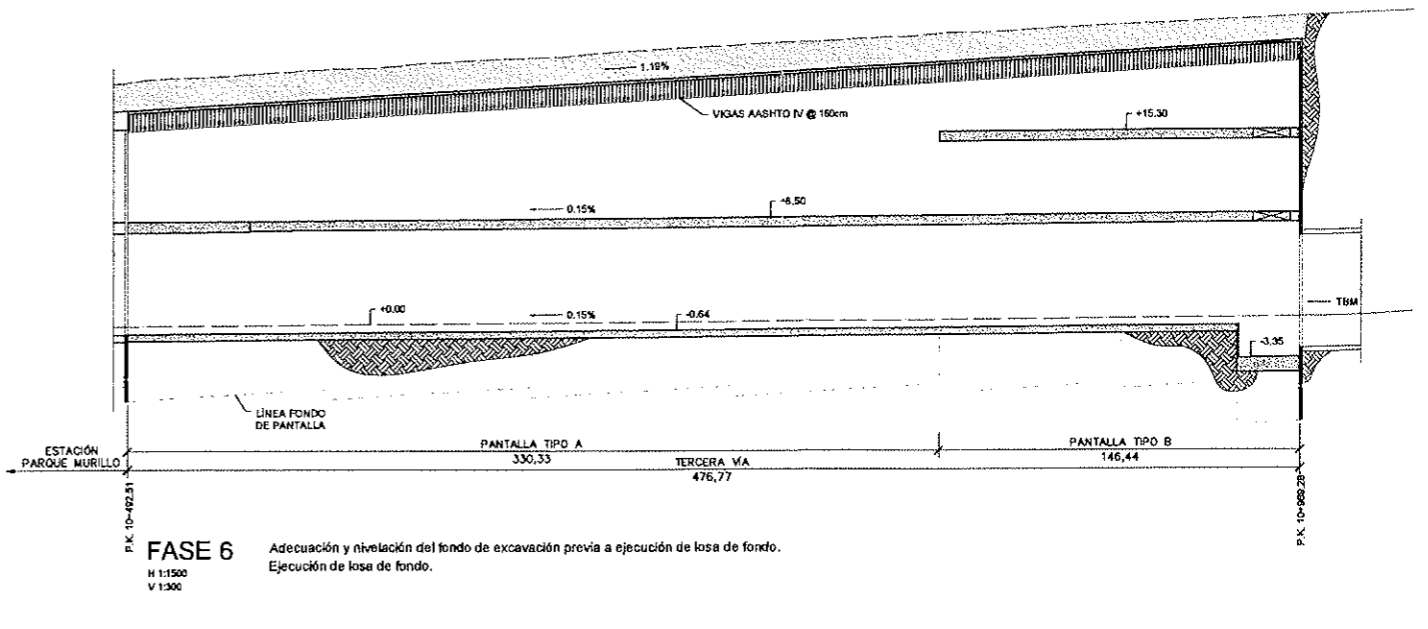
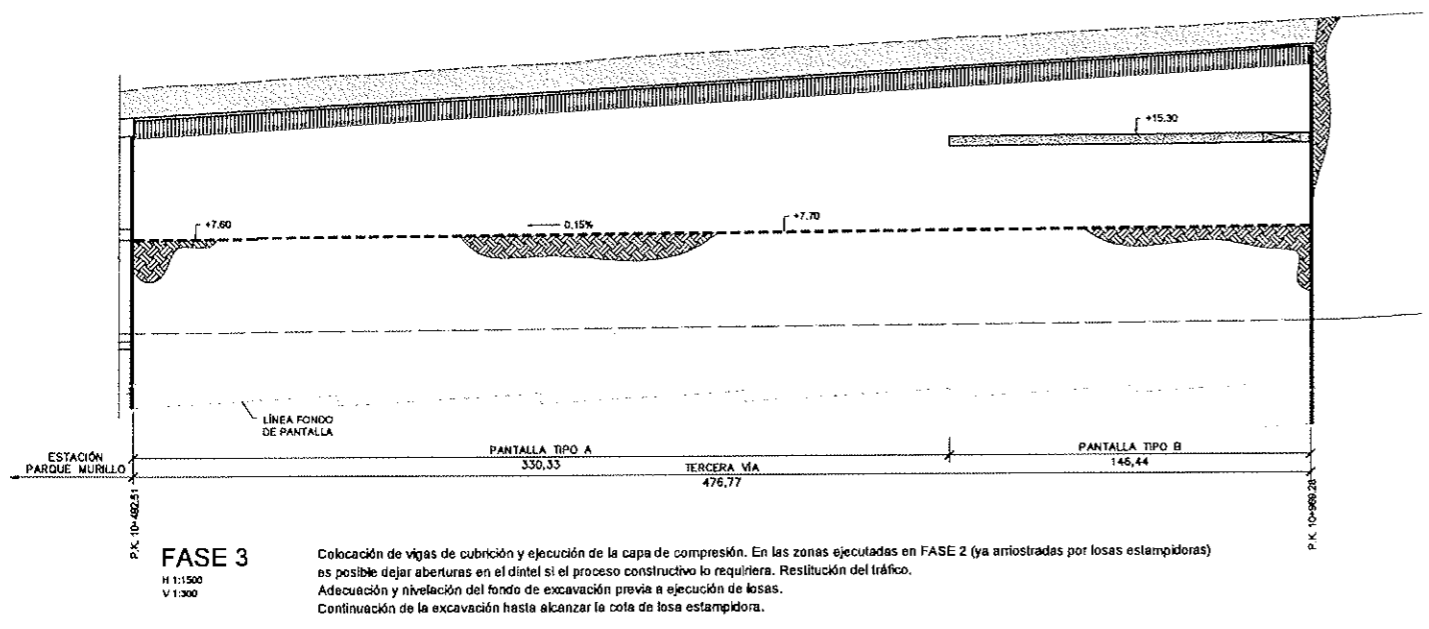
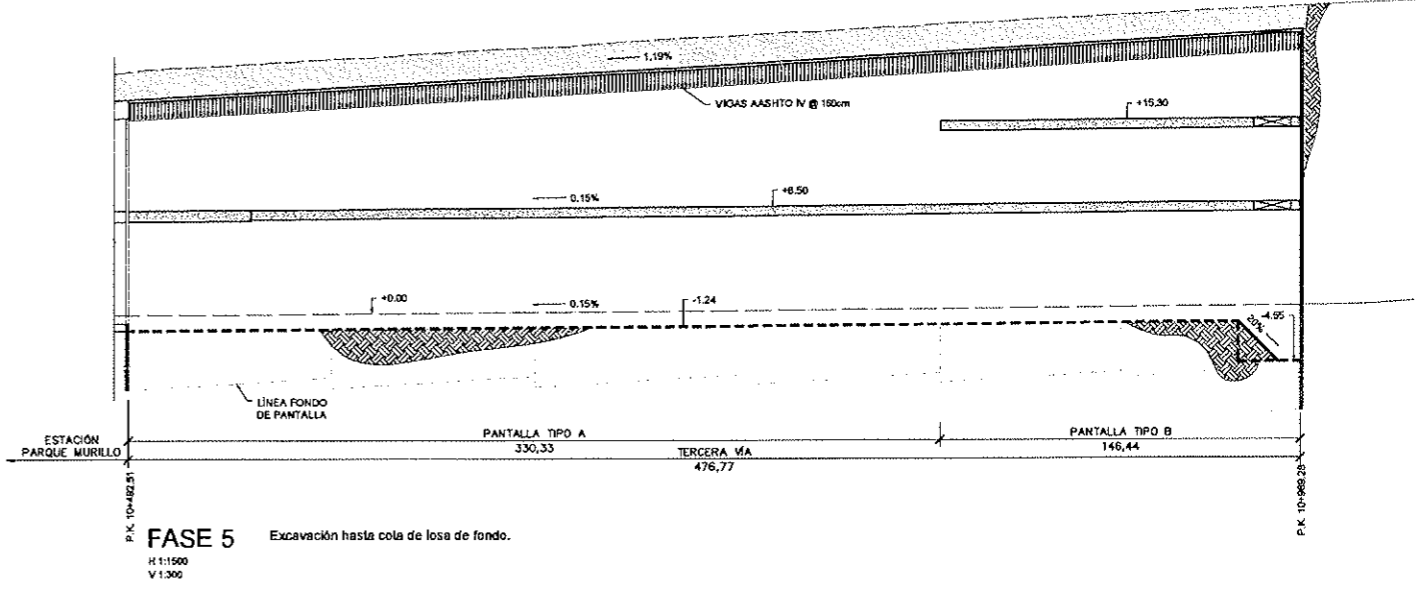
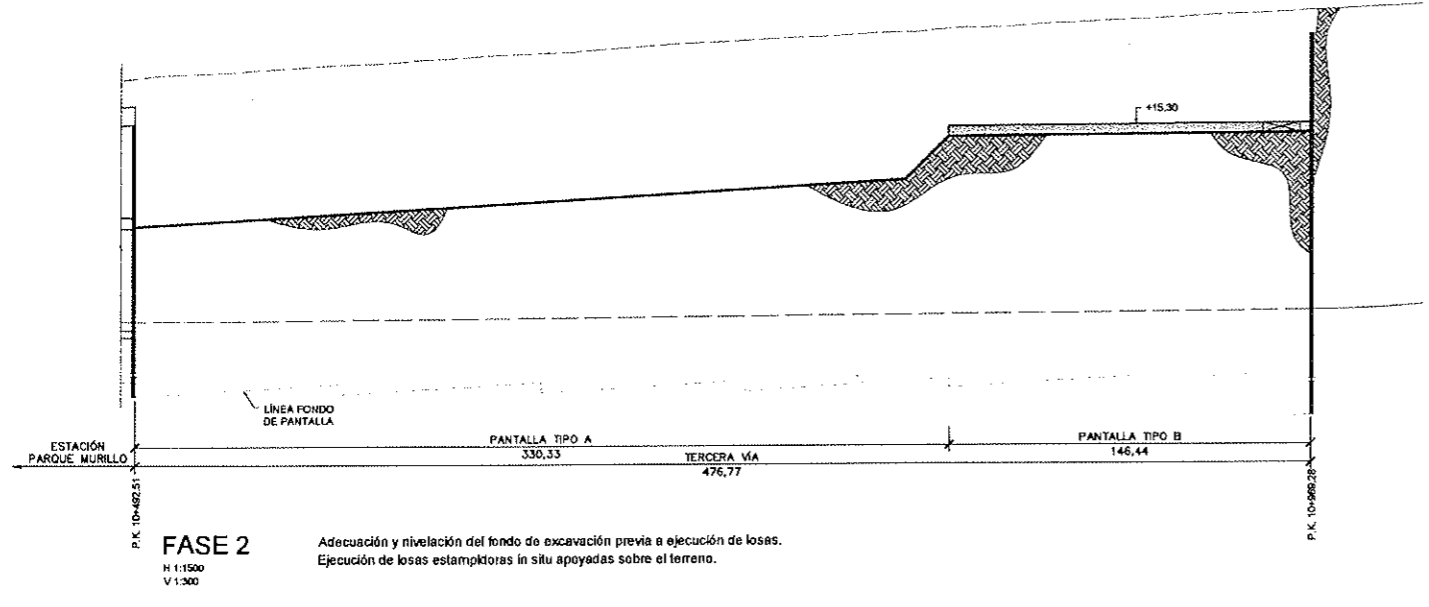
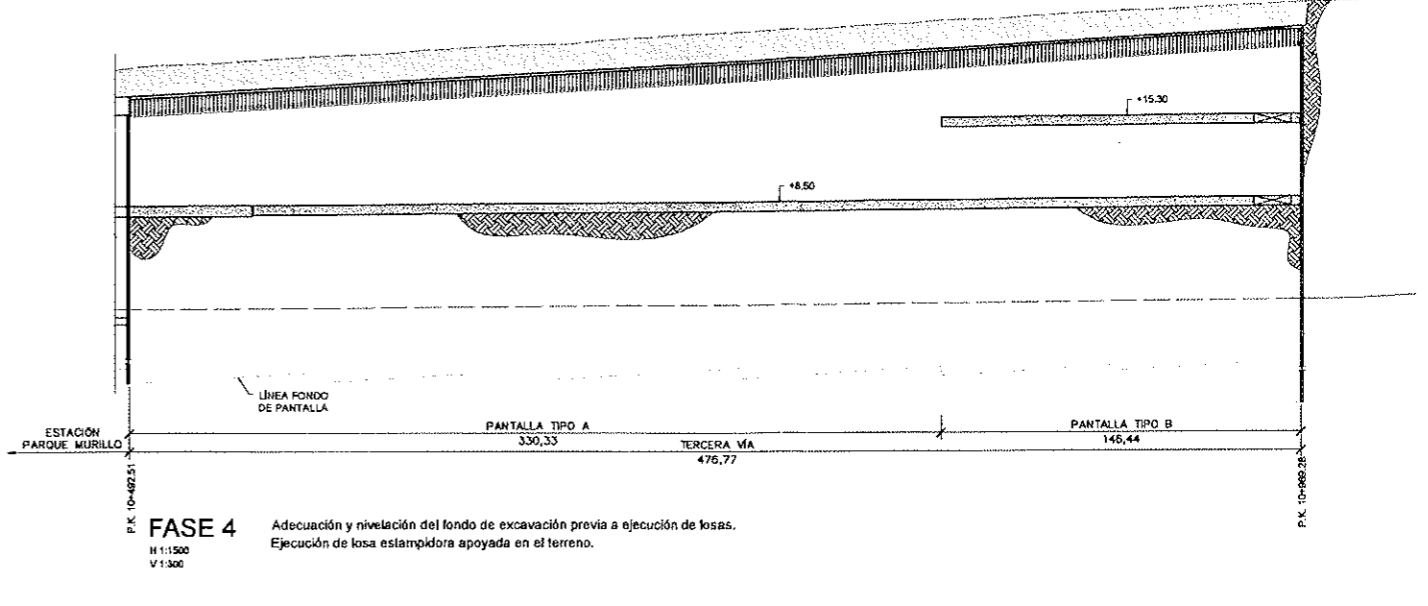
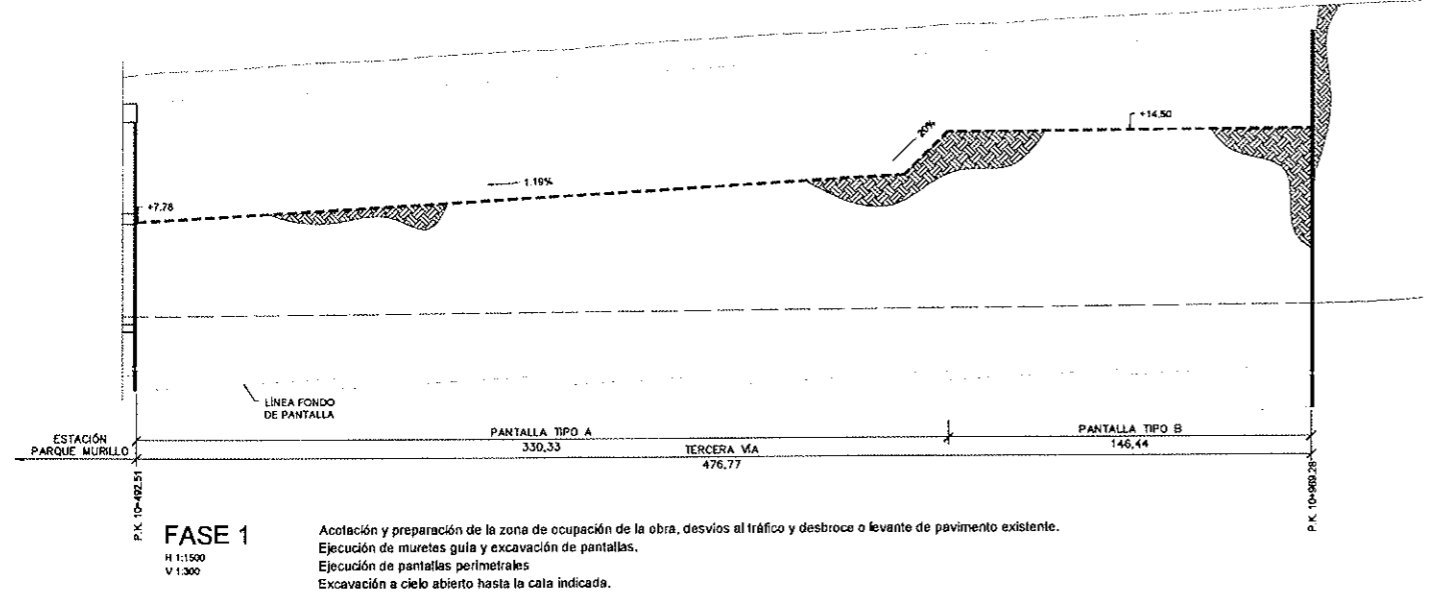
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1)
1:1000
FECHA
FEBRERO 2014

ESTRUCTURAS
TERCERAS VÍAS
PROCESO CONSTRUCTIVO TRAMO 1

PLANO N° PLOC-TUN-CON-APA-P-001
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

REVISIÓN
01 de 02
2



\\davinco\ordenes\p03-2446\04_documentación temporal\p03-xxxx-llcl\m_lima\02_planes\12_planes\tun-con-apa\1203_ploc-tun-con-apa-p001-p002.dwg - 23/07/2014 - 19:26



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

ESCALA (A1)
1:1000
FECHA:
FEBRERO 2014



ESTRUCTURAS TERCERAS VÍAS PROCESO CONSTRUCTIVO TRAMO 2	PLANO N° PLOC-TUN-CON-APA-P-002	HOJA 02 de 02	REVISIÓN 2
--------------------------------------------------------------	------------------------------------	------------------	---------------

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

003112

<p>A.6.10.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
-------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

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

A.6.10. EXCAVACIÓN EN CAVERNA

Índice

0	CONTENIDO MÍNIMO	3
1	INTRODUCCIÓN	3
2	MÉTODO CONSTRUCTIVO	4
2.1	INTRODUCCIÓN.....	4
2.2	EXCAVACIÓN.....	4
2.2.1	Introducción	4
2.2.2	Secuenciación de la excavación.....	5
2.2.3	Excavación mecánica	5
2.3	CICLOS DE TRABAJO.....	6
3	DISEÑO DEL REVESTIMIENTO	6
3.1	GENERALIDADES	6
3.2	REVESTIMIENTO PRIMARIO.....	6
3.2.1	Dimensionamiento inicial del revestimiento primario	6
3.2.2	Secciones tipo de revestimiento primario propuestas.....	7
3.2.3	Comprobaciones Numéricas.....	8
3.2.4	Estabilidad del Frente.....	8
3.2.5	Pozos de Ataque y Emboquilles	9
3.2.6	Tratamientos Especiales	10
3.3	REVESTIMIENTO DEFINITIVO	10
3.3.1	Bases de diseño.....	10
3.3.2	Esfuerzos sobre el revestimiento definitivo.....	10
3.3.3	Dimensiones revestimiento definitivo	11
4	IMPERMEABILIZACIÓN	12
5	AUSCULTACIÓN Y CONTROL.....	12
5.1	GENERALIDADES	12
5.2	CONTROL GEOMÉTRICO Y TOPOGRÁFICO.....	12
5.2.1	Topografía interior	12
5.2.2	Comprobación de secciones transversales.....	13
5.3	AUSCULTACIÓN.....	13
5.3.1	Generalidades	13
5.3.2	Auscultación a lo largo del túnel	13
5.3.3	Auscultación en secciones de control	13
	APÉNDICE 1. OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO POR MÉTODOS ANALÍTICOS.....	15
	APÉNDICE 2. MODELIZACIÓN NUMÉRICA (PHASE2D) PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO.....	27
	APÉNDICE 3. DIMENSIONAMIENTO REVESTIMIENTO DEFINITIVO DE LAS CAVERNAS.....	65
	APÉNDICE 4. PLANOS	106

0 CONTENIDO MÍNIMO

003114

El contenido mínimo del Punto A.6.10 *Excavación en Caverna* es el siguiente:

1. Memoria de cálculo preliminar de las estructuras permanentes (análisis mediante modelos de cálculo adecuados):
Se desarrolla en el *Apartado 3 Diseño del Revestimiento* (páginas 6 a 11), e incluye los cálculos para comprobar el revestimiento primario y el revestimiento definitivo que constituyen el conjunto de la estructura permanente; no habiéndose considerado el revestimiento primario en el diseño y comprobación del revestimiento definitivo.
2. Memoria de cálculo preliminar de las galerías de conexión:
Se desarrolla en el *Apartado 3 Diseño del Revestimiento* (páginas 6 a 11), e incluye los cálculos para comprobar el revestimiento primario y el revestimiento definitivo que constituyen el conjunto de la estructura permanente; no habiéndose considerado el revestimiento primario en el diseño y comprobación del revestimiento definitivo.
3. Excavación y tratamiento de consolidación:
Se desarrollan en el *Apartado 2.2 Excavación* (páginas 4 a 6) y en el *Apartado 3.2.6 Tratamientos Especiales* (páginas 9 a 10). En el caso de la excavación, Se plantea realizarla por métodos convencionales mediante medios mecánicos y cada una de las secciones se excavará, revestirá temporalmente, impermeabilizará y se revestirá definitivamente, secuencialmente y por fases en etapas sucesivas. Si el terreno no es estable y/o se detecta una elevada entrada de agua en el túnel, puede ser necesario realizar tratamientos de consolidación, que mejoren las características geotécnicas del terreno o reduzcan el caudal de infiltración, puede ser necesario el tratamiento del terreno mediante inyecciones de consolidación desde superficie o desde el propio túnel, bien de cemento o de silicatos.
4. Presostenimiento, sostenimiento y fases de excavación:
Se desarrollan en el *Apartado 3.2.5 Pozos de Ataque y Emboquilles* (página 9), *Apartado 3.2.6 Tratamientos Especiales* (páginas 9 a 10), *Apartado 3.2 Revestimiento Primario* (páginas 6 a 8) y *Apartado 2.2.2 Secuenciación de la Excavación* (página 5). En los emboquilles de todos los túneles ejecutados mediante métodos convencionales o en caso de que el terreno presente condiciones muy desfavorables, se prevé la ejecución de paraguas de micropilotes en el avance, para favorecer la estabilidad de la bóveda del túnel. El sostenimiento (revestimiento primario) estará constituido por capas sucesivas de hormigón proyectado junto con cerchas reticuladas. EN cuanto a las fases de excavación, serán el avance, la destroza y la contrabóveda, pudiéndose subdividir a su vez en varias fases, tanto por condicionantes geotécnicos como por sistemática de ejecución durante la obra.
5. Definición y cálculo de los pozos de ataque del NATM:
Se desarrollan en el *Apartado 3.2.5 Pozos de Ataque y Emboquilles* (página 9), donde se describe el emboquille en el que se ejecuta un paraguas de micropilotes previo a la excavación y se indica que los pozos de ataque para la ejecución de las cavernas son, las propias estaciones ejecutadas al abrigo de pantallas, el pozo vertical de la estación en caverna o los pozos de ventilación y/o salidas de emergencia en el casp de las galerías de conexión, por lo que su definición y cálculo se presenta en los puntos A.7 y A.9.



1 INTRODUCCIÓN

003115

En este punto se presenta el diseño de las cavernas correspondientes a las obras excavadas mediante métodos convencionales cuya sección transversal es de mayores dimensiones que el túnel de línea, es decir, las siguientes obras subterráneas:

- Estación en caverna
- Tramo de línea con tercera vía
- Galerías de conexión

Las características geométricas de los diferentes túneles y cavernas que forman parte de la estación subterránea, es decir, túnel de conexión, caverna eje de estación y túneles laterales, la caverna del túnel de línea con tercera vía, así como las galerías de conexión se describen en detalle en el *Punto A.6.2 Selección de diámetro de túnel*.

Del mismo modo la descripción y caracterización geotécnica de los materiales afectados se describe en el *Punto A.4 Geología y Geotecnia*.

Los criterios de diseño, así como la normativa y documentación de referencia se describen en el *Punto A.6.1 Memoria Descriptiva General del Túnel*.

2 MÉTODO CONSTRUCTIVO**2.1 INTRODUCCIÓN**

El método constructivo propuesto es el mismo que el planteado para los túneles de línea, es decir, el método convencional de ejecución de túneles en suelos, empleando medios mecánicos convencionales de excavación y hormigón proyectado y cerchas reticuladas como revestimiento primario, todo ello de modo secuencial.

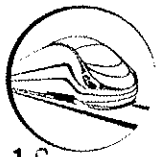
Independientemente desde dónde se inicien las cavernas, es decir, desde un pozo vertical o desde otra caverna, todas las cavernas estarán conectadas al exterior mediante pozos verticales, desde los cuales y con medios de elevación fijos se introduce el material, equipos y se extrae el escombros producto de la excavación. Actuará un equipo por caverna en doble turno y en trabajo continuo controlando los tiempos y las deformaciones que se producen por descompresión al excavar (con medidores de convergencia, extensómetros) minimizando las deformaciones del terreno por medio de hormigón proyectado, colocación de cerchas metálicas y otras técnicas complementarias.

Este método pretende que el sostenimiento provisional más flexible se adapte al terreno y trabaje desde el momento en que se efectúa la excavación, con ello se pretende que el terreno colabore como elemento resistente, rebajando las tensiones que solicitan al recubrimiento definitivo del túnel.

No obstante, en el caso de la caverna correspondiente al túnel de conexión de la estación, el revestimiento definitivo de la contrabóveda se ejecutará antes de iniciar la parte inferior, con objeto de reducir la cimbra.

2.2 EXCAVACIÓN**2.2.1 Introducción**

Las labores de excavación en obras subterráneas es la tarea con la que se inicia el proceso de ejecución y es la que presenta mayor riesgo por lo que merece toda la atención y vigilancia. El poco espacio de maniobra, problemas derivados de la ventilación de espacios cerrados, problemas de seguridad y salud y problemas de estabilidad pueden afectar a los trabajadores.



Se emplearán tipos de excavadoras y cargadoras desarrolladas para las más duras aplicaciones subterráneas, con objetivos orientados a economizar la producción, incrementar la seguridad y fiabilidad.

Adecuar la maquinaria al método constructivo propuesto, basado en la aplicación de métodos convencionales ampliamente desarrollados, procedimientos ampliamente contrastados para cada una de las secciones que se excavarán secuencialmente y por fases. Al igual que en los túneles de línea las fases en las que se divide cada una de las secciones son: avance, destroza y contrabóveda. La diferencia estriba en que las cavernas tienen una mayor sección transversal y por tanto es necesario dividir el frente en un número mayor de fases de excavación para garantizar la estabilidad del mismo.

2.2.2 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 de la caverna (zona de bóveda). La sección de excavación de esta fase tiene una altura media central de 5 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 zona excavada bajo el avance. 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 *Apéndice 2. Planos* se incluyen las fases de excavación de todas las cavernas y las correspondientes etapas de ejecución.

2.2.3 Excavación mecánica

En general la excavación se realizará mediante retroexcavadora utilizando un cazo excavador, ocasionalmente será necesario el empleo de riper o martillo hidráulico.

Se estima que el 90% del volumen sea excavado utilizando el cazo excavador y el 10% restante con el martillo hidráulico.

Las cavernas se iniciarán desde estaciones ejecutadas al abrigo de pantallas o el pozo vertical de la estación en mina, que servirán como pozos de ataque para la ejecución de las cavernas o desde otras cavernas de mayores dimensiones como en el caso de la estación subterránea. Las estaciones y pozos verticales que funcionarán como pozos de ataque, es decir, desde donde se iniciarán las cavernas se desarrollan en los *Puntos A.7 Estaciones de Pasajeros*.

Las cavernas de la estación se construirán consecutivamente empezando por el túnel de conexión que se inicia desde el pozo vertical de la estación, donde se realizará previamente un emboquille para ello. A continuación se realizarán dos emboquilles para ejecutar las cavernas que construirán la estación según el eje, y desde las cuales se realizarán cuatro emboquilles para los correspondientes túneles laterales.

La caverna de la tercera vía se iniciará desde en fase de avance del túnel de línea, realizando una ampliación del mismo para conseguir el avance de la caverna en tercera vía. En el *Apéndice 2. Planos*, se incluyen las fases en las que se divide este proceso.

Independientemente desde dónde se inicien, todas las cavernas, estarán conectadas al exterior mediante pozos verticales, desde los cuales y con medios de elevación fijos se introduce el material, equipos y se extrae el escombros producto de la excavación.





003117

Se cuenta con maquinaria específica para el trabajo en túneles de esta tipología que incrementa los rendimientos y reduce los plazos adecuándose a las características geotécnicas de los materiales. Se dispondrán máquinas agrupadas en tres tipos que se desarrollarán más adelante: Excavación y sostenimiento, Evacuación de escombros, Ventiladores y captadores. En el *Punto A.6.3 Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal*, se describen los equipos y maquinaria prevista para la ejecución de las cavernas.

2.3 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. La longitud de los pases de excavación se establece en 1 m, pudiéndose ajustar en función de cómo se desarrolle el proceso y las características geotécnicas del terreno. Simultáneamente a la excavación, se harán las labores de desescombro. Una vez finalizado el pase de excavación, se colocará el revestimiento primario previsto. El ciclo finaliza con el replanteo del siguiente pase de excavación.

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. Posteriormente, se colocará la impermeabilización. En tercer lugar, se hormigonará la contrabóveda y un muro-zapata hasta la altura correspondiente al inicio de la bóveda. En la parte superior del muro se dejarán embebidas unas roscas para el posterior atornillado de las sujeciones del encofrado. 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.

Posteriormente, se montará la cimbra sobre la que sostendrá el encofrado y se hormigonará el revestimiento definitivo. Todas las operaciones de montaje, desmontaje, fase de trabajo, y de traslado, serán supervisadas y coordinadas por técnicos competentes con probados conocimientos en túneles y elementos auxiliares.

3 DISEÑO DEL REVESTIMIENTO

3.1 GENERALIDADES

En este apartado se aborda el diseño del revestimiento para las cavernas, las cuales se ejecutan empleando métodos convencionales.

El revestimiento 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.

En los siguientes apartados se describe y justifica el diseño planteado, cuyo resultado se presenta en el *Apéndice 2. Planos*.

3.2 REVESTIMIENTO PRIMARIO

3.2.1 Dimensionamiento inicial del 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





003118

geometría de las cavernas y el empleo de capas sucesivas de hormigón proyectado con fibras de acero junto con cerchas reticuladas.

En la caverna correspondiente a la tercera vía, que no se contemplaba en el Estudio de Factibilidad, se ha generado una nueva geometría. El diseño geométrico de las secciones de revestimiento 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. También se ha contemplado que uno de los hastiales de la caverna coincida con el del túnel de línea principal, para darle continuidad en todos los aspectos. En el *Apéndice 2. Planos*, pueden verse las secciones tipo definidas.

A partir del diseño inicial, se ha comprobado la capacidad estructural del revestimiento primario para las situaciones más desfavorables en cuanto a las características geotécnicas del terreno y en cuanto al recubrimiento.

La comprobación de la capacidad estructural se ha realizado por métodos numéricos, en concreto, elementos finitos por medio de la aplicación comercial PHASE² 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 Revestimiento Primario*.

Tabla 1: Secciones Tipo de Revestimiento Primario

SECCIÓN TIPO	TIPO DE TERRENO	HORMIGÓN PROYECTADO (*) (cm)	CERCHAS Tipo Espaciamiento (m)	LONGITUD DE PASE (m)	PARAGUAS DE MICROPILOTOS (**)
Túnel de Conexión Estación		10,0 + 30,0	TE-130 A 1,0	1,0	En toda la longitud
Caverna eje Estación		10,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	12 m iniciales
Túneles laterales Estación	Conglomerado de Lima	5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	12 m iniciales
Tercera vía		10,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	12 m iniciales
Galería de Conexión		5,0 + 20,0	TE-130 A 1,0	1,0	12 m iniciales

NOTAS:

(*)En la zona de intersección de la caverna del eje estación con los túneles laterales se reforzará el sostenimiento y el revestimiento de la caverna del eje estación, en una distancia igual a la del ancho del túnel lateral. El refuerzo en el sostenimiento consistirá en colocar cerchas cada 0,5 m y aumentar en 10 cm la segunda capa de hormigón, pasando a 30 cm y en el revestimiento se aumentará en 10 cm el espesor del hormigón armado, pasando a 50 cm en bóveda y contrabóveda y a 60 cm en la unión de la bóveda y la contrabóveda. Se mantendrá la cuantía del acero.

(**)Antes del inicio de la excavación de todos los túneles y cavernas, se ejecutará un paraguas de micropilotes de 152 mm de diámetro con tubería de acero N80, $\phi 106$ mm x 7 mm y 12 m de longitud.

En el *Apéndice 2. Planos*, se presentan los planos de detalle de las diferentes secciones en caverna de la Propuesta.



3.2.3 Comprobaciones Numéricas

Mediante análisis numérico se realizan las comprobaciones numéricas correspondientes al revestimiento primario, en concreto a la sección en avance de la caverna según el eje de estación, que es la fase de excavación de mayores dimensiones de todas las cavernas. A partir de esta comprobación quedan validadas el resto de secciones pues el diseño se ha realizado a partir de la sección tipo comprobada, que es la más desfavorable.

En la comprobación se tiene en cuenta el recubrimiento correspondiente al tipo de terreno, de acuerdo al perfil geotécnico interpretado.

El análisis tenso-deformacional se ha realizado utilizando la aplicación informática FLAC3D de Itasca, que emplea el método de las diferencias finitas y permite analizar un modelo de tres dimensiones. Para este análisis 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 el *Apéndice I. Modelización numérica (FLAC3D) para la comprobación de las secciones tipo de revestimiento primario del Metro de Lima del Punto A.6.4. Memoria de Cálculo de la Estructuras Permanentes*, donde se puede comprobar que los resultados obtenidos son los que se presentan en la *Tabla 2. Sección caverna eje estación. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo.*

Tabla 2: Sección caverna eje estación. Resumen de resultados obtenidos en el cálculo

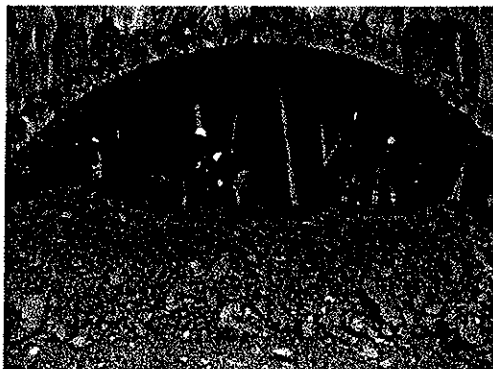
			Máximo	Figura Nº	Observaciones
Fase Final Avance	Terreno	Desp. Vertical sobre clave (mm)	35.7	3.4-1/3.4-4	Localizados sobre clave
		Desp. Horizontal en hastiales (mm)	11.3	3.4-2/3.4-5	Localizados sobre el hombro de la bóveda
		Desp. Vertical en superficie (mm)	12.2	3.4-4	Descenso bastante homogéneo de todo el terreno sobre la 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
Flector (m*T)		0.15	3.4-16/3.4-19	En diagrama de Interacción, con valores concomitantes, se obtiene un FS=1.60	
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)

3.2.4 Estabilidad del Frente

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 FLAC3D y cuyo resultado se encuentra en el *Apéndice I. Modelización numérica (FLAC3D) para la comprobación de las secciones tipo de revestimiento primario del Metro de Lima del Punto A.6.4 Memoria de cálculo de Estructuras permanentes.*



003120
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, 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 o que le frente no es del todo estable.

No obstante, en todos los inicios de las cavernas planteados a ejecutar en mina, ya sea desde un recinto entre pantallas u otra caverna, se ejecutará un paraguas de micropilotes para el pre-sostenimiento de la bóveda del túnel o caverna, previo al inicio de la excavación por medios convencionales.

En el caso de la caverna en Tercera Vía se reforzará el revestimiento primario mediante la disminución de la distancia entre cerchas y se utilizarán bulones tipo Swellex para reforzar la zona contigua a la zona que debe ampliarse en fase de avance para obtener el avance de la caverna. En el *Apéndice 2. Planos*, se incluyen las fases en las que se divide este proceso.

3.2.5 Pozos de Ataque y Emboquilles

Las cavernas se iniciarán desde estaciones ejecutadas al abrigo de pantallas o el pozo vertical de la estación en mina, que servirán como pozos de ataque para la ejecución de las cavernas o desde otras cavernas de mayores dimensiones como en el caso de la estación subterránea. Las estaciones y pozos verticales que funcionarán como pozos de ataque, es decir, desde donde se iniciarán las cavernas se desarrollan en los *Puntos A.7 Estaciones de Pasajeros y A.9 Patios talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de emergencia*.

En todos los inicios de las cavernas planteados a ejecutar en mina, ya sea desde un recinto entre pantallas u otra caverna, se ejecutará un paraguas de micropilotes para el pre-sostenimiento de la bóveda del túnel o caverna, previo al inicio de la excavación por medios convencionales.

Los metros iniciales de la excavación del avance se efectuará al abrigo de un paraguas de micropilotes de 12 m de longitud, en general, ejecutado previamente al inicio de la excavación, que ayudan a contener el material descomprimido o alterado por la ejecución del pozo o caverna desde la que se inicia la caverna en cuestión. 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, quedando la parte de las pantallas o pilotes sin demoler, perfectamente sujetas por la viga de atado. Seguidamente se procede a la excavación del túnel.

En el caso de la caverna en Tercera Vía se reforzará el revestimiento primario mediante la disminución de la distancia entre cerchas y se utilizarán bulones tipo Swellex para reforzar la zona contigua a la zona que debe ampliarse en fase de avance para obtener el avance de la caverna. En el *Apéndice 2. Planos*, se incluyen las fases en las que se divide este proceso.





003121

3.2.6 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.

A continuación se describen los tratamientos especiales adecuados a las características geotécnicas del terreno afectado:

Tratamiento de Consolidación: Si el terreno no es estable y/o se detecta una elevada entrada de agua en el túnel, puede ser necesario realizar tratamientos de consolidación, que mejoren las características geotécnicas del terreno o reduzcan el caudal de infiltración, puede ser necesario el tratamiento del terreno mediante inyecciones de consolidación desde superficie o desde el propio túnel, bien de cemento o de silicatos. Tratamientos de este tipo se han considerado para la protección de edificios cercanos o servicios públicos. Véase Punto A.6.7 *Medidas de Protección y Servicios Públicos*.

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.

3.3 REVESTIMIENTO DEFINITIVO**3.3.1 Bases de diseño**

Para garantizar la estabilidad de las cavernas 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.

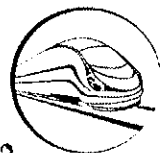
En cuanto a la carga sísmica, teniendo en cuenta la Norma Sísmica Peruana y el Estudio de Factibilidad y se ha realizado un análisis sísmico utilizando el método denominado "Free-Field Deformation Approach" [Wang, 1993, Hashash et al., 2001, Bobet, 2003] específico para el diseño de obras subterráneas 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 el Apéndice II *Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos*, se describe la formulación analítica, los valores de los 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 a la caverna objeto de estudio, obteniéndose los esfuerzos correspondientes y que sirven para el diseño del revestimiento.

En el Apéndice 1. *Obtención de los Esfuerzos en el Revestimiento por Métodos Analíticos* y en el Apéndice 2. *Modelización Numérica (Phase2D) para la Obtención de Los Esfuerzos en el Revestimiento Definitivo* se presentan los resultados obtenidos y que han servido para el dimensionamiento del revestimiento.

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 de las cavernas se han obtenido los espesores y cuantías que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Espesor de hormigón y cuantía de armado de las cavernas

SECCIÓN	ESPESOR DE HORMIGÓN HA-40 (m)			CUANTÍA DE ACERO (kg/m ³)		
	TÚNEL DE CONEXIÓN ESTACIÓN	EJE ESTACIÓN Y TERCERA VÍA	TÚNEL LATERAL Y GALERÍAS DE CONEXIÓN	TÚNEL DE CONEXIÓN	CAVERNA EJE ESTACIÓN	TÚNEL LATERAL
BOVEDA	0,50	0,40	0,30	115	115	70
CONTRABOVEDA	0,50	0,50	0,50	102	102	70
HASTIAL	0,50	0,40	0,50	71	71	95

En el Apéndice 3. *Dimensionamiento Revestimiento Definitivo*, se presenta la justificación del dimensionamiento del hormigón y el acero.

En el Apéndice 4. *Planos* se incluyen los planos de detalle de cada una de las secciones definidas.



Pag [11]



4 IMPERMEABILIZACIÓN

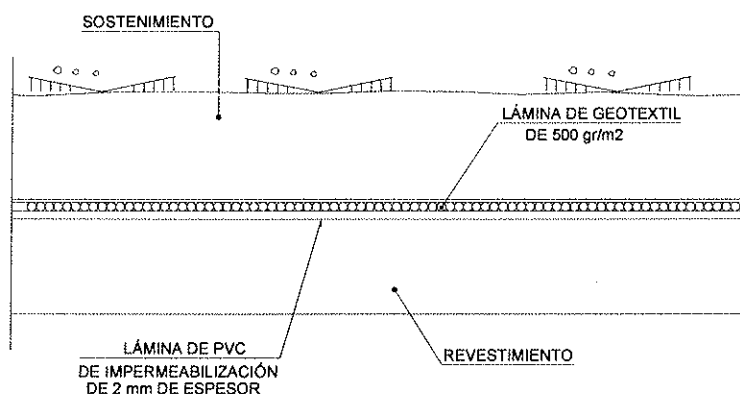
El sistema de impermeabilización en las cavernas, al igual que en túnel de la línea principal, se ha planteado de manera que no se infiltre agua al interior del túnel, es decir, un túnel no drenante y que por tanto, se establezcan todas las medidas necesarias para que el túnel sea totalmente impermeable.

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, las cavernas se sitúan por encima del nivel freático, 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 "Sándwich" entre el revestimiento primario y el revestimiento definitivo. Tanto la lámina como el geotextil rodean por completo las secciones de las cavernas con el objetivo de impedir la entrada de agua al interior de las mismas.

En el esquema siguiente se presenta la disposición de la lámina de impermeabilización y el geotextil:



5 AUSCULTACIÓN Y CONTROL

5.1 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 y cavernas, 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.

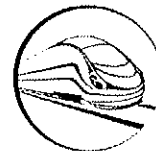
5.2 CONTROL GEOMÉTRICO Y TOPOGRÁFICO

5.2.1 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.





003124

- 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.

Al emplear sostenimientos con cerchas, el apoyo topográfico podrá ser directo durante la excavación.

5.2.2 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.

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.

5.3 AUSCULTACIÓN

5.3.1 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:

5.3.2 Auscultación a lo largo del túnel

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.

Las estaciones de medida de convergencia se instalarán cada 10, 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.

5.3.3 Auscultación en secciones de control

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



A

A.6.10. Excavación en Caverna

003125

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 cada diez secciones de auscultación. Además de la instalación de los instrumentos y de la toma de lecturas, la auscultación incluirá la organización de un sistema que permita el 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.

A.6.10. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------	--------------------------------------------------

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

**A.6.10. EXCAVACIÓN EN CAVERNA.
APÉNDICE 1. OBTENCIÓN DE LOS
ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO POR
MÉTODOS ANALÍTICOS**

Índice

1	INTRODUCCIÓN	16
2	EXPRESIONES ANALÍTICAS	16
2.1	Generalidades.....	16
2.2	Esfuerzos por la carga estática del terreno.....	17
2.3	Esfuerzos por sismo	18
3	ESFUERZOS EN LAS DOVELAS	18
3.1	Parámetros de entrada.....	18
3.2	Resultados	20
4	ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO DEFINITIVO DEL TÚNEL DE LÍNEA POR MÉTODOS CONVENCIONALES	20
4.1	Introducción	20
4.2	Esfuerzos en secciones con solera curva (secciones tipo A y B)	21
4.2.1	Parámetros de entrada	21
4.2.2	Resultados	22
4.3	Esfuerzos en sección con contrabóveda (sección tipo C)	23
4.3.1	Parámetros de entrada	23
4.3.2	Resultados	24
5	ESFUERZOS EN SECCIÓN CAVERNA EJE DE ESTACIÓN JAVIER PRADO	25
5.1	Parámetros de entrada.....	25
5.2	Resultados	26



A.6.10. Excavación en Caverna

003128

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 ANALÍTICAS

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.




A.6.10. Excavación en Caverna
2.2 Esfuerzos por la carga estática del terreno

003129

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

$$C_1 = -\frac{CF(1-\nu)}{C+F+CF(1-\nu)}$$

$$\beta = \frac{(6+F)C(1-\nu)+2F\nu}{3F+3C+2CF(1-\nu)} \quad C_2 = \beta C_3$$

$$C_3 = \frac{C(1-\nu)}{2[C(1-\nu)+4\nu-6\beta-3\beta C(1-\nu)]}$$

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 ν son el Módulo de Young y el coeficiente de Poisson del terreno, respectivamente.

E_s y ν_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.





A.6.10. Excavación en Caverna

003130

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 ν 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:




A.6.10. Excavación en Caverna
REVESTIMIENTO

$\phi_{NT} =$	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.
$\nu_{REVEST} =$	0,20	Módulo de Poisson
$\theta =$	0 °	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

$\gamma_M =$	2,08 t/m ³	Peso específico
$E_M =$	36600 t/m ²	Mod. Deform. terreno
$\nu_M =$	0,30	Poisson terreno
$K_0 =$	1,00	Coefficiente 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	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S} =$	0,4 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
$C =$	0,80	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($V_S = k \cdot a_{z,MAX}$)
$\gamma_{MAX} =$	0,000649 rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_S / C_S$)





A.6.10. Excavación en Caverna

3.2 Resultados

003132

Aplicando las expresiones indicadas en los apartados anteriores se obtienen los resultados siguientes:

CARGA DEL TERRENO

$\sigma_V = 64,77 \text{ t/m}^2$	Tensión vertical efectiva	$N_1 = 288,41 \text{ t}$	Axil deformación relativa terreno-revestimiento
$\sigma_H = 64,77 \text{ t/m}^2$	Tensión horizontal efectiva	$M_1 = 0,00 \text{ m}\cdot\text{t}$	Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
		$\sigma_{TANG} = 901,27 \text{ t/m}^2$	Tensión tangencial
		$\epsilon = 2,33\text{E-}04$	Deformación tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO} = 9,13 \text{ t/m}^2$	Tensión vertical por sismo	$N_3 = 32,95 \text{ t}$	Axil sismo
$\sigma_{H,SISMO} = -9,13 \text{ t/m}^2$	Tensión horizontal por sismo	$M_3 = 1,26 \text{ m}\cdot\text{t}$	Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)

$N_K = 288,41 \text{ t}$
$M_K = 0,00 \text{ m}\cdot\text{t}$

TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)

$N_K = 321,36 \text{ t}$
$M_K = 1,26 \text{ m}\cdot\text{t}$

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.*





A.6.10. Excavación en Caverna

4.2 Esfuerzos en secciones con solera curva (secciones tipo A y B)

003133

4.2.1 Parámetros de entrada

REVESTIMIENTO

$\phi_{NT} =$	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.
$\nu_{REVEST} =$	0,20	Módulo de Poisson
$\theta =$	0 °	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

$\gamma_M =$	2,11 t/m ³	Peso específico
$E_M =$	36600 t/m ²	Mod. Deform. terreno
$\nu_M =$	0,30	Poisson terreno
$K_0 =$	1,00	Coefficiente 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	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S} =$	0,4 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
$C =$	0,70	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($V_s = k \cdot a_{Z,MAX}$)
$\gamma_{MAX} =$	0,000946 rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_s / C_s$)





A.6.10. Excavación en Caverna

4.2.2 Resultados

003134

CARGA DEL TERRENO
 $\sigma_v = 84,36 \text{ t/m}^2$ Tensión vertical efectiva
 $\sigma_h = 84,36 \text{ t/m}^2$ Tensión horizontal efectiva

 $N_1 = 361,69 \text{ t}$ Axil deformación relativa terreno-revestimiento
 $M_1 = 0,00 \text{ m-t}$ Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
 $\sigma_{TANG} = 1.205,64 \text{ t/m}^2$ Tensión tangencial
 $\epsilon = 3,12E-04$ Deformación tangencial

SISMO
 $\sigma_{v,SISMO} = 13,31 \text{ t/m}^2$ Tensión vertical por sismo
 $\sigma_{h,SISMO} = -13,31 \text{ t/m}^2$ Tensión horizontal por sismo

 $N_3 = 46,51 \text{ t}$ Axil sismo
 $M_3 = 3,12 \text{ m-t}$ Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)
 $N_K = 361,69 \text{ t}$
 $M_K = 0,00 \text{ m-t}$
TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)
 $N_K = 408,21 \text{ t}$
 $M_K = 3,12 \text{ m-t}$




A.6.10. Excavación en Caverna

4.3 Esfuerzos en sección con contrabóveda (sección tipo C)

003135

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 °	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	Coefficiente 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	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S}$ =	0,48 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
C =	0,90	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($\gamma_{MAX} = V_s / C_s$)





A.6.10. Excavación en Caverna

4.3.2 Resultados

003136

CARGA DEL TERRENO

$\sigma_V = 39,80 \text{ t/m}^2$ Tensión vertical efectiva
 $\sigma_H = 39,80 \text{ t/m}^2$ Tensión horizontal efectiva

$N_1 = 188,90 \text{ t}$ Axil deformación relativa terreno-revestimiento
 $M_1 = 0,00 \text{ m-t}$ Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
 $\sigma_{TANG} = 629,67 \text{ t/m}^2$ Tensión tangencial
 $\epsilon = 1,63E-04$ Deformación tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO} = 5,24 \text{ t/m}^2$ Tensión vertical por sismo
 $\sigma_{H,SISMO} = -5,24 \text{ t/m}^2$ Tensión horizontal por sismo

$N_3 = 19,52 \text{ t}$ Axil sismo
 $M_3 = 5,03 \text{ m-t}$ Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)

$N_K = 188,90 \text{ t}$
 $M_K = 0,00 \text{ m-t}$

TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)

$N_K = 208,42 \text{ t}$
 $M_K = 5,03 \text{ m-t}$




A.6.10. Excavación en Caverna
5 ESFUERZOS EN SECCIÓN CAVERNA EJE DE ESTACIÓN JAVIER PRADO

003137

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

$\phi_{NT} =$	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.
$\nu_{REVEST} =$	0,20	Módulo de Poisson
$\theta =$	0 °	Ángulo respecto a la horizontal

TERRENO

$\gamma_M =$	2,00 t/m ³	Peso específico
$E_M =$	36600 t/m ²	Mod. Deform. terreno
$\nu_M =$	0,30	Poisson terreno
$K_0 =$	1,00	Coefficiente 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	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S} =$	0,4 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
$C =$	0,90	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($V_s = k \cdot a_{z,MAX}$)
$\gamma_{MAX} =$	0,000912 rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_s / C_s$)





A.6.10. Excavación en Caverna

5.2 Resultados

003138

CARGA DEL TERRENO

$\sigma_v = 48,00 \text{ t/m}^2$ Tensión vertical efectiva
 $\sigma_h = 48,00 \text{ t/m}^2$ Tensión horizontal efectiva

$N_1 = 342,19 \text{ t}$ Axil deformación relativa terreno-revestimiento
 $M_1 = 0,00 \text{ m-t}$ Momento por deformación relativa terreno-revestimiento
 $\sigma_{TANG} = 1.140,63 \text{ t/m}^2$ Tensión tangencial
 $\epsilon = 2,95E-04$ Deformación tangencial

SISMO

$\sigma_{V,SISMO} = 12,84 \text{ t/m}^2$ Tensión vertical por sismo
 $\sigma_{H,SISMO} = -12,84 \text{ t/m}^2$ Tensión horizontal por sismo

$N_3 = 78,22 \text{ t}$ Axil sismo
 $M_3 = 1,68 \text{ m-t}$ Momento sismo

TOTAL SIN SISMO (SIN MAYORAR)

$N_K = 342,19 \text{ t}$
 $M_K = 0,00 \text{ m-t}$

TOTAL CON SISMO (SIN MAYORAR)

$N_K = 420,41 \text{ t}$
 $M_K = 1,68 \text{ m-t}$



A.6.10. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------	--------------------------------------------------

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

**A.6.10. EXCAVACIÓN EN CAVERNA.
APÉNDICE 2. MODELIZACIÓN NUMÉRICA
(PHASE2D) PARA LA OBTENCIÓN DE LOS
ESFUERZOS EN EL REVESTIMIENTO
DEFINITIVO**



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	30
2	METODOLOGÍA.....	30
2.1	Introducción.....	30
2.2	Modelos Tenso-deformacionales	31
2.2.1	Generalidades	31
2.2.2	Modelo para la carga del terreno.....	31
2.2.3	Modelo para la acción sísmica	33
3	ESFUERZOS SECCIONES CON SOLERA CURVA (TIPO A Y B).....	35
3.1	Introducción.....	35
3.2	Carga del terreno.....	36
3.2.1	Tensiones en el terreno.....	36
3.2.2	Deformaciones	37
3.2.3	Esfuerzos en el revestimiento.	38
3.3	Sismo.....	41
3.3.1	Determinación de la deformación del modelo	41
3.3.2	Modelo deformado.....	41
3.3.3	Esfuerzos Axiles	42
3.3.4	Momentos Flectores.....	42
3.3.5	Esfuerzos cortantes.....	44
4	ESFUERZOS SECCIÓN CON CONTRABÓVEDA (TIPO C).....	45
4.1	Introducción.....	45
4.2	Carga del terreno.....	45
4.2.1	Tensiones en el terreno.....	45
4.2.2	Deformaciones	46
4.2.3	Esfuerzos en el revestimiento.	47
4.3	Sismo.....	51
4.3.1	Determinación de la deformación del modelo	51
4.3.2	Modelo deformado.....	51
4.3.3	Esfuerzos Axiles	52
4.3.4	Momentos Flectores	53
4.3.5	Esfuerzos cortantes.....	55
5	ESFUERZOS SECCIÓN CAVERNA EJE ESTACIÓN JAVIER PRADO.....	56
5.1	Introducción.....	56
5.2	Carga del terreno.....	56
5.2.1	Tensiones en el terreno.....	56
5.2.2	Deformaciones	57
5.2.3	Esfuerzos en el revestimiento.	58





A.6.10. Excavación en Caverna

5.3 Sismo.....	61	
5.3.1 Determinación de la deformación del modelo	61	003141
5.3.2 Modelo deformado	61	
5.3.3 Esfuerzos Axiales	62	
5.3.4 Momentos Flectores	63	
5.3.5 Esfuerzos cortantes.....	64	





A.6.10. Excavación en Caverna

003142

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 (axiales, 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.



A



A.6.10. Excavación en Caverna

2.2 Modelos Tenso-deformacionales

003143

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.

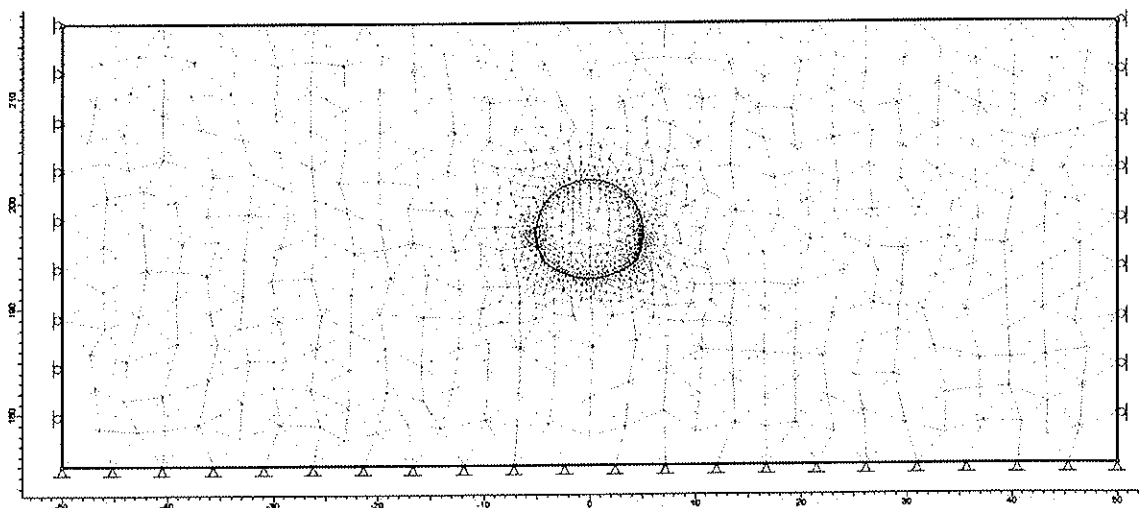


Figura 1. Ejemplo de malla de elementos finitos para la obtención de las cargas del terreno

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





A.6.10. Excavación en Caverna

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 presentan los valores utilizados para la caracterización de los materiales que constituyen el terreno.

003144

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 (ν)	0,3	0,3	-
Peso específico (γ)	0.02	0.022	MN/m ³
Rozamiento. Mohr-Coulomb (φ)	34	39	°
Cohesión. Mohr-Coulomb (c)	0.015	0.032	MPa
Dilatancia (δ)	23	26	°
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 (ν)	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 la 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.





A.6.10. Excavación en Caverna

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
<i>Rock^a</i>			
6.5	66	76	86
7.5	97	109	97
8.5	127	140	152
<i>Stiff soil^b</i>			
6.5	94	102	109
7.5	140	127	155
8.5	180	188	193
<i>Soft soil^c</i>			
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.





A.6.10. Excavación en Caverna

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.

003146

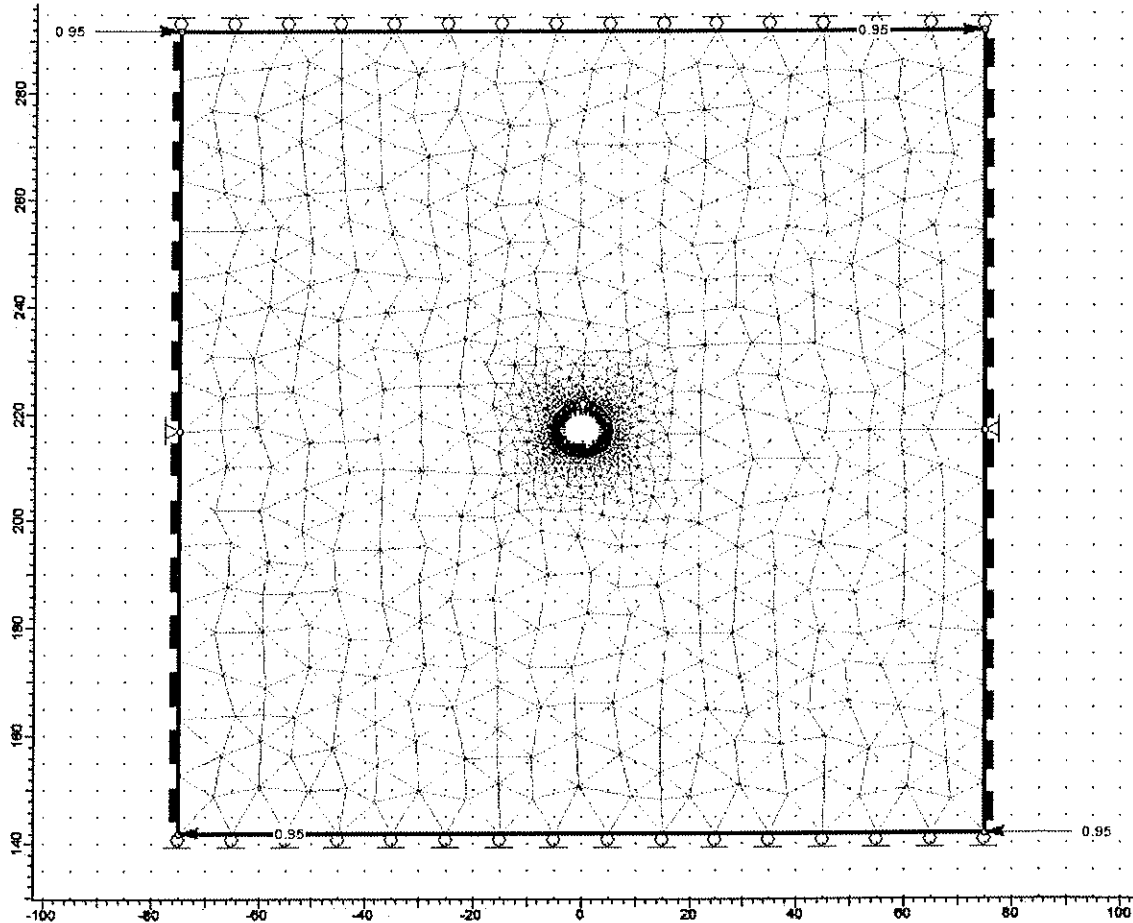


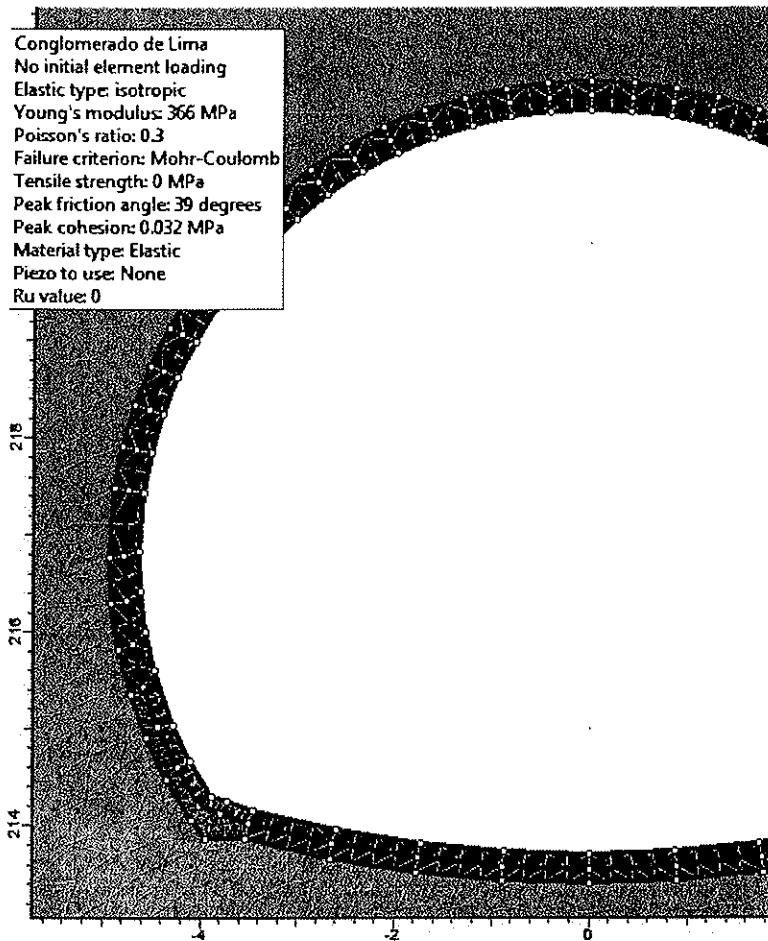
Figura 2. Ejemplo de malla de elementos finitos para la obtención de los esfuerzos por sismo (Sin deformar)

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.





A.6.10. Excavación en Caverna



003147

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



A.6.10. Excavación en Caverna

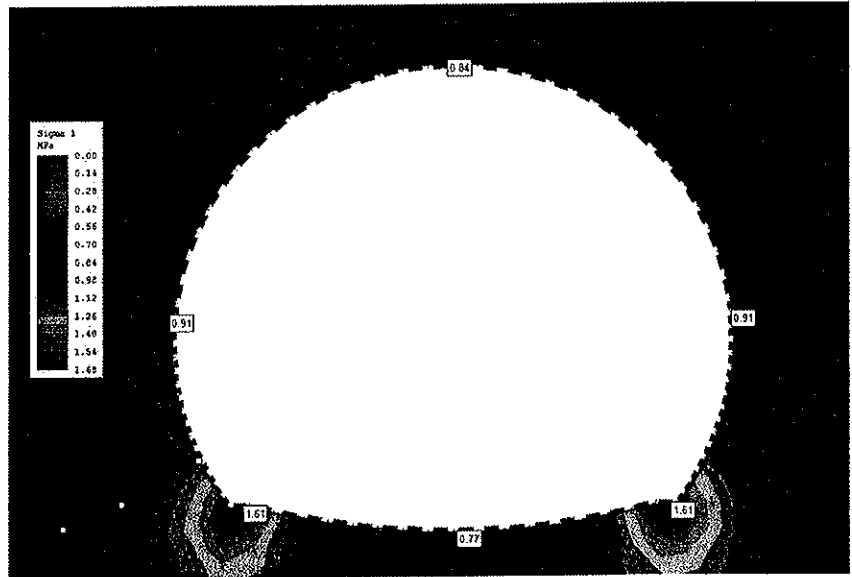
secciones tipo A y B, tanto los debidos a las cargas del terreno como los ocasionados por un sismo.

003148

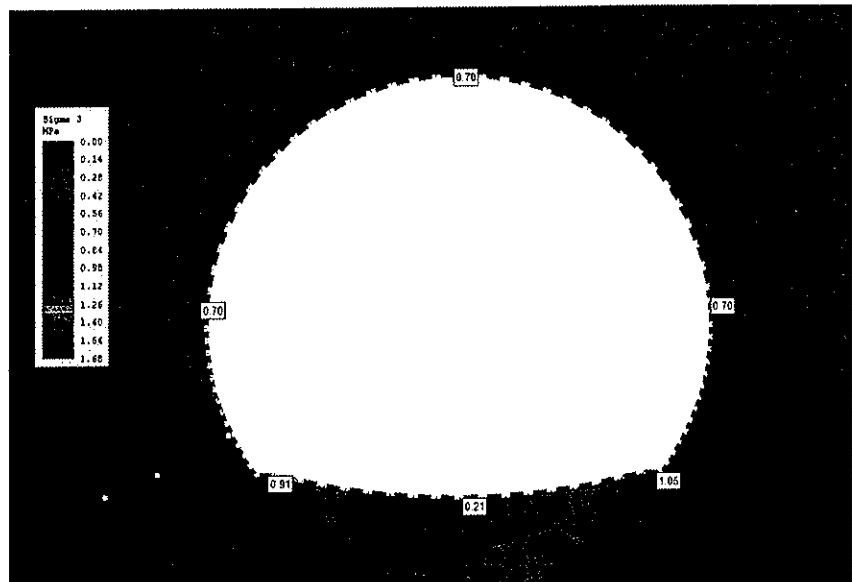
3.2 Carga del terreno

3.2.1 Tensiones en el terreno

Tensión principal mayor:



Tensión principal menor:

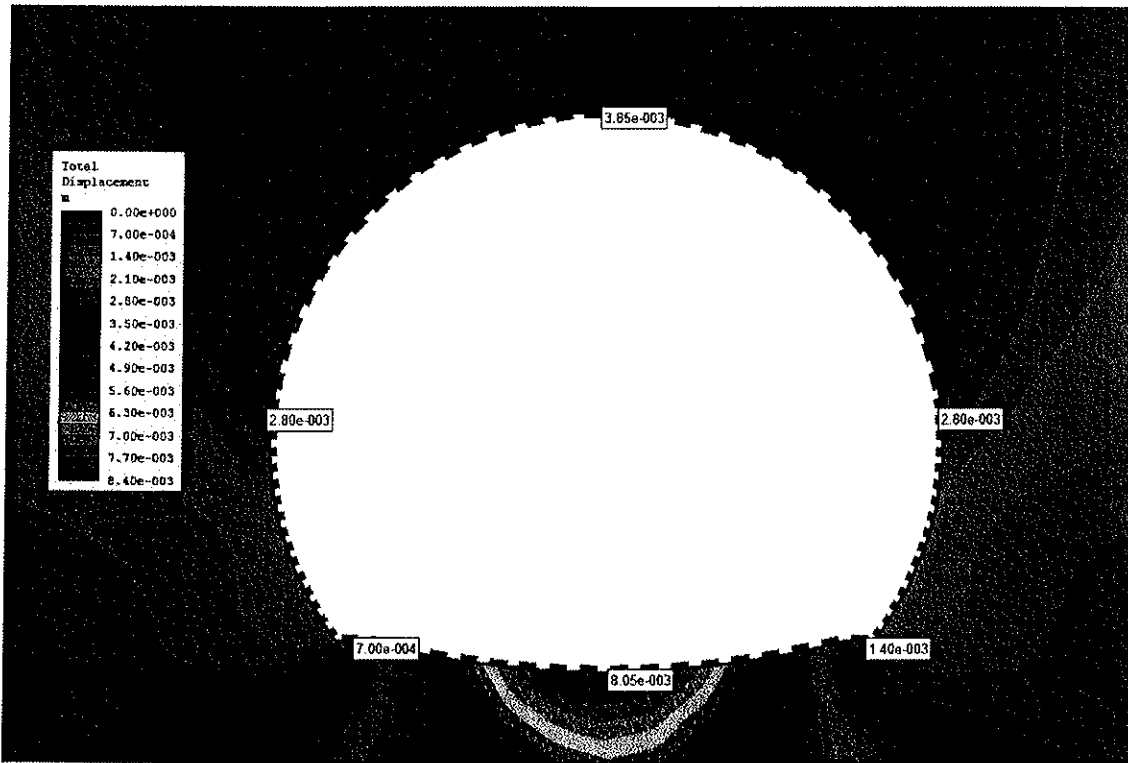




A.6.10. Excavación en Caverna

3.2.2 Deformaciones

003149



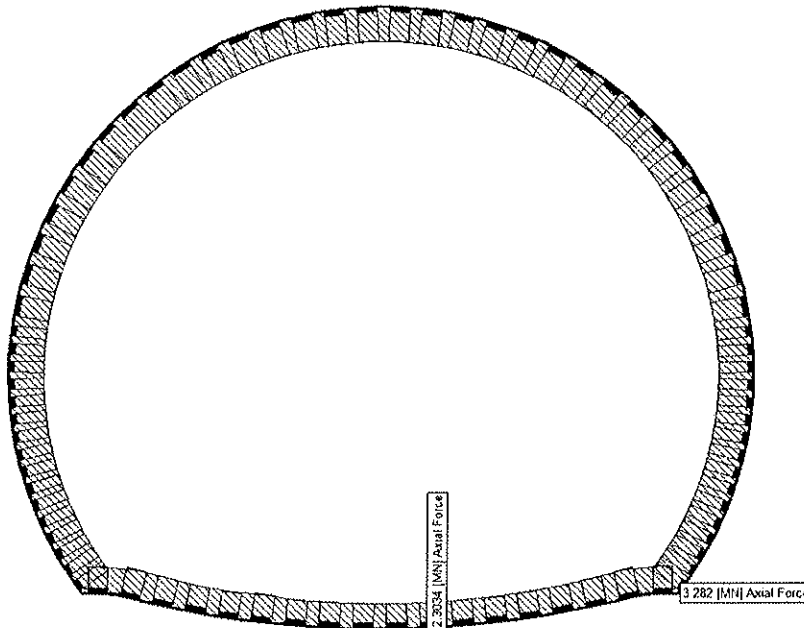


A.6.10. Excavación en Caverna

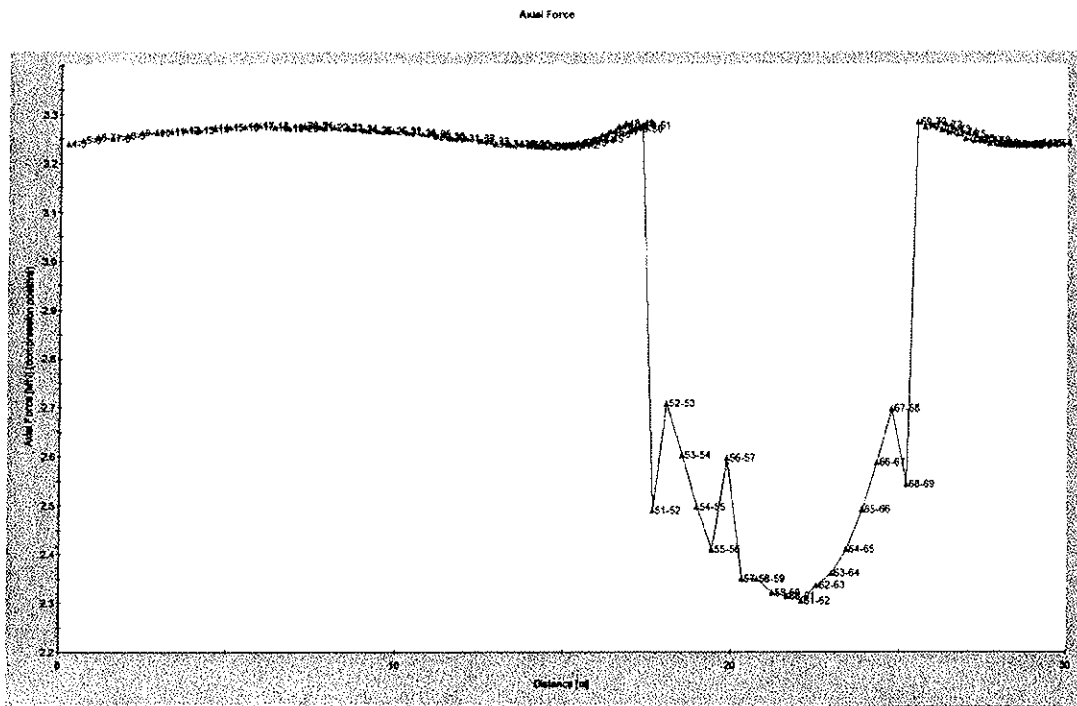
3.2.3 Esfuerzos en el revestimiento.

3.2.3.1 Esfuerzos Axiales

003150



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo

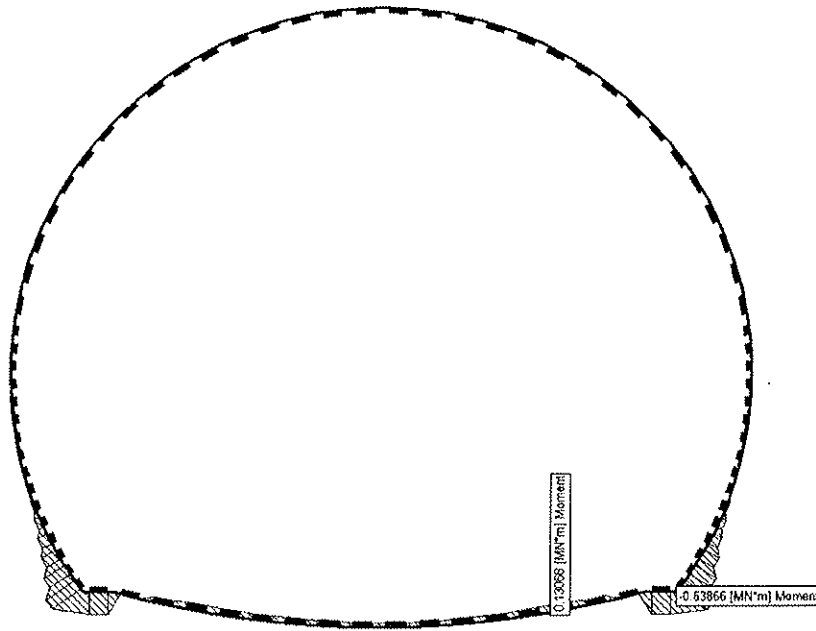




A.6.10. Excavación en Caverna

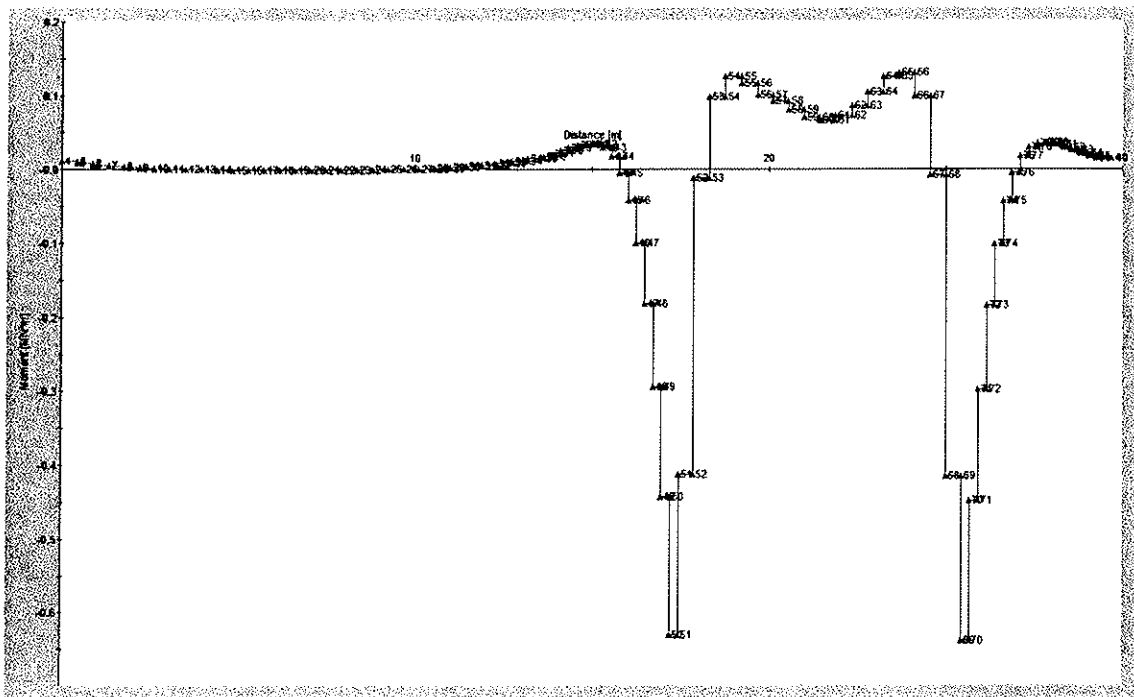
3.2.3.2 Momentos flectores

003151



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo

Moment

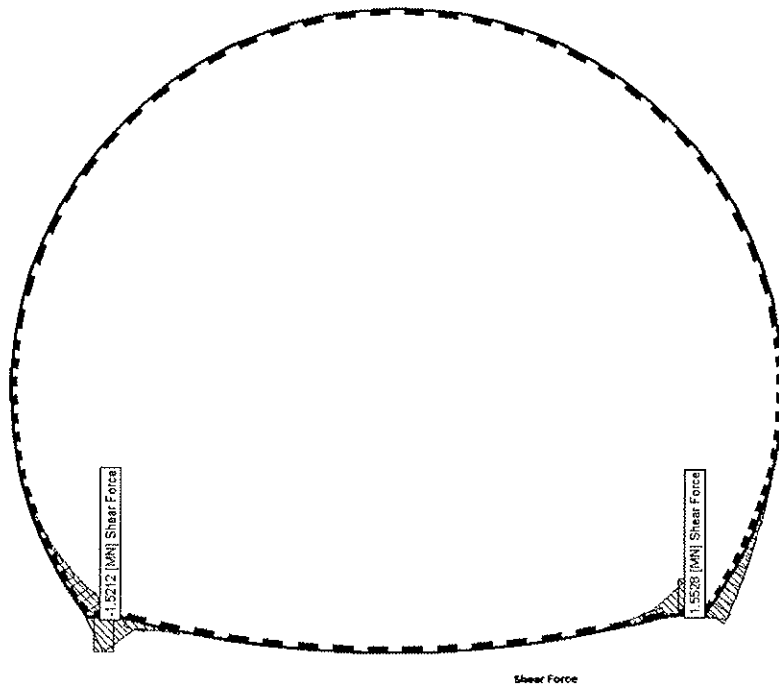




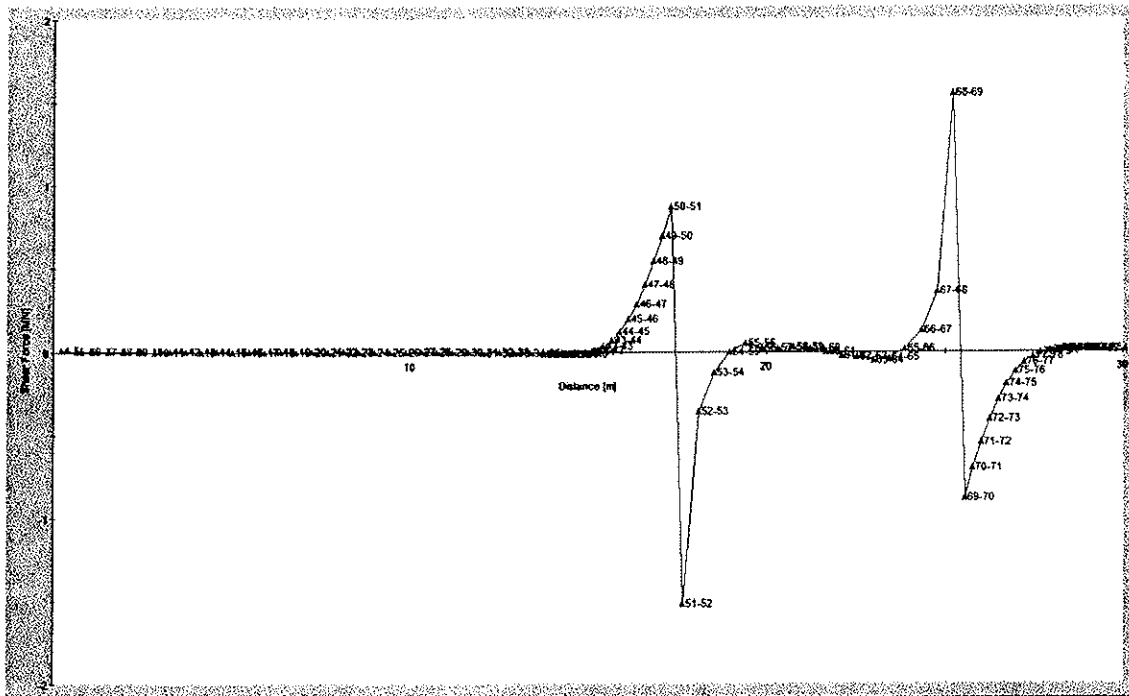
A.6.10. Excavación en Caverna

3.2.3.3 Esfuerzos Cortantes

003152



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo





A.6.10. Excavación en Caverna

3.3 Sismo

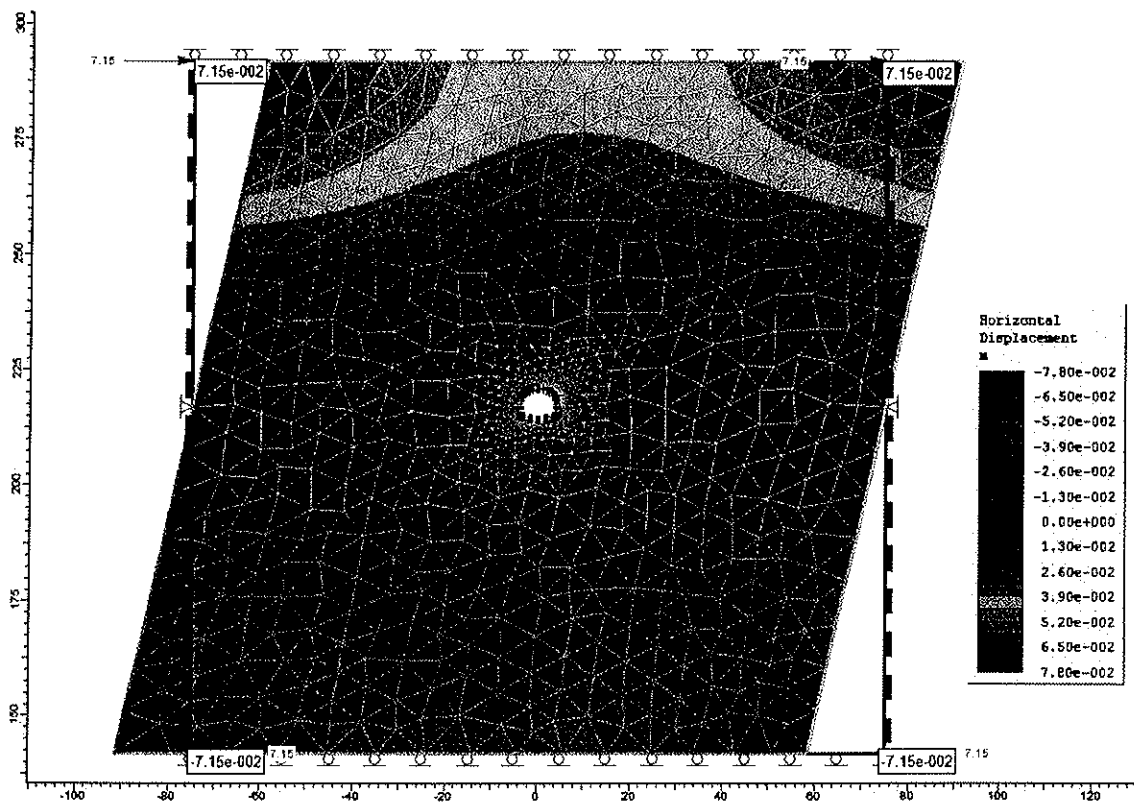
3.3.1 Determinación de la deformación del modelo

Los valores de los parámetros utilizados son los siguientes:

SISMO

$a_B =$	0,40 g	Aceleración básica
$S =$	1,00	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S} =$	0,4 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
$C =$	0,70	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($V_s = k \cdot a_{Z,MAX}$)
$\gamma_{MAX} =$	0,000946 rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_s / C_s$)
$h_{MODELO} =$	150 m	Altura modelo numérico
$\Delta X =$	0,070933 m	Desplazamiento en los vértices del modelo numérico

3.3.2 Modelo deformado

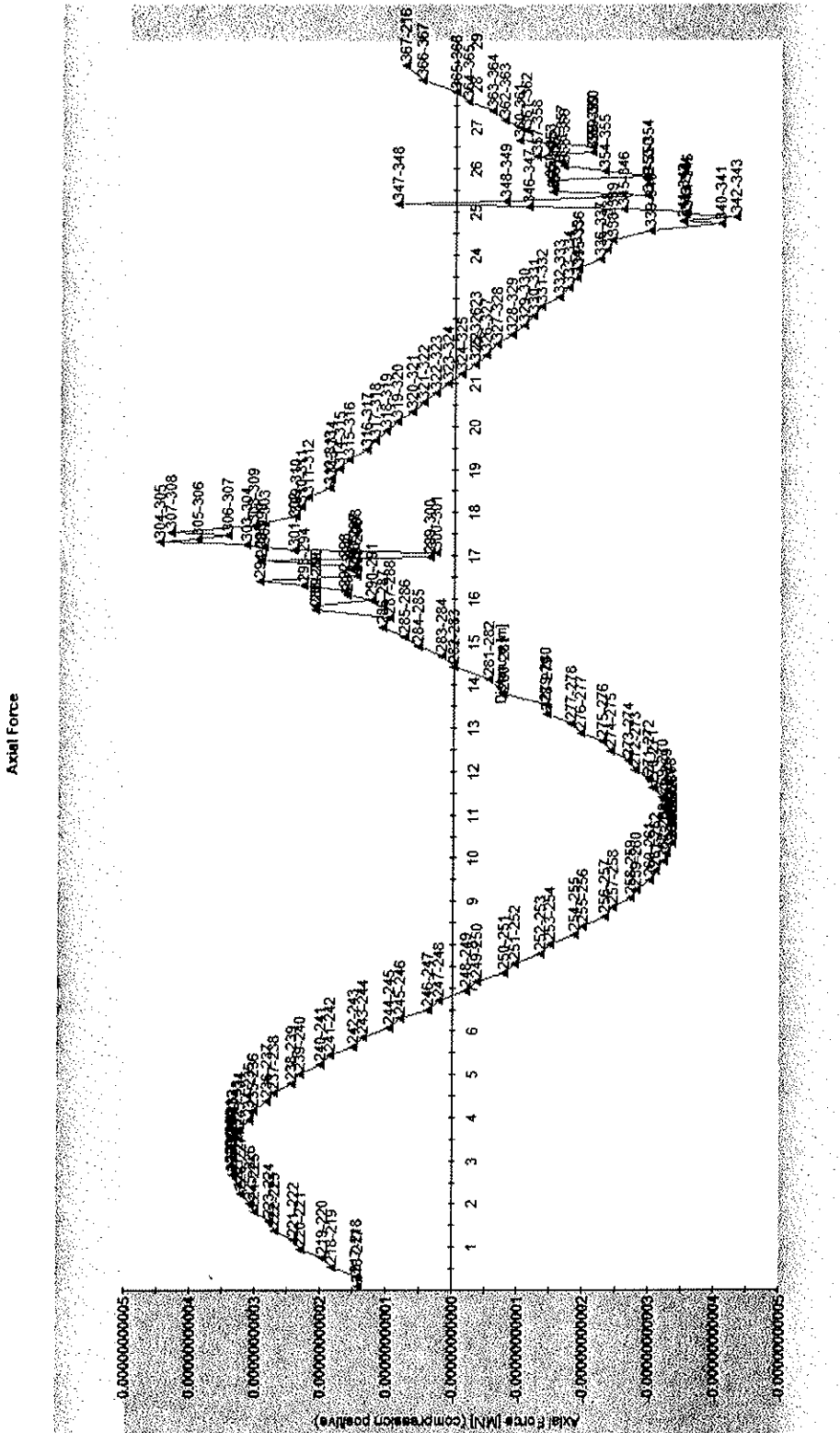




A.6.10. Excavación en Caverna

3.3.3 Esfuerzos Axiales

003154



Nota: Los valores de los axiales están 10¹⁰ veces minorados

3.3.4 Momentos

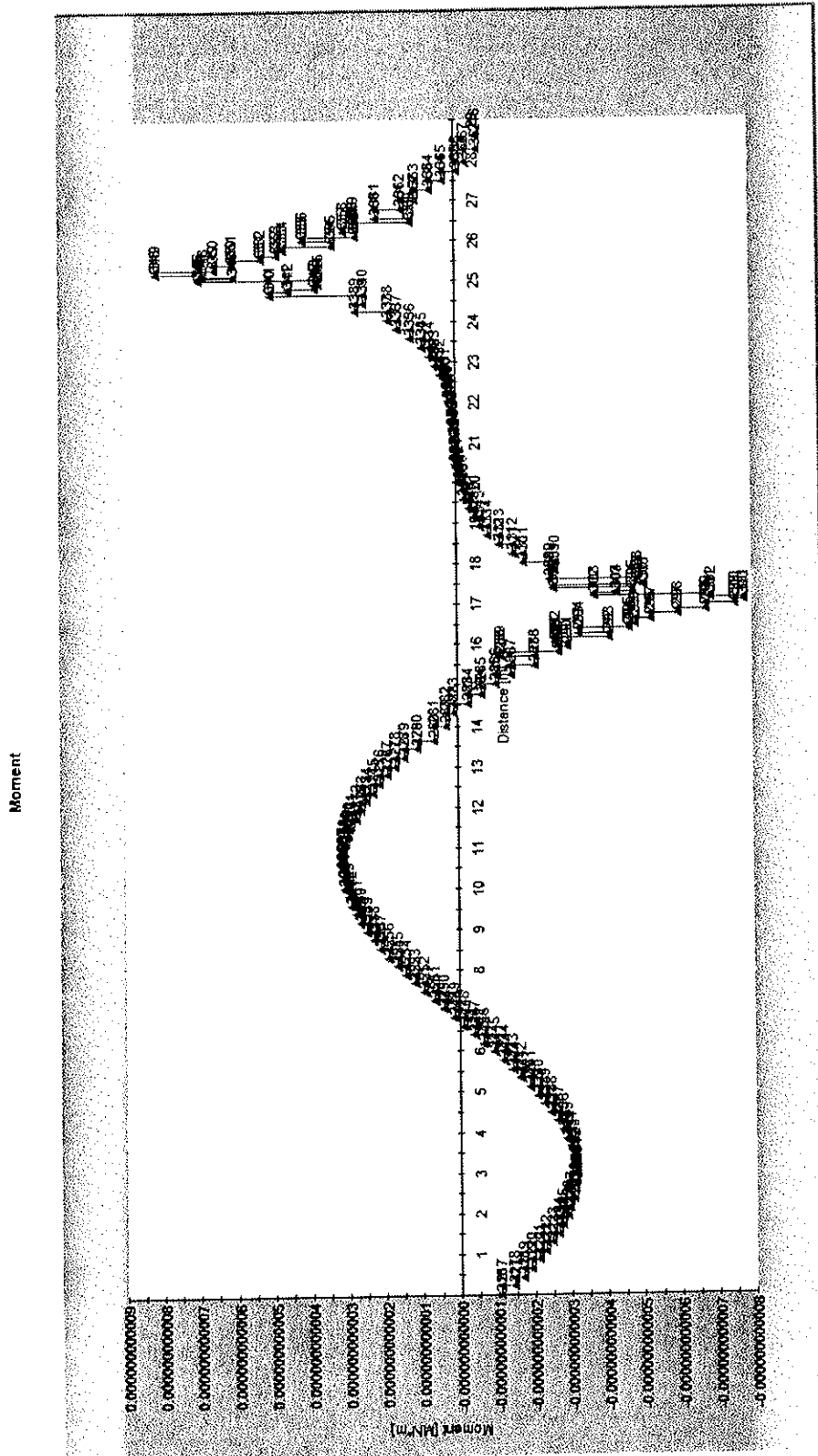




A.6.10. Excavación en Caverna

Flectores

003155



Nota: Los valores de los momentos están 10¹⁰ veces minorados

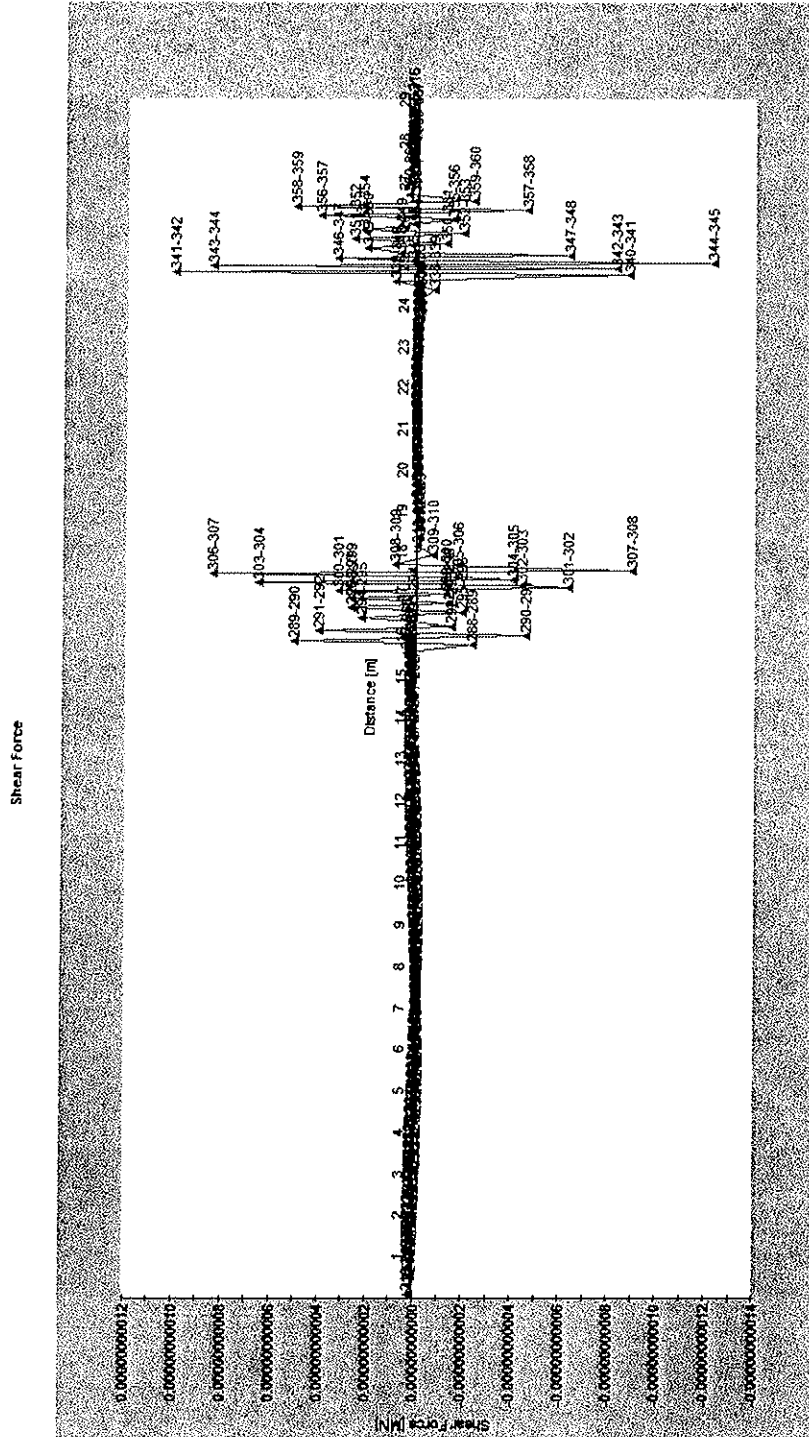




A.6.10. Excavación en Caverna

3.3.5 Esfuerzos cortantes

003156



Nota: Los valores de los cortantes están 10¹⁰ veces minorados





A.6.10. Excavación en Caverna

4 ESFUERZOS SECCIÓN CON CONTRABÓVEDA (TIPO C)

003157

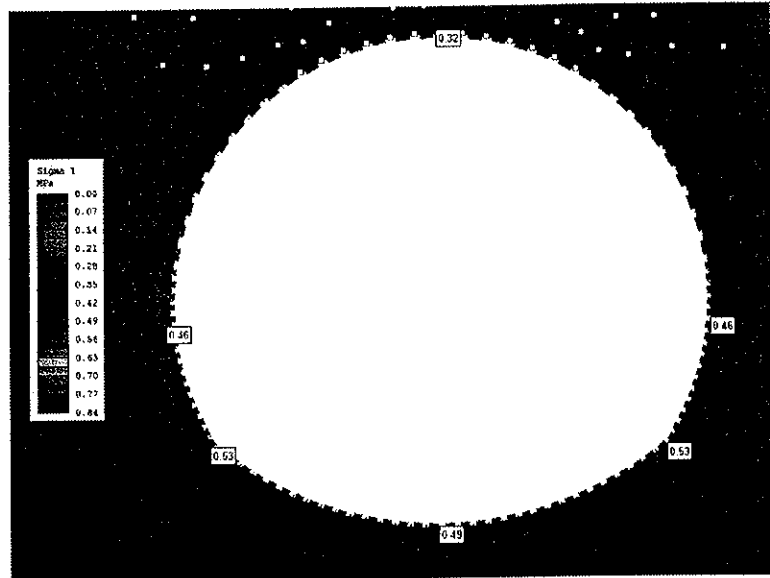
4.1 Introducción

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.

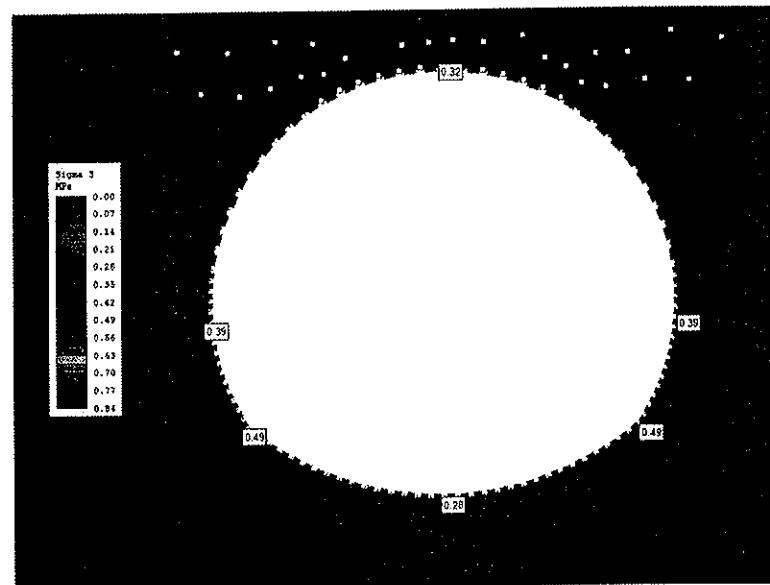
4.2 Carga del terreno

4.2.1 Tensiones en el terreno

Tensión principal mayor:



Tensión principal menor:

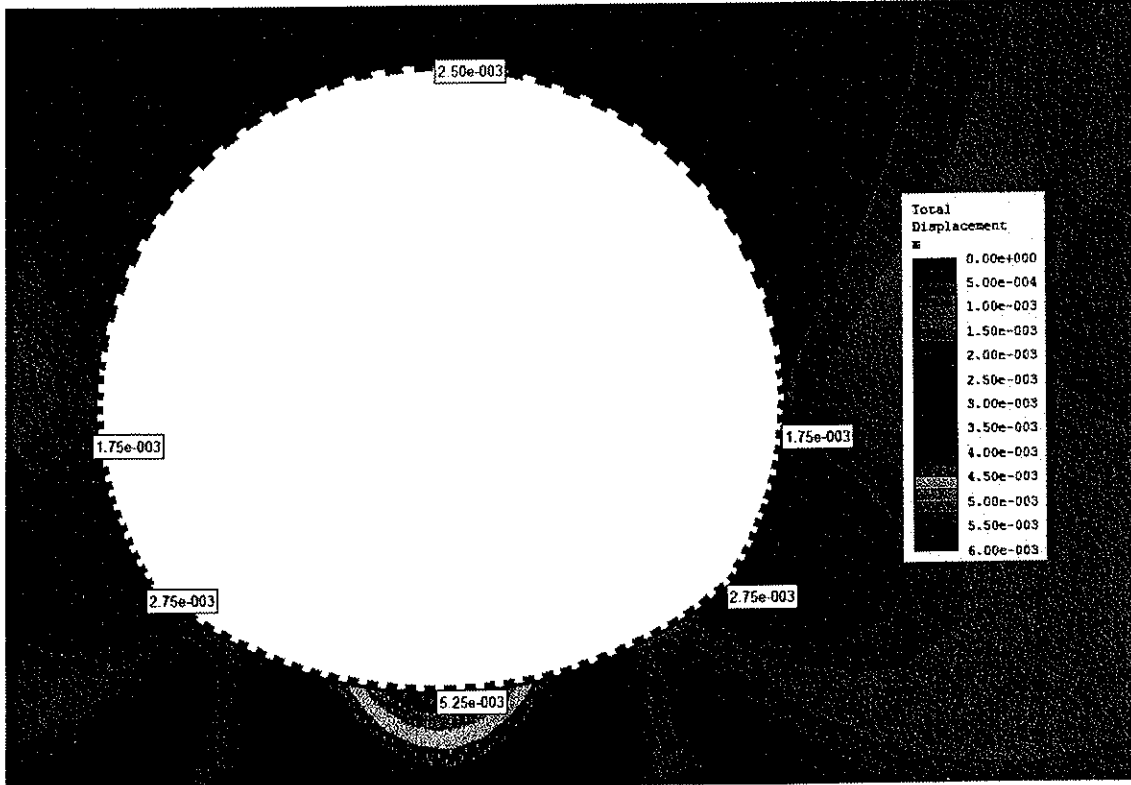


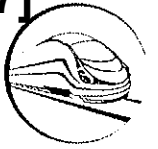


A.6.10. Excavación en Caverna

4.2.2 Deformaciones

003153

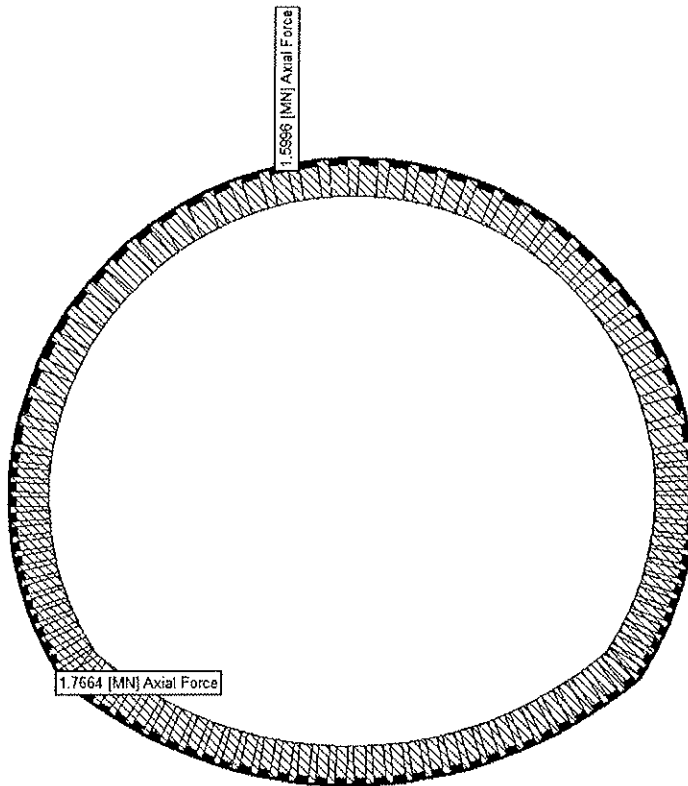




A.6.10. Excavación en Caverna

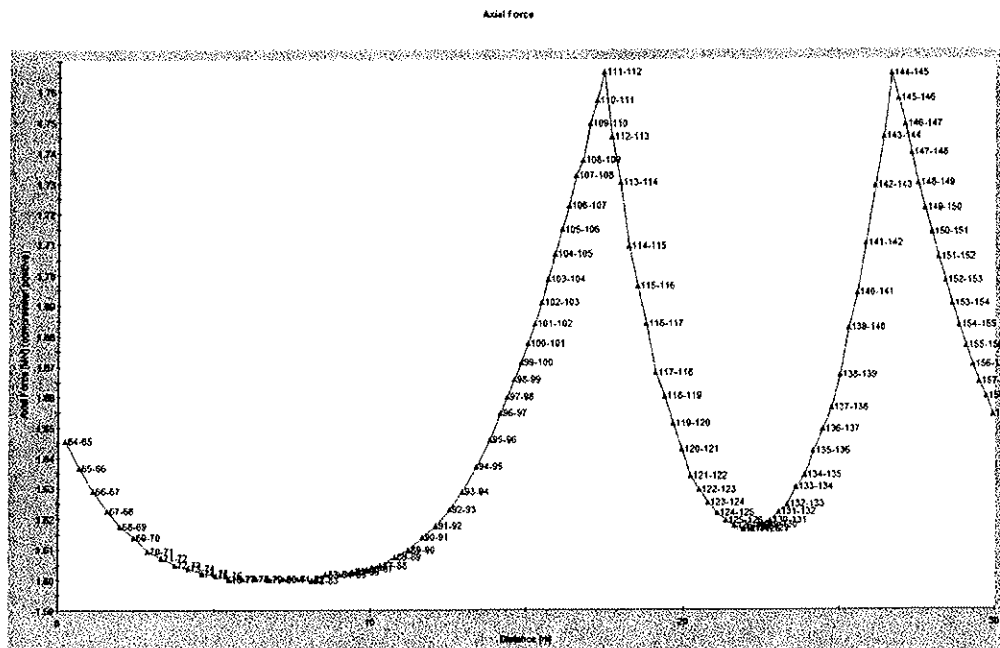
4.2.3 Esfuerzos en el revestimiento.

4.2.3.1 Esfuerzos Axiales 003159



Valor mínimo en azul

Valor máximo en rojo

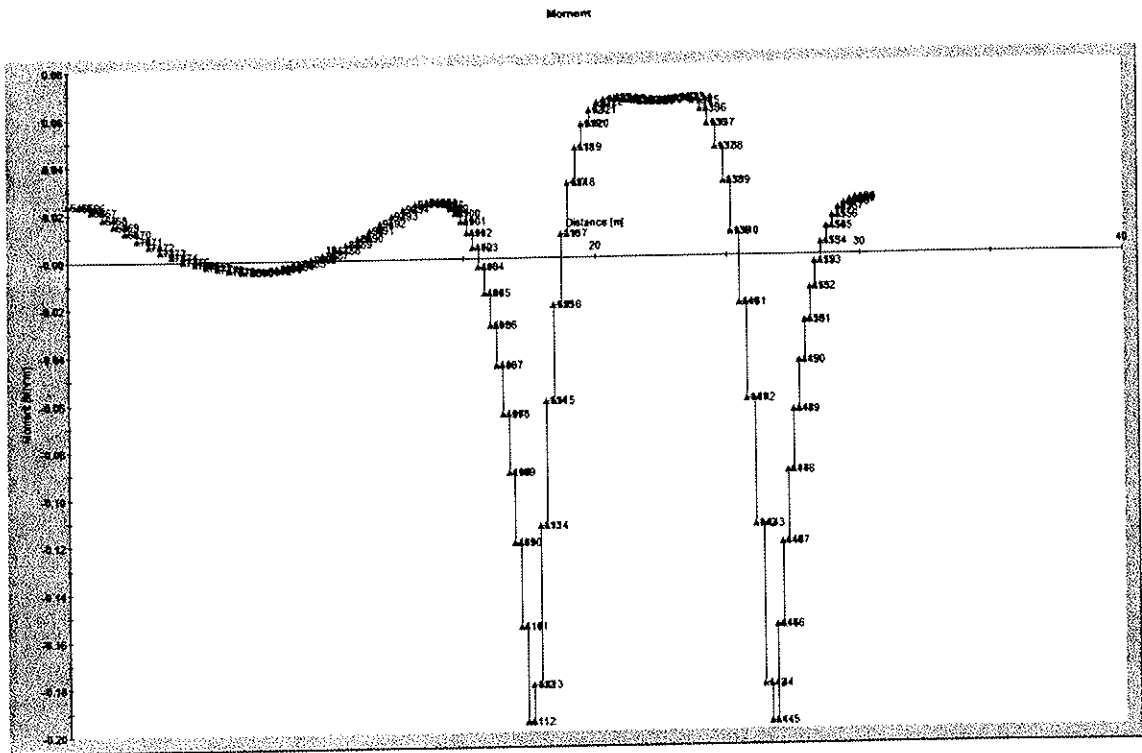
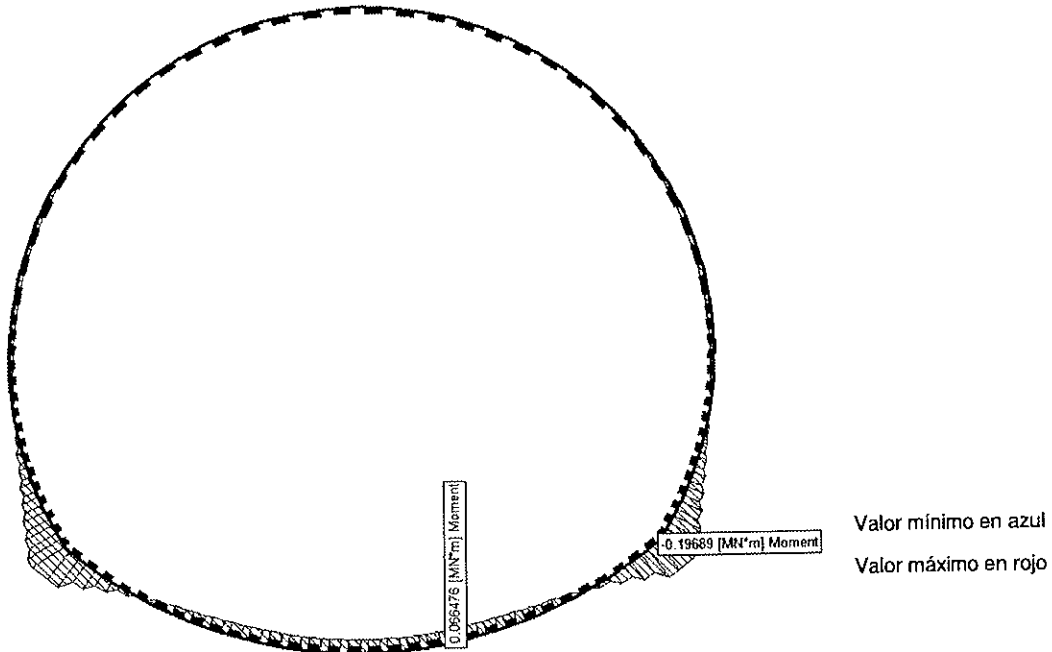


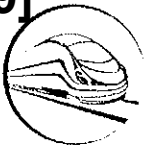


A.6.10. Excavación en Caverna

4.2.3.2 Momentos flectores

003160



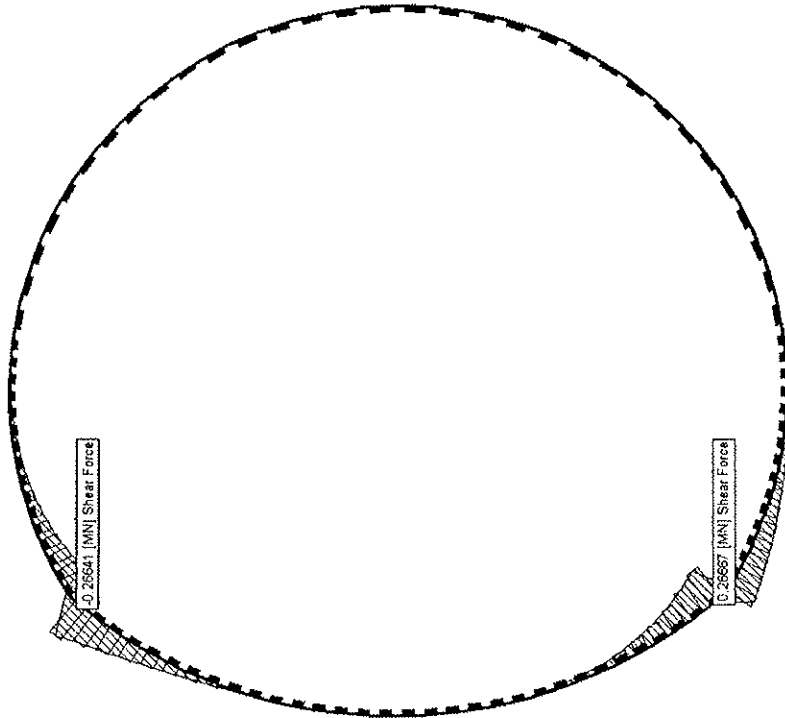


A.6.10. Excavación en Caverna

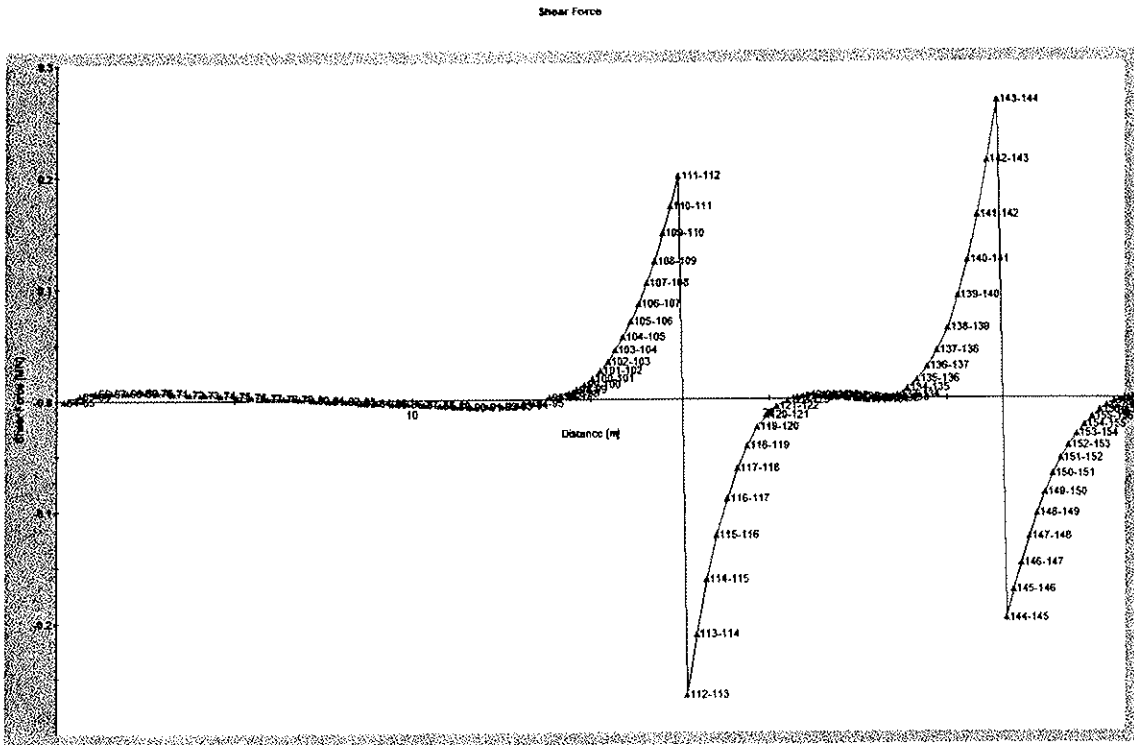
4.2.3.3 Esfuerzos

Cortantes

003161



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo



A.6.10. Excavación en Caverna

[3520]

**CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA**



003162



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

Pag
[50]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





A.6.10. Excavación en Caverna

4.3 Sismo

4.3.1 Determinación de la deformación del modelo

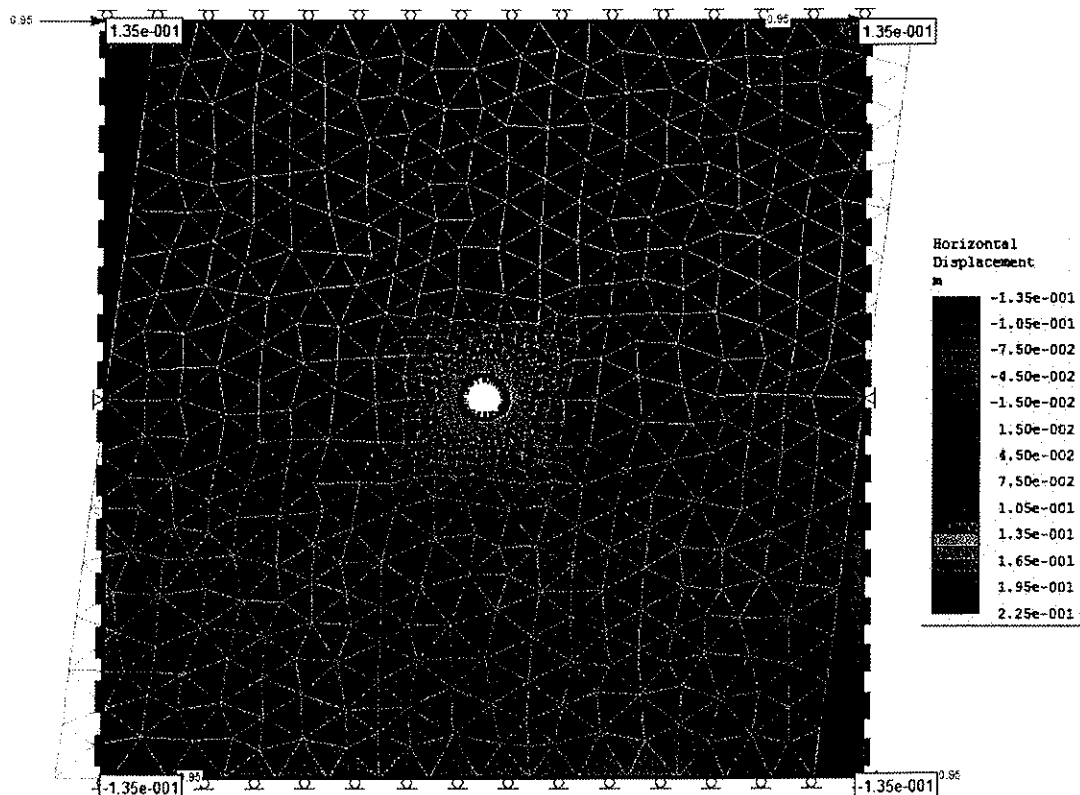
003163

Los valores de los parámetros utilizados son los siguientes:

SISMO

$a_B =$	0,40 g	Aceleración básica
$S =$	1,20	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S} =$	0,48 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
$C =$	0,90	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($V_s = k \cdot a_{z,MAX}$)
$\gamma_{MAX} =$	0,001642 rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_s / C_s$)
$h_{MODELO} =$	150 m	Altura modelo numérico
$\Delta X =$	0,12312 m	Desplazamiento en los vértices del modelo numérico

4.3.2 Modelo deformado

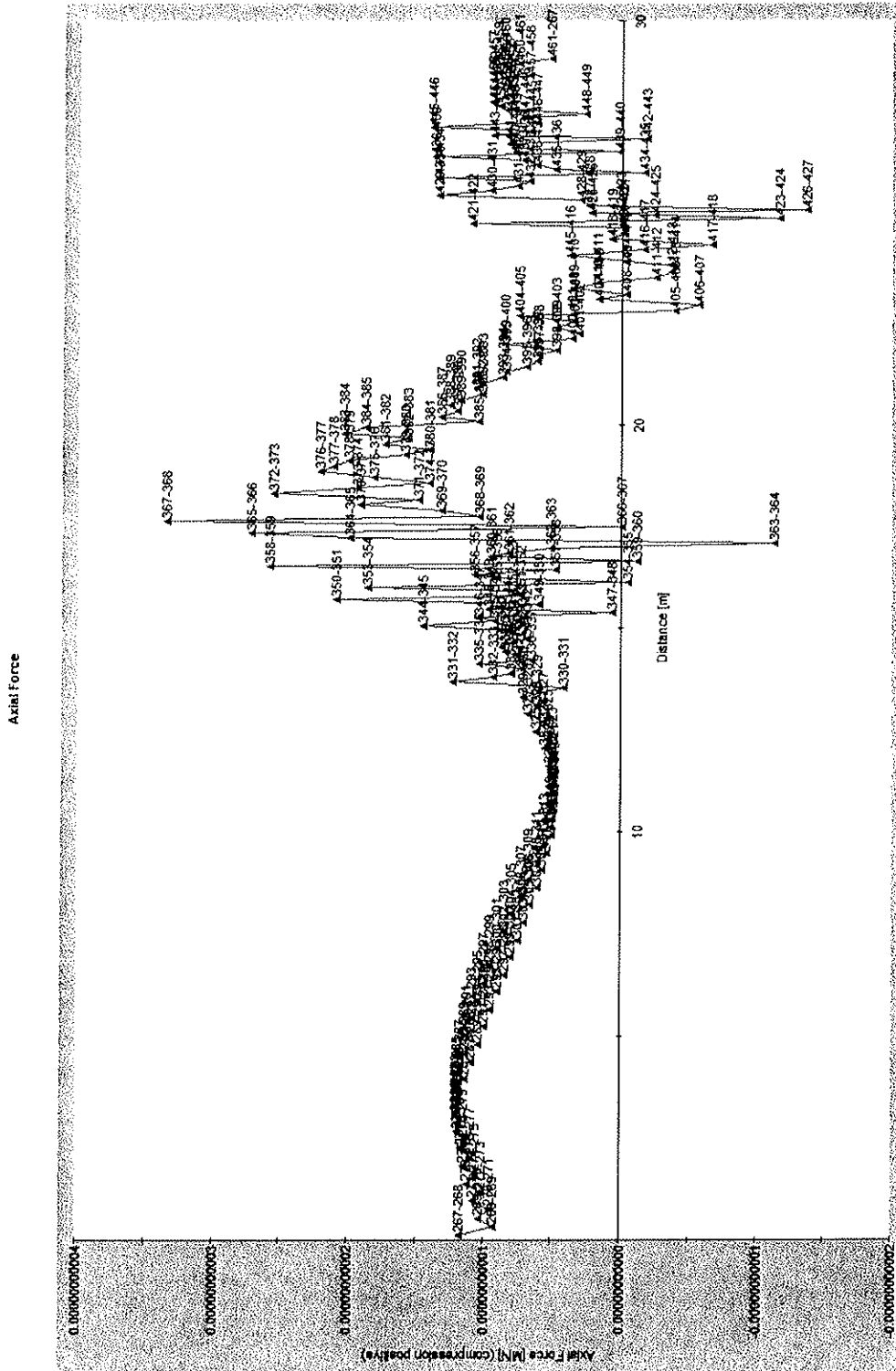


[Handwritten signature]



A.6.10. Excavación en Caverna

003164



4.3.3 Esfuerzos Axiales



A.6.10. Excavación en Caverna

Nota: Los valores de los axiles están 10^{10} veces minorados

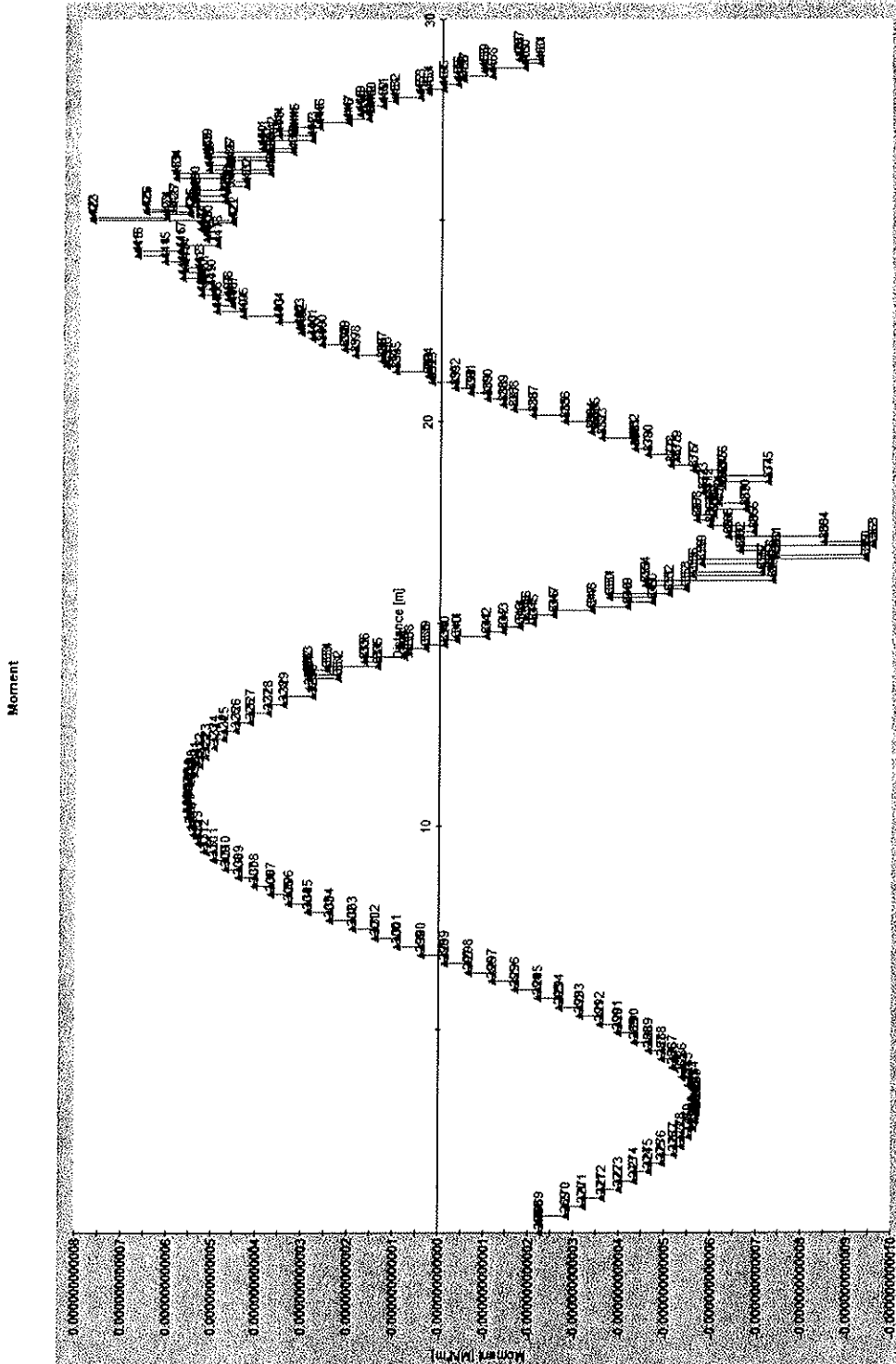
4.3.4 Momentos Flectores





A.6.10. Excavación en Caverna

003166



Nota: Los valores de los momentos están 10¹⁰ veces minorados

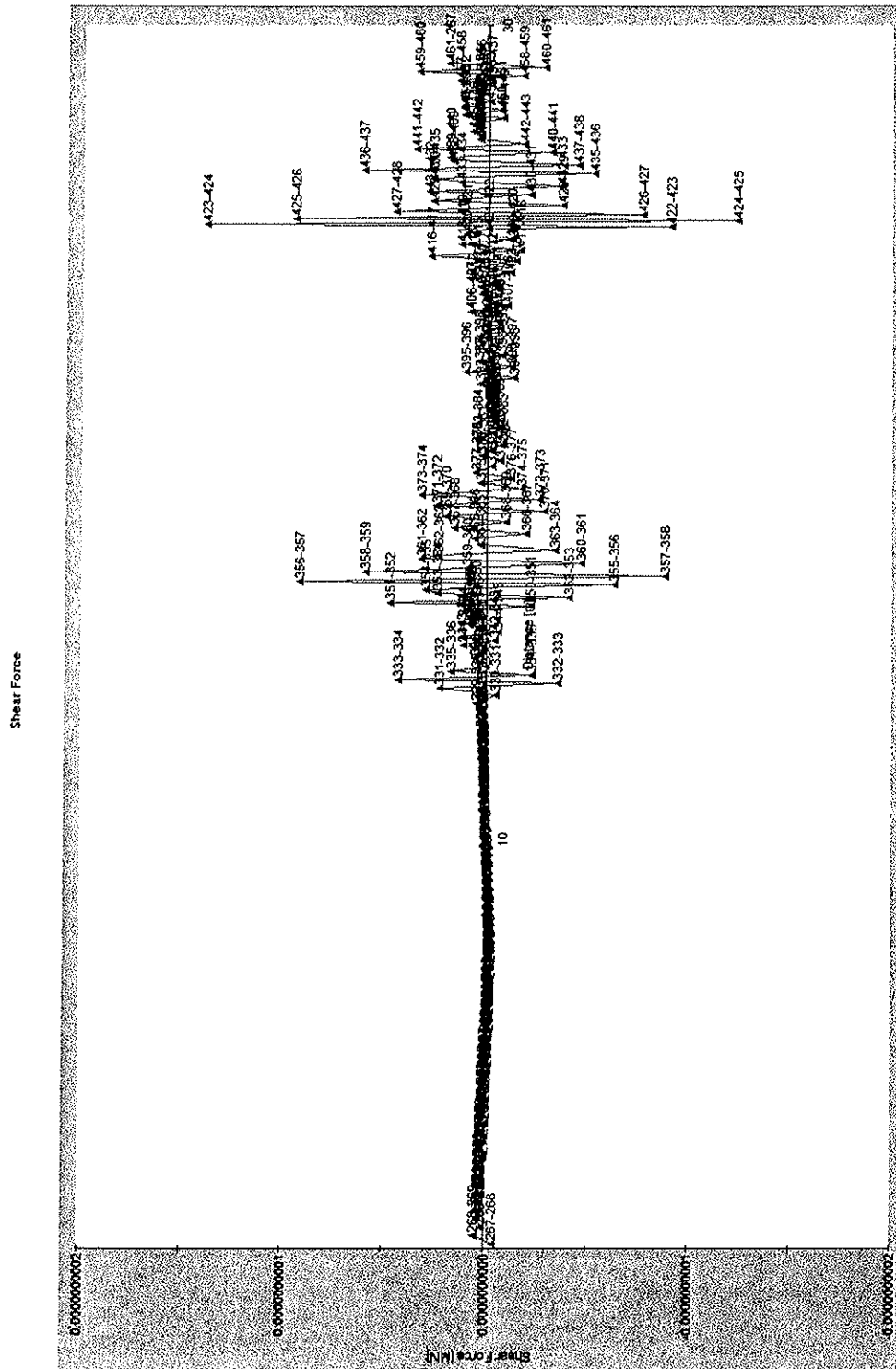




A.6.10. Excavación en Caverna

4.3.5 Esfuerzos cortantes

003167



Nota: Los valores de los cortantes están 10¹⁰ veces minorados





A.6.10. Excavación en Caverna

5 ESFUERZOS SECCIÓN CAVERNA EJE ESTACIÓN JAVIER PRADO

003168

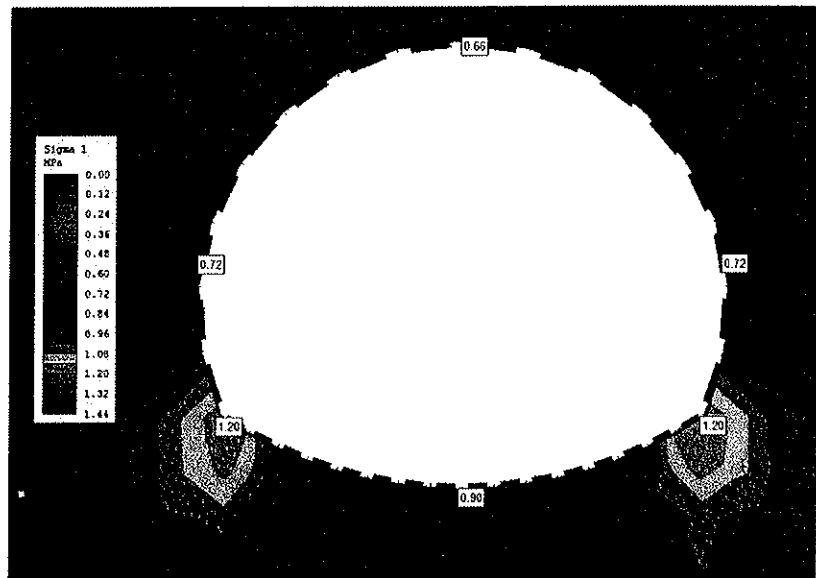
5.1 Introducción

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.

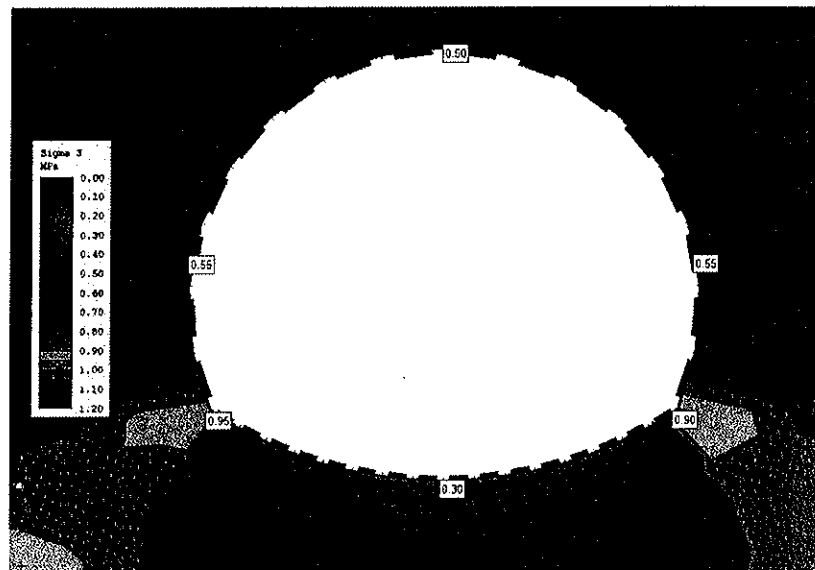
5.2 Carga del terreno

5.2.1 Tensiones en el terreno

Tensión principal mayor:



Tensión principal menor:



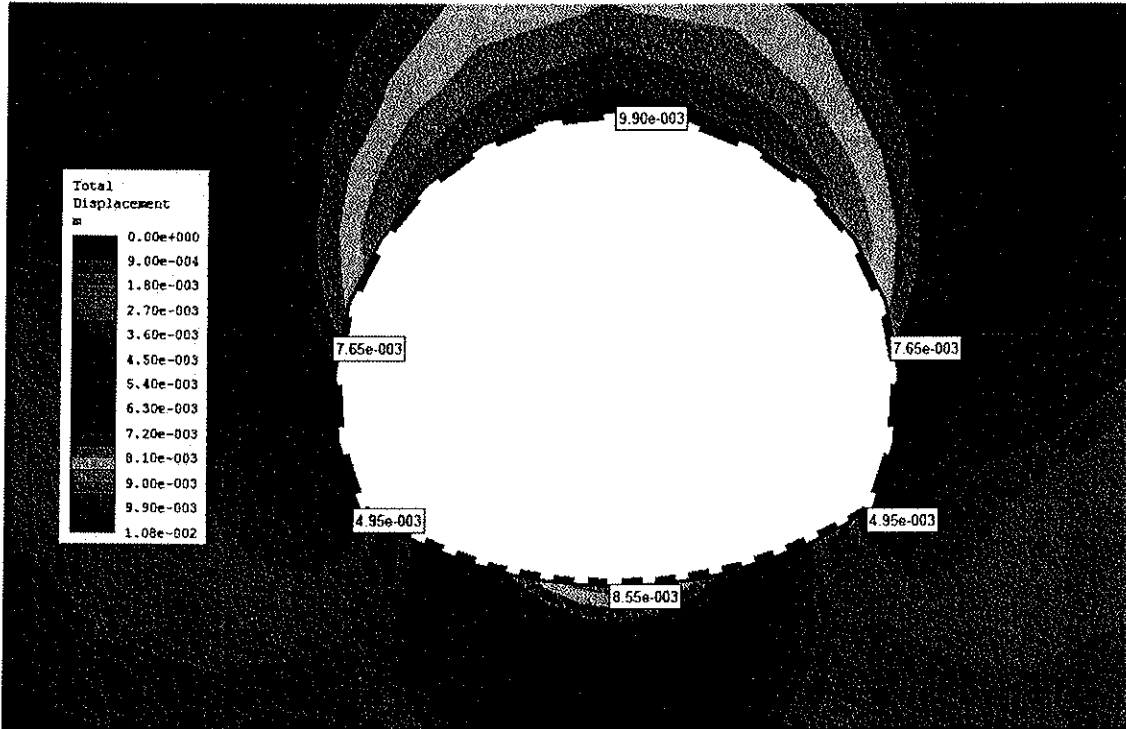
[Handwritten signature]



A.6.10. Excavación en Caverna

5.2.2 Deformaciones

003169



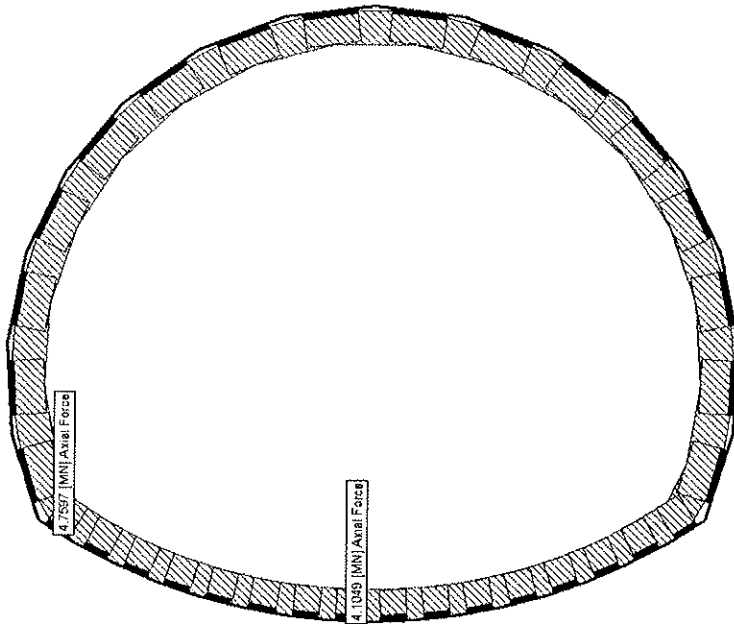


A.6.10. Excavación en Caverna

5.2.3 Esfuerzos en el revestimiento.

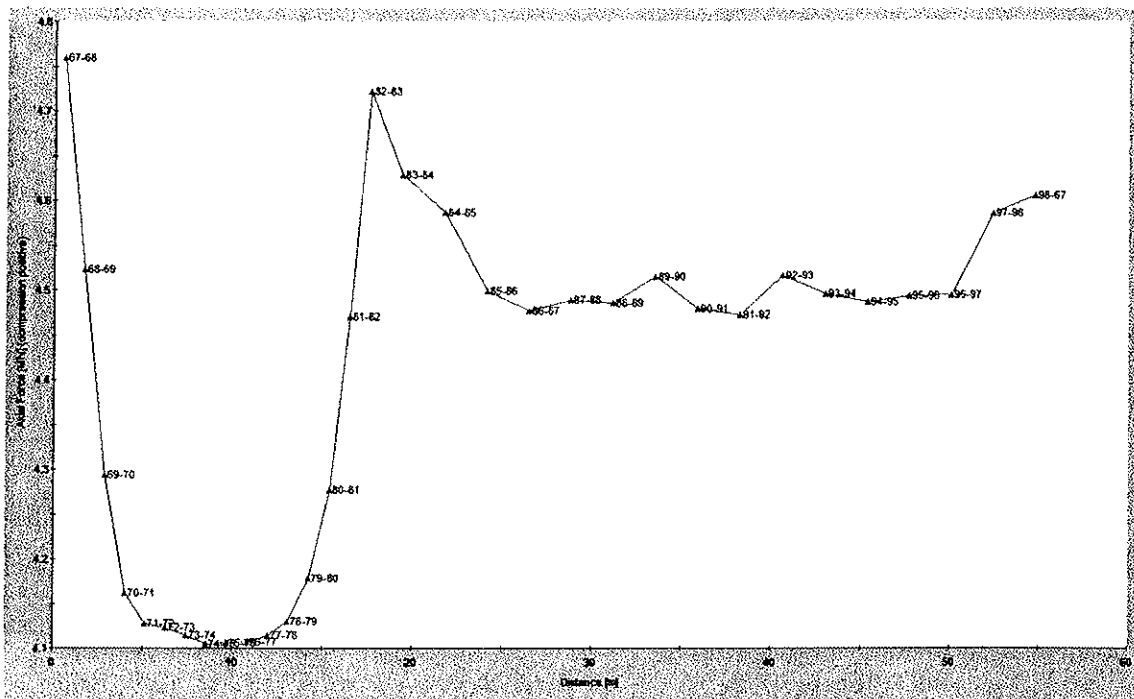
5.2.3.1 Esfuerzos Axiales

003170



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo

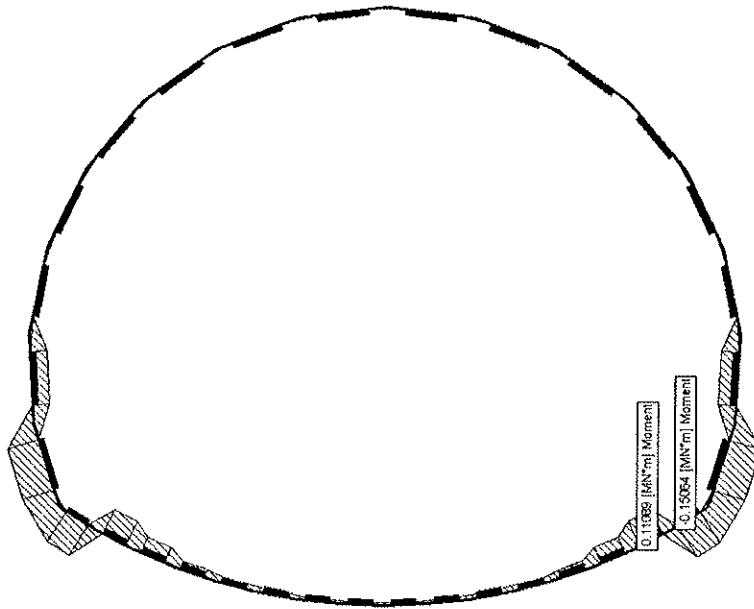
Axial Force





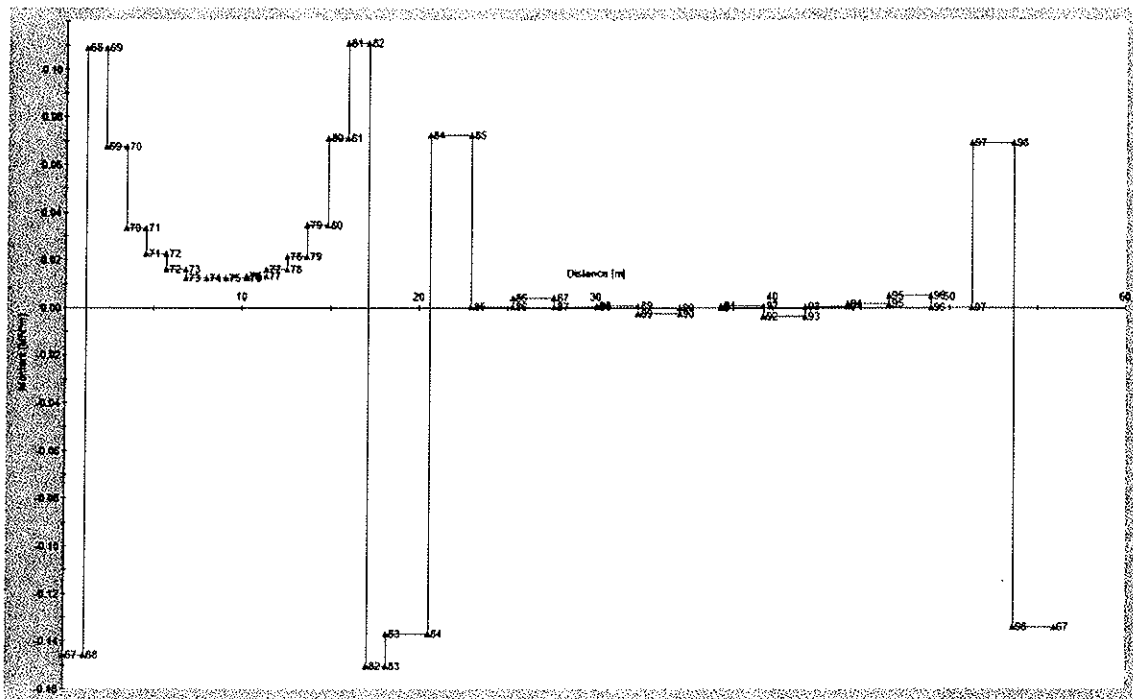
A.6.10. Excavación en Caverna

5.2.3.2 Momentos flectores 003171



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo

Moment

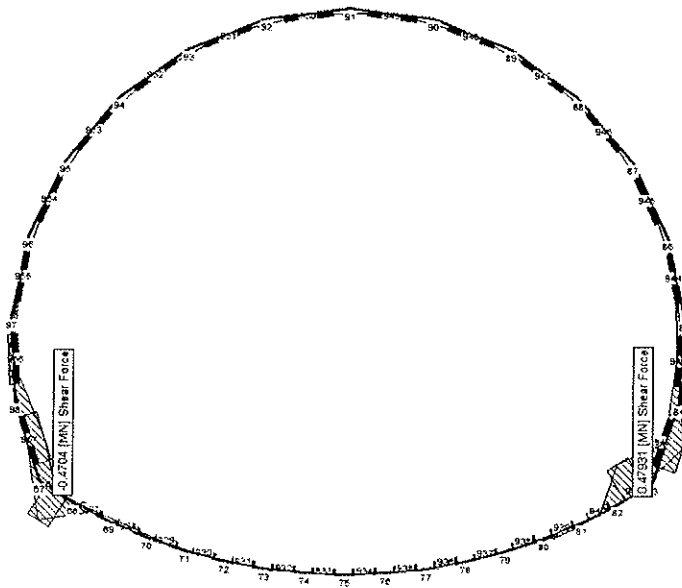




A.6.10. Excavación en Caverna

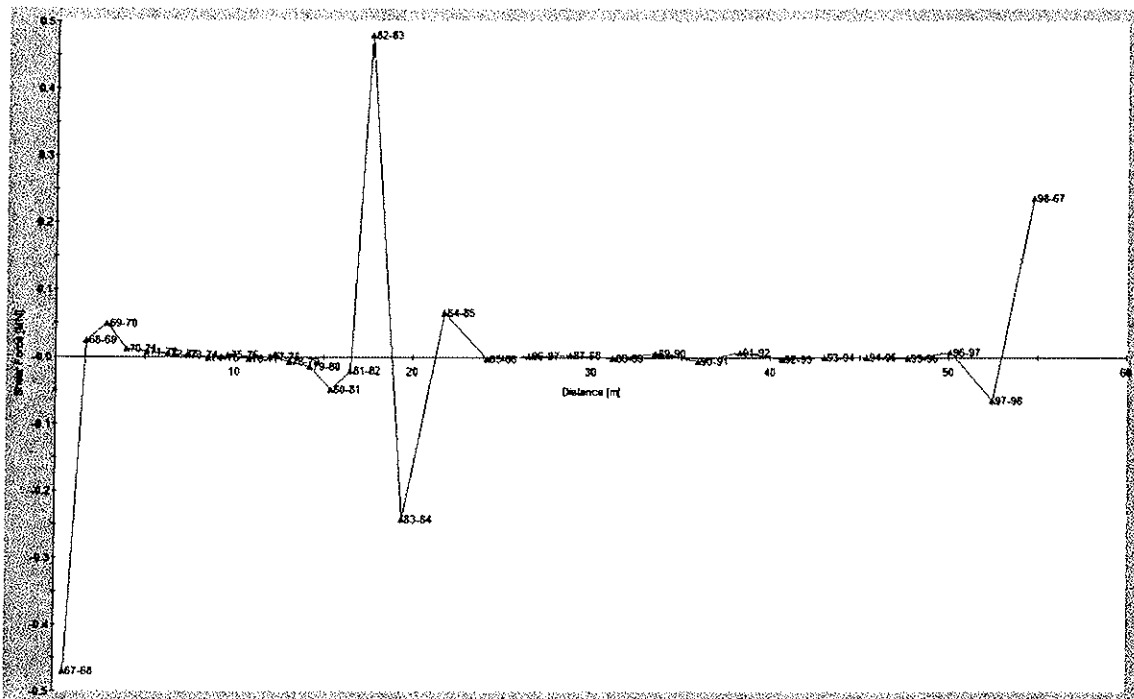
5.2.3.3 Esfuerzos Cortantes

003172



Valor mínimo en azul
Valor máximo en rojo

Shear Force





A.6.10. Excavación en Caverna

5.3 Sismo

5.3.1 Determinación de la deformación del modelo

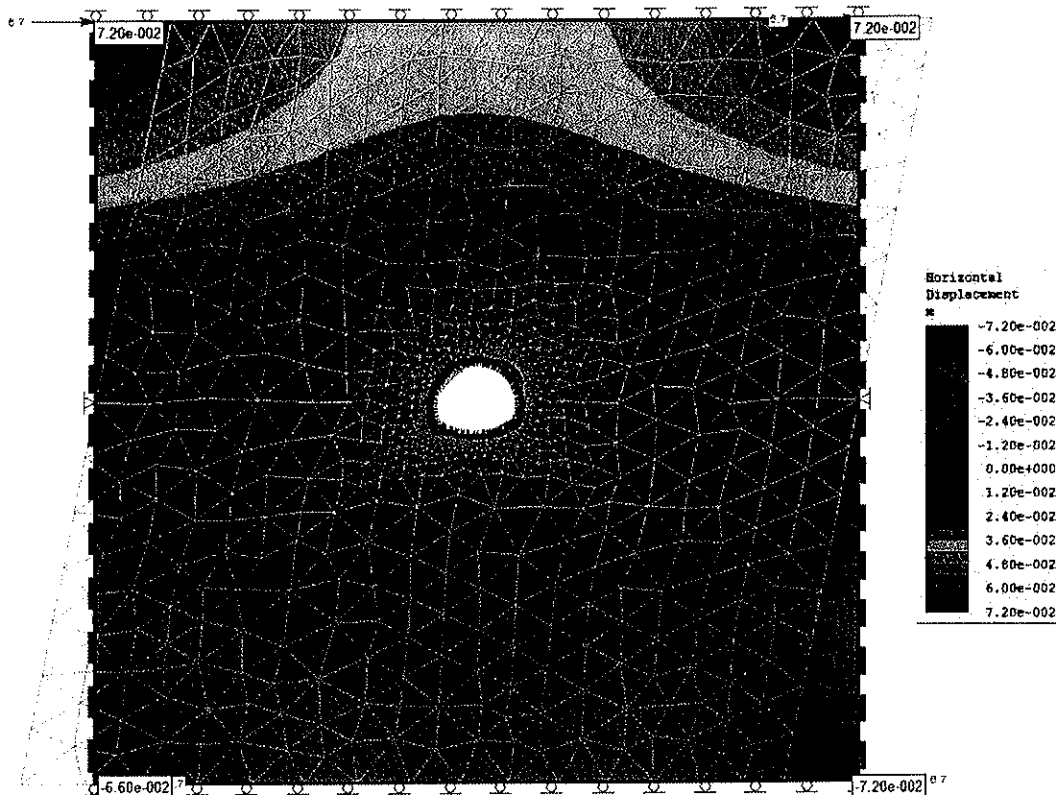
003173

Los valores de los parámetros utilizados son los siguientes:

SISMO

$a_B =$	0,40 g	Aceleración básica
$S =$	1,00	Coefficiente del terreno
$a_{MAX,S} =$	0,4 g	Aceleración máxima ($a_{MAX,S} = S \cdot a_B$)
$C =$	0,90	Coefficiente 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	Coefficiente 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 ($V_s = k \cdot a_{z,MAX}$)
$\gamma_{MAX} =$	0,000912 rad	Distorsión angular máxima ($\gamma_{MAX} = V_s / C_s$)
$h_{MODELO} =$	150 m/s	Altura modelo numérico
$\Delta X =$	0,0684 m/s	Desplazamiento en los vértices del modelo numérico

5.3.2 Modelo deformado

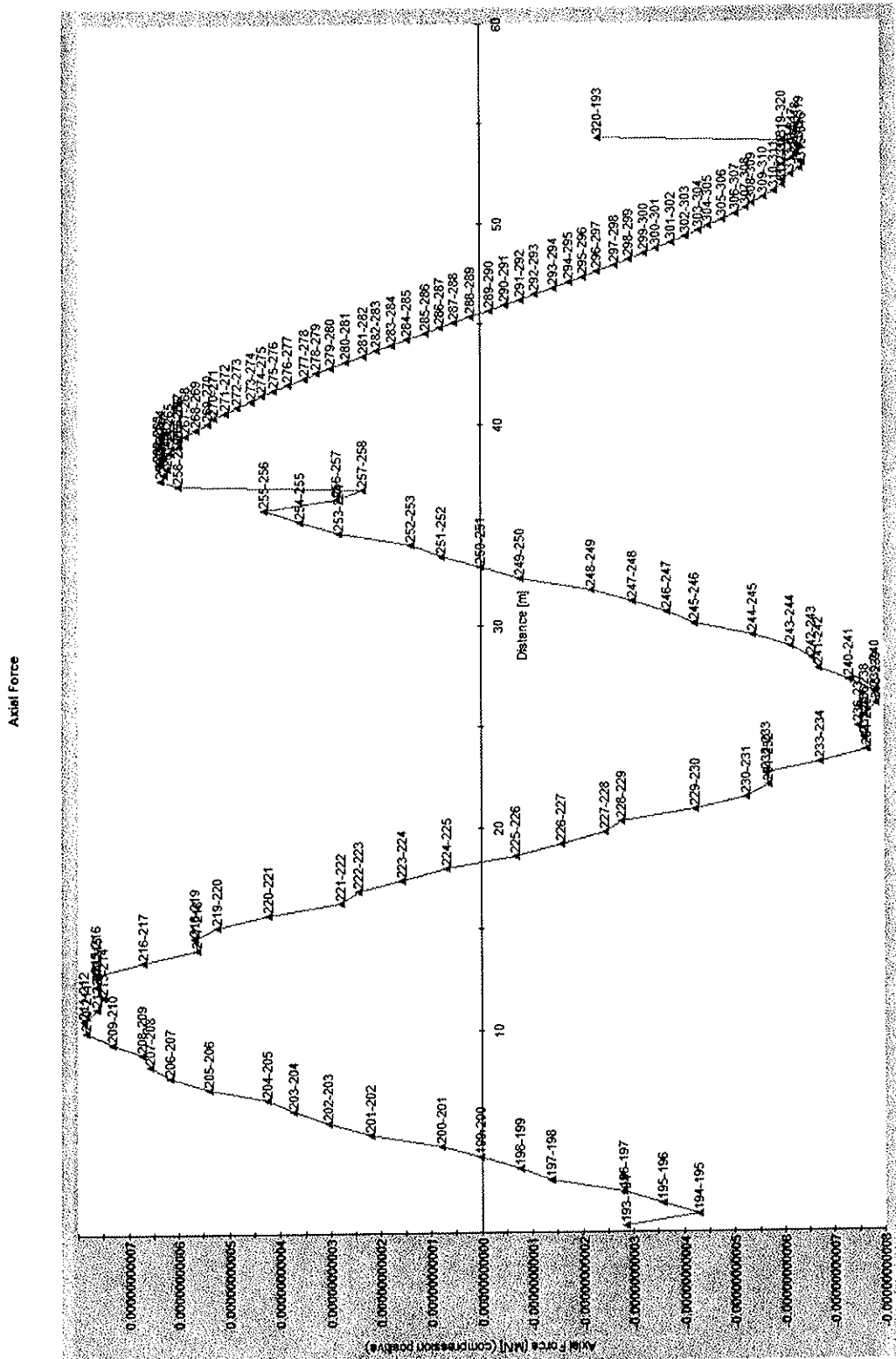




A.6.10. Excavación en Caverna

5.3.3 Esfuerzos Axiales

003174



Nota: Los valores de los axiles están 10¹⁰ veces minorados

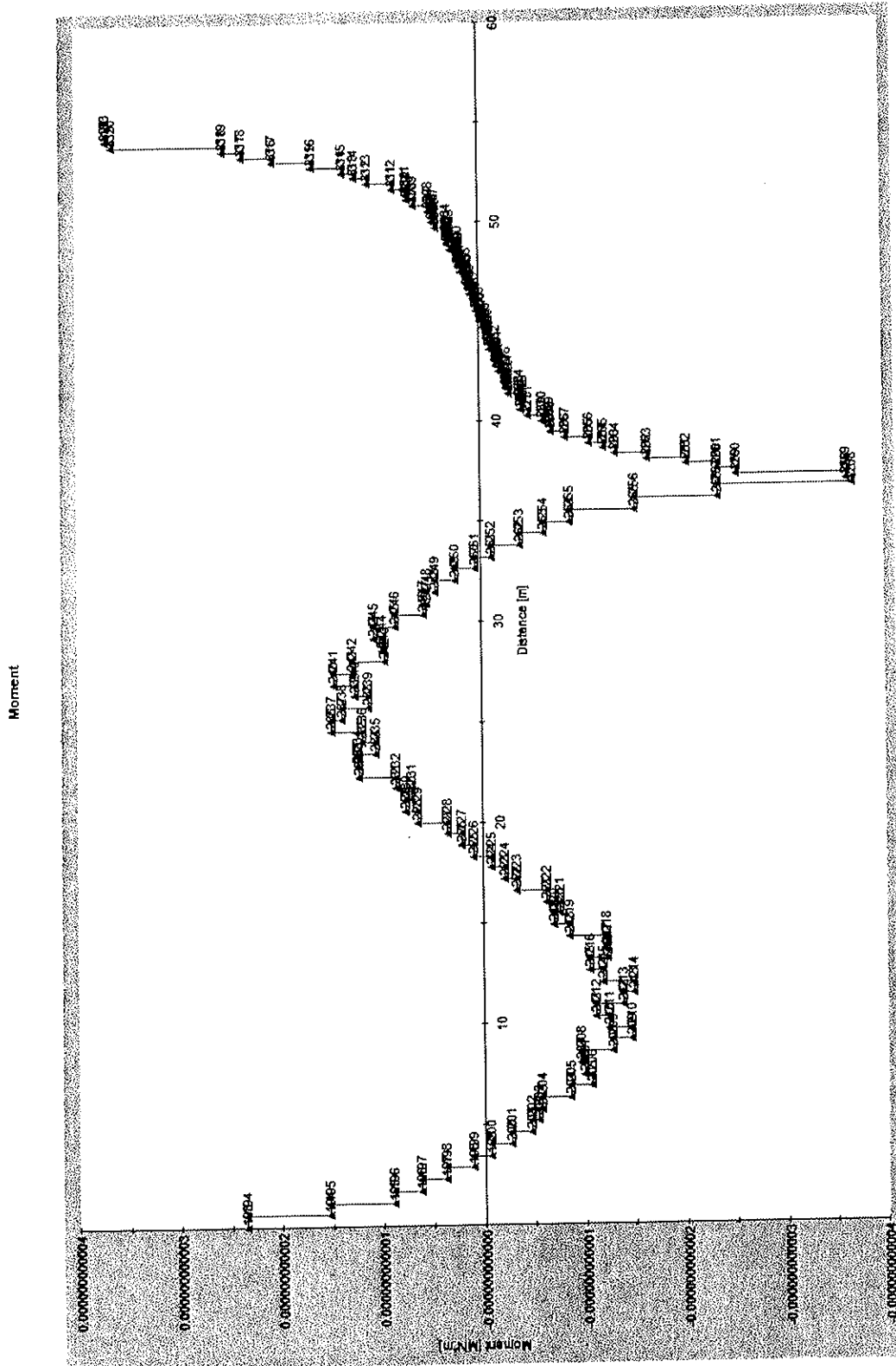




A.6.10. Excavación en Caverna

5.3.4 Momentos Flectores

003175



Nota: Los valores de los momentos están 10¹⁰ veces minorados





A.6.10. Excavación en Caverna

5.3.5 Esfuerzos cortantes

003176



Nota: Los valores de los cortantes están 10¹⁰ veces minorados



A.6.10. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-----------------------------	--------------------------------------------------

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

A.6.10. EXCAVACIÓN EN CAVERNA. APÉNDICE 3. DIMENSIONAMIENTO REVESTIMIENTO DEFINITIVO DE LAS CAVERNAS

<u>ÍNDICE</u>		003178
1	MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD	67
2	ACCIONES	67
3	COMBINACIONES	68
4	CÁLCULO	69
4.1	SECCIÓN EN CAVERNA	69
4.1.1	Definición geométrica	69
4.1.2	Esfuerzos	70
4.1.2.1	Servicio	70
4.1.2.2	Sismo	71
4.1.3	Dimensionamiento	75
4.1.3.1	Hipótesis 1	75
4.1.3.2	Hipótesis 2	82
4.1.3.3	Hipótesis 3	90
4.1.3.4	Hipótesis 4	98
4.1.3.5	Resumen	105



1 MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Los materiales utilizados son:

Hormigón:

- Resistencia característica: $f_{ck} = 40$ Mpa
- Coeficiente de minoración: $\gamma_c = 1,50$

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 resistencia: $\gamma_c = 1,12$

Módulo elástico: $E_s = 210000$ N/mm²

Recubrimiento de armaduras: 30 mm

Los coeficientes de mayoración de acciones considerados, son los siguientes:

Acciones permanentes: $\gamma_G = 1,40$

Sobrecargas: $\gamma_Q = 1,70$

Sobrecargas con sismo: $\gamma_{Q,SISMO} = 1,25$

Acción sísmica: $\gamma_{SISMO} = 1,0$

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 situación definitiva de servicio. Así mismo, se han realizado el cálculo independiente de los efectos del sismo para los siguientes parámetros:

- ❖ Aceleración básica $a_B = 0,4$ g
- ❖ Coeficiente del terreno $S = 1$
- ❖ Aceleración máxima: $a_{MAX,S} = S \cdot a_B = 0,4$ g

A.6.10. Excavación en Caverna

003180

- ❖ Coeficiente de profundidad $C = 0,90$
- ❖ Aceleración máxima en profundidad: $a_{z,MAX} = C \cdot a_{MAX,S} = 0,36 \text{ g}$
- ❖ Velocidad pico del terreno $C_s = 600 \text{ m/s}$
- ❖ Coeficiente de la velocidad de pico: $k = 1,52$
- ❖ Velocidad de de las ondas de cortante del sismo: $V_s = k \cdot a_{z,M,AX} = 0,5472 \text{ m/s}$
- ❖ Distorsión angular máxima: $\gamma_{MAX} = V_s/C_s = 0,00091 \text{ rad}$

3 COMBINACIONES

A efecto de dimensionamiento del revestimiento, se han considerado las siguientes hipótesis

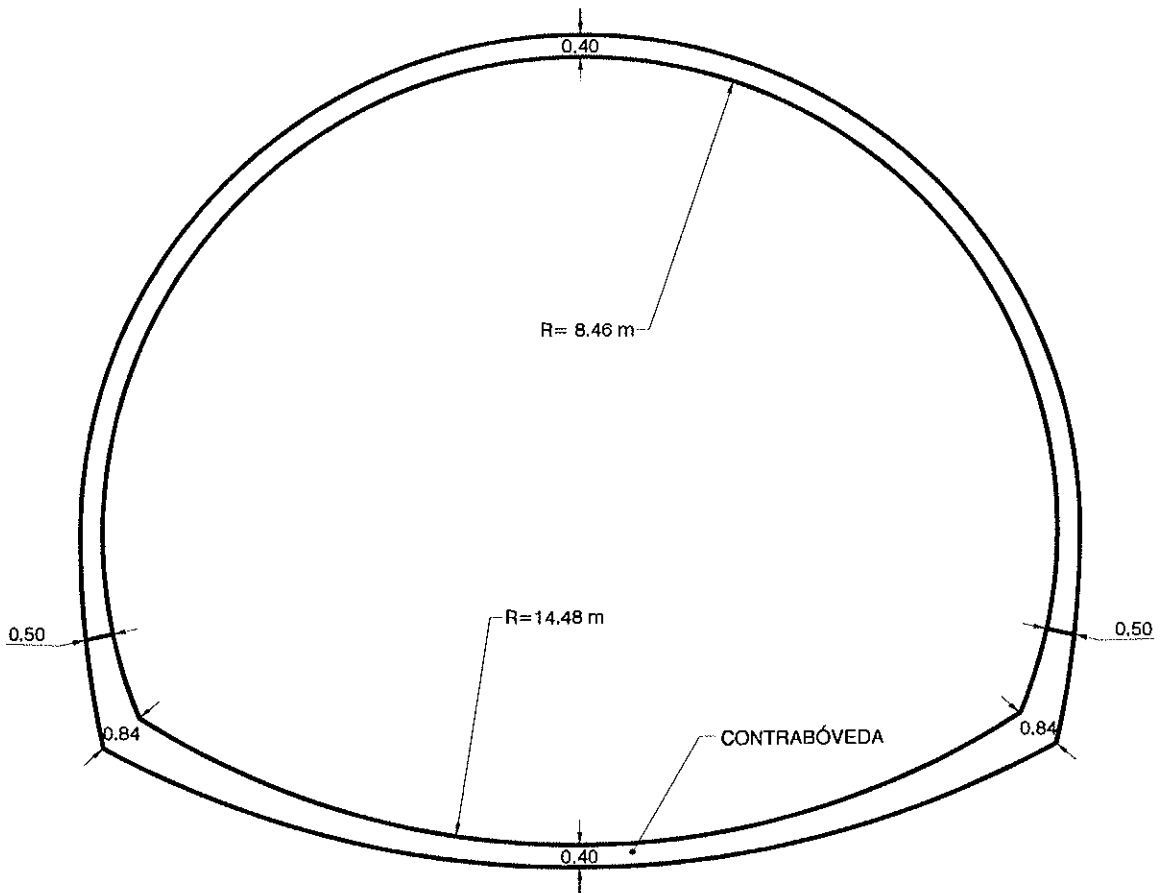
- 1 Hipótesis 1: Momento máximo. sin sismo
- 2 Hipótesis 2: Axil Máximo sin sismo
- 3 Hipótesis 3: Momento máximo con sismo
- 4 Hipótesis 4: Axil Máximo con sismo

4 CÁLCULO

4.1 SECCIÓN EN CAVERNA

4.1.1 Definición geométrica

La sección transversal del tunel artificial es la siguiente:



A.6.10. Excavación en Caverna

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	0.57	475.97	-47.04	-14.60
2	1	0.57	475.97	-47.04	-14.60
2	2	1.71	452.30	2.37	10.87
3	2	1.71	452.30	2.37	10.87
3	3	2.85	429.37	4.87	6.75
4	3	2.85	429.37	4.87	6.75
4	4	3.99	416.11	1.17	3.31
5	4	3.99	416.11	1.17	3.31
5	5	5.13	412.75	0.71	2.24
6	5	5.13	412.75	0.71	2.24
6	6	6.27	412.30	0.43	1.59
7	6	6.27	412.30	0.43	1.59
7	7	7.41	411.40	0.21	1.23
8	7	7.41	411.40	0.21	1.23
8	8	8.55	410.49	-0.24	1.24
9	8	8.55	410.49	-0.24	1.24
9	9	9.69	410.54	0.25	1.24
10	9	9.69	410.54	0.25	1.24
10	10	10.83	410.67	-0.40	1.32
11	10	10.83	410.67	-0.40	1.32
11	11	11.97	411.38	-0.08	1.60
12	11	11.97	411.38	-0.08	1.60
12	12	13.11	412.95	-0.82	2.12
13	12	13.11	412.95	-0.82	2.12
13	13	14.25	417.83	-1.48	3.43
14	13	14.25	417.83	-1.48	3.43
14	14	15.39	427.66	-4.94	7.10
15	14	15.39	427.66	-4.94	7.10
15	15	16.53	447.00	-2.06	11.09
16	15	16.53	447.00	-2.06	11.09
16	16	17.68	472.25	47.93	-15.06
17	16	17.68	472.25	47.93	-15.06
17	17	19.43	462.88	-24.31	-13.71
18	17	19.43	462.88	-24.31	-13.71
18	18	21.79	458.70	6.56	7.24
19	18	21.79	458.70	6.56	7.24
19	19	24.15	449.85	-0.43	0.02
20	19	24.15	449.85	-0.43	0.02
20	20	26.51	447.65	0.10	0.40
21	20	26.51	447.65	0.10	0.40
21	21	28.87	448.85	0.21	0.04
22	21	28.87	448.85	0.21	0.04
22	22	31.23	448.54	-0.23	0.07
23	22	31.23	448.54	-0.23	0.07
23	23	33.59	451.55	0.50	-0.24
24	23	33.59	451.55	0.50	-0.24
24	24	35.95	447.87	-0.72	0.01
25	24	35.95	447.87	-0.72	0.01
25	25	38.31	447.23	0.67	0.07
26	25	38.31	447.23	0.67	0.07
26	26	40.67	451.70	-0.31	-0.36
27	26	40.67	451.70	-0.31	-0.36
27	27	43.03	449.57	-0.03	0.05
28	27	43.03	449.57	-0.03	0.05
28	28	45.39	448.72	-0.05	0.15
29	28	45.39	448.72	-0.05	0.15
29	29	47.75	449.29	-0.23	0.48
30	29	47.75	449.29	-0.23	0.48
30	30	50.11	449.43	0.64	0.00
31	30	50.11	449.43	0.64	0.00

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
31	31	52.47	458.59	-6.49	6.90
32	31	52.47	458.59	-6.49	6.90
32	32	54.83	460.56	23.72	-13.43
33	32	54.83	460.56	23.72	-13.43

4.1.2.2 Sismo

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
1	1	17.96	-28.48	1.31	2.36
2	1	17.96	-28.48	1.31	2.36
2	2	18.53	-42.96	1.57	1.53
3	2	18.53	-42.96	1.57	1.53
3	3	19.11	-35.94	0.65	0.90
4	3	19.11	-35.94	0.65	0.90
4	4	19.68	-28.10	0.27	0.63
5	4	19.68	-28.10	0.27	0.63
5	5	20.25	-13.72	0.60	0.39
6	5	20.25	-13.72	0.60	0.39
6	6	20.82	-7.68	0.38	0.11
7	6	20.82	-7.68	0.38	0.11
7	7	21.39	0.16	0.19	-0.06
8	7	21.39	0.16	0.19	-0.06
8	8	21.97	7.90	0.51	-0.26
9	8	21.97	7.90	0.51	-0.26
9	9	22.54	22.04	0.18	-0.46
10	9	22.54	22.04	0.18	-0.46
10	10	23.11	30.37	0.08	-0.53
11	10	23.11	30.37	0.08	-0.53
11	11	23.68	37.18	0.06	-0.57
12	11	23.68	37.18	0.06	-0.57
12	12	24.26	42.45	0.92	-0.85
13	12	24.26	42.45	0.92	-0.85
13	13	24.83	53.82	-0.17	-1.06
14	13	24.83	53.82	-0.17	-1.06
14	14	25.40	61.59	-0.07	-0.99
15	14	25.40	61.59	-0.07	-0.99
15	15	25.97	65.71	-0.05	-0.96
16	15	25.97	65.71	-0.05	-0.96
16	16	26.55	67.29	1.15	-1.27
17	16	26.55	67.29	1.15	-1.27
17	17	27.12	73.21	-0.49	-1.46
18	17	27.12	73.21	-0.49	-1.46
18	18	27.69	78.47	-0.28	-1.24
19	18	27.69	78.47	-0.28	-1.24
19	19	28.26	78.76	-0.18	-1.11
20	19	28.26	78.76	-0.18	-1.11
20	20	28.83	76.26	1.09	-1.38
21	20	28.83	76.26	1.09	-1.38
21	21	29.41	75.02	-0.71	-1.48
22	21	29.41	75.02	-0.71	-1.48
22	22	29.98	76.29	-0.35	-1.18
23	22	29.98	76.29	-0.35	-1.18
23	23	30.55	76.54	-0.10	-1.05
24	23	30.55	76.54	-0.10	-1.05
24	24	31.12	67.18	0.72	-1.23
25	24	31.12	67.18	0.72	-1.23
25	25	31.70	56.27	-0.77	-1.21
26	25	31.70	56.27	-0.77	-1.21
26	26	32.27	56.85	-0.49	-0.85
27	26	32.27	56.85	-0.49	-0.85
27	27	32.84	52.36	-0.04	-0.70
28	27	32.84	52.36	-0.04	-0.70
28	28	33.41	42.27	0.25	-0.76
29	28	33.41	42.27	0.25	-0.76
29	29	33.98	27.74	-0.70	-0.63
30	29	33.98	27.74	-0.70	-0.63
30	30	34.56	24.37	-0.33	-0.34
31	30	34.56	24.37	-0.33	-0.34
31	31	35.13	15.68	-0.10	-0.21

A.6.10. Excavación en Caverna

003184

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
32	31	35.13	15.68	-0.10	-0.21
32	32	35.70	6.76	-0.32	-0.09
33	32	35.70	6.76	-0.32	-0.09
33	33	36.27	-6.96	-0.31	0.09
34	33	36.27	-6.96	-0.31	0.09
34	34	36.85	-15.86	-0.12	0.21
35	34	36.85	-15.86	-0.12	0.21
35	35	37.42	-24.52	-0.34	0.34
36	35	37.42	-24.52	-0.34	0.34
36	36	37.99	-27.87	-0.69	0.64
37	36	37.99	-27.87	-0.69	0.64
37	37	38.56	-42.34	0.26	0.76
38	37	38.56	-42.34	0.26	0.76
38	38	39.13	-52.48	-0.04	0.70
39	38	39.13	-52.48	-0.04	0.70
39	39	39.71	-57.00	-0.49	0.85
40	39	39.71	-57.00	-0.49	0.85
40	40	40.28	-56.40	-0.78	1.21
41	40	40.28	-56.40	-0.78	1.21
41	41	40.85	-67.29	0.72	1.23
42	41	40.85	-67.29	0.72	1.23
42	42	41.42	-76.61	-0.11	1.05
43	42	41.42	-76.61	-0.11	1.05
43	43	42.00	-76.34	-0.35	1.18
44	43	42.00	-76.34	-0.35	1.18
44	44	42.57	-75.03	-0.71	1.49
45	44	42.57	-75.03	-0.71	1.49
45	45	43.14	-76.23	1.08	1.38
46	45	43.14	-76.23	1.08	1.38
46	46	43.71	-78.70	-0.17	1.12
47	46	43.71	-78.70	-0.17	1.12
47	47	44.29	-78.38	-0.27	1.25
48	47	44.29	-78.38	-0.27	1.25
48	48	44.86	-73.11	-0.48	1.46
49	48	44.86	-73.11	-0.48	1.46
49	49	45.43	-67.15	1.15	1.27
50	49	45.43	-67.15	1.15	1.27
50	50	46.00	-65.60	-0.03	0.95
51	50	46.00	-65.60	-0.03	0.95
51	51	46.57	-61.55	-0.08	0.99
52	51	46.57	-61.55	-0.08	0.99
52	52	47.15	-53.83	-0.18	1.06
53	52	47.15	-53.83	-0.18	1.06
53	53	47.72	-42.43	0.92	0.85
54	53	47.72	-42.43	0.92	0.85
54	54	48.29	-37.11	0.04	0.57
55	54	48.29	-37.11	0.04	0.57
55	55	48.86	-30.29	0.09	0.53
56	55	48.86	-30.29	0.09	0.53
56	56	49.44	-21.96	0.18	0.46
57	56	49.44	-21.96	0.18	0.46
57	57	50.01	-7.86	0.51	0.26
58	57	50.01	-7.86	0.51	0.26
58	58	50.58	-0.13	0.19	0.06
59	58	50.58	-0.13	0.19	0.06
59	59	51.15	7.71	0.39	-0.11
60	59	51.15	7.71	0.39	-0.11
60	60	51.72	13.78	0.59	-0.39
61	60	51.72	13.78	0.59	-0.39
61	61	52.30	28.09	0.26	-0.63
62	61	52.30	28.09	0.26	-0.63
62	62	52.87	35.91	0.65	-0.89
63	62	52.87	35.91	0.65	-0.89
63	63	53.44	42.91	1.57	-1.53
64	63	53.44	42.91	1.57	-1.53
64	64	54.01	28.45	1.32	-2.36
65	64	54.01	28.45	1.32	-2.36
65	65	54.44	23.32	6.89	-3.69
66	65	54.44	23.32	6.89	-3.69
66	66	54.72	59.96	-7.26	-3.64
67	66	54.72	59.96	-7.26	-3.64

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
67	67	0.17	63.63	-0.66	-2.54
68	67	0.17	63.63	-0.66	-2.54
68	68	0.45	62.92	-0.67	-2.35
69	68	0.45	62.92	-0.67	-2.35
69	69	0.72	62.09	-1.54	-2.05
70	69	0.72	62.09	-1.54	-2.05
70	70	1.00	64.08	-1.25	-1.66
71	70	1.00	64.08	-1.25	-1.66
71	71	1.28	63.57	-1.01	-1.34
72	71	1.28	63.57	-1.01	-1.34
72	72	1.56	61.89	0.21	-1.23
73	72	1.56	61.89	0.21	-1.23
73	73	1.84	60.13	-1.20	-1.09
74	73	1.84	60.13	-1.20	-1.09
74	74	2.12	60.09	-0.52	-0.85
75	74	2.12	60.09	-0.52	-0.85
75	75	2.39	58.58	-0.53	-0.71
76	75	2.39	58.58	-0.53	-0.71
76	76	2.67	56.43	0.44	-0.70
77	76	2.67	56.43	0.44	-0.70
77	77	2.95	54.11	-0.89	-0.63
78	77	2.95	54.11	-0.89	-0.63
78	78	3.23	52.87	-0.18	-0.48
79	78	3.23	52.87	-0.18	-0.48
79	79	3.51	50.71	-0.29	-0.42
80	79	3.51	50.71	-0.29	-0.42
80	80	3.79	48.17	0.46	-0.44
81	80	3.79	48.17	0.46	-0.44
81	81	4.06	45.40	-0.70	-0.41
82	81	4.06	45.40	-0.70	-0.41
82	82	4.34	43.46	-0.06	-0.30
83	82	4.34	43.46	-0.06	-0.30
83	83	4.62	40.95	-0.15	-0.27
84	83	4.62	40.95	-0.15	-0.27
84	84	4.90	38.11	0.35	-0.30
85	84	4.90	38.11	0.35	-0.30
85	85	5.18	34.91	-0.54	-0.27
86	85	5.18	34.91	-0.54	-0.27
86	86	5.45	32.54	0.01	-0.20
87	86	5.45	32.54	0.01	-0.20
87	87	5.73	29.72	-0.13	-0.18
88	87	5.73	29.72	-0.13	-0.18
88	88	6.01	26.70	0.22	-0.20
89	88	6.01	26.70	0.22	-0.20
89	89	6.29	23.21	-0.39	-0.17
90	89	6.29	23.21	-0.39	-0.17
90	90	6.57	20.49	-0.02	-0.11
91	90	6.57	20.49	-0.02	-0.11
91	91	6.85	17.54	-0.08	-0.10
92	91	6.85	17.54	-0.08	-0.10
92	92	7.12	14.48	0.07	-0.10
93	92	7.12	14.48	0.07	-0.10
93	93	7.40	10.80	-0.25	-0.07
94	93	7.40	10.80	-0.25	-0.07
94	94	7.68	7.90	-0.02	-0.04
95	94	7.68	7.90	-0.02	-0.04
95	95	7.96	4.97	-0.01	-0.03
96	95	7.96	4.97	-0.01	-0.03
96	96	8.24	1.84	-0.11	-0.02
97	96	8.24	1.84	-0.11	-0.02
97	97	8.52	-1.93	-0.11	0.01
98	97	8.52	-1.93	-0.11	0.01
98	98	8.79	-5.05	-0.01	0.03
99	98	8.79	-5.05	-0.01	0.03
99	99	9.07	-7.99	-0.02	0.03
100	99	9.07	-7.99	-0.02	0.03
100	100	9.35	-10.90	-0.25	0.07
101	100	9.35	-10.90	-0.25	0.07
101	101	9.63	-14.58	0.06	0.10
102	101	9.63	-14.58	0.06	0.10
102	102	9.91	-17.65	-0.08	0.10

A.6.10. Excavación en Caverna

003186

BARRA	NUDO	Posición	N (t)	Q (t)	M (m·t)
103	102	9.91	-17.65	-0.08	0.10
103	103	10.19	-20.60	-0.02	0.12
104	103	10.19	-20.60	-0.02	0.12
104	104	10.46	-23.32	-0.40	0.17
105	104	10.46	-23.32	-0.40	0.17
105	105	10.74	-26.82	0.23	0.20
106	105	10.74	-26.82	0.23	0.20
106	106	11.02	-29.84	-0.13	0.18
107	106	11.02	-29.84	-0.13	0.18
107	107	11.30	-32.66	0.02	0.20
108	107	11.30	-32.66	0.02	0.20
108	108	11.58	-35.03	-0.55	0.27
109	108	11.58	-35.03	-0.55	0.27
109	109	11.85	-38.25	0.35	0.30
110	109	11.85	-38.25	0.35	0.30
110	110	12.13	-41.08	-0.16	0.28
111	110	12.13	-41.08	-0.16	0.28
111	111	12.41	-43.60	-0.07	0.31
112	111	12.41	-43.60	-0.07	0.31
112	112	12.69	-45.54	-0.70	0.41
113	112	12.69	-45.54	-0.70	0.41
113	113	12.97	-48.32	0.46	0.45
114	113	12.97	-48.32	0.46	0.45
114	114	13.25	-50.87	-0.30	0.42
115	114	13.25	-50.87	-0.30	0.42
115	115	13.52	-53.04	-0.18	0.49
116	115	13.52	-53.04	-0.18	0.49
116	116	13.80	-54.27	-0.87	0.64
117	116	13.80	-54.27	-0.87	0.64
117	117	14.08	-56.54	0.45	0.69
118	117	14.08	-56.54	0.45	0.69
118	118	14.36	-58.70	-0.54	0.71
119	118	14.36	-58.70	-0.54	0.71
119	119	14.64	-60.23	-0.52	0.85
120	119	14.64	-60.23	-0.52	0.85
120	120	14.92	-60.27	-1.19	1.09
121	120	14.92	-60.27	-1.19	1.09
121	121	15.19	-62.02	0.20	1.23
122	121	15.19	-62.02	0.20	1.23
122	122	15.47	-63.73	-1.00	1.34
123	122	15.47	-63.73	-1.00	1.34
123	123	15.75	-64.25	-1.24	1.65
124	123	15.75	-64.25	-1.24	1.65
124	124	16.03	-62.28	-1.52	2.04
125	124	16.03	-62.28	-1.52	2.04
125	125	16.31	-63.09	-0.68	2.34
126	125	16.31	-63.09	-0.68	2.34
126	126	16.59	-63.83	-0.67	2.53
127	126	16.59	-63.83	-0.67	2.53
127	127	16.86	-60.15	-7.29	3.64
128	127	16.86	-60.15	-7.29	3.64
128	128	17.14	-23.52	6.91	3.69
129	128	17.14	-23.52	6.91	3.69




A.6.10. Excavación en Caverna

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/mm².

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 (cm ²)	AEXT (cm ²)	AST (cm ² /m)
1	1	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
2	1	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
2	2	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
3	2	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
3	3	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
4	3	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
4	4	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
5	4	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
5	5	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
6	5	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
6	6	HASTIAL	475.97	79.97	0.00	-24.82	6.22	6.22	0.00
7	6	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
7	7	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
8	7	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
8	8	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
9	8	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
9	9	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
10	9	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
10	10	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
11	10	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
11	11	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
12	11	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
12	12	CONTRABOVEDA	452.30	4.02	18.48	0.00	5.91	5.91	0.00
13	12	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
13	13	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
14	13	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
14	14	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
15	14	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
15	15	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
16	15	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
16	16	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
17	16	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
17	17	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
18	17	CONTRABOVEDA	429.37	8.27	11.48	0.00	5.61	5.61	0.00
18	18	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
19	18	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
19	19	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
20	19	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
20	20	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
21	20	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
21	21	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
22	21	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
22	22	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
23	22	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
23	23	CONTRABOVEDA	416.11	1.98	5.63	0.00	5.44	5.44	0.00
24	23	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
24	24	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
25	24	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
25	25	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
26	25	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
26	26	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
27	26	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
27	27	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
28	27	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00
28	28	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)	003183
29	28	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00	
29	29	CONTRABOVEDA	412.75	1.21	3.81	0.00	5.40	5.40	0.00	
30	29	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
30	30	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
31	30	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
31	31	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
32	31	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
32	32	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
33	32	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
33	33	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
34	33	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
34	34	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
35	34	CONTRABOVEDA	412.30	0.72	2.71	0.00	5.39	5.39	0.00	
35	35	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
36	35	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
36	36	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
37	36	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
37	37	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
38	37	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
38	38	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
39	38	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
39	39	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
40	39	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
40	40	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
41	40	CONTRABOVEDA	411.40	0.36	2.09	0.00	5.38	5.38	0.00	
41	41	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
42	41	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
42	42	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
43	42	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
43	43	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
44	43	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
44	44	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
45	44	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
45	45	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
46	45	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
46	46	CONTRABOVEDA	410.49	0.41	2.11	0.00	5.37	5.37	0.00	
47	46	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
47	47	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
48	47	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
48	48	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
49	48	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
49	49	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
50	49	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
50	50	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
51	50	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
51	51	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
52	51	CONTRABOVEDA	410.54	0.42	2.10	0.00	5.37	5.37	0.00	
52	52	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
53	52	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
53	53	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
54	53	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
54	54	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
55	54	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
55	55	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
56	55	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
56	56	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
57	56	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
57	57	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
58	57	CONTRABOVEDA	410.67	0.68	2.25	0.00	5.37	5.37	0.00	
58	58	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
59	58	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
59	59	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
60	59	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
60	60	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
61	60	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
61	61	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
62	61	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
62	62	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
63	62	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
63	63	CONTRABOVEDA	411.38	0.14	2.72	0.00	5.38	5.38	0.00	
64	63	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00	
64	64	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00	



A.6.10. Excavación en Caverna

003189

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
65	64	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
65	65	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
66	65	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
66	66	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
67	66	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
67	67	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
68	67	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
68	68	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
69	68	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
69	69	CONTRABOVEDA	412.95	1.40	3.60	0.00	5.40	5.40	0.00
70	69	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
70	70	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
71	70	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
71	71	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
72	71	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
72	72	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
73	72	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
73	73	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
74	73	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
74	74	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
75	74	CONTRABOVEDA	417.83	2.52	5.84	0.00	5.46	5.46	0.00
75	75	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
76	75	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
76	76	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
77	76	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
77	77	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
78	77	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
78	78	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
79	78	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
79	79	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
79	79	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
80	79	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
80	80	CONTRABOVEDA	427.66	8.40	12.06	0.00	5.59	5.59	0.00
81	80	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
81	81	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
82	81	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
82	82	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
83	82	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
83	83	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
84	83	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
84	84	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
85	84	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
85	85	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
86	85	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
86	86	HASTIAL	447.00	3.51	18.85	0.00	5.84	5.84	0.00
87	86	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
87	87	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
88	87	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
88	88	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
89	88	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
89	89	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
90	89	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
90	90	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
91	90	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
91	91	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
92	91	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
92	92	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
93	92	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
93	93	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
94	93	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
94	94	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
95	94	HASTIAL	472.25	81.48	0.00	-25.61	6.17	6.17	0.00
95	95	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
96	95	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
96	96	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
97	96	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
97	97	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
98	97	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
98	98	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
99	98	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
99	99	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
100	99	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00
100	100	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00



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

Pag

[77]

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm ²)	AEXT (cm ²)	AST (cm ² /m)	003190
101	100	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
101	101	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
102	101	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
102	102	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
103	102	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
103	103	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
104	103	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
104	104	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
105	104	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
105	105	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
106	105	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
106	106	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
107	106	BOVEDA	462.88	41.33	0.00	-23.30	6.05	6.05	0.00	
107	107	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
108	107	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
108	108	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
109	108	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
109	109	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
110	109	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
110	110	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
111	110	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
111	111	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
112	111	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
112	112	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
113	112	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
113	113	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
114	113	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
114	114	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
115	114	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
115	115	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
116	115	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
116	116	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
117	116	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
117	117	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
118	117	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
118	118	BOVEDA	458.70	11.15	12.31	0.00	6.00	6.00	0.00	
119	118	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
119	119	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
120	119	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
120	120	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
121	120	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
121	121	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
122	121	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
122	122	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
123	122	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
123	123	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
124	123	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
124	124	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
125	124	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
125	125	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
126	125	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
126	126	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
127	126	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
127	127	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
128	127	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
128	128	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
129	128	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
129	129	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
130	129	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
130	130	BOVEDA	449.85	0.74	0.03	0.00	5.88	5.88	0.00	
131	130	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
131	131	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
132	131	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
132	132	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
133	132	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
133	133	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
134	133	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
134	134	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
135	134	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
135	135	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
136	135	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	
136	136	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00	

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
137	136	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
137	137	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
138	137	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
138	138	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
139	138	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
139	139	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
140	139	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
140	140	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
141	140	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
141	141	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
142	141	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
142	142	BOVEDA	447.65	0.18	0.69	0.00	5.85	5.85	0.00
143	142	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
143	143	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
144	143	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
144	144	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
145	144	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
145	145	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
146	145	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
146	146	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
147	146	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
147	147	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
148	147	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
148	148	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
149	148	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
149	149	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
150	149	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
150	150	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
151	150	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
151	151	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
152	151	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
152	152	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
153	152	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
153	153	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
154	153	BOVEDA	448.85	0.35	0.06	0.00	5.87	5.87	0.00
154	154	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
155	154	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
155	155	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
156	155	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
156	156	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
157	156	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
157	157	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
158	157	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
158	158	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
159	158	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
159	159	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
160	159	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
160	160	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
161	160	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
161	161	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
162	161	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
162	162	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
163	162	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
163	163	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
164	163	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
164	164	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
165	164	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
165	165	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
166	165	BOVEDA	448.54	0.40	0.12	0.00	5.86	5.86	0.00
166	166	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
167	166	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
167	167	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
168	167	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
168	168	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
169	168	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
169	169	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
170	169	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
170	170	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
171	170	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
171	171	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
172	171	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
172	172	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
173	172	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
173	173	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
174	173	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
174	174	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
175	174	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
175	175	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
176	175	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
176	176	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
177	176	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
177	177	BOVEDA	451.55	0.85	0.00	-0.42	5.90	5.90	0.00
178	177	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
178	178	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
179	178	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
179	179	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
180	179	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
180	180	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
181	180	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
181	181	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
182	181	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
182	182	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
183	182	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
183	183	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
184	183	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
184	184	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
185	184	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
185	185	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
186	185	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
186	186	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
187	186	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
187	187	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
188	187	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
188	188	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
189	188	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
189	189	BOVEDA	447.87	1.22	0.02	0.00	5.86	5.86	0.00
190	189	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
190	190	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
191	190	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
191	191	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
192	191	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
192	192	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
193	192	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
193	193	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
194	193	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
194	194	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
195	194	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
195	195	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
196	195	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
196	196	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
197	196	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
197	197	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
198	197	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
198	198	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
199	198	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
199	199	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
200	199	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
200	200	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
201	200	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
201	201	BOVEDA	447.23	1.14	0.11	0.00	5.85	5.85	0.00
202	201	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
202	202	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
203	202	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
203	203	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
204	203	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
204	204	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
205	204	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
205	205	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
206	205	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
206	206	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
207	206	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
207	207	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
208	207	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
208	208	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00

003192



A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
209	208	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
209	209	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
210	209	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
210	210	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
211	210	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
211	211	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
212	211	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
212	212	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
213	212	BOVEDA	451.70	0.53	0.00	-0.61	5.91	5.91	0.00
213	213	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
214	213	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
214	214	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
215	214	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
215	215	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
216	215	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
216	216	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
217	216	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
217	217	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
218	217	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
218	218	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
219	218	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
219	219	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
220	219	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
220	220	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
221	220	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
221	221	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
222	221	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
222	222	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
223	222	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
223	223	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
224	223	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
224	224	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
225	224	BOVEDA	449.57	0.06	0.09	0.00	5.88	5.88	0.00
225	225	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
226	225	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
226	226	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
227	226	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
227	227	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
228	227	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
228	228	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
229	228	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
229	229	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
230	229	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
230	230	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
231	230	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
231	231	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
232	231	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
232	232	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
233	232	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
233	233	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
234	233	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
234	234	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
235	234	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
235	235	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
236	235	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
236	236	BOVEDA	448.72	0.08	0.25	0.00	5.87	5.87	0.00
237	236	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
237	237	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
238	237	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
238	238	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
239	238	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
239	239	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
240	239	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
240	240	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
241	240	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
241	241	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
242	241	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
242	242	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
243	242	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
243	243	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
244	243	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
244	244	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00



A

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
245	244	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
245	245	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
246	245	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
246	246	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
247	246	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
247	247	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
248	247	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
248	248	BOVEDA	449.29	0.39	0.81	0.00	5.87	5.87	0.00
249	248	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
249	249	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
250	249	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
250	250	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
251	250	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
251	251	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
252	251	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
252	252	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
253	252	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
253	253	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
254	253	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
254	254	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
255	254	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
255	255	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
256	255	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
256	256	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
257	256	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
257	257	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
258	257	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
258	258	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
259	258	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
259	259	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
260	259	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
260	260	BOVEDA	449.43	1.09	0.00	0.00	5.88	5.88	0.00
261	260	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
261	261	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
262	261	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
262	262	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
263	262	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
263	263	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
264	263	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
264	264	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
265	264	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
265	265	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
266	265	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
266	266	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
267	266	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
267	267	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
268	267	BOVEDA	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
268	268	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
269	268	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
269	269	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
270	269	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
270	270	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
271	270	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
271	271	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
272	271	HASTIAL	458.59	11.03	11.73	0.00	6.00	6.00	0.00
272	272	HASTIAL	460.56	40.32	0.00	-22.83	6.02	6.02	0.00
273	272	HASTIAL	460.56	40.32	0.00	-22.83	6.02	6.02	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	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
2	1	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
2	2	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
3	2	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
3	3	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
4	3	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
4	4	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
5	4	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00



A

A.6.10. Excavación en Caverna

003195

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
5	5	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
6	5	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
6	6	HASTIAL	809.15	79.97	0.00	-23.30	13.37	13.37	0.00
7	6	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
7	7	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
8	7	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
8	8	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
9	8	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
9	9	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
10	9	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
10	10	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
11	10	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
11	11	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
12	11	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
12	12	CONTRABOVEDA	768.91	4.02	18.48	-23.30	18.25	14.54	0.00
13	12	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	-23.30	13.15	10.52	0.00
13	13	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
14	13	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
14	14	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
15	14	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
15	15	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
16	15	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
16	16	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
17	16	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
17	17	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
18	17	CONTRABOVEDA	729.93	8.27	11.48	0.00	9.54	10.52	0.00
18	18	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
19	18	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
19	19	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
20	19	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
20	20	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
21	20	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
21	21	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
22	21	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
22	22	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
23	22	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
23	23	CONTRABOVEDA	707.39	1.98	5.63	0.00	10.52	10.52	0.00
24	23	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
24	24	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
25	24	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
25	25	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
26	25	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
26	26	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
27	26	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
27	27	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
28	27	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
28	28	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
29	28	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
29	29	CONTRABOVEDA	701.68	1.21	3.81	0.00	10.52	10.52	0.00
30	29	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
30	30	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
31	30	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
31	31	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
32	31	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
32	32	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
33	32	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
33	33	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
34	33	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
34	34	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
35	34	CONTRABOVEDA	700.91	0.72	2.71	0.00	10.52	10.52	0.00
35	35	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
36	35	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
36	36	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
37	36	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
37	37	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
38	37	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
38	38	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
39	38	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
39	39	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
40	39	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
40	40	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00
41	40	CONTRABOVEDA	699.38	0.36	2.09	0.00	10.52	10.52	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

003196

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm ²)	AEXT (cm ²)	AST (cm ² /m)
41	41	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
42	41	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
42	42	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
43	42	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
43	43	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
44	43	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
44	44	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
45	44	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
45	45	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
46	45	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
46	46	CONTRABOVEDA	697.83	0.41	2.11	0.00	10.52	10.52	0.00
47	46	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
47	47	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
48	47	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
48	48	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
49	48	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
49	49	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
50	49	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
50	50	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
51	50	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
51	51	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
52	51	CONTRABOVEDA	697.92	0.42	2.10	0.00	10.52	10.52	0.00
52	52	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
53	52	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
53	53	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
54	53	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
54	54	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
55	54	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
55	55	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
56	55	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
56	56	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
57	56	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
57	57	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
58	57	CONTRABOVEDA	698.14	0.68	2.25	0.00	10.52	10.52	0.00
58	58	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
59	58	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
59	59	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
60	59	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
60	60	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
61	60	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
61	61	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
62	61	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
62	62	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
63	62	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
63	63	CONTRABOVEDA	699.35	0.14	2.72	0.00	10.52	10.52	0.00
64	63	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
64	64	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
65	64	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
65	65	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
66	65	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
66	66	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
67	66	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
67	67	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
68	67	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
68	68	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
69	68	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
69	69	CONTRABOVEDA	702.02	1.40	3.60	0.00	10.52	10.52	0.00
70	69	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	0.00	10.52	10.52	0.00
70	70	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	0.00	10.52	10.52	0.00
71	70	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	0.00	10.52	10.52	0.00
71	71	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	0.00	10.52	10.52	0.00
72	71	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	0.00	10.52	10.52	0.00
72	72	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	-0.42	10.52	10.52	0.00
73	72	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	-0.42	10.52	10.52	0.00
73	73	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	-0.42	10.52	10.52	0.00
74	73	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	-0.42	10.52	10.52	0.00
74	74	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	-0.42	10.52	10.52	0.00
75	74	CONTRABOVEDA	710.31	2.52	5.84	-0.42	10.52	10.52	0.00
75	75	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
76	75	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
76	76	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
77	76	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
77	77	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
78	77	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
78	78	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
79	78	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
79	79	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
80	79	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
80	80	CONTRABOVEDA	727.02	8.40	12.06	-0.42	9.51	10.52	0.00
81	80	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	-0.42	13.37	13.37	0.00
81	81	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	-0.42	13.37	13.37	0.00
82	81	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	-0.42	13.37	13.37	0.00
82	82	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	-0.42	13.37	13.37	0.00
83	82	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	-0.42	13.37	13.37	0.00
83	83	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	-0.42	13.37	13.37	0.00
84	83	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	0.00	13.37	13.37	0.00
84	84	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	0.00	13.37	13.37	0.00
85	84	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	0.00	13.37	13.37	0.00
85	85	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	0.00	13.37	13.37	0.00
86	85	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	0.00	13.37	13.37	0.00
86	86	HASTIAL	759.90	3.51	18.85	0.00	13.37	13.37	0.00
87	86	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
87	87	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
88	87	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
88	88	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
89	88	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
89	89	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
90	89	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
90	90	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
91	90	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
91	91	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
92	91	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
92	92	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
93	92	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
93	93	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
94	93	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
94	94	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
95	94	HASTIAL	802.83	81.48	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
95	95	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
96	95	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
96	96	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
97	96	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
97	97	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
98	97	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
98	98	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
99	98	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
99	99	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
100	99	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
100	100	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
101	100	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
101	101	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
102	101	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
102	102	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
103	102	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
103	103	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
104	103	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
104	104	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
105	104	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
105	105	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
106	105	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
106	106	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
107	106	BOVEDA	786.90	41.33	0.00	0.00	18.93	18.93	0.00
107	107	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	0.00	8.53	18.00	0.00
108	107	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
108	108	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
109	108	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
109	109	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
110	109	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
110	110	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
111	110	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
111	111	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
112	111	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
112	112	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
113	112	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
113	113	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
114	113	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
114	114	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
115	114	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
115	115	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
116	115	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
116	116	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
117	116	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
117	117	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
118	117	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
118	118	BOVEDA	779.79	11.15	12.31	-0.61	8.53	17.53	0.00
119	118	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	-0.61	5.81	15.56	0.00
119	119	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
120	119	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
120	120	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
121	120	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
121	121	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
122	121	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
122	122	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
123	122	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
123	123	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
124	123	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
124	124	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
125	124	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
125	125	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
126	125	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
126	126	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
127	126	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
127	127	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
128	127	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
128	128	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
129	128	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
129	129	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
130	129	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
130	130	BOVEDA	764.75	0.74	0.03	0.00	10.00	10.00	0.00
131	130	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
131	131	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
132	131	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
132	132	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
133	132	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
133	133	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
134	133	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
134	134	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
135	134	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
135	135	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
136	135	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
136	136	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
137	136	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
137	137	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
138	137	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
138	138	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
139	138	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
139	139	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
140	139	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
140	140	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
141	140	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
141	141	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
142	141	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
142	142	BOVEDA	761.01	0.18	0.69	0.00	9.95	9.95	0.00
143	142	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
143	143	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
144	143	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
144	144	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
145	144	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
145	145	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
146	145	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
146	146	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
147	146	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
147	147	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
148	147	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
148	148	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
149	148	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00



AK

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
149	149	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
150	149	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
150	150	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
151	150	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
151	151	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
152	151	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
152	152	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
153	152	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
153	153	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
154	153	BOVEDA	763.05	0.35	0.06	0.00	9.98	9.98	0.00
154	154	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
155	154	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
155	155	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
156	155	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
156	156	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
157	156	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
157	157	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
158	157	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
158	158	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
159	158	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
159	159	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
160	159	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
160	160	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
161	160	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
161	161	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
162	161	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
162	162	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
163	162	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
163	163	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
164	163	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
164	164	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
165	164	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
165	165	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
166	165	BOVEDA	762.52	0.40	0.12	0.00	9.97	9.97	0.00
166	166	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
167	166	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
167	167	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
168	167	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
168	168	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
169	168	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
169	169	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
170	169	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
170	170	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
171	170	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
171	171	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
172	171	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
172	172	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
173	172	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
173	173	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
174	173	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
174	174	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
175	174	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
175	175	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
176	175	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
176	176	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
177	176	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
177	177	BOVEDA	767.64	0.85	0.00	0.00	16.41	16.41	0.00
178	177	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
178	178	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	-22.83	16.90	10.52	0.00
179	178	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	-22.83	16.90	10.52	0.00
179	179	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
180	179	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
180	180	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
181	180	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
181	181	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
182	181	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
182	182	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
183	182	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
183	183	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
184	183	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
184	184	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
185	184	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00



[Handwritten signature]

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
185	185	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
186	185	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
186	186	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
187	186	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
187	187	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
188	187	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
188	188	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
189	188	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
189	189	BOVEDA	761.38	1.22	0.02	0.00	9.96	9.96	0.00
190	189	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
190	190	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
191	190	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
191	191	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
192	191	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
192	192	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
193	192	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
193	193	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
194	193	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
194	194	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
195	194	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
195	195	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
196	195	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
196	196	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
197	196	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
197	197	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
198	197	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
198	198	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
199	198	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
199	199	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
200	199	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
200	200	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
201	200	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
201	201	BOVEDA	760.29	1.14	0.11	0.00	9.94	9.94	0.00
202	201	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
202	202	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
203	202	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
203	203	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
204	203	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
204	204	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
205	204	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
205	205	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
206	205	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
206	206	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
207	206	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
207	207	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
208	207	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
208	208	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
209	208	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
209	209	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
210	209	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
210	210	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
211	210	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
211	211	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
212	211	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
212	212	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
213	212	BOVEDA	767.89	0.53	0.00	0.00	16.44	16.44	0.00
213	213	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
214	213	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
214	214	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
215	214	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
215	215	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
216	215	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
216	216	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
217	216	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
217	217	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
218	217	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
218	218	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
219	218	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
219	219	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
220	219	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
220	220	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
221	220	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00



A

A.6.10. Excavación en Caverna

003201

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
221	221	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
222	221	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
222	222	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
223	222	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
223	223	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
224	223	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
224	224	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
225	224	BOVEDA	764.27	0.06	0.09	0.00	9.99	9.99	0.00
225	225	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
226	225	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
226	226	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
227	226	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
227	227	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
228	227	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
228	228	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
229	228	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
229	229	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
230	229	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
230	230	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
231	230	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
231	231	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
232	231	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
232	232	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
233	232	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
233	233	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
234	233	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
234	234	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
235	234	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
235	235	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
236	235	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
236	236	BOVEDA	762.82	0.08	0.25	0.00	9.97	9.97	0.00
237	236	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
237	237	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
238	237	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
238	238	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
239	238	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
239	239	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
240	239	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
240	240	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
241	240	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
241	241	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
242	241	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
242	242	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
243	242	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
243	243	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
244	243	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
244	244	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
245	244	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
245	245	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
246	245	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
246	246	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
247	246	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
247	247	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
248	247	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
248	248	BOVEDA	763.79	0.39	0.81	0.00	15.28	5.58	0.00
249	248	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
249	249	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
250	249	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
250	250	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
251	250	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
251	251	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
252	251	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
252	252	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
253	252	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
253	253	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
254	253	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
254	254	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
255	254	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
255	255	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
256	255	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
256	256	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
257	256	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
257	257	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
258	257	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
258	258	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
259	258	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
259	259	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
260	259	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
260	260	BOVEDA	764.03	1.09	0.00	0.00	9.99	9.99	0.00
261	260	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
261	261	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
262	261	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
262	262	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
263	262	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
263	263	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
264	263	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
264	264	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
265	264	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
265	265	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
266	265	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
266	266	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
267	266	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
267	267	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
268	267	BOVEDA	779.60	11.03	11.73	0.00	8.95	17.97	0.00
268	268	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
269	268	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
269	269	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
270	269	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
270	270	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
271	270	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
271	271	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
272	271	HASTIAL	779.60	11.03	11.73	0.00	13.37	13.37	0.00
272	272	HASTIAL	782.95	40.32	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00
273	272	HASTIAL	782.95	40.32	0.00	0.00	13.37	13.37	0.00

4.1.3.3 Hipótesis 3

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
1	1	HASTIAL	447.49	60.11	2.36	-24.82	5.85	5.85	0.00
2	1	HASTIAL	447.49	60.11	2.36	-24.82	5.85	5.85	0.00
2	2	HASTIAL	447.49	60.11	2.36	-24.82	5.85	5.85	0.00
3	2	HASTIAL	433.01	60.37	1.53	-24.82	5.66	5.66	0.00
3	3	HASTIAL	433.01	60.37	1.53	-24.82	5.66	5.66	0.00
4	3	HASTIAL	433.01	60.37	1.53	-24.82	5.66	5.66	0.00
4	4	HASTIAL	433.01	60.37	1.53	-24.82	5.66	5.66	0.00
5	4	HASTIAL	433.01	60.37	1.53	-24.82	5.66	5.66	0.00
5	5	HASTIAL	440.03	59.45	0.90	-24.82	5.75	5.75	0.00
6	5	HASTIAL	440.03	59.45	0.90	-24.82	5.75	5.75	0.00
6	6	HASTIAL	440.03	59.45	0.90	-24.82	5.75	5.75	0.00
7	6	CONTRABOVEDA	416.36	3.61	14.49	0.00	5.44	5.44	0.00
7	7	CONTRABOVEDA	416.36	3.61	14.49	0.00	5.44	5.44	0.00
8	7	CONTRABOVEDA	416.36	3.61	14.49	0.00	5.44	5.44	0.00
8	8	CONTRABOVEDA	424.20	3.22	14.23	0.00	5.55	5.55	0.00
9	8	CONTRABOVEDA	424.20	3.22	14.23	0.00	5.55	5.55	0.00
9	9	CONTRABOVEDA	424.20	3.22	14.23	0.00	5.55	5.55	0.00
10	9	CONTRABOVEDA	424.20	3.22	14.23	0.00	5.55	5.55	0.00
10	10	CONTRABOVEDA	424.20	3.22	14.23	0.00	5.55	5.55	0.00
11	10	CONTRABOVEDA	424.20	3.22	14.23	0.00	5.55	5.55	0.00
11	11	CONTRABOVEDA	438.58	3.56	13.98	0.00	5.73	5.73	0.00
12	11	CONTRABOVEDA	438.58	3.56	13.98	0.00	5.73	5.73	0.00
12	12	CONTRABOVEDA	438.58	3.56	13.98	0.00	5.73	5.73	0.00
13	12	CONTRABOVEDA	415.65	6.68	8.82	0.00	5.43	5.43	0.00
13	13	CONTRABOVEDA	415.65	6.68	8.82	0.00	5.43	5.43	0.00
14	13	CONTRABOVEDA	421.69	6.47	8.54	0.00	5.51	5.51	0.00
14	14	CONTRABOVEDA	421.69	6.47	8.54	0.00	5.51	5.51	0.00
15	14	CONTRABOVEDA	421.69	6.47	8.54	0.00	5.51	5.51	0.00
15	15	CONTRABOVEDA	421.69	6.47	8.54	0.00	5.51	5.51	0.00
16	15	CONTRABOVEDA	421.69	6.47	8.54	0.00	5.51	5.51	0.00
16	16	CONTRABOVEDA	421.69	6.47	8.54	0.00	5.51	5.51	0.00
17	16	CONTRABOVEDA	429.53	6.28	8.44	-0.06	5.62	5.62	0.00
17	17	CONTRABOVEDA	429.53	6.28	8.44	-0.06	5.62	5.62	0.00
18	17	CONTRABOVEDA	429.53	6.28	8.44	-0.06	5.62	5.62	0.00



(Handwritten signature)

A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AIINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
18	18	CONTRABOVEDA	416.27	1.65	4.14	-0.06	5.44	5.44	0.00
19	18	CONTRABOVEDA	416.27	1.65	4.14	-0.06	5.44	5.44	0.00
19	19	CONTRABOVEDA	416.27	1.65	4.14	-0.06	5.44	5.44	0.00
20	19	CONTRABOVEDA	424.01	1.97	4.14	-0.26	5.54	5.54	0.00
20	20	CONTRABOVEDA	424.01	1.97	4.14	-0.26	5.54	5.54	0.00
21	20	CONTRABOVEDA	424.01	1.97	4.14	-0.26	5.54	5.54	0.00
21	21	CONTRABOVEDA	424.01	1.97	4.14	-0.26	5.54	5.54	0.00
22	21	CONTRABOVEDA	424.01	1.97	4.14	-0.26	5.54	5.54	0.00
22	22	CONTRABOVEDA	424.01	1.97	4.14	-0.26	5.54	5.54	0.00
23	22	CONTRABOVEDA	438.15	1.64	4.14	-0.46	5.73	5.73	0.00
23	23	CONTRABOVEDA	438.15	1.64	4.14	-0.46	5.73	5.73	0.00
24	23	CONTRABOVEDA	434.79	1.07	2.80	-0.46	5.69	5.69	0.00
24	24	CONTRABOVEDA	434.79	1.07	2.80	-0.46	5.69	5.69	0.00
25	24	CONTRABOVEDA	434.79	1.07	2.80	-0.46	5.69	5.69	0.00
25	25	CONTRABOVEDA	443.12	0.96	2.80	-0.53	5.79	5.79	0.00
26	25	CONTRABOVEDA	443.12	0.96	2.80	-0.53	5.79	5.79	0.00
26	26	CONTRABOVEDA	443.12	0.96	2.80	-0.53	5.79	5.79	0.00
27	26	CONTRABOVEDA	443.12	0.96	2.80	-0.53	5.79	5.79	0.00
27	27	CONTRABOVEDA	443.12	0.96	2.80	-0.53	5.79	5.79	0.00
28	27	CONTRABOVEDA	443.12	0.96	2.80	-0.53	5.79	5.79	0.00
28	28	CONTRABOVEDA	449.93	0.95	2.80	-0.57	5.88	5.88	0.00
29	28	CONTRABOVEDA	449.93	0.95	2.80	-0.57	5.88	5.88	0.00
29	29	CONTRABOVEDA	449.93	0.95	2.80	-0.57	5.88	5.88	0.00
30	29	CONTRABOVEDA	449.48	0.59	1.99	-0.57	5.88	5.88	0.00
30	30	CONTRABOVEDA	449.48	0.59	1.99	-0.57	5.88	5.88	0.00
31	30	CONTRABOVEDA	449.48	0.59	1.99	-0.57	5.88	5.88	0.00
31	31	CONTRABOVEDA	454.75	1.45	1.99	-0.85	5.95	5.95	0.00
32	31	CONTRABOVEDA	454.75	1.45	1.99	-0.85	5.95	5.95	0.00
32	32	CONTRABOVEDA	454.75	1.45	1.99	-0.85	5.95	5.95	0.00
33	32	CONTRABOVEDA	454.75	1.45	1.99	-0.85	5.95	5.95	0.00
33	33	CONTRABOVEDA	454.75	1.45	1.99	-0.85	5.95	5.95	0.00
34	33	CONTRABOVEDA	454.75	1.45	1.99	-0.85	5.95	5.95	0.00
34	34	CONTRABOVEDA	466.12	0.70	1.99	-1.06	6.09	6.09	0.00
35	34	CONTRABOVEDA	466.12	0.70	1.99	-1.06	6.09	6.09	0.00
35	35	CONTRABOVEDA	465.22	0.44	1.54	-1.06	6.08	6.08	0.00
36	35	CONTRABOVEDA	465.22	0.44	1.54	-1.06	6.08	6.08	0.00
36	36	CONTRABOVEDA	465.22	0.44	1.54	-1.06	6.08	6.08	0.00
37	36	CONTRABOVEDA	472.99	0.34	1.54	-0.99	6.18	6.18	0.00
37	37	CONTRABOVEDA	472.99	0.34	1.54	-0.99	6.18	6.18	0.00
38	37	CONTRABOVEDA	472.99	0.34	1.54	-0.99	6.18	6.18	0.00
38	38	CONTRABOVEDA	472.99	0.34	1.54	-0.99	6.18	6.18	0.00
39	38	CONTRABOVEDA	472.99	0.34	1.54	-0.99	6.18	6.18	0.00
39	39	CONTRABOVEDA	472.99	0.34	1.54	-0.99	6.18	6.18	0.00
40	39	CONTRABOVEDA	477.11	0.31	1.54	-0.96	10.52	10.52	0.00
40	40	CONTRABOVEDA	477.11	0.31	1.54	-0.96	10.52	10.52	0.00
41	40	CONTRABOVEDA	477.11	0.31	1.54	-0.96	10.52	10.52	0.00
41	41	CONTRABOVEDA	476.20	0.34	1.56	-0.96	6.23	6.23	0.00
42	41	CONTRABOVEDA	476.20	0.34	1.56	-0.96	6.23	6.23	0.00
42	42	CONTRABOVEDA	476.20	0.34	1.56	-0.96	6.23	6.23	0.00
43	42	CONTRABOVEDA	477.78	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
43	43	CONTRABOVEDA	477.78	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
44	43	CONTRABOVEDA	477.78	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
44	44	CONTRABOVEDA	477.78	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
45	44	CONTRABOVEDA	477.78	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
45	45	CONTRABOVEDA	483.70	0.79	1.56	-1.46	10.52	10.52	0.00
46	45	CONTRABOVEDA	483.70	0.79	1.56	-1.46	10.52	10.52	0.00
46	46	CONTRABOVEDA	483.70	0.79	1.56	-1.46	10.52	10.52	0.00
47	46	CONTRABOVEDA	483.75	0.80	1.55	-1.46	10.52	10.52	0.00
47	47	CONTRABOVEDA	483.75	0.80	1.55	-1.46	10.52	10.52	0.00
48	47	CONTRABOVEDA	483.75	0.80	1.55	-1.46	10.52	10.52	0.00
48	48	CONTRABOVEDA	489.01	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
49	48	CONTRABOVEDA	489.01	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
49	49	CONTRABOVEDA	489.01	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
50	49	CONTRABOVEDA	489.01	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
50	50	CONTRABOVEDA	489.01	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
51	50	CONTRABOVEDA	489.01	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
51	51	CONTRABOVEDA	489.30	0.49	1.55	-1.11	10.52	10.52	0.00
52	51	CONTRABOVEDA	489.30	0.49	1.55	-1.11	10.52	10.52	0.00
52	52	CONTRABOVEDA	489.43	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
53	52	CONTRABOVEDA	489.43	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
53	53	CONTRABOVEDA	489.43	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
54	53	CONTRABOVEDA	489.43	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00



[Handwritten signature]

A.6.10. Excavación en Caverna

003204

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
54	54	CONTRABOVEDA	486.93	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
55	54	CONTRABOVEDA	486.93	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
55	55	CONTRABOVEDA	486.93	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
56	55	CONTRABOVEDA	486.93	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
56	56	CONTRABOVEDA	486.93	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
57	56	CONTRABOVEDA	485.69	1.21	1.65	-1.48	10.52	10.52	0.00
57	57	CONTRABOVEDA	485.69	1.21	1.65	-1.48	10.52	10.52	0.00
58	57	CONTRABOVEDA	485.69	1.21	1.65	-1.48	10.52	10.52	0.00
58	58	CONTRABOVEDA	486.40	0.81	2.00	-1.48	10.52	10.52	0.00
59	58	CONTRABOVEDA	486.40	0.81	2.00	-1.48	10.52	10.52	0.00
59	59	CONTRABOVEDA	486.40	0.81	2.00	-1.48	10.52	10.52	0.00
60	59	CONTRABOVEDA	487.67	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
60	60	CONTRABOVEDA	487.67	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
61	60	CONTRABOVEDA	487.67	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
61	61	CONTRABOVEDA	487.67	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
62	61	CONTRABOVEDA	487.67	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
62	62	CONTRABOVEDA	487.67	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
63	62	CONTRABOVEDA	487.92	0.21	2.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
63	63	CONTRABOVEDA	487.92	0.21	2.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
64	63	CONTRABOVEDA	489.49	1.14	2.65	-1.05	10.52	10.52	0.00
64	64	CONTRABOVEDA	489.49	1.14	2.65	-1.05	10.52	10.52	0.00
65	64	CONTRABOVEDA	489.49	1.14	2.65	-1.05	10.52	10.52	0.00
65	65	CONTRABOVEDA	480.13	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
66	65	CONTRABOVEDA	480.13	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
66	66	CONTRABOVEDA	480.13	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
67	66	CONTRABOVEDA	480.13	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
67	67	CONTRABOVEDA	480.13	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
68	67	CONTRABOVEDA	480.13	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
68	68	CONTRABOVEDA	469.22	1.80	2.65	-1.21	6.14	6.14	0.00
69	68	CONTRABOVEDA	469.22	1.80	2.65	-1.21	6.14	6.14	0.00
69	69	CONTRABOVEDA	469.22	1.80	2.65	-1.21	6.14	6.14	0.00
70	69	CONTRABOVEDA	474.10	2.62	4.29	-1.21	6.20	6.20	0.00
70	70	CONTRABOVEDA	474.10	2.62	4.29	-1.21	6.20	6.20	0.00
71	70	CONTRABOVEDA	474.10	2.62	4.29	-1.21	6.20	6.20	0.00
71	71	CONTRABOVEDA	474.68	2.35	4.29	-0.85	6.21	6.21	0.00
72	71	CONTRABOVEDA	474.68	2.35	4.29	-0.85	6.21	6.21	0.00
72	72	CONTRABOVEDA	474.68	2.35	4.29	-0.85	6.21	6.21	0.00
73	72	CONTRABOVEDA	474.68	2.35	4.29	-0.85	6.21	6.21	0.00
73	73	CONTRABOVEDA	474.68	2.35	4.29	-0.85	6.21	6.21	0.00
74	73	CONTRABOVEDA	474.68	2.35	4.29	-0.85	6.21	6.21	0.00
74	74	CONTRABOVEDA	470.19	1.89	4.29	-0.70	6.15	6.15	0.00
75	74	CONTRABOVEDA	470.19	1.89	4.29	-0.70	6.15	6.15	0.00
75	75	CONTRABOVEDA	480.02	6.21	8.87	-0.70	10.52	10.52	0.00
76	75	CONTRABOVEDA	480.02	6.21	8.87	-0.70	10.52	10.52	0.00
76	76	CONTRABOVEDA	480.02	6.21	8.87	-0.70	10.52	10.52	0.00
77	76	CONTRABOVEDA	469.93	6.43	8.87	-0.76	6.14	6.14	0.00
77	77	CONTRABOVEDA	469.93	6.43	8.87	-0.76	6.14	6.14	0.00
78	77	CONTRABOVEDA	469.93	6.43	8.87	-0.76	6.14	6.14	0.00
78	78	CONTRABOVEDA	469.93	6.43	8.87	-0.76	6.14	6.14	0.00
79	78	CONTRABOVEDA	469.93	6.43	8.87	-0.76	6.14	6.14	0.00
79	79	CONTRABOVEDA	469.93	6.43	8.87	-0.76	6.14	6.14	0.00
80	79	CONTRABOVEDA	455.40	6.88	8.87	-0.63	5.95	5.95	0.00
80	80	CONTRABOVEDA	455.40	6.88	8.87	-0.63	5.95	5.95	0.00
81	80	HASTIAL	474.74	3.28	13.86	-0.63	6.21	6.21	0.00
81	81	HASTIAL	474.74	3.28	13.86	-0.63	6.21	6.21	0.00
82	81	HASTIAL	474.74	3.28	13.86	-0.63	6.21	6.21	0.00
82	82	HASTIAL	474.74	3.28	13.86	-0.63	6.21	6.21	0.00
83	82	HASTIAL	471.37	2.90	13.86	-0.34	6.16	6.16	0.00
83	83	HASTIAL	471.37	2.90	13.86	-0.34	6.16	6.16	0.00
84	83	HASTIAL	471.37	2.90	13.86	-0.34	6.16	6.16	0.00
84	84	HASTIAL	471.37	2.90	13.86	-0.34	6.16	6.16	0.00
85	84	HASTIAL	471.37	2.90	13.86	-0.34	6.16	6.16	0.00
85	85	HASTIAL	471.37	2.90	13.86	-0.34	6.16	6.16	0.00
86	85	HASTIAL	462.68	2.68	13.86	-0.21	6.05	6.05	0.00
86	86	HASTIAL	462.68	2.68	13.86	-0.21	6.05	6.05	0.00
87	86	HASTIAL	487.93	60.02	0.00	-25.82	6.38	6.38	0.00
87	87	HASTIAL	487.93	60.02	0.00	-25.82	6.38	6.38	0.00
88	87	HASTIAL	487.93	60.02	0.00	-25.82	6.38	6.38	0.00
88	88	HASTIAL	479.01	60.23	0.00	-25.70	6.26	6.26	0.00
89	88	HASTIAL	479.01	60.23	0.00	-25.70	6.26	6.26	0.00
89	89	HASTIAL	479.01	60.23	0.00	-25.70	6.26	6.26	0.00
90	89	HASTIAL	479.01	60.23	0.00	-25.70	6.26	6.26	0.00

A.6.10. Excavación en Caverna

003205

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
90	90	HASTIAL	479.01	60.23	0.00	-25.70	6.26	6.26	0.00
91	90	HASTIAL	479.01	60.23	0.00	-25.70	6.26	6.26	0.00
91	91	HASTIAL	465.29	60.23	0.09	-25.61	6.08	6.08	0.00
92	91	HASTIAL	465.29	60.23	0.09	-25.61	6.08	6.08	0.00
92	92	HASTIAL	465.29	60.23	0.09	-25.61	6.08	6.08	0.00
93	92	HASTIAL	465.29	60.23	0.09	-25.61	6.08	6.08	0.00
93	93	HASTIAL	465.29	60.23	0.09	-25.61	6.08	6.08	0.00
94	93	HASTIAL	465.29	60.23	0.09	-25.61	6.08	6.08	0.00
94	94	HASTIAL	456.39	60.03	0.21	-25.61	5.97	5.97	0.00
95	94	HASTIAL	456.39	60.03	0.21	-25.61	5.97	5.97	0.00
95	95	BOVEDA	447.02	30.50	0.21	-23.30	5.85	5.85	0.00
96	95	BOVEDA	447.02	30.50	0.21	-23.30	5.85	5.85	0.00
96	96	BOVEDA	447.02	30.50	0.21	-23.30	5.85	5.85	0.00
97	96	BOVEDA	438.36	30.73	0.34	-23.30	5.73	5.73	0.00
97	97	BOVEDA	438.36	30.73	0.34	-23.30	5.73	5.73	0.00
98	97	BOVEDA	438.36	30.73	0.34	-23.30	5.73	5.73	0.00
98	98	BOVEDA	438.36	30.73	0.34	-23.30	5.73	5.73	0.00
99	98	BOVEDA	438.36	30.73	0.34	-23.30	5.73	5.73	0.00
99	99	BOVEDA	438.36	30.73	0.34	-23.30	5.73	5.73	0.00
100	99	BOVEDA	435.01	31.08	0.64	-23.30	5.69	5.69	0.00
100	100	BOVEDA	435.01	31.08	0.64	-23.30	5.69	5.69	0.00
101	100	BOVEDA	435.01	31.08	0.64	-23.30	5.69	5.69	0.00
101	101	BOVEDA	435.01	31.08	0.64	-23.30	5.69	5.69	0.00
102	101	BOVEDA	435.01	31.08	0.64	-23.30	5.69	5.69	0.00
102	102	BOVEDA	435.01	31.08	0.64	-23.30	5.69	5.69	0.00
103	102	BOVEDA	420.54	30.65	0.76	-23.30	5.50	5.50	0.00
103	103	BOVEDA	420.54	30.65	0.76	-23.30	5.50	5.50	0.00
104	103	BOVEDA	420.54	30.65	0.76	-23.30	5.50	5.50	0.00
104	104	BOVEDA	420.54	30.65	0.76	-23.30	5.50	5.50	0.00
105	104	BOVEDA	420.54	30.65	0.76	-23.30	5.50	5.50	0.00
105	105	BOVEDA	420.54	30.65	0.76	-23.30	5.50	5.50	0.00
106	105	BOVEDA	410.40	30.43	0.70	-23.30	5.37	5.37	0.00
106	106	BOVEDA	410.40	30.43	0.70	-23.30	5.37	5.37	0.00
107	106	BOVEDA	410.40	30.43	0.70	-23.30	5.37	5.37	0.00
107	107	BOVEDA	406.22	8.24	9.75	0.00	5.31	5.31	0.00
108	107	BOVEDA	406.22	8.24	9.75	0.00	5.31	5.31	0.00
108	108	BOVEDA	401.70	8.69	9.90	0.00	5.25	5.25	0.00
109	108	BOVEDA	401.70	8.69	9.90	0.00	5.25	5.25	0.00
109	109	BOVEDA	401.70	8.69	9.90	0.00	5.25	5.25	0.00
110	109	BOVEDA	401.70	8.69	9.90	0.00	5.25	5.25	0.00
110	110	BOVEDA	401.70	8.69	9.90	0.00	5.25	5.25	0.00
111	110	BOVEDA	401.70	8.69	9.90	0.00	5.25	5.25	0.00
111	111	BOVEDA	402.30	8.98	10.27	0.00	5.26	5.26	0.00
112	111	BOVEDA	402.30	8.98	10.27	0.00	5.26	5.26	0.00
112	112	BOVEDA	402.30	8.98	10.27	0.00	5.26	5.26	0.00
113	112	BOVEDA	402.30	8.98	10.27	0.00	5.26	5.26	0.00
113	113	BOVEDA	402.30	8.98	10.27	0.00	5.26	5.26	0.00
114	113	BOVEDA	402.30	8.98	10.27	0.00	5.26	5.26	0.00
114	114	BOVEDA	391.41	8.92	10.28	0.00	5.12	5.12	0.00
115	114	BOVEDA	391.41	8.92	10.28	0.00	5.12	5.12	0.00
115	115	BOVEDA	391.41	8.92	10.28	0.00	5.12	5.12	0.00
116	115	BOVEDA	391.41	8.92	10.28	0.00	5.12	5.12	0.00
116	116	BOVEDA	391.41	8.92	10.28	0.00	5.12	5.12	0.00
117	116	BOVEDA	382.09	8.30	10.11	0.00	5.00	5.00	0.00
117	117	BOVEDA	382.09	8.30	10.11	0.00	5.00	5.00	0.00
118	117	BOVEDA	382.09	8.30	10.11	0.00	5.00	5.00	0.00
118	118	BOVEDA	382.09	8.30	10.11	0.00	5.00	5.00	0.00
119	118	BOVEDA	373.24	0.65	1.07	0.00	4.88	4.88	0.00
119	119	BOVEDA	373.24	0.65	1.07	0.00	4.88	4.88	0.00
120	119	BOVEDA	373.52	0.89	1.20	0.00	4.88	4.88	0.00
120	120	BOVEDA	373.52	0.89	1.20	0.00	4.88	4.88	0.00
121	120	BOVEDA	373.52	0.89	1.20	0.00	4.88	4.88	0.00
121	121	BOVEDA	373.52	0.89	1.20	0.00	4.88	4.88	0.00
122	121	BOVEDA	373.52	0.89	1.20	0.00	4.88	4.88	0.00
122	122	BOVEDA	373.52	0.89	1.20	0.00	4.88	4.88	0.00
123	122	BOVEDA	374.82	1.25	1.51	0.00	4.90	4.90	0.00
123	123	BOVEDA	374.82	1.25	1.51	0.00	4.90	4.90	0.00
124	123	BOVEDA	374.82	1.25	1.51	0.00	4.90	4.90	0.00
124	124	BOVEDA	374.82	1.25	1.51	0.00	4.90	4.90	0.00
125	124	BOVEDA	374.82	1.25	1.51	0.00	4.90	4.90	0.00
125	125	BOVEDA	374.82	1.25	1.51	0.00	4.90	4.90	0.00
126	125	BOVEDA	373.62	1.62	1.40	0.00	4.89	4.89	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

003206

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/nt)
126	126	BOVEDA	373.62	1.62	1.40	0.00	4.89	4.89	0.00
127	126	BOVEDA	373.62	1.62	1.40	0.00	4.89	4.89	0.00
127	127	BOVEDA	373.62	1.62	1.40	0.00	4.89	4.89	0.00
128	127	BOVEDA	373.62	1.62	1.40	0.00	4.89	4.89	0.00
128	128	BOVEDA	371.15	0.72	1.14	0.00	4.85	4.85	0.00
129	128	BOVEDA	371.15	0.72	1.14	0.00	4.85	4.85	0.00
129	129	BOVEDA	371.15	0.72	1.14	0.00	4.85	4.85	0.00
130	129	BOVEDA	371.15	0.72	1.14	0.00	4.85	4.85	0.00
130	130	BOVEDA	371.15	0.72	1.14	0.00	4.85	4.85	0.00
131	130	BOVEDA	368.95	0.30	1.63	0.00	4.82	4.82	0.00
131	131	BOVEDA	369.27	0.40	1.75	0.00	4.83	4.83	0.00
132	131	BOVEDA	369.27	0.40	1.75	0.00	4.83	4.83	0.00
132	132	BOVEDA	369.27	0.40	1.75	0.00	4.83	4.83	0.00
133	132	BOVEDA	369.27	0.40	1.75	0.00	4.83	4.83	0.00
133	133	BOVEDA	369.27	0.40	1.75	0.00	4.83	4.83	0.00
134	133	BOVEDA	369.27	0.40	1.75	0.00	4.83	4.83	0.00
134	134	BOVEDA	374.54	0.61	1.97	0.00	4.90	4.90	0.00
135	134	BOVEDA	374.54	0.61	1.97	0.00	4.90	4.90	0.00
135	135	BOVEDA	374.54	0.61	1.97	0.00	4.90	4.90	0.00
136	135	BOVEDA	374.54	0.61	1.97	0.00	4.90	4.90	0.00
136	136	BOVEDA	374.54	0.61	1.97	0.00	4.90	4.90	0.00
137	136	BOVEDA	374.54	0.61	1.97	0.00	4.90	4.90	0.00
137	137	BOVEDA	380.50	1.28	1.78	0.00	4.98	4.98	0.00
138	137	BOVEDA	380.50	1.28	1.78	0.00	4.98	4.98	0.00
138	138	BOVEDA	380.50	1.28	1.78	0.00	4.98	4.98	0.00
139	138	BOVEDA	380.50	1.28	1.78	0.00	4.98	4.98	0.00
139	139	BOVEDA	380.50	1.28	1.78	0.00	4.98	4.98	0.00
140	139	BOVEDA	382.05	0.16	1.46	0.00	5.00	5.00	0.00
140	140	BOVEDA	382.05	0.16	1.46	0.00	5.00	5.00	0.00
141	140	BOVEDA	382.05	0.16	1.46	0.00	5.00	5.00	0.00
141	141	BOVEDA	382.05	0.16	1.46	0.00	5.00	5.00	0.00
142	141	BOVEDA	382.05	0.16	1.46	0.00	5.00	5.00	0.00
142	142	BOVEDA	382.05	0.16	1.46	0.00	5.00	5.00	0.00
143	142	BOVEDA	387.30	0.34	1.03	0.00	5.06	5.06	0.00
143	143	BOVEDA	387.30	0.34	1.03	0.00	5.06	5.06	0.00
144	143	BOVEDA	387.30	0.34	1.03	0.00	5.06	5.06	0.00
144	144	BOVEDA	387.30	0.34	1.03	0.00	5.06	5.06	0.00
145	144	BOVEDA	387.30	0.34	1.03	0.00	5.06	5.06	0.00
145	145	BOVEDA	387.30	0.34	1.03	0.00	5.06	5.06	0.00
146	145	BOVEDA	395.02	0.44	1.11	0.00	5.17	5.17	0.00
146	146	BOVEDA	395.02	0.44	1.11	0.00	5.17	5.17	0.00
147	146	BOVEDA	395.02	0.44	1.11	0.00	5.17	5.17	0.00
147	147	BOVEDA	395.02	0.44	1.11	0.00	5.17	5.17	0.00
148	147	BOVEDA	395.02	0.44	1.11	0.00	5.17	5.17	0.00
148	148	BOVEDA	406.42	1.18	0.89	0.00	5.31	5.31	0.00
149	148	BOVEDA	406.42	1.18	0.89	0.00	5.31	5.31	0.00
149	149	BOVEDA	406.42	1.18	0.89	0.00	5.31	5.31	0.00
150	149	BOVEDA	406.42	1.18	0.89	0.00	5.31	5.31	0.00
150	150	BOVEDA	406.42	1.18	0.89	0.00	5.31	5.31	0.00
151	150	BOVEDA	406.42	1.18	0.89	0.00	5.31	5.31	0.00
151	151	BOVEDA	411.74	0.30	0.62	0.00	5.38	5.38	0.00
152	151	BOVEDA	411.74	0.30	0.62	0.00	5.38	5.38	0.00
152	152	BOVEDA	411.74	0.30	0.62	0.00	5.38	5.38	0.00
153	152	BOVEDA	411.74	0.30	0.62	0.00	5.38	5.38	0.00
153	153	BOVEDA	411.74	0.30	0.62	0.00	5.38	5.38	0.00
154	153	BOVEDA	411.74	0.30	0.62	0.00	5.38	5.38	0.00
154	154	BOVEDA	418.25	0.38	0.62	0.00	5.47	5.47	0.00
155	154	BOVEDA	418.25	0.38	0.62	0.00	5.47	5.47	0.00
155	155	BOVEDA	418.25	0.38	0.62	0.00	5.47	5.47	0.00
156	155	BOVEDA	418.25	0.38	0.62	0.00	5.47	5.47	0.00
156	156	BOVEDA	418.25	0.38	0.62	0.00	5.47	5.47	0.00
157	156	BOVEDA	418.25	0.38	0.62	0.00	5.47	5.47	0.00
157	157	BOVEDA	426.58	0.47	0.54	0.00	5.58	5.58	0.00
158	157	BOVEDA	426.58	0.47	0.54	0.00	5.58	5.58	0.00
158	158	BOVEDA	426.58	0.47	0.54	0.00	5.58	5.58	0.00
159	158	BOVEDA	426.58	0.47	0.54	0.00	5.58	5.58	0.00
159	159	BOVEDA	426.58	0.47	0.54	0.00	5.58	5.58	0.00
160	159	BOVEDA	440.68	0.80	0.34	0.00	5.76	5.76	0.00
160	160	BOVEDA	440.68	0.80	0.34	0.00	5.76	5.76	0.00
161	160	BOVEDA	440.68	0.80	0.34	0.00	5.76	5.76	0.00
161	161	BOVEDA	440.68	0.80	0.34	0.00	5.76	5.76	0.00
162	161	BOVEDA	440.68	0.80	0.34	0.00	5.76	5.76	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

003207

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
162	162	BOVEDA	440.68	0.80	0.34	0.00	5.76	5.76	0.00
163	162	BOVEDA	448.41	0.49	0.14	0.00	5.86	5.86	0.00
163	163	BOVEDA	448.41	0.49	0.14	0.00	5.86	5.86	0.00
164	163	BOVEDA	448.41	0.49	0.14	0.00	5.86	5.86	0.00
164	164	BOVEDA	448.41	0.49	0.14	0.00	5.86	5.86	0.00
165	164	BOVEDA	448.41	0.49	0.14	0.00	5.86	5.86	0.00
165	165	BOVEDA	448.41	0.49	0.14	0.00	5.86	5.86	0.00
166	165	BOVEDA	456.25	0.68	0.09	-0.11	5.97	5.97	0.00
166	166	BOVEDA	459.26	1.01	0.00	-0.53	6.01	6.01	0.00
167	166	BOVEDA	459.26	1.01	0.00	-0.53	6.01	6.01	0.00
167	167	BOVEDA	459.26	1.01	0.00	-0.53	6.01	6.01	0.00
168	167	BOVEDA	459.26	1.01	0.00	-0.53	6.01	6.01	0.00
168	168	BOVEDA	465.33	1.21	0.00	-0.81	6.08	6.08	0.00
169	168	BOVEDA	465.33	1.21	0.00	-0.81	6.08	6.08	0.00
169	169	BOVEDA	465.33	1.21	0.00	-0.81	6.08	6.08	0.00
170	169	BOVEDA	465.33	1.21	0.00	-0.81	6.08	6.08	0.00
170	170	BOVEDA	465.33	1.21	0.00	-0.81	6.08	6.08	0.00
171	170	BOVEDA	465.33	1.21	0.00	-0.81	6.08	6.08	0.00
171	171	BOVEDA	479.64	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
172	171	BOVEDA	479.64	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
172	172	BOVEDA	479.64	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
173	172	BOVEDA	479.64	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
173	173	BOVEDA	479.64	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
174	173	BOVEDA	479.64	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
174	174	BOVEDA	487.46	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
175	174	BOVEDA	487.46	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
175	175	BOVEDA	487.46	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
176	175	BOVEDA	487.46	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
176	176	BOVEDA	487.46	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
177	176	BOVEDA	487.46	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
177	177	BOVEDA	494.46	2.20	0.00	-1.94	10.52	10.52	0.00
178	177	BOVEDA	490.78	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
178	178	BOVEDA	490.78	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
179	178	BOVEDA	490.78	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
179	179	BOVEDA	490.78	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
180	179	BOVEDA	476.32	2.21	0.02	-2.36	6.23	6.23	0.00
180	180	BOVEDA	476.32	2.21	0.02	-2.36	6.23	6.23	0.00
181	180	BOVEDA	476.32	2.21	0.02	-2.36	6.23	6.23	0.00
181	181	BOVEDA	476.32	2.21	0.02	-2.36	6.23	6.23	0.00
182	181	BOVEDA	476.32	2.21	0.02	-2.36	6.23	6.23	0.00
182	182	BOVEDA	471.19	7.79	0.02	-3.69	6.16	6.16	0.00
183	182	BOVEDA	471.19	7.79	0.02	-3.69	6.16	6.16	0.00
183	183	BOVEDA	507.83	8.16	0.02	-3.64	10.52	10.52	0.00
184	183	BOVEDA	507.83	8.16	0.02	-3.64	10.52	10.52	0.00
184	184	BOVEDA	507.83	8.16	0.02	-3.64	10.52	10.52	0.00
185	184	BOVEDA	511.50	1.56	0.02	-2.54	10.52	10.52	0.00
185	185	BOVEDA	511.50	1.56	0.02	-2.54	10.52	10.52	0.00
186	185	BOVEDA	511.50	1.56	0.02	-2.54	10.52	10.52	0.00
186	186	BOVEDA	510.79	1.56	0.02	-2.35	10.52	10.52	0.00
187	186	BOVEDA	510.79	1.56	0.02	-2.35	10.52	10.52	0.00
187	187	BOVEDA	510.79	1.56	0.02	-2.35	10.52	10.52	0.00
188	187	BOVEDA	509.96	2.44	0.02	-2.05	10.52	10.52	0.00
188	188	BOVEDA	509.96	2.44	0.02	-2.05	10.52	10.52	0.00
189	188	BOVEDA	509.96	2.44	0.02	-2.05	10.52	10.52	0.00
189	189	BOVEDA	511.95	2.15	0.02	-1.66	10.52	10.52	0.00
190	189	BOVEDA	511.31	2.09	0.08	-1.66	10.52	10.52	0.00
190	190	BOVEDA	510.80	1.85	0.08	-1.34	10.52	10.52	0.00
191	190	BOVEDA	510.80	1.85	0.08	-1.34	10.52	10.52	0.00
191	191	BOVEDA	510.80	1.85	0.08	-1.34	10.52	10.52	0.00
192	191	BOVEDA	509.12	1.05	0.08	-1.23	10.52	10.52	0.00
192	192	BOVEDA	509.12	1.05	0.08	-1.23	10.52	10.52	0.00
193	192	BOVEDA	509.12	1.05	0.08	-1.23	10.52	10.52	0.00
193	193	BOVEDA	507.36	2.04	0.08	-1.09	10.52	10.52	0.00
194	193	BOVEDA	507.36	2.04	0.08	-1.09	10.52	10.52	0.00
194	194	BOVEDA	507.36	2.04	0.08	-1.09	10.52	10.52	0.00
195	194	BOVEDA	507.32	1.36	0.08	-0.85	10.52	10.52	0.00
195	195	BOVEDA	507.32	1.36	0.08	-0.85	10.52	10.52	0.00
196	195	BOVEDA	505.81	1.37	0.08	-0.71	10.52	10.52	0.00
196	196	BOVEDA	505.81	1.37	0.08	-0.71	10.52	10.52	0.00
197	196	BOVEDA	505.81	1.37	0.08	-0.71	10.52	10.52	0.00
197	197	BOVEDA	503.66	1.28	0.08	-0.70	10.52	10.52	0.00
198	197	BOVEDA	503.66	1.28	0.08	-0.70	10.52	10.52	0.00



A

A.6.10. Excavación en Caverna

003208

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
198	198	BOVEDA	503.66	1.28	0.08	-0.70	10.52	10.52	0.00
199	198	BOVEDA	501.34	1.73	0.08	-0.63	10.52	10.52	0.00
199	199	BOVEDA	501.34	1.73	0.08	-0.63	10.52	10.52	0.00
200	199	BOVEDA	501.34	1.73	0.08	-0.63	10.52	10.52	0.00
200	200	BOVEDA	500.10	1.02	0.08	-0.48	10.52	10.52	0.00
201	200	BOVEDA	500.10	1.02	0.08	-0.48	10.52	10.52	0.00
201	201	BOVEDA	500.10	1.02	0.08	-0.48	10.52	10.52	0.00
202	201	BOVEDA	502.41	0.69	0.00	-1.02	10.52	10.52	0.00
202	202	BOVEDA	502.41	0.69	0.00	-1.02	10.52	10.52	0.00
203	202	BOVEDA	499.87	0.85	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
203	203	BOVEDA	499.87	0.85	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
204	203	BOVEDA	499.87	0.85	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
204	204	BOVEDA	497.10	1.09	0.00	-1.01	10.52	10.52	0.00
205	204	BOVEDA	497.10	1.09	0.00	-1.01	10.52	10.52	0.00
205	205	BOVEDA	497.10	1.09	0.00	-1.01	10.52	10.52	0.00
206	205	BOVEDA	495.16	0.45	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
206	206	BOVEDA	495.16	0.45	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
207	206	BOVEDA	495.16	0.45	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
207	207	BOVEDA	492.65	0.55	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
208	207	BOVEDA	492.65	0.55	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
208	208	BOVEDA	492.65	0.55	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
209	208	BOVEDA	489.81	0.74	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
209	209	BOVEDA	489.81	0.74	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
210	209	BOVEDA	486.61	0.93	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
210	210	BOVEDA	486.61	0.93	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
211	210	BOVEDA	486.61	0.93	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
211	211	BOVEDA	484.24	0.40	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
212	211	BOVEDA	484.24	0.40	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
212	212	BOVEDA	484.24	0.40	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
213	212	BOVEDA	481.42	0.52	0.00	-0.79	10.52	10.52	0.00
213	213	BOVEDA	479.29	0.17	0.07	-0.18	10.52	10.52	0.00
214	213	BOVEDA	479.29	0.17	0.07	-0.18	10.52	10.52	0.00
214	214	BOVEDA	476.27	0.26	0.07	-0.20	6.23	6.23	0.00
215	214	BOVEDA	476.27	0.26	0.07	-0.20	6.23	6.23	0.00
215	215	BOVEDA	472.78	0.44	0.07	-0.17	6.18	6.18	0.00
216	215	BOVEDA	472.78	0.44	0.07	-0.17	6.18	6.18	0.00
216	216	BOVEDA	472.78	0.44	0.07	-0.17	6.18	6.18	0.00
217	216	BOVEDA	470.06	0.06	0.07	-0.11	6.15	6.15	0.00
217	217	BOVEDA	470.06	0.06	0.07	-0.11	6.15	6.15	0.00
218	217	BOVEDA	470.06	0.06	0.07	-0.11	6.15	6.15	0.00
218	218	BOVEDA	467.11	0.12	0.07	-0.10	6.11	6.11	0.00
219	218	BOVEDA	467.11	0.12	0.07	-0.10	6.11	6.11	0.00
219	219	BOVEDA	467.11	0.12	0.07	-0.10	6.11	6.11	0.00
220	219	BOVEDA	464.05	0.11	0.07	-0.10	6.07	6.07	0.00
220	220	BOVEDA	464.05	0.11	0.07	-0.10	6.07	6.07	0.00
221	220	BOVEDA	464.05	0.11	0.07	-0.10	6.07	6.07	0.00
221	221	BOVEDA	460.37	0.29	0.07	-0.07	6.02	6.02	0.00
222	221	BOVEDA	460.37	0.29	0.07	-0.07	6.02	6.02	0.00
222	222	BOVEDA	457.47	0.06	0.07	-0.04	5.98	5.98	0.00
223	222	BOVEDA	457.47	0.06	0.07	-0.04	5.98	5.98	0.00
223	223	BOVEDA	457.47	0.06	0.07	-0.04	5.98	5.98	0.00
224	223	BOVEDA	454.54	0.05	0.07	-0.03	5.94	5.94	0.00
224	224	BOVEDA	454.54	0.05	0.07	-0.03	5.94	5.94	0.00
225	224	BOVEDA	454.54	0.05	0.07	-0.03	5.94	5.94	0.00
225	225	BOVEDA	450.56	0.16	0.19	-0.02	5.89	5.89	0.00
226	225	BOVEDA	450.56	0.16	0.19	-0.02	5.89	5.89	0.00
226	226	BOVEDA	450.56	0.16	0.19	-0.02	5.89	5.89	0.00
227	226	BOVEDA	446.79	0.17	0.20	0.00	5.84	5.84	0.00
227	227	BOVEDA	446.79	0.17	0.20	0.00	5.84	5.84	0.00
228	227	BOVEDA	443.67	0.07	0.22	0.00	5.80	5.80	0.00
228	228	BOVEDA	443.67	0.07	0.22	0.00	5.80	5.80	0.00
229	228	BOVEDA	443.67	0.07	0.22	0.00	5.80	5.80	0.00
229	229	BOVEDA	440.73	0.08	0.22	0.00	5.76	5.76	0.00
230	229	BOVEDA	440.73	0.08	0.22	0.00	5.76	5.76	0.00
230	230	BOVEDA	440.73	0.08	0.22	0.00	5.76	5.76	0.00
231	230	BOVEDA	437.82	0.31	0.26	0.00	5.72	5.72	0.00
231	231	BOVEDA	437.82	0.31	0.26	0.00	5.72	5.72	0.00
232	231	BOVEDA	437.82	0.31	0.26	0.00	5.72	5.72	0.00
232	232	BOVEDA	434.14	0.12	0.29	0.00	5.68	5.68	0.00
233	232	BOVEDA	434.14	0.12	0.29	0.00	5.68	5.68	0.00
233	233	BOVEDA	434.14	0.12	0.29	0.00	5.68	5.68	0.00
233	233	BOVEDA	434.14	0.12	0.29	0.00	5.68	5.68	0.00
234	233	BOVEDA	431.08	0.14	0.29	0.00	5.64	5.64	0.00

A.6.10. Excavación en Caverna

003209

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
234	234	BOVEDA	431.08	0.14	0.29	0.00	5.64	5.64	0.00
235	234	BOVEDA	428.12	0.08	0.30	0.00	5.60	5.60	0.00
235	235	BOVEDA	428.12	0.08	0.30	0.00	5.60	5.60	0.00
236	235	BOVEDA	428.12	0.08	0.30	0.00	5.60	5.60	0.00
236	236	BOVEDA	425.40	0.46	0.36	0.00	5.56	5.56	0.00
237	236	BOVEDA	425.97	0.69	0.77	0.00	5.57	5.57	0.00
237	237	BOVEDA	425.97	0.69	0.77	0.00	5.57	5.57	0.00
238	237	BOVEDA	422.47	0.52	0.80	0.00	5.52	5.52	0.00
238	238	BOVEDA	422.47	0.52	0.80	0.00	5.52	5.52	0.00
239	238	BOVEDA	422.47	0.52	0.80	0.00	5.52	5.52	0.00
239	239	BOVEDA	419.45	0.42	0.78	0.00	5.48	5.48	0.00
240	239	BOVEDA	419.45	0.42	0.78	0.00	5.48	5.48	0.00
240	240	BOVEDA	419.45	0.42	0.78	0.00	5.48	5.48	0.00
241	240	BOVEDA	416.63	0.31	0.80	0.00	5.45	5.45	0.00
241	241	BOVEDA	416.63	0.31	0.80	0.00	5.45	5.45	0.00
242	241	BOVEDA	414.26	0.84	0.87	0.00	5.42	5.42	0.00
242	242	BOVEDA	414.26	0.84	0.87	0.00	5.42	5.42	0.00
243	242	BOVEDA	414.26	0.84	0.87	0.00	5.42	5.42	0.00
243	243	BOVEDA	411.05	0.64	0.90	0.00	5.37	5.37	0.00
244	243	BOVEDA	411.05	0.64	0.90	0.00	5.37	5.37	0.00
244	244	BOVEDA	411.05	0.64	0.90	0.00	5.37	5.37	0.00
245	244	BOVEDA	408.21	0.45	0.87	0.00	5.34	5.34	0.00
245	245	BOVEDA	408.21	0.45	0.87	0.00	5.34	5.34	0.00
246	245	BOVEDA	408.21	0.45	0.87	0.00	5.34	5.34	0.00
246	246	BOVEDA	405.69	0.35	0.90	0.00	5.30	5.30	0.00
247	246	BOVEDA	405.69	0.35	0.90	0.00	5.30	5.30	0.00
247	247	BOVEDA	403.75	0.99	1.01	0.00	5.28	5.28	0.00
248	247	BOVEDA	403.75	0.99	1.01	0.00	5.28	5.28	0.00
248	248	BOVEDA	403.75	0.99	1.01	0.00	5.28	5.28	0.00
249	248	BOVEDA	401.11	1.26	0.45	0.00	5.24	5.24	0.00
249	249	BOVEDA	401.11	1.26	0.45	0.00	5.24	5.24	0.00
250	249	BOVEDA	401.11	1.26	0.45	0.00	5.24	5.24	0.00
250	250	BOVEDA	398.56	1.10	0.42	0.00	5.21	5.21	0.00
251	250	BOVEDA	398.56	1.10	0.42	0.00	5.21	5.21	0.00
251	251	BOVEDA	398.56	1.10	0.42	0.00	5.21	5.21	0.00
252	251	BOVEDA	396.39	0.97	0.49	0.00	5.18	5.18	0.00
252	252	BOVEDA	396.39	0.97	0.49	0.00	5.18	5.18	0.00
253	252	BOVEDA	396.39	0.97	0.49	0.00	5.18	5.18	0.00
253	253	BOVEDA	395.16	1.67	0.64	0.00	5.17	5.17	0.00
254	253	BOVEDA	395.16	1.67	0.64	0.00	5.17	5.17	0.00
254	254	BOVEDA	392.89	1.25	0.69	0.00	5.14	5.14	0.00
255	254	BOVEDA	392.89	1.25	0.69	0.00	5.14	5.14	0.00
255	255	BOVEDA	392.89	1.25	0.69	0.00	5.14	5.14	0.00
256	255	BOVEDA	390.73	1.34	0.71	0.00	5.11	5.11	0.00
256	256	BOVEDA	390.73	1.34	0.71	0.00	5.11	5.11	0.00
257	256	BOVEDA	390.73	1.34	0.71	0.00	5.11	5.11	0.00
257	257	BOVEDA	389.20	1.32	0.85	0.00	5.09	5.09	0.00
258	257	BOVEDA	389.20	1.32	0.85	0.00	5.09	5.09	0.00
258	258	BOVEDA	389.20	1.32	0.85	0.00	5.09	5.09	0.00
259	258	BOVEDA	389.17	1.99	1.09	0.00	5.09	5.09	0.00
259	259	BOVEDA	389.17	1.99	1.09	0.00	5.09	5.09	0.00
260	259	BOVEDA	387.42	1.00	1.23	0.00	5.07	5.07	0.00
260	260	BOVEDA	387.42	1.00	1.23	0.00	5.07	5.07	0.00
261	260	BOVEDA	396.58	8.31	9.86	0.00	5.19	5.19	0.00
261	261	BOVEDA	394.86	9.11	9.97	0.00	5.16	5.16	0.00
262	261	BOVEDA	394.86	9.11	9.97	0.00	5.16	5.16	0.00
262	262	BOVEDA	394.86	9.11	9.97	0.00	5.16	5.16	0.00
263	262	BOVEDA	394.34	9.35	10.28	0.00	5.16	5.16	0.00
263	263	BOVEDA	394.34	9.35	10.28	0.00	5.16	5.16	0.00
264	263	BOVEDA	394.34	9.35	10.28	0.00	5.16	5.16	0.00
264	264	BOVEDA	396.31	9.63	10.67	0.00	5.18	5.18	0.00
265	264	BOVEDA	396.31	9.63	10.67	0.00	5.18	5.18	0.00
265	265	BOVEDA	396.31	9.63	10.67	0.00	5.18	5.18	0.00
266	265	BOVEDA	395.51	8.79	10.97	0.00	5.17	5.17	0.00
266	266	BOVEDA	395.51	8.79	10.97	0.00	5.17	5.17	0.00
267	266	BOVEDA	394.77	8.78	11.16	0.00	5.16	5.16	0.00
267	267	BOVEDA	394.77	8.78	11.16	0.00	5.16	5.16	0.00
268	267	BOVEDA	394.77	8.78	11.16	0.00	5.16	5.16	0.00
268	268	HASTIAL	398.44	15.40	12.27	0.00	5.21	5.21	0.00
269	268	HASTIAL	398.44	15.40	12.27	0.00	5.21	5.21	0.00
269	269	HASTIAL	398.44	15.40	12.27	0.00	5.21	5.21	0.00
270	269	HASTIAL	435.07	15.02	12.32	0.00	5.69	5.69	0.00



[Handwritten signature]

A.6.10. Excavación en Caverna

003210

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
270	270	HASTIAL	435.07	15.02	12.32	0.00	5.69	5.69	0.00
271	270	HASTIAL	435.07	15.02	12.32	0.00	5.69	5.69	0.00
271	271	HASTIAL	435.07	15.02	12.32	0.00	5.69	5.69	0.00
272	271	HASTIAL	435.07	15.02	12.32	0.00	5.69	5.69	0.00
272	272	HASTIAL	437.04	36.56	3.69	-22.83	5.71	5.71	0.00
273	272	HASTIAL	437.04	36.56	3.69	-22.83	5.71	5.71	0.00

4.1.3.4 Hipótesis 4

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
1	1	HASTIAL	566.49	60.11	2.36	-24.82	7.41	7.41	0.00
2	1	HASTIAL	566.49	60.11	2.36	-24.82	7.41	7.41	0.00
2	2	HASTIAL	566.49	60.11	2.36	-24.82	7.41	7.41	0.00
3	2	HASTIAL	552.00	60.37	1.53	-24.82	7.22	7.22	0.00
3	3	HASTIAL	552.00	60.37	1.53	-24.82	7.22	7.22	0.00
4	3	HASTIAL	552.00	60.37	1.53	-24.82	7.22	7.22	0.00
4	4	HASTIAL	552.00	60.37	1.53	-24.82	7.22	7.22	0.00
5	4	HASTIAL	552.00	60.37	1.53	-24.82	7.22	7.22	0.00
5	5	HASTIAL	559.02	59.45	0.90	-24.82	7.31	7.31	0.00
6	5	HASTIAL	559.02	59.45	0.90	-24.82	7.31	7.31	0.00
6	6	HASTIAL	559.02	59.45	0.90	-24.82	7.31	7.31	0.00
7	7	CONTRABOVEDA	529.43	3.61	14.49	0.00	10.52	10.52	0.00
7	7	CONTRABOVEDA	529.43	3.61	14.49	0.00	10.52	10.52	0.00
8	7	CONTRABOVEDA	529.43	3.61	14.49	0.00	10.52	10.52	0.00
8	8	CONTRABOVEDA	537.27	3.22	14.23	0.00	10.52	10.52	0.00
9	8	CONTRABOVEDA	537.27	3.22	14.23	0.00	10.52	10.52	0.00
9	9	CONTRABOVEDA	537.27	3.22	14.23	0.00	10.52	10.52	0.00
10	9	CONTRABOVEDA	537.27	3.22	14.23	0.00	10.52	10.52	0.00
10	10	CONTRABOVEDA	537.27	3.22	14.23	0.00	10.52	10.52	0.00
11	10	CONTRABOVEDA	537.27	3.22	14.23	0.00	10.52	10.52	0.00
11	11	CONTRABOVEDA	551.65	3.56	13.98	0.00	10.52	10.52	0.00
12	11	CONTRABOVEDA	551.65	3.56	13.98	0.00	10.52	10.52	0.00
12	12	CONTRABOVEDA	551.65	3.56	13.98	0.00	10.52	10.52	0.00
13	12	CONTRABOVEDA	522.99	6.68	8.82	0.00	10.52	10.52	0.00
13	13	CONTRABOVEDA	522.99	6.68	8.82	0.00	10.52	10.52	0.00
14	13	CONTRABOVEDA	529.03	6.47	8.54	0.00	10.52	10.52	0.00
14	14	CONTRABOVEDA	529.03	6.47	8.54	0.00	10.52	10.52	0.00
15	14	CONTRABOVEDA	529.03	6.47	8.54	0.00	10.52	10.52	0.00
15	15	CONTRABOVEDA	529.03	6.47	8.54	0.00	10.52	10.52	0.00
16	15	CONTRABOVEDA	529.03	6.47	8.54	0.00	10.52	10.52	0.00
16	16	CONTRABOVEDA	529.03	6.47	8.54	0.00	10.52	10.52	0.00
17	16	CONTRABOVEDA	536.87	6.28	8.44	-0.06	10.52	10.52	0.00
17	17	CONTRABOVEDA	536.87	6.28	8.44	-0.06	10.52	10.52	0.00
18	17	CONTRABOVEDA	536.87	6.28	8.44	-0.06	10.52	10.52	0.00
18	18	CONTRABOVEDA	520.30	1.65	4.14	-0.06	10.52	10.52	0.00
19	18	CONTRABOVEDA	520.30	1.65	4.14	-0.06	10.52	10.52	0.00
19	19	CONTRABOVEDA	520.30	1.65	4.14	-0.06	10.52	10.52	0.00
20	19	CONTRABOVEDA	528.03	1.97	4.14	-0.26	10.52	10.52	0.00
20	20	CONTRABOVEDA	528.03	1.97	4.14	-0.26	10.52	10.52	0.00
21	20	CONTRABOVEDA	528.03	1.97	4.14	-0.26	10.52	10.52	0.00
21	21	CONTRABOVEDA	528.03	1.97	4.14	-0.26	10.52	10.52	0.00
22	21	CONTRABOVEDA	528.03	1.97	4.14	-0.26	10.52	10.52	0.00
22	22	CONTRABOVEDA	528.03	1.97	4.14	-0.26	10.52	10.52	0.00
23	22	CONTRABOVEDA	542.17	1.64	4.14	-0.46	10.52	10.52	0.00
23	23	CONTRABOVEDA	542.17	1.64	4.14	-0.46	10.52	10.52	0.00
24	23	CONTRABOVEDA	537.97	1.07	2.80	-0.46	10.52	10.52	0.00
24	24	CONTRABOVEDA	537.97	1.07	2.80	-0.46	10.52	10.52	0.00
25	24	CONTRABOVEDA	537.97	1.07	2.80	-0.46	10.52	10.52	0.00
25	25	CONTRABOVEDA	546.31	0.96	2.80	-0.53	10.52	10.52	0.00
26	25	CONTRABOVEDA	546.31	0.96	2.80	-0.53	10.52	10.52	0.00
26	26	CONTRABOVEDA	546.31	0.96	2.80	-0.53	10.52	10.52	0.00
27	26	CONTRABOVEDA	546.31	0.96	2.80	-0.53	10.52	10.52	0.00
27	27	CONTRABOVEDA	546.31	0.96	2.80	-0.53	10.52	10.52	0.00
28	27	CONTRABOVEDA	546.31	0.96	2.80	-0.53	10.52	10.52	0.00
28	28	CONTRABOVEDA	553.12	0.95	2.80	-0.57	10.52	10.52	0.00
29	28	CONTRABOVEDA	553.12	0.95	2.80	-0.57	10.52	10.52	0.00
29	29	CONTRABOVEDA	553.12	0.95	2.80	-0.57	10.52	10.52	0.00
30	29	CONTRABOVEDA	552.56	0.59	1.99	-0.57	10.52	10.52	0.00
30	30	CONTRABOVEDA	552.56	0.59	1.99	-0.57	10.52	10.52	0.00



[Handwritten signature]

A.6.10. Excavación en Caverna

003211

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
31	30	CONTRABOVEDA	552.56	0.59	1.99	-0.57	10.52	10.52	0.00
31	31	CONTRABOVEDA	557.82	1.45	1.99	-0.85	10.52	10.52	0.00
32	31	CONTRABOVEDA	557.82	1.45	1.99	-0.85	10.52	10.52	0.00
32	32	CONTRABOVEDA	557.82	1.45	1.99	-0.85	10.52	10.52	0.00
33	32	CONTRABOVEDA	557.82	1.45	1.99	-0.85	10.52	10.52	0.00
33	33	CONTRABOVEDA	557.82	1.45	1.99	-0.85	10.52	10.52	0.00
34	33	CONTRABOVEDA	557.82	1.45	1.99	-0.85	10.52	10.52	0.00
34	34	CONTRABOVEDA	569.20	0.70	1.99	-1.06	10.52	10.52	0.00
35	34	CONTRABOVEDA	569.20	0.70	1.99	-1.06	10.52	10.52	0.00
35	35	CONTRABOVEDA	568.07	0.44	1.54	-1.06	10.52	10.52	0.00
36	35	CONTRABOVEDA	568.07	0.44	1.54	-1.06	10.52	10.52	0.00
36	36	CONTRABOVEDA	568.07	0.44	1.54	-1.06	10.52	10.52	0.00
37	36	CONTRABOVEDA	575.84	0.34	1.54	-0.99	10.52	10.52	0.00
37	37	CONTRABOVEDA	575.84	0.34	1.54	-0.99	10.52	10.52	0.00
38	37	CONTRABOVEDA	575.84	0.34	1.54	-0.99	10.52	10.52	0.00
38	38	CONTRABOVEDA	575.84	0.34	1.54	-0.99	10.52	10.52	0.00
39	38	CONTRABOVEDA	575.84	0.34	1.54	-0.99	10.52	10.52	0.00
39	39	CONTRABOVEDA	575.84	0.34	1.54	-0.99	10.52	10.52	0.00
40	39	CONTRABOVEDA	579.96	0.31	1.54	-0.96	10.52	10.52	0.00
40	40	CONTRABOVEDA	579.96	0.31	1.54	-0.96	10.52	10.52	0.00
41	40	CONTRABOVEDA	579.96	0.31	1.54	-0.96	10.52	10.52	0.00
41	41	CONTRABOVEDA	578.82	0.34	1.56	-0.96	10.52	10.52	0.00
42	41	CONTRABOVEDA	578.82	0.34	1.56	-0.96	10.52	10.52	0.00
42	42	CONTRABOVEDA	578.82	0.34	1.56	-0.96	10.52	10.52	0.00
43	42	CONTRABOVEDA	580.40	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
43	43	CONTRABOVEDA	580.40	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
44	43	CONTRABOVEDA	580.40	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
44	44	CONTRABOVEDA	580.40	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
45	44	CONTRABOVEDA	580.40	1.44	1.56	-1.27	10.52	10.52	0.00
45	45	CONTRABOVEDA	586.32	0.79	1.56	-1.46	10.52	10.52	0.00
46	45	CONTRABOVEDA	586.32	0.79	1.56	-1.46	10.52	10.52	0.00
46	46	CONTRABOVEDA	586.32	0.79	1.56	-1.46	10.52	10.52	0.00
47	46	CONTRABOVEDA	586.38	0.80	1.55	-1.46	10.52	10.52	0.00
47	47	CONTRABOVEDA	586.38	0.80	1.55	-1.46	10.52	10.52	0.00
48	47	CONTRABOVEDA	586.38	0.80	1.55	-1.46	10.52	10.52	0.00
48	48	CONTRABOVEDA	591.65	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
49	48	CONTRABOVEDA	591.65	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
49	49	CONTRABOVEDA	591.65	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
50	49	CONTRABOVEDA	591.65	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
50	50	CONTRABOVEDA	591.65	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
51	50	CONTRABOVEDA	591.65	0.59	1.55	-1.24	10.52	10.52	0.00
51	51	CONTRABOVEDA	591.94	0.49	1.55	-1.11	10.52	10.52	0.00
52	51	CONTRABOVEDA	591.94	0.49	1.55	-1.11	10.52	10.52	0.00
52	52	CONTRABOVEDA	592.10	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
53	52	CONTRABOVEDA	592.10	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
53	53	CONTRABOVEDA	592.10	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
54	53	CONTRABOVEDA	592.10	0.68	1.65	-1.11	10.52	10.52	0.00
54	54	CONTRABOVEDA	589.59	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
55	54	CONTRABOVEDA	589.59	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
55	55	CONTRABOVEDA	589.59	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
56	55	CONTRABOVEDA	589.59	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
56	56	CONTRABOVEDA	589.59	1.59	1.65	-1.38	10.52	10.52	0.00
57	56	CONTRABOVEDA	588.36	1.21	1.65	-1.48	10.52	10.52	0.00
57	57	CONTRABOVEDA	588.36	1.21	1.65	-1.48	10.52	10.52	0.00
58	57	CONTRABOVEDA	588.36	1.21	1.65	-1.48	10.52	10.52	0.00
58	58	CONTRABOVEDA	589.25	0.81	2.00	-1.48	10.52	10.52	0.00
59	58	CONTRABOVEDA	589.25	0.81	2.00	-1.48	10.52	10.52	0.00
59	59	CONTRABOVEDA	589.25	0.81	2.00	-1.48	10.52	10.52	0.00
60	59	CONTRABOVEDA	590.51	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
60	60	CONTRABOVEDA	590.51	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
61	60	CONTRABOVEDA	590.51	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
61	61	CONTRABOVEDA	590.51	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
62	61	CONTRABOVEDA	590.51	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
62	62	CONTRABOVEDA	590.51	0.46	2.00	-1.18	10.52	10.52	0.00
63	62	CONTRABOVEDA	590.76	0.21	2.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
63	63	CONTRABOVEDA	590.76	0.21	2.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
64	63	CONTRABOVEDA	592.73	1.14	2.65	-1.05	10.52	10.52	0.00
64	64	CONTRABOVEDA	592.73	1.14	2.65	-1.05	10.52	10.52	0.00
65	64	CONTRABOVEDA	592.73	1.14	2.65	-1.05	10.52	10.52	0.00
65	65	CONTRABOVEDA	583.37	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
66	65	CONTRABOVEDA	583.37	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
66	66	CONTRABOVEDA	583.37	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00



(Handwritten signature)

A.6.10. Excavación en Caverna

003212

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
67	66	CONTRABOVEDA	583.37	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
67	67	CONTRABOVEDA	583.37	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
68	67	CONTRABOVEDA	583.37	1.75	2.65	-1.23	10.52	10.52	0.00
68	68	CONTRABOVEDA	572.45	1.80	2.65	-1.21	10.52	10.52	0.00
69	68	CONTRABOVEDA	572.45	1.80	2.65	-1.21	10.52	10.52	0.00
69	69	CONTRABOVEDA	572.45	1.80	2.65	-1.21	10.52	10.52	0.00
70	69	CONTRABOVEDA	578.55	2.62	4.29	-1.21	10.52	10.52	0.00
70	70	CONTRABOVEDA	578.55	2.62	4.29	-1.21	10.52	10.52	0.00
71	70	CONTRABOVEDA	578.55	2.62	4.29	-1.21	10.52	10.52	0.00
71	71	CONTRABOVEDA	579.14	2.35	4.29	-0.85	10.52	10.52	0.00
72	71	CONTRABOVEDA	579.14	2.35	4.29	-0.85	10.52	10.52	0.00
72	72	CONTRABOVEDA	579.14	2.35	4.29	-0.85	10.52	10.52	0.00
73	72	CONTRABOVEDA	579.14	2.35	4.29	-0.85	10.52	10.52	0.00
73	73	CONTRABOVEDA	579.14	2.35	4.29	-0.85	10.52	10.52	0.00
74	73	CONTRABOVEDA	579.14	2.35	4.29	-0.85	10.52	10.52	0.00
74	74	CONTRABOVEDA	574.65	1.89	4.29	-0.70	10.52	10.52	0.00
75	74	CONTRABOVEDA	574.65	1.89	4.29	-0.70	10.52	10.52	0.00
75	75	CONTRABOVEDA	586.94	6.21	8.87	-0.70	10.52	10.52	0.00
76	75	CONTRABOVEDA	586.94	6.21	8.87	-0.70	10.52	10.52	0.00
76	76	CONTRABOVEDA	586.94	6.21	8.87	-0.70	10.52	10.52	0.00
77	76	CONTRABOVEDA	576.84	6.43	8.87	-0.76	10.52	10.52	0.00
77	77	CONTRABOVEDA	576.84	6.43	8.87	-0.76	10.52	10.52	0.00
78	77	CONTRABOVEDA	576.84	6.43	8.87	-0.76	10.52	10.52	0.00
78	78	CONTRABOVEDA	576.84	6.43	8.87	-0.76	10.52	10.52	0.00
79	78	CONTRABOVEDA	576.84	6.43	8.87	-0.76	10.52	10.52	0.00
79	79	CONTRABOVEDA	576.84	6.43	8.87	-0.76	10.52	10.52	0.00
80	79	CONTRABOVEDA	562.31	6.88	8.87	-0.63	10.52	10.52	0.00
80	80	CONTRABOVEDA	562.31	6.88	8.87	-0.63	10.52	10.52	0.00
81	80	HASTIAL	586.49	3.28	13.86	-0.63	7.67	7.67	0.00
81	81	HASTIAL	586.49	3.28	13.86	-0.63	7.67	7.67	0.00
82	81	HASTIAL	586.49	3.28	13.86	-0.63	7.67	7.67	0.00
82	82	HASTIAL	586.49	3.28	13.86	-0.63	7.67	7.67	0.00
83	82	HASTIAL	583.12	2.90	13.86	-0.34	7.62	7.62	0.00
83	83	HASTIAL	583.12	2.90	13.86	-0.34	7.62	7.62	0.00
84	83	HASTIAL	583.12	2.90	13.86	-0.34	7.62	7.62	0.00
84	84	HASTIAL	583.12	2.90	13.86	-0.34	7.62	7.62	0.00
85	84	HASTIAL	583.12	2.90	13.86	-0.34	7.62	7.62	0.00
85	85	HASTIAL	583.12	2.90	13.86	-0.34	7.62	7.62	0.00
86	85	HASTIAL	574.43	2.68	13.86	-0.21	7.51	7.51	0.00
86	86	HASTIAL	574.43	2.68	13.86	-0.21	7.51	7.51	0.00
87	86	HASTIAL	605.99	60.02	0.00	-25.82	13.37	13.37	0.00
87	87	HASTIAL	605.99	60.02	0.00	-25.82	13.37	13.37	0.00
88	87	HASTIAL	605.99	60.02	0.00	-25.82	13.37	13.37	0.00
88	88	HASTIAL	597.08	60.23	0.00	-25.70	7.81	7.81	0.00
89	88	HASTIAL	597.08	60.23	0.00	-25.70	7.81	7.81	0.00
89	89	HASTIAL	597.08	60.23	0.00	-25.70	7.81	7.81	0.00
90	89	HASTIAL	597.08	60.23	0.00	-25.70	7.81	7.81	0.00
90	90	HASTIAL	597.08	60.23	0.00	-25.70	7.81	7.81	0.00
91	90	HASTIAL	597.08	60.23	0.00	-25.70	7.81	7.81	0.00
91	91	HASTIAL	583.35	60.23	0.09	-25.61	7.63	7.63	0.00
92	91	HASTIAL	583.35	60.23	0.09	-25.61	7.63	7.63	0.00
92	92	HASTIAL	583.35	60.23	0.09	-25.61	7.63	7.63	0.00
93	92	HASTIAL	583.35	60.23	0.09	-25.61	7.63	7.63	0.00
93	93	HASTIAL	583.35	60.23	0.09	-25.61	7.63	7.63	0.00
94	93	HASTIAL	583.35	60.23	0.09	-25.61	7.63	7.63	0.00
94	94	HASTIAL	574.46	60.03	0.21	-25.61	7.51	7.51	0.00
95	94	HASTIAL	574.46	60.03	0.21	-25.61	7.51	7.51	0.00
95	95	BOVEDA	562.74	30.50	0.21	-23.30	10.52	10.52	0.00
96	95	BOVEDA	562.74	30.50	0.21	-23.30	10.52	10.52	0.00
96	96	BOVEDA	562.74	30.50	0.21	-23.30	10.52	10.52	0.00
97	96	BOVEDA	554.08	30.73	0.34	-23.30	10.52	10.52	0.00
97	97	BOVEDA	554.08	30.73	0.34	-23.30	10.52	10.52	0.00
98	97	BOVEDA	554.08	30.73	0.34	-23.30	10.52	10.52	0.00
98	98	BOVEDA	554.08	30.73	0.34	-23.30	10.52	10.52	0.00
99	98	BOVEDA	554.08	30.73	0.34	-23.30	10.52	10.52	0.00
99	99	BOVEDA	554.08	30.73	0.34	-23.30	10.52	10.52	0.00
100	99	BOVEDA	550.73	31.08	0.64	-23.30	10.52	10.52	0.00
100	100	BOVEDA	550.73	31.08	0.64	-23.30	10.52	10.52	0.00
101	100	BOVEDA	550.73	31.08	0.64	-23.30	10.52	10.52	0.00
101	101	BOVEDA	550.73	31.08	0.64	-23.30	10.52	10.52	0.00
102	101	BOVEDA	550.73	31.08	0.64	-23.30	10.52	10.52	0.00
102	102	BOVEDA	550.73	31.08	0.64	-23.30	10.52	10.52	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm ²)	AEXT (cm ²)	AST (cm ² /m)
103	102	BOVEDA	536.26	30.65	0.76	-23.30	10.52	10.52	0.00
103	103	BOVEDA	536.26	30.65	0.76	-23.30	10.52	10.52	0.00
104	103	BOVEDA	536.26	30.65	0.76	-23.30	10.52	10.52	0.00
104	104	BOVEDA	536.26	30.65	0.76	-23.30	10.52	10.52	0.00
105	104	BOVEDA	536.26	30.65	0.76	-23.30	10.52	10.52	0.00
105	105	BOVEDA	536.26	30.65	0.76	-23.30	10.52	10.52	0.00
106	105	BOVEDA	526.12	30.43	0.70	-23.30	10.52	10.52	0.00
106	106	BOVEDA	526.12	30.43	0.70	-23.30	10.52	10.52	0.00
107	106	BOVEDA	526.12	30.43	0.70	-23.30	10.52	10.52	0.00
107	107	BOVEDA	520.90	8.24	9.75	0.00	10.52	10.52	0.00
108	107	BOVEDA	520.90	8.24	9.75	0.00	10.52	10.52	0.00
108	108	BOVEDA	516.38	8.69	9.90	0.00	10.52	10.52	0.00
109	108	BOVEDA	516.38	8.69	9.90	0.00	10.52	10.52	0.00
109	109	BOVEDA	516.38	8.69	9.90	0.00	10.52	10.52	0.00
110	109	BOVEDA	516.38	8.69	9.90	0.00	10.52	10.52	0.00
110	110	BOVEDA	516.38	8.69	9.90	0.00	10.52	10.52	0.00
111	110	BOVEDA	516.38	8.69	9.90	0.00	10.52	10.52	0.00
111	111	BOVEDA	516.98	8.98	10.27	0.00	10.52	10.52	0.00
112	111	BOVEDA	516.98	8.98	10.27	0.00	10.52	10.52	0.00
112	112	BOVEDA	516.98	8.98	10.27	0.00	10.52	10.52	0.00
113	112	BOVEDA	516.98	8.98	10.27	0.00	10.52	10.52	0.00
113	113	BOVEDA	516.98	8.98	10.27	0.00	10.52	10.52	0.00
114	113	BOVEDA	516.98	8.98	10.27	0.00	10.52	10.52	0.00
114	114	BOVEDA	506.08	8.92	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
115	114	BOVEDA	506.08	8.92	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
115	115	BOVEDA	506.08	8.92	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
116	115	BOVEDA	506.08	8.92	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
116	116	BOVEDA	506.08	8.92	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
117	116	BOVEDA	496.77	8.30	10.11	0.00	10.52	10.52	0.00
117	117	BOVEDA	496.77	8.30	10.11	0.00	10.52	10.52	0.00
118	117	BOVEDA	496.77	8.30	10.11	0.00	10.52	10.52	0.00
118	118	BOVEDA	496.77	8.30	10.11	0.00	10.52	10.52	0.00
119	118	BOVEDA	485.70	0.65	1.07	0.00	10.52	10.52	0.00
119	119	BOVEDA	485.70	0.65	1.07	0.00	10.52	10.52	0.00
120	119	BOVEDA	485.98	0.89	1.20	0.00	10.52	10.52	0.00
120	120	BOVEDA	485.98	0.89	1.20	0.00	10.52	10.52	0.00
121	120	BOVEDA	485.98	0.89	1.20	0.00	10.52	10.52	0.00
121	121	BOVEDA	485.98	0.89	1.20	0.00	10.52	10.52	0.00
122	121	BOVEDA	485.98	0.89	1.20	0.00	10.52	10.52	0.00
122	122	BOVEDA	485.98	0.89	1.20	0.00	10.52	10.52	0.00
123	122	BOVEDA	487.28	1.25	1.51	0.00	10.52	10.52	0.00
123	123	BOVEDA	487.28	1.25	1.51	0.00	10.52	10.52	0.00
124	123	BOVEDA	487.28	1.25	1.51	0.00	10.52	10.52	0.00
124	124	BOVEDA	487.28	1.25	1.51	0.00	10.52	10.52	0.00
125	124	BOVEDA	487.28	1.25	1.51	0.00	10.52	10.52	0.00
125	125	BOVEDA	487.28	1.25	1.51	0.00	10.52	10.52	0.00
126	125	BOVEDA	486.08	1.62	1.40	0.00	10.52	10.52	0.00
126	126	BOVEDA	486.08	1.62	1.40	0.00	10.52	10.52	0.00
127	126	BOVEDA	486.08	1.62	1.40	0.00	10.52	10.52	0.00
127	127	BOVEDA	486.08	1.62	1.40	0.00	10.52	10.52	0.00
128	127	BOVEDA	486.08	1.62	1.40	0.00	10.52	10.52	0.00
128	128	BOVEDA	483.61	0.72	1.14	0.00	10.52	10.52	0.00
129	128	BOVEDA	483.61	0.72	1.14	0.00	10.52	10.52	0.00
129	129	BOVEDA	483.61	0.72	1.14	0.00	10.52	10.52	0.00
130	129	BOVEDA	483.61	0.72	1.14	0.00	10.52	10.52	0.00
130	130	BOVEDA	483.61	0.72	1.14	0.00	10.52	10.52	0.00
131	130	BOVEDA	480.86	0.30	1.63	0.00	10.52	10.52	0.00
131	131	BOVEDA	481.19	0.40	1.75	0.00	10.52	10.52	0.00
132	131	BOVEDA	481.19	0.40	1.75	0.00	10.52	10.52	0.00
132	132	BOVEDA	481.19	0.40	1.75	0.00	10.52	10.52	0.00
133	132	BOVEDA	481.19	0.40	1.75	0.00	10.52	10.52	0.00
133	133	BOVEDA	481.19	0.40	1.75	0.00	10.52	10.52	0.00
134	133	BOVEDA	481.19	0.40	1.75	0.00	10.52	10.52	0.00
134	134	BOVEDA	486.45	0.61	1.97	0.00	10.52	10.52	0.00
135	134	BOVEDA	486.45	0.61	1.97	0.00	10.52	10.52	0.00
135	135	BOVEDA	486.45	0.61	1.97	0.00	10.52	10.52	0.00
136	135	BOVEDA	486.45	0.61	1.97	0.00	10.52	10.52	0.00
136	136	BOVEDA	486.45	0.61	1.97	0.00	10.52	10.52	0.00
137	136	BOVEDA	486.45	0.61	1.97	0.00	10.52	10.52	0.00
137	137	BOVEDA	492.42	1.28	1.78	0.00	10.52	10.52	0.00
138	137	BOVEDA	492.42	1.28	1.78	0.00	10.52	10.52	0.00
138	138	BOVEDA	492.42	1.28	1.78	0.00	10.52	10.52	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

003214

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
139	138	BOVEDA	492.42	1.28	1.78	0.00	10.52	10.52	0.00
139	139	BOVEDA	492.42	1.28	1.78	0.00	10.52	10.52	0.00
140	139	BOVEDA	493.96	0.16	1.46	0.00	10.52	10.52	0.00
140	140	BOVEDA	493.96	0.16	1.46	0.00	10.52	10.52	0.00
141	140	BOVEDA	493.96	0.16	1.46	0.00	10.52	10.52	0.00
141	141	BOVEDA	493.96	0.16	1.46	0.00	10.52	10.52	0.00
142	141	BOVEDA	493.96	0.16	1.46	0.00	10.52	10.52	0.00
142	142	BOVEDA	493.96	0.16	1.46	0.00	10.52	10.52	0.00
143	142	BOVEDA	499.51	0.34	1.03	0.00	10.52	10.52	0.00
143	143	BOVEDA	499.51	0.34	1.03	0.00	10.52	10.52	0.00
144	143	BOVEDA	499.51	0.34	1.03	0.00	10.52	10.52	0.00
144	144	BOVEDA	499.51	0.34	1.03	0.00	10.52	10.52	0.00
145	144	BOVEDA	499.51	0.34	1.03	0.00	10.52	10.52	0.00
145	145	BOVEDA	499.51	0.34	1.03	0.00	10.52	10.52	0.00
146	145	BOVEDA	507.23	0.44	1.11	0.00	10.52	10.52	0.00
146	146	BOVEDA	507.23	0.44	1.11	0.00	10.52	10.52	0.00
147	146	BOVEDA	507.23	0.44	1.11	0.00	10.52	10.52	0.00
147	147	BOVEDA	507.23	0.44	1.11	0.00	10.52	10.52	0.00
148	147	BOVEDA	507.23	0.44	1.11	0.00	10.52	10.52	0.00
148	148	BOVEDA	518.63	1.18	0.89	0.00	10.52	10.52	0.00
149	148	BOVEDA	518.63	1.18	0.89	0.00	10.52	10.52	0.00
149	149	BOVEDA	518.63	1.18	0.89	0.00	10.52	10.52	0.00
150	149	BOVEDA	518.63	1.18	0.89	0.00	10.52	10.52	0.00
150	150	BOVEDA	518.63	1.18	0.89	0.00	10.52	10.52	0.00
151	150	BOVEDA	518.63	1.18	0.89	0.00	10.52	10.52	0.00
151	151	BOVEDA	523.96	0.30	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
152	151	BOVEDA	523.96	0.30	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
152	152	BOVEDA	523.96	0.30	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
153	152	BOVEDA	523.96	0.30	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
153	153	BOVEDA	523.96	0.30	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
154	153	BOVEDA	523.96	0.30	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
154	154	BOVEDA	530.39	0.38	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
155	154	BOVEDA	530.39	0.38	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
155	155	BOVEDA	530.39	0.38	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
156	155	BOVEDA	530.39	0.38	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
156	156	BOVEDA	530.39	0.38	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
157	156	BOVEDA	530.39	0.38	0.62	0.00	10.52	10.52	0.00
157	157	BOVEDA	538.71	0.47	0.54	0.00	10.52	10.52	0.00
158	157	BOVEDA	538.71	0.47	0.54	0.00	10.52	10.52	0.00
158	158	BOVEDA	538.71	0.47	0.54	0.00	10.52	10.52	0.00
159	158	BOVEDA	538.71	0.47	0.54	0.00	10.52	10.52	0.00
159	159	BOVEDA	538.71	0.47	0.54	0.00	10.52	10.52	0.00
160	159	BOVEDA	552.81	0.80	0.34	0.00	10.52	10.52	0.00
160	160	BOVEDA	552.81	0.80	0.34	0.00	10.52	10.52	0.00
161	160	BOVEDA	552.81	0.80	0.34	0.00	10.52	10.52	0.00
161	161	BOVEDA	552.81	0.80	0.34	0.00	10.52	10.52	0.00
162	161	BOVEDA	552.81	0.80	0.34	0.00	10.52	10.52	0.00
162	162	BOVEDA	552.81	0.80	0.34	0.00	10.52	10.52	0.00
163	162	BOVEDA	560.54	0.49	0.14	0.00	10.52	10.52	0.00
163	163	BOVEDA	560.54	0.49	0.14	0.00	10.52	10.52	0.00
164	163	BOVEDA	560.54	0.49	0.14	0.00	10.52	10.52	0.00
164	164	BOVEDA	560.54	0.49	0.14	0.00	10.52	10.52	0.00
165	164	BOVEDA	560.54	0.49	0.14	0.00	10.52	10.52	0.00
165	165	BOVEDA	560.54	0.49	0.14	0.00	10.52	10.52	0.00
166	165	BOVEDA	568.38	0.68	0.09	-0.11	10.52	10.52	0.00
166	166	BOVEDA	572.15	1.01	0.00	-0.53	10.52	10.52	0.00
167	166	BOVEDA	572.15	1.01	0.00	-0.53	10.52	10.52	0.00
167	167	BOVEDA	572.15	1.01	0.00	-0.53	10.52	10.52	0.00
168	167	BOVEDA	572.15	1.01	0.00	-0.53	10.52	10.52	0.00
168	168	BOVEDA	578.22	1.21	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
169	168	BOVEDA	578.22	1.21	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
169	169	BOVEDA	578.22	1.21	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
170	169	BOVEDA	578.22	1.21	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
170	170	BOVEDA	578.22	1.21	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
171	170	BOVEDA	578.22	1.21	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
171	171	BOVEDA	592.52	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
172	171	BOVEDA	592.52	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
172	172	BOVEDA	592.52	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
173	172	BOVEDA	592.52	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
173	173	BOVEDA	592.52	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
174	173	BOVEDA	592.52	0.88	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
174	174	BOVEDA	600.35	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00



A

A.6.10. Excavación en Caverna

003215

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+(m·t)	MD-(m·t)	AINT (cm ²)	AEXT (cm ²)	AST (cm ² /m)
175	174	BOVEDA	600.35	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
175	175	BOVEDA	600.35	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
176	175	BOVEDA	600.35	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
176	176	BOVEDA	600.35	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
177	176	BOVEDA	600.35	1.28	0.00	-1.31	10.52	10.52	0.00
177	177	BOVEDA	607.34	2.20	0.00	-1.94	10.52	10.52	0.00
178	177	BOVEDA	602.74	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
178	178	BOVEDA	602.74	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
179	178	BOVEDA	602.74	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
179	179	BOVEDA	602.74	2.47	0.02	-1.53	10.52	10.52	0.00
180	179	BOVEDA	588.29	2.21	0.02	-2.36	10.52	10.52	0.00
180	180	BOVEDA	588.29	2.21	0.02	-2.36	10.52	10.52	0.00
181	180	BOVEDA	588.29	2.21	0.02	-2.36	10.52	10.52	0.00
181	181	BOVEDA	588.29	2.21	0.02	-2.36	10.52	10.52	0.00
182	181	BOVEDA	588.29	2.21	0.02	-2.36	10.52	10.52	0.00
182	182	BOVEDA	583.16	7.79	0.02	-3.69	10.52	10.52	0.00
183	182	BOVEDA	583.16	7.79	0.02	-3.69	10.52	10.52	0.00
183	183	BOVEDA	619.80	8.16	0.02	-3.64	10.52	10.52	0.00
184	183	BOVEDA	619.80	8.16	0.02	-3.64	10.52	10.52	0.00
184	184	BOVEDA	619.80	8.16	0.02	-3.64	10.52	10.52	0.00
185	184	BOVEDA	623.47	1.56	0.02	-2.54	10.52	10.52	0.00
185	185	BOVEDA	623.47	1.56	0.02	-2.54	10.52	10.52	0.00
186	185	BOVEDA	623.47	1.56	0.02	-2.54	10.52	10.52	0.00
186	186	BOVEDA	622.76	1.56	0.02	-2.35	10.52	10.52	0.00
187	186	BOVEDA	622.76	1.56	0.02	-2.35	10.52	10.52	0.00
187	187	BOVEDA	622.76	1.56	0.02	-2.35	10.52	10.52	0.00
188	187	BOVEDA	621.93	2.44	0.02	-2.05	10.52	10.52	0.00
188	188	BOVEDA	621.93	2.44	0.02	-2.05	10.52	10.52	0.00
189	188	BOVEDA	621.93	2.44	0.02	-2.05	10.52	10.52	0.00
189	189	BOVEDA	623.92	2.15	0.02	-1.66	10.52	10.52	0.00
190	189	BOVEDA	623.12	2.09	0.08	-1.66	10.52	10.52	0.00
190	190	BOVEDA	622.61	1.85	0.08	-1.34	10.52	10.52	0.00
191	190	BOVEDA	622.61	1.85	0.08	-1.34	10.52	10.52	0.00
191	191	BOVEDA	622.61	1.85	0.08	-1.34	10.52	10.52	0.00
192	191	BOVEDA	620.93	1.05	0.08	-1.23	10.52	10.52	0.00
192	192	BOVEDA	620.93	1.05	0.08	-1.23	10.52	10.52	0.00
193	192	BOVEDA	620.93	1.05	0.08	-1.23	10.52	10.52	0.00
193	193	BOVEDA	619.17	2.04	0.08	-1.09	10.52	10.52	0.00
194	193	BOVEDA	619.17	2.04	0.08	-1.09	10.52	10.52	0.00
194	194	BOVEDA	619.17	2.04	0.08	-1.09	10.52	10.52	0.00
195	194	BOVEDA	619.12	1.36	0.08	-0.85	10.52	10.52	0.00
195	195	BOVEDA	619.12	1.36	0.08	-0.85	10.52	10.52	0.00
196	195	BOVEDA	617.62	1.37	0.08	-0.71	10.52	10.52	0.00
196	196	BOVEDA	617.62	1.37	0.08	-0.71	10.52	10.52	0.00
197	196	BOVEDA	617.62	1.37	0.08	-0.71	10.52	10.52	0.00
197	197	BOVEDA	615.46	1.28	0.08	-0.70	10.52	10.52	0.00
198	197	BOVEDA	615.46	1.28	0.08	-0.70	10.52	10.52	0.00
198	198	BOVEDA	615.46	1.28	0.08	-0.70	10.52	10.52	0.00
199	198	BOVEDA	613.15	1.73	0.08	-0.63	10.52	10.52	0.00
199	199	BOVEDA	613.15	1.73	0.08	-0.63	10.52	10.52	0.00
200	199	BOVEDA	613.15	1.73	0.08	-0.63	10.52	10.52	0.00
200	200	BOVEDA	611.91	1.02	0.08	-0.48	10.52	10.52	0.00
201	200	BOVEDA	611.91	1.02	0.08	-0.48	10.52	10.52	0.00
201	201	BOVEDA	611.91	1.02	0.08	-0.48	10.52	10.52	0.00
202	201	BOVEDA	615.34	0.69	0.00	-1.02	10.52	10.52	0.00
202	202	BOVEDA	615.34	0.69	0.00	-1.02	10.52	10.52	0.00
203	202	BOVEDA	612.79	0.85	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
203	203	BOVEDA	612.79	0.85	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
204	203	BOVEDA	612.79	0.85	0.00	-1.05	10.52	10.52	0.00
204	204	BOVEDA	610.02	1.09	0.00	-1.01	10.52	10.52	0.00
205	204	BOVEDA	610.02	1.09	0.00	-1.01	10.52	10.52	0.00
205	205	BOVEDA	610.02	1.09	0.00	-1.01	10.52	10.52	0.00
206	205	BOVEDA	608.09	0.45	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
206	206	BOVEDA	608.09	0.45	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
207	206	BOVEDA	608.09	0.45	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
207	207	BOVEDA	605.57	0.55	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
208	207	BOVEDA	605.57	0.55	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
208	208	BOVEDA	605.57	0.55	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
209	208	BOVEDA	602.73	0.74	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
209	209	BOVEDA	602.73	0.74	0.00	-0.91	10.52	10.52	0.00
210	209	BOVEDA	599.54	0.93	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
210	210	BOVEDA	599.54	0.93	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00



A.6.10. Excavación en Caverna

003216

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm2)	AEXT (cm2)	AST (cm2/m)
211	210	BOVEDA	599.54	0.93	0.00	-0.88	10.52	10.52	0.00
211	211	BOVEDA	597.16	0.40	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
212	211	BOVEDA	597.16	0.40	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
212	212	BOVEDA	597.16	0.40	0.00	-0.81	10.52	10.52	0.00
213	212	BOVEDA	594.34	0.52	0.00	-0.79	10.52	10.52	0.00
213	213	BOVEDA	591.68	0.17	0.07	-0.18	10.52	10.52	0.00
214	213	BOVEDA	591.68	0.17	0.07	-0.18	10.52	10.52	0.00
214	214	BOVEDA	588.66	0.26	0.07	-0.20	10.52	10.52	0.00
215	214	BOVEDA	588.66	0.26	0.07	-0.20	10.52	10.52	0.00
215	215	BOVEDA	585.17	0.44	0.07	-0.17	10.52	10.52	0.00
216	215	BOVEDA	585.17	0.44	0.07	-0.17	10.52	10.52	0.00
216	216	BOVEDA	585.17	0.44	0.07	-0.17	10.52	10.52	0.00
217	216	BOVEDA	582.45	0.06	0.07	-0.11	10.52	10.52	0.00
217	217	BOVEDA	582.45	0.06	0.07	-0.11	10.52	10.52	0.00
218	217	BOVEDA	582.45	0.06	0.07	-0.11	10.52	10.52	0.00
218	218	BOVEDA	579.51	0.12	0.07	-0.10	10.52	10.52	0.00
219	218	BOVEDA	579.51	0.12	0.07	-0.10	10.52	10.52	0.00
219	219	BOVEDA	579.51	0.12	0.07	-0.10	10.52	10.52	0.00
220	219	BOVEDA	576.44	0.11	0.07	-0.10	10.52	10.52	0.00
220	220	BOVEDA	576.44	0.11	0.07	-0.10	10.52	10.52	0.00
221	220	BOVEDA	576.44	0.11	0.07	-0.10	10.52	10.52	0.00
221	221	BOVEDA	572.77	0.29	0.07	-0.07	10.52	10.52	0.00
222	221	BOVEDA	572.77	0.29	0.07	-0.07	10.52	10.52	0.00
222	222	BOVEDA	569.86	0.06	0.07	-0.04	10.52	10.52	0.00
223	222	BOVEDA	569.86	0.06	0.07	-0.04	10.52	10.52	0.00
223	223	BOVEDA	569.86	0.06	0.07	-0.04	10.52	10.52	0.00
224	223	BOVEDA	566.93	0.05	0.07	-0.03	10.52	10.52	0.00
224	224	BOVEDA	566.93	0.05	0.07	-0.03	10.52	10.52	0.00
225	224	BOVEDA	566.93	0.05	0.07	-0.03	10.52	10.52	0.00
225	225	BOVEDA	562.74	0.16	0.19	-0.02	10.52	10.52	0.00
226	225	BOVEDA	562.74	0.16	0.19	-0.02	10.52	10.52	0.00
226	226	BOVEDA	562.74	0.16	0.19	-0.02	10.52	10.52	0.00
227	226	BOVEDA	558.97	0.17	0.20	0.00	10.52	10.52	0.00
227	227	BOVEDA	558.97	0.17	0.20	0.00	10.52	10.52	0.00
228	227	BOVEDA	555.85	0.07	0.22	0.00	10.52	10.52	0.00
228	228	BOVEDA	555.85	0.07	0.22	0.00	10.52	10.52	0.00
229	228	BOVEDA	555.85	0.07	0.22	0.00	10.52	10.52	0.00
229	229	BOVEDA	552.91	0.08	0.22	0.00	10.52	10.52	0.00
230	229	BOVEDA	552.91	0.08	0.22	0.00	10.52	10.52	0.00
230	230	BOVEDA	552.91	0.08	0.22	0.00	10.52	10.52	0.00
231	230	BOVEDA	550.00	0.31	0.26	0.00	10.52	10.52	0.00
231	231	BOVEDA	550.00	0.31	0.26	0.00	10.52	10.52	0.00
232	231	BOVEDA	550.00	0.31	0.26	0.00	10.52	10.52	0.00
232	232	BOVEDA	546.32	0.12	0.29	0.00	10.52	10.52	0.00
233	232	BOVEDA	546.32	0.12	0.29	0.00	10.52	10.52	0.00
233	233	BOVEDA	546.32	0.12	0.29	0.00	10.52	10.52	0.00
234	233	BOVEDA	543.26	0.14	0.29	0.00	10.52	10.52	0.00
234	234	BOVEDA	543.26	0.14	0.29	0.00	10.52	10.52	0.00
235	234	BOVEDA	540.30	0.08	0.30	0.00	10.52	10.52	0.00
235	235	BOVEDA	540.30	0.08	0.30	0.00	10.52	10.52	0.00
236	235	BOVEDA	540.30	0.08	0.30	0.00	10.52	10.52	0.00
236	236	BOVEDA	537.58	0.46	0.36	0.00	10.52	10.52	0.00
237	236	BOVEDA	538.30	0.69	0.77	0.00	10.52	10.52	0.00
237	237	BOVEDA	538.30	0.69	0.77	0.00	10.52	10.52	0.00
238	237	BOVEDA	534.79	0.52	0.80	0.00	10.52	10.52	0.00
238	238	BOVEDA	534.79	0.52	0.80	0.00	10.52	10.52	0.00
239	238	BOVEDA	534.79	0.52	0.80	0.00	10.52	10.52	0.00
239	239	BOVEDA	531.77	0.42	0.78	0.00	10.52	10.52	0.00
240	239	BOVEDA	531.77	0.42	0.78	0.00	10.52	10.52	0.00
240	240	BOVEDA	531.77	0.42	0.78	0.00	10.52	10.52	0.00
241	240	BOVEDA	528.95	0.31	0.80	0.00	10.52	10.52	0.00
241	241	BOVEDA	528.95	0.31	0.80	0.00	10.52	10.52	0.00
242	241	BOVEDA	526.59	0.84	0.87	0.00	10.52	10.52	0.00
242	242	BOVEDA	526.59	0.84	0.87	0.00	10.52	10.52	0.00
243	242	BOVEDA	526.59	0.84	0.87	0.00	10.52	10.52	0.00
243	243	BOVEDA	523.37	0.64	0.90	0.00	10.52	10.52	0.00
244	243	BOVEDA	523.37	0.64	0.90	0.00	10.52	10.52	0.00
244	244	BOVEDA	523.37	0.64	0.90	0.00	10.52	10.52	0.00
245	244	BOVEDA	520.53	0.45	0.87	0.00	10.52	10.52	0.00
245	245	BOVEDA	520.53	0.45	0.87	0.00	10.52	10.52	0.00
246	245	BOVEDA	520.53	0.45	0.87	0.00	10.52	10.52	0.00
246	246	BOVEDA	518.02	0.35	0.90	0.00	10.52	10.52	0.00

A.6.10. Excavación en Caverna

003217

BARRA	NUDO	SECCION	ND (t)	QD (t)	MD+ (m·t)	MD- (m·t)	AINT (cm ²)	AEXT (cm ²)	AST (cm ² /m)
247	246	BOVEDA	518.02	0.35	0.90	0.00	10.52	10.52	0.00
247	247	BOVEDA	516.08	0.99	1.01	0.00	10.52	10.52	0.00
248	247	BOVEDA	516.08	0.99	1.01	0.00	10.52	10.52	0.00
248	248	BOVEDA	516.08	0.99	1.01	0.00	10.52	10.52	0.00
249	248	BOVEDA	513.47	1.26	0.45	0.00	10.52	10.52	0.00
249	249	BOVEDA	513.47	1.26	0.45	0.00	10.52	10.52	0.00
250	249	BOVEDA	513.47	1.26	0.45	0.00	10.52	10.52	0.00
250	250	BOVEDA	510.92	1.10	0.42	0.00	10.52	10.52	0.00
251	250	BOVEDA	510.92	1.10	0.42	0.00	10.52	10.52	0.00
251	251	BOVEDA	510.92	1.10	0.42	0.00	10.52	10.52	0.00
252	251	BOVEDA	508.74	0.97	0.49	0.00	10.52	10.52	0.00
252	252	BOVEDA	508.74	0.97	0.49	0.00	10.52	10.52	0.00
253	252	BOVEDA	508.74	0.97	0.49	0.00	10.52	10.52	0.00
253	253	BOVEDA	507.52	1.67	0.64	0.00	10.52	10.52	0.00
254	253	BOVEDA	507.52	1.67	0.64	0.00	10.52	10.52	0.00
254	254	BOVEDA	505.25	1.25	0.69	0.00	10.52	10.52	0.00
255	254	BOVEDA	505.25	1.25	0.69	0.00	10.52	10.52	0.00
255	255	BOVEDA	505.25	1.25	0.69	0.00	10.52	10.52	0.00
256	255	BOVEDA	503.09	1.34	0.71	0.00	10.52	10.52	0.00
256	256	BOVEDA	503.09	1.34	0.71	0.00	10.52	10.52	0.00
257	256	BOVEDA	503.09	1.34	0.71	0.00	10.52	10.52	0.00
257	257	BOVEDA	501.56	1.32	0.85	0.00	10.52	10.52	0.00
258	257	BOVEDA	501.56	1.32	0.85	0.00	10.52	10.52	0.00
258	258	BOVEDA	501.56	1.32	0.85	0.00	10.52	10.52	0.00
259	258	BOVEDA	501.52	1.99	1.09	0.00	10.52	10.52	0.00
259	259	BOVEDA	501.52	1.99	1.09	0.00	10.52	10.52	0.00
260	259	BOVEDA	499.77	1.00	1.23	0.00	10.52	10.52	0.00
260	260	BOVEDA	499.77	1.00	1.23	0.00	10.52	10.52	0.00
261	260	BOVEDA	511.22	8.31	9.86	0.00	10.52	10.52	0.00
261	261	BOVEDA	509.51	9.11	9.97	0.00	10.52	10.52	0.00
262	261	BOVEDA	509.51	9.11	9.97	0.00	10.52	10.52	0.00
262	262	BOVEDA	509.51	9.11	9.97	0.00	10.52	10.52	0.00
263	262	BOVEDA	508.98	9.35	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
263	263	BOVEDA	508.98	9.35	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
264	263	BOVEDA	508.98	9.35	10.28	0.00	10.52	10.52	0.00
264	264	BOVEDA	510.96	9.63	10.67	0.00	10.52	10.52	0.00
265	264	BOVEDA	510.96	9.63	10.67	0.00	10.52	10.52	0.00
265	265	BOVEDA	510.96	9.63	10.67	0.00	10.52	10.52	0.00
266	265	BOVEDA	510.15	8.79	10.97	0.00	10.52	10.52	0.00
266	266	BOVEDA	510.15	8.79	10.97	0.00	10.52	10.52	0.00
267	266	BOVEDA	509.41	8.78	11.16	0.00	10.52	10.52	0.00
267	267	BOVEDA	509.41	8.78	11.16	0.00	10.52	10.52	0.00
268	267	BOVEDA	509.41	8.78	11.16	0.00	10.52	10.52	0.00
268	268	HASTIAL	513.08	15.40	12.27	0.00	6.71	6.71	0.00
269	268	HASTIAL	513.08	15.40	12.27	0.00	6.71	6.71	0.00
269	269	HASTIAL	513.08	15.40	12.27	0.00	6.71	6.71	0.00
270	269	HASTIAL	549.72	15.02	12.32	0.00	7.19	7.19	0.00
270	270	HASTIAL	549.72	15.02	12.32	0.00	7.19	7.19	0.00
271	270	HASTIAL	549.72	15.02	12.32	0.00	7.19	7.19	0.00
271	271	HASTIAL	549.72	15.02	12.32	0.00	7.19	7.19	0.00
272	271	HASTIAL	549.72	15.02	12.32	0.00	7.19	7.19	0.00
272	272	HASTIAL	552.18	36.56	3.69	-22.83	7.22	7.22	0.00
273	272	HASTIAL	552.18	36.56	3.69	-22.83	7.22	7.22	0.00

4.1.3.5 Resumen

Los resultados de los esfuerzos obtenidos por dovela en el dimensionamiento, son los siguientes:

	A _{INT} (cm ² /m)	A _{EXT} (cm ² /m)	A _{ST} (cm ² /m ²)
BOVEDA	18,93	18,93	0,00
HASTIAL	13,37	13,37	0,00
SOLERA	18,25	14,54	0,00



[3576]

A.6.10. Excavación en Caverna

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA



003218

<p>A.6.10.</p> <p>Nº DOCUMENTO</p>	<p>A) DISEÑO DE INGENIERÍA</p> <p>TIPO DE DOCUMENTO</p>
-------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

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

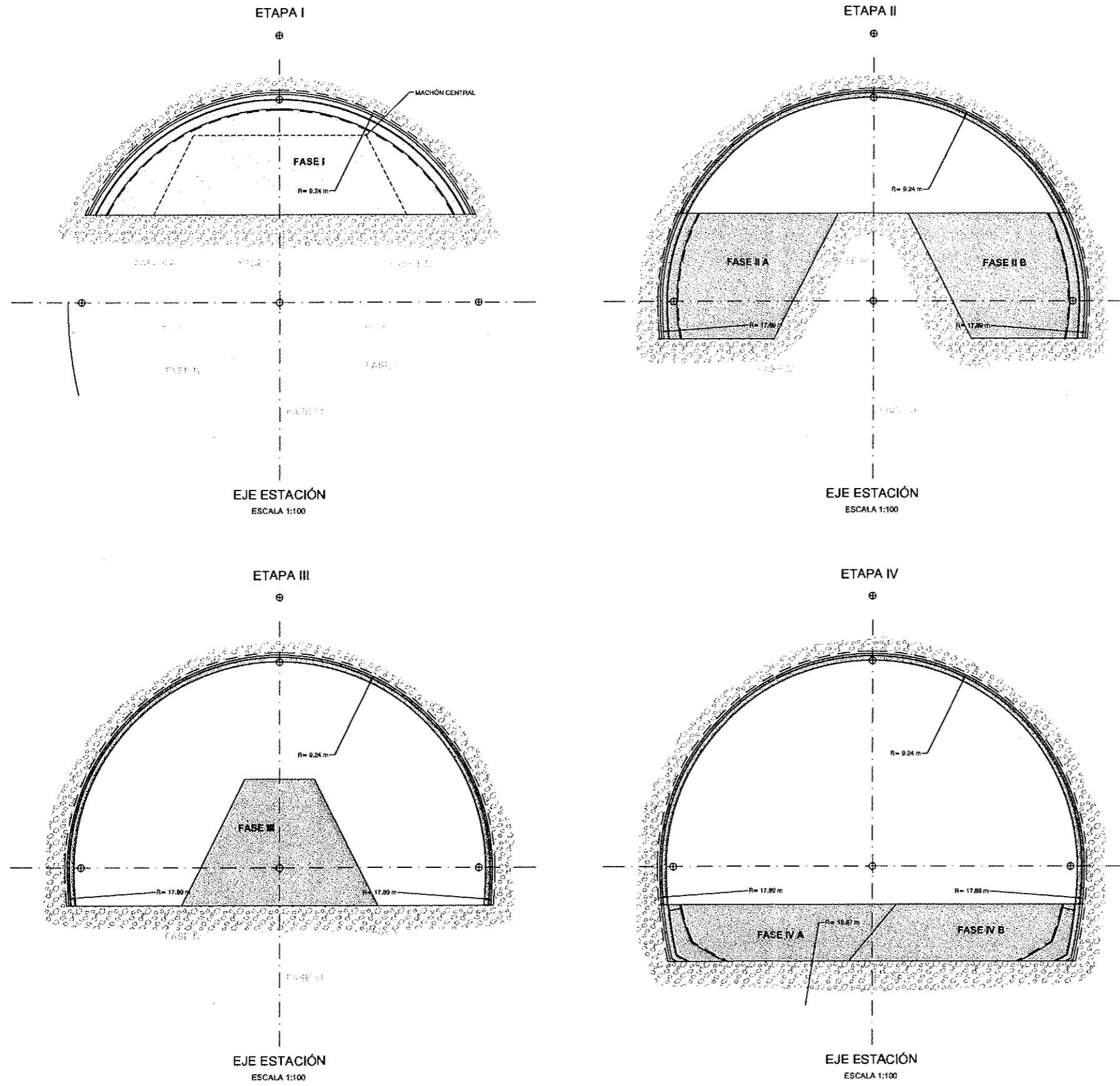
A.6.10. EXCAVACIÓN EN CAVERNA

APÉNDICE 4. PLANOS



CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
1103-PLOC-EST-CON-CV	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONES EN CAVERNA. EST. 27. JAVIER PRADO. EJE ESTACIÓN. FASES DE EXCAVACIÓN	1:100	P005
1103-PLOC-EST-CON-CV	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONES EN CAVERNA. EST. 27. JAVIER PRADO. EJE ESTACIÓN. SECCIÓN TIPO	1:50	P006
1103-PLOC-EST-CON-CV	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONES EN CAVERNA. EST. 27. JAVIER PRADO. CONEXIÓN. FASES DE EXCAVACIÓN	1:100	P007
1103-PLOC-EST-CON-CV	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONES EN CAVERNA. EST. 27. JAVIER PRADO. CONEXIÓN. FASES DE EXCAVACIÓN	1:50	P008
1103-PLOC-EST-CON-CV	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONES EN CAVERNA. EST. 27. JAVIER PRADO. LATERAL. FASES DE EXCAVACIÓN	1:50	P009
1103-PLOC-EST-CON-CV	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTACIONES EN CAVERNA. EST. 27. JAVIER PRADO. LATERAL. FASES DE EXCAVACIÓN	1:50	P010
1203-PLOC-TUN-CON-AP	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. TERCERA VÍA. FASES DE EXCAVACIÓN	1:50	P001
1203-PLOC-TUN-CON-AP	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES. TÚNEL DE LÍNEA. TERCERA VÍA. DETALLES SOSTENIMIENTO	1:50	P002

SECCIÓN TIPO EJE ESTACIÓN



* 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.

* Etapa III:

- o Excavación de la destroza central (FASE III).

* Etapa IV:

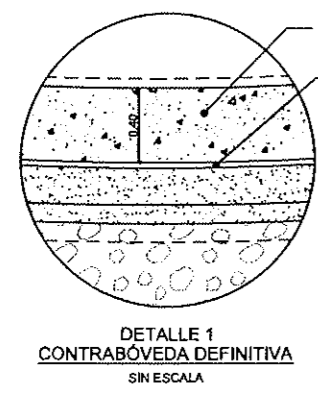
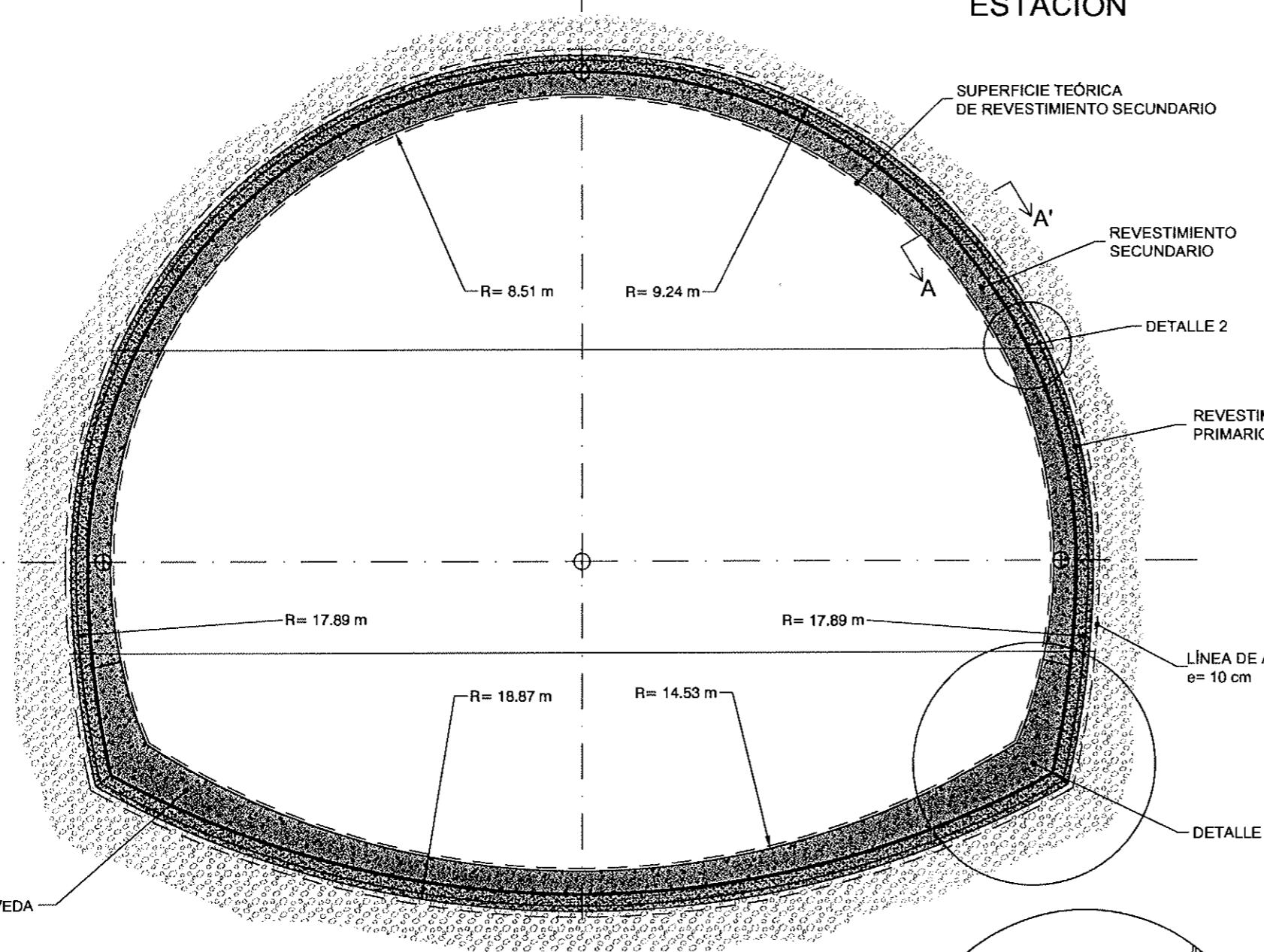
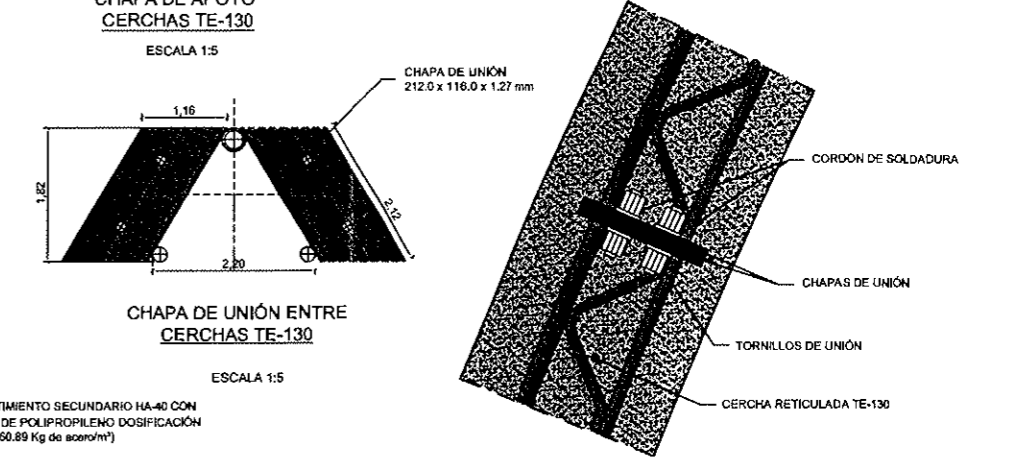
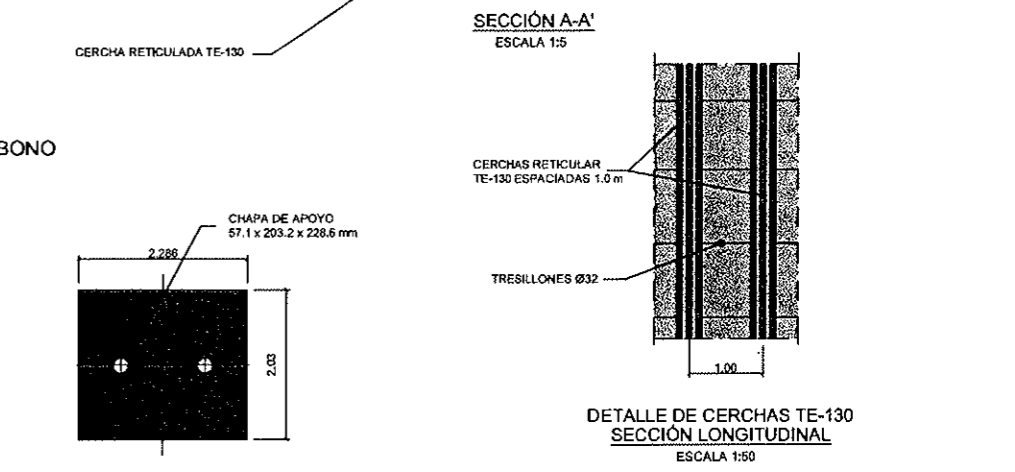
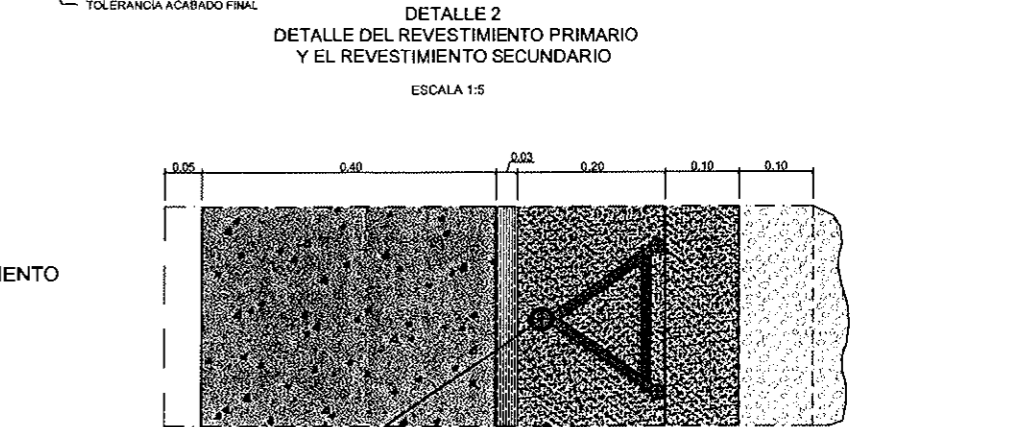
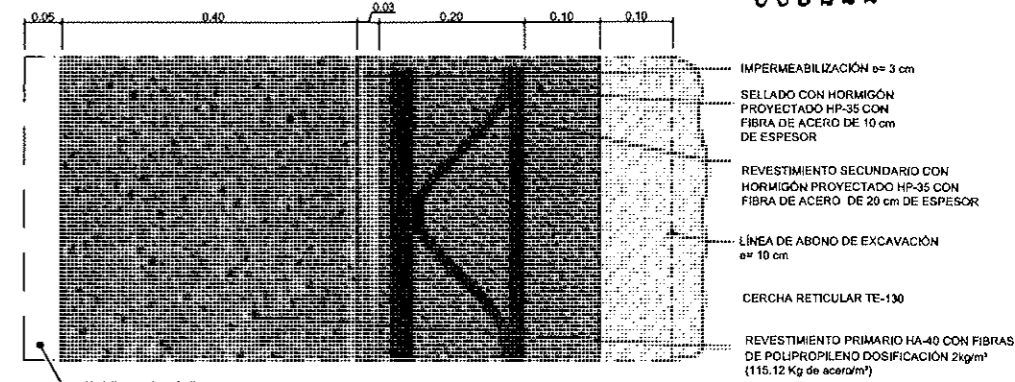
- a) Excavación del rebaje izquierdo (FASE IV A).
- b) Ejecución del revestimiento primario rebaje izquierdo.
- c) Excavación del rebaje derecho (FASE IV B).
- d) Ejecución del revestimiento primario del derecho.

NOTAS:

- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m, excepto en la FASE III que no tiene limitación en este sentido.
- La FASE I de excavación se ejecutará utilizando "machón central".

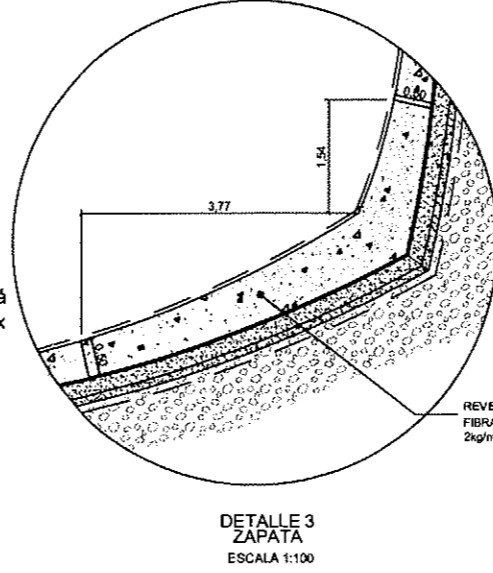
x:\trabajo\trabajos_externos\200857 metro de lima\planos\entrega 7-2-2014\caavemas1100-ploc-est-con-cv-p005-p010.dwg - 10/02/2014 - 09:30

SECCIÓN TIPO EJE ESTACIÓN

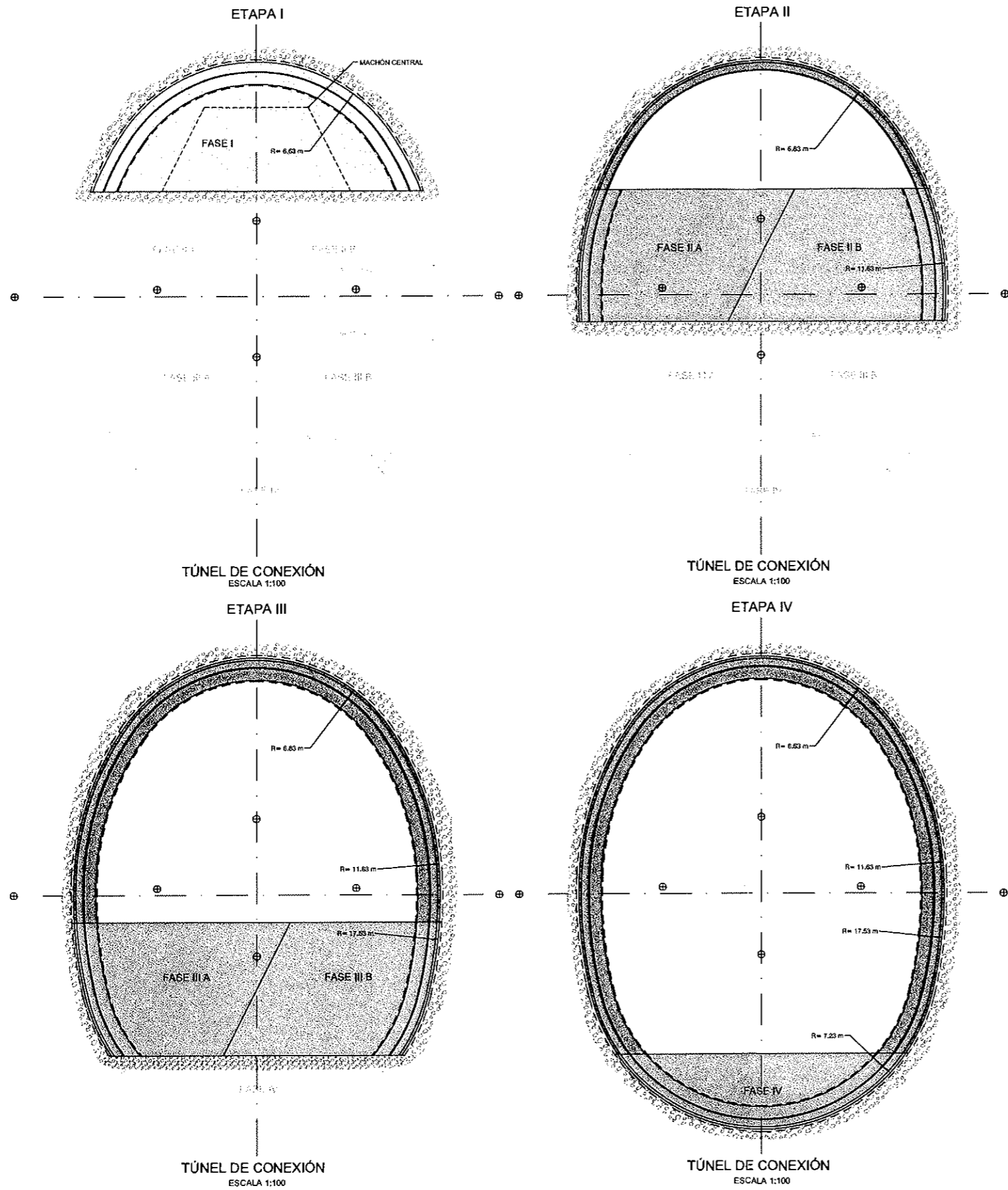


NOTAS:

- Antes del inicio de la excavación de la caverna y desde en túnel de conexión, se ejecutará un paraguas de micropilotes de 152 mm de diámetro con tubería de acero N80, Ø106 mm x 7 mm y 12 mm de longitud.
- En las intersecciones con los túneles laterales se reforzará el revestimiento primario y el revestimiento secundario en una distancia igual a la del ancho del túnel lateral. El refuerzo en el revestimiento primario consistirá en colocar cerchas cada 0,5 m y aumentar en 10 cm la segunda capa de hormigón, pasando a 30 cm y en el revestimiento secundario se aumentara en 10 cm el espesor del hormigón armado, pasando a 50 cm en bóveda y contrabóveda y a 60 cm en la unión de la bóveda y la contrabóveda. Se mantendrá la cuantía del acero.



x:\trabajo\trabajo delhecho\20057_metro de lima\trabajo\103-ploc-est-con-cv-p005-p010.dwg - 1002/2014 - 08:31



SECCIÓN TIPO EJE DE CONEXIÓN

* 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 del revestimiento secundario de la bóveda.

* Etapa III:

- a) Excavación de la destroza lateral izquierda (FASE III A).
- b) Ejecución del revestimiento secundario de la destroza lateral izquierda.
- c) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral izquierda.
- d) Excavación de la destroza lateral derecha (FASE III B).
- e) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral derecha.
- f) Ejecución del revestimiento secundario de la destroza lateral derecha.

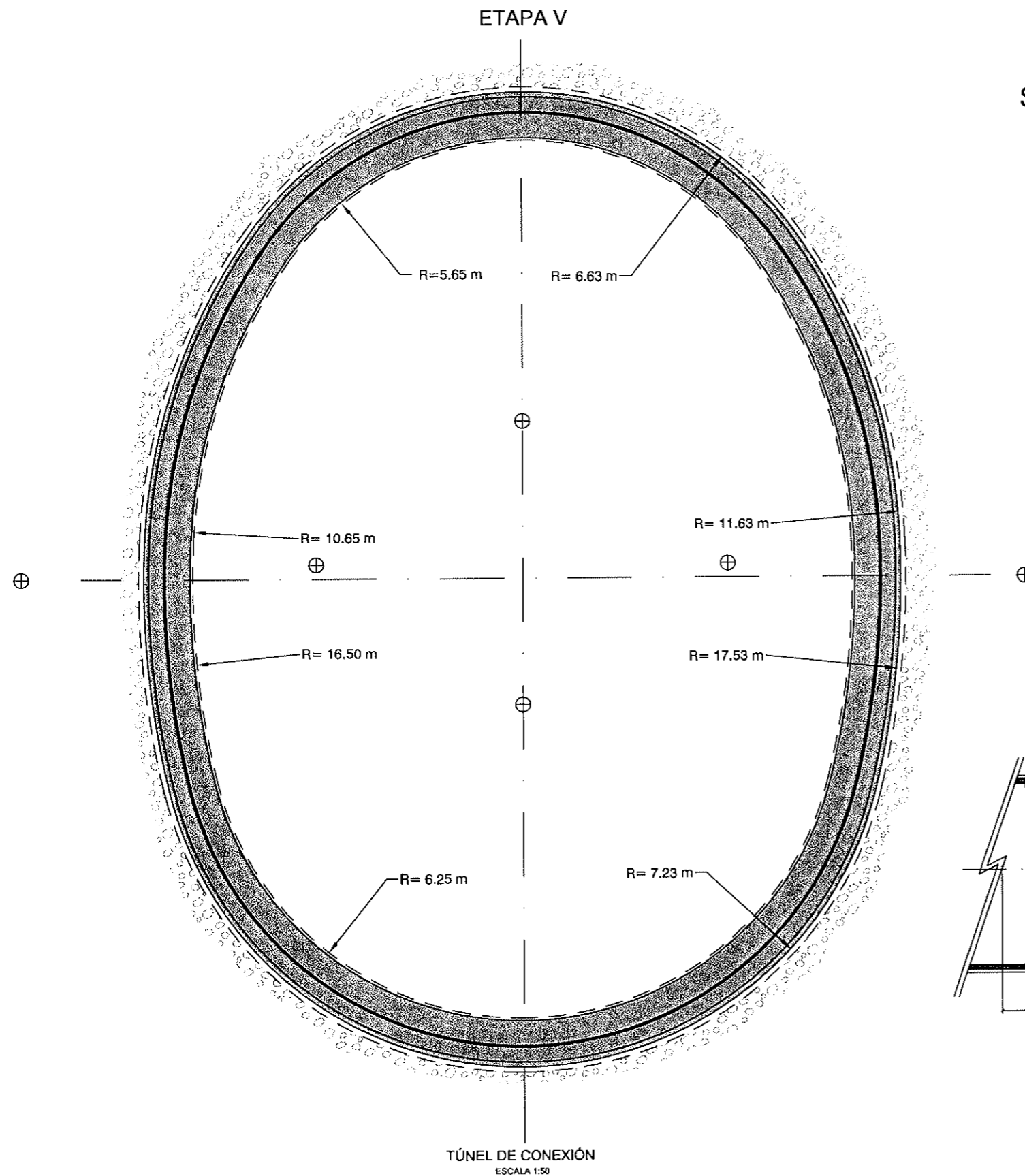
* Etapa IV:

- a) Excavación de la contrabóveda (FASE IV)
- b) Ejecución del revestimiento primario de la contrabóveda.

NOTAS:

- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m, excepto en la FASE III que no tiene limitación en este sentido.
- La FASE I de excavación se ejecutará utilizando "machón central".

x:\mauricio\trabajo de tesis\1002267 metro de lima\tunel\traza 7-2-2014\cavemas1103-ploc-est-con-cv-p005-p010.dwg - 10/02/2014 - 09:33



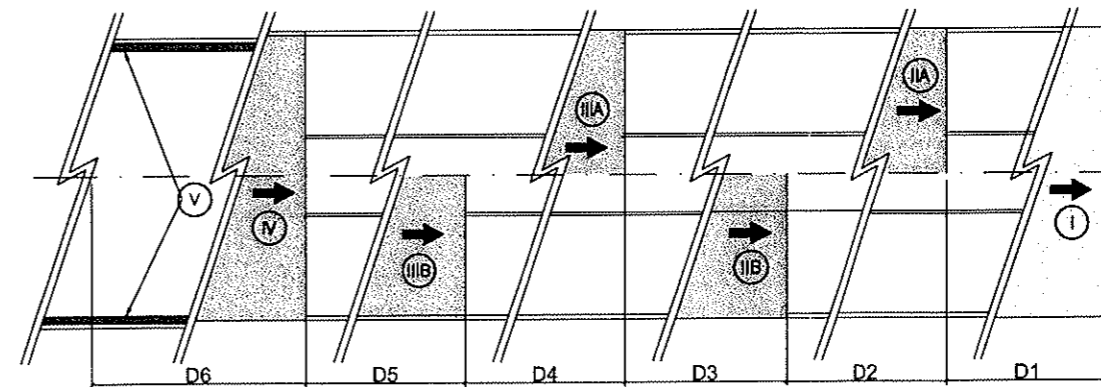
SECCIÓN TIPO EJE DE CONEXIÓN

- * Etapa V:
 - a) Ejecución del revestimiento secundario de la contrabóveda.

- NOTAS:
- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m.

ESQUEMA PLANIMETRICO

SIN ESCALA

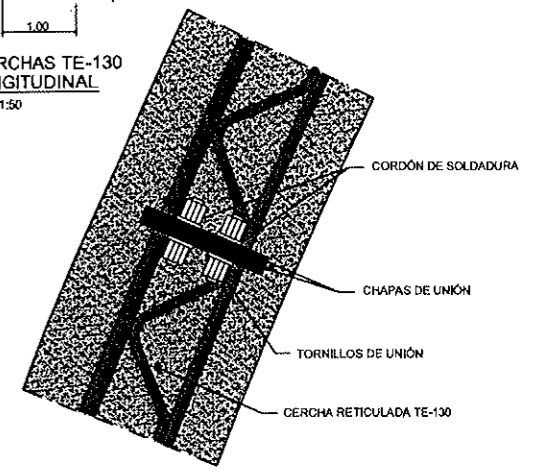
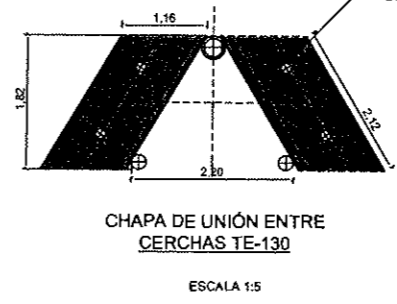
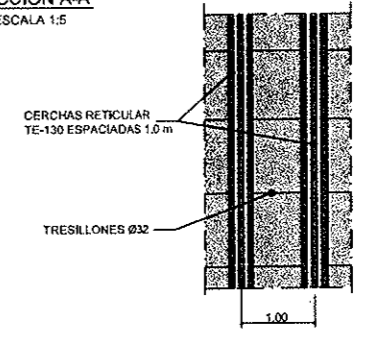
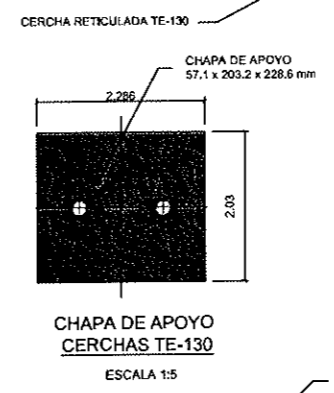
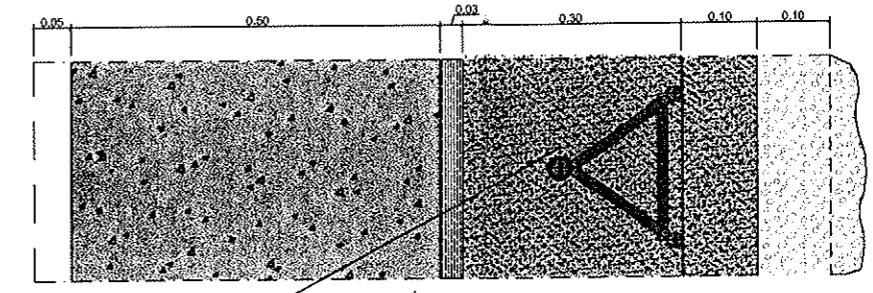
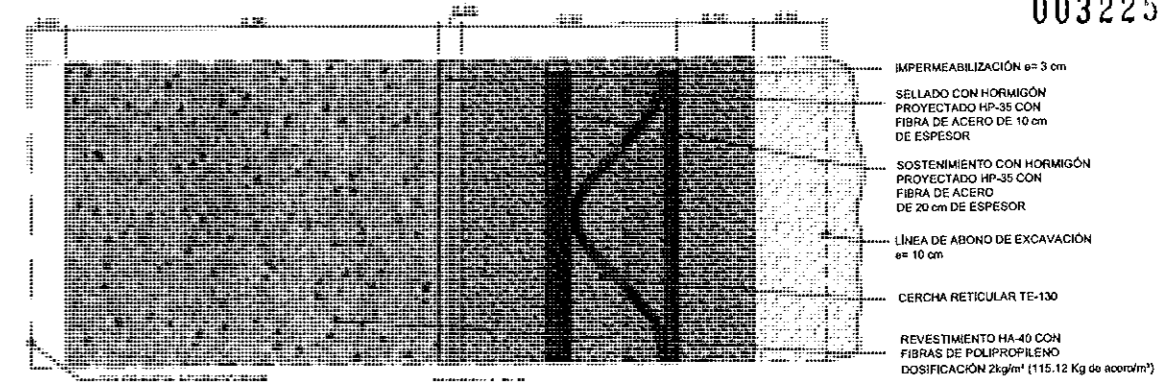
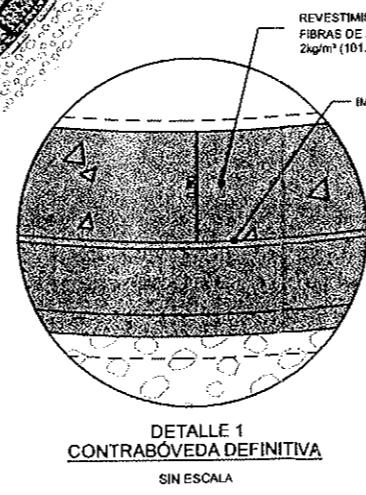
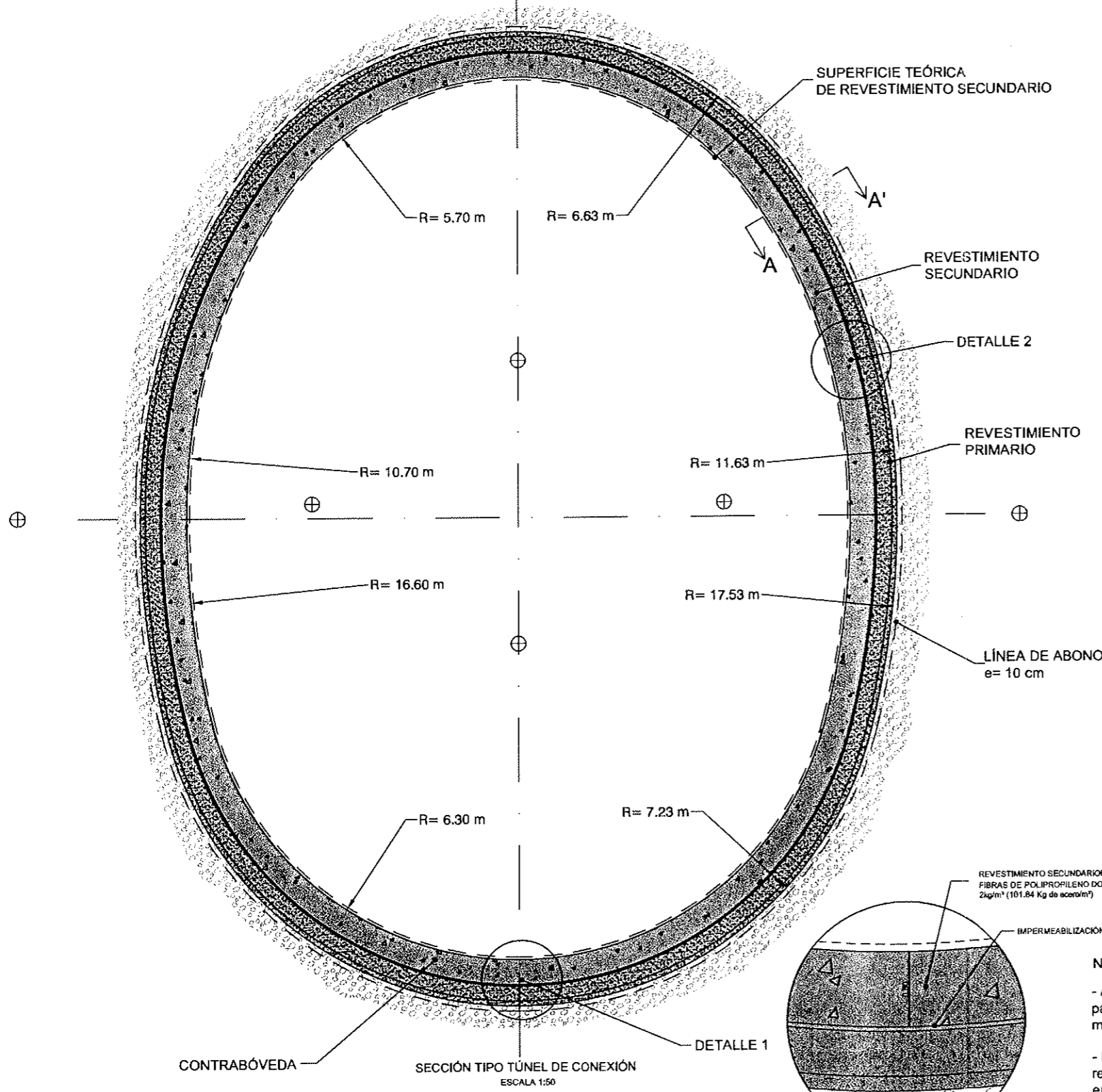


Distancias entre los frentes de excavación:

- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 ≥ 15 m.
- D4 = 10 m.
- D5 = 1 m.
- D6 ≥ 15 m.

x:\muro\trabaja\p05\definición\202027_metro de línea\lunavertiga 7-2-2014\avermas\1103-ploc-est-con-cv-p010.dwg - 10/02/2014 - 09:23

SECCIÓN TIPO TÚNEL DE CONEXIÓN

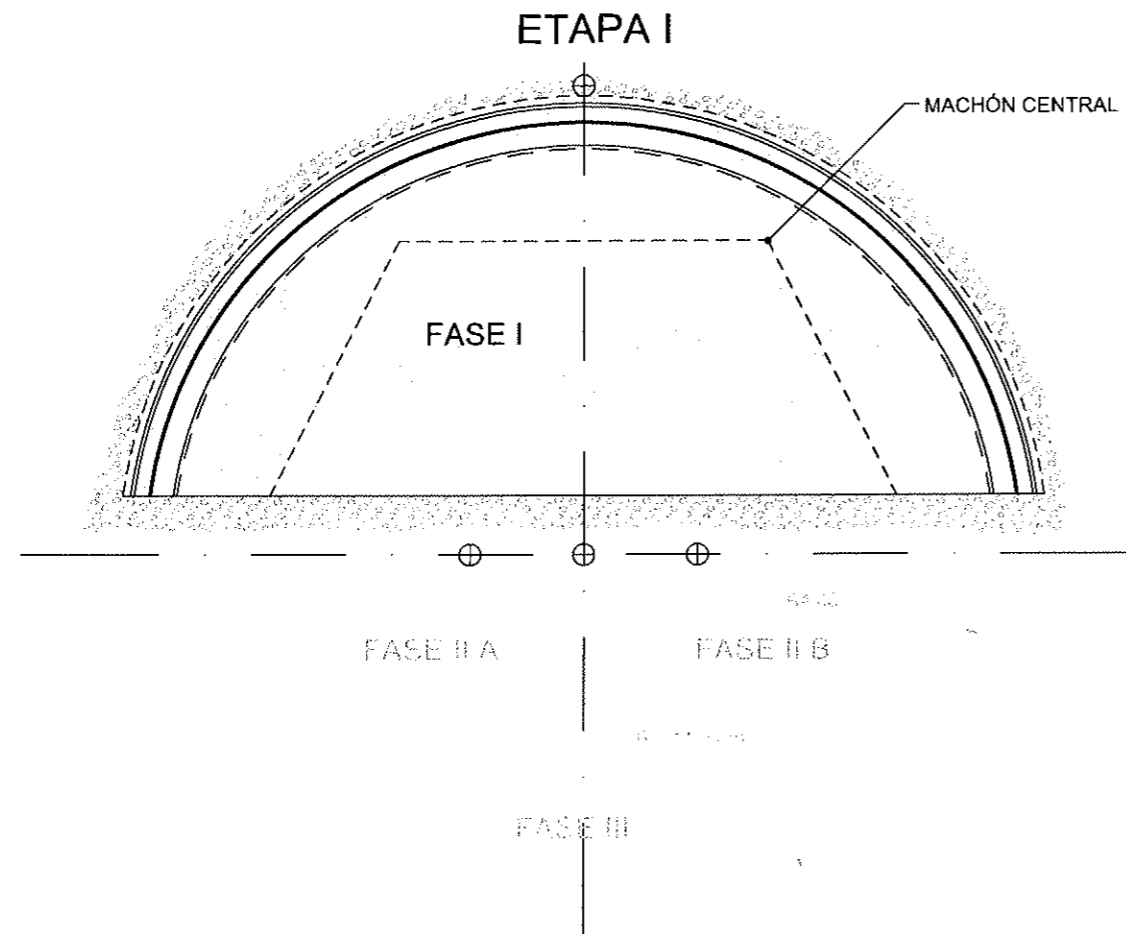


NOTAS:

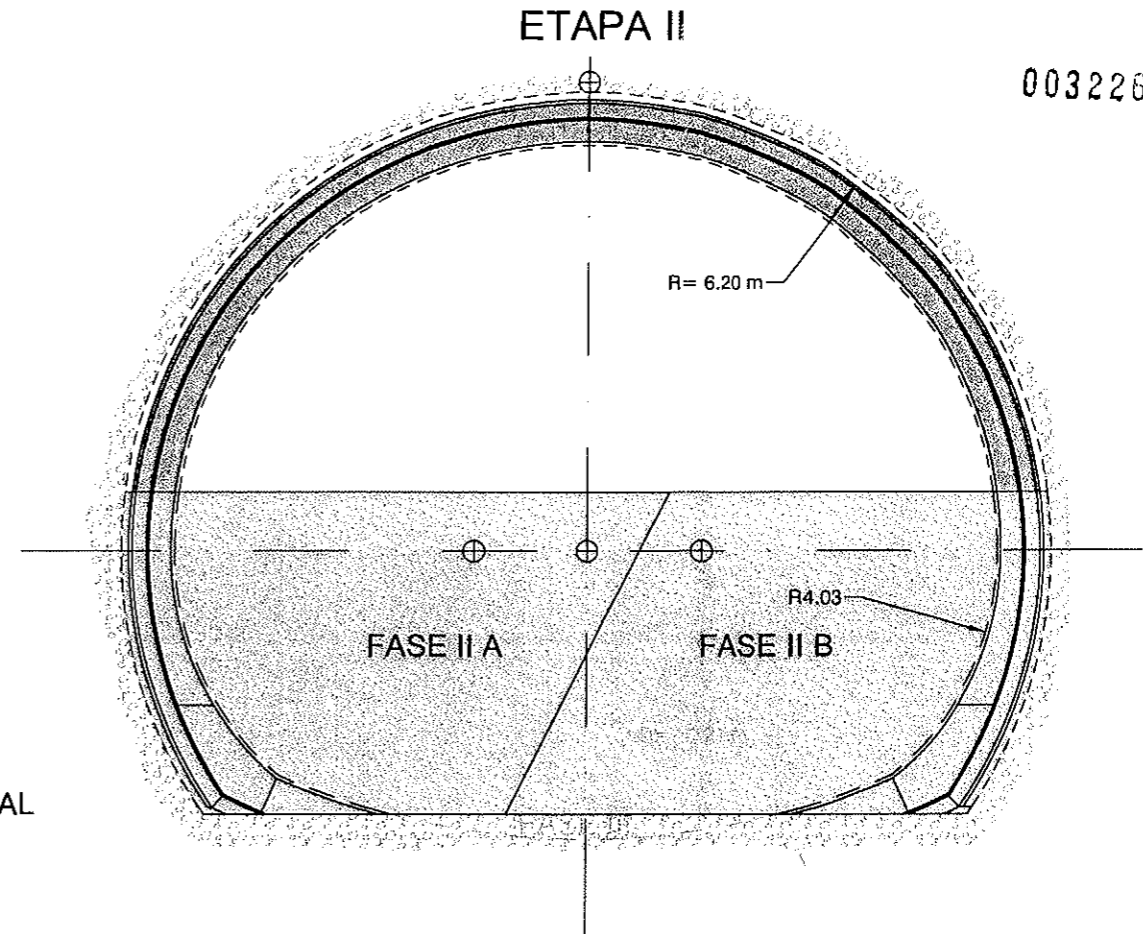
- Antes del inicio de la excavación de la caverna y desde el pozo vertical, se ejecutará un paraguas de micropilotes de 152 mm de diámetro con tubería de acero N80, Ø106 mm x 7 mm y 12 mm de longitud.
- En las intersecciones con los túneles laterales se reforzará el revestimiento primario y el revestimiento secundario en una distancia igual a la del ancho del túnel lateral. El refuerzo en el revestimiento primario consistirá en colocar cerchas cada 0,5 m y aumentar en 10 cm la segunda capa de hormigón, pasando a 30 cm y en el revestimiento secundario se aumentará en 10 cm el espesor del hormigón armado, pasando a 50 cm en bóveda y contrabóveda y a 60 cm en la unión de la bóveda y la contrabóveda. Se mantendrá la cuantía del acero.

DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-130 AVANCE - DESTROZA SIN ESCALA

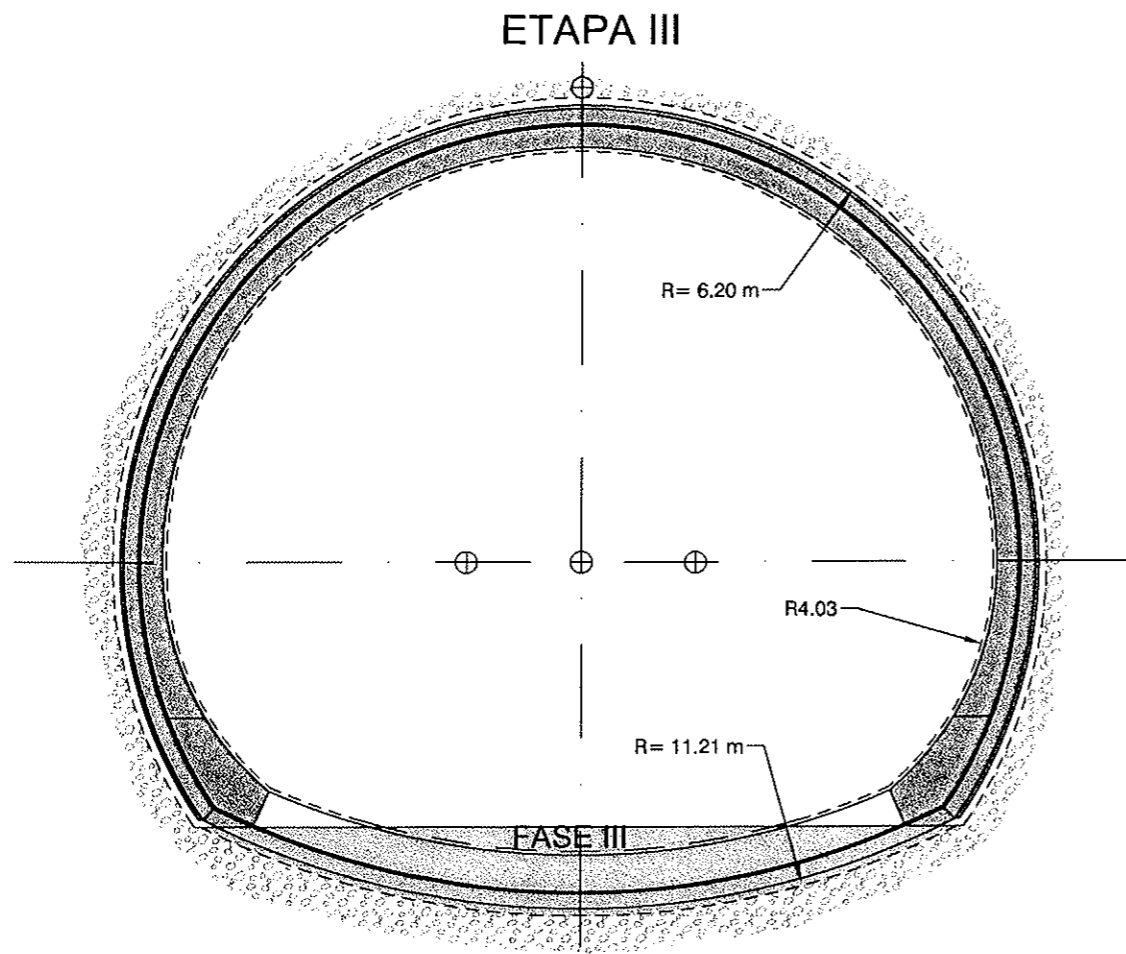
x:\trabajo\trabajos de ingeniería\200607 metro de lima\tunel\temimga_7-2-2014\tuemas1103-plc-est-con-cv-p005-p010.dwg - 10/02/2014 - 09:34



TÚNEL LATERAL
ESCALA 1:50



TÚNEL LATERAL

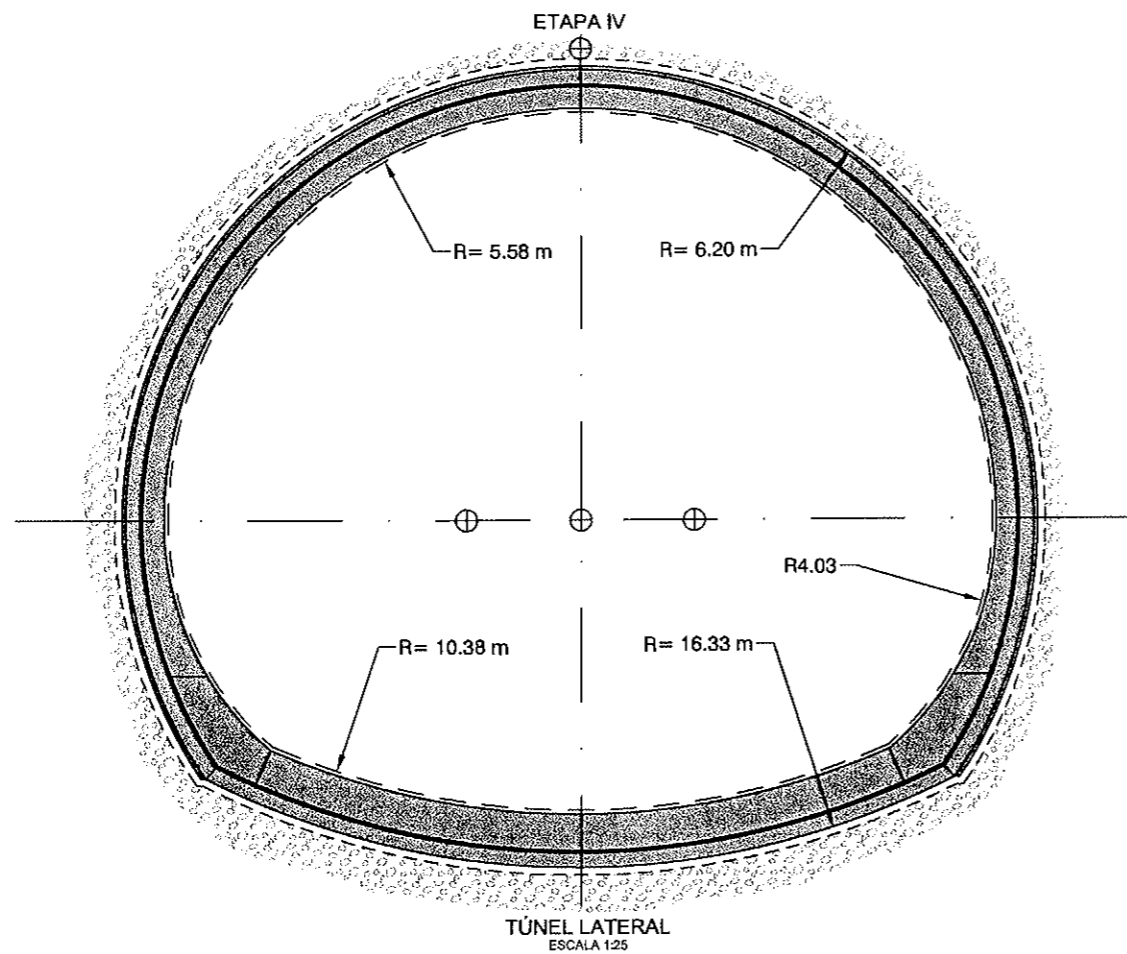


- * Etapa I:
 - a) Excavación de la bóveda con machón central (FASE I).
 - b) Ejecución del revestimiento primario de la bóveda.
 - c) Excavación del machón central.
- * Etapa II:
 - a) Excavación de la destroza lateral izquierda (FASE II A).
 - b) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral izquierda.
 - c) Excavación de la destroza lateral derecha (FASE II B).
 - d) Ejecución del revestimiento primario de la destroza lateral derecha.
- * Etapa III:
 - a) Excavación de la contrabóveda (FASE III)
 - b) Ejecución del revestimiento primario de la contrabóveda.

NOTAS:

- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m, excepto en la FASE III que no tiene limitación en este sentido.
- La FASE I de excavación se ejecutará utilizando "machón central".

x:\trabajo\trabajos de licitación\003226\metro de lima\tunel\entrega 7-2-2014\cavemas\1100-plb-est-con-cv-p005-p010.dwg - 10/02/2014 - 09:35



TÚNEL LATERAL

* Etapa IV:

- a) Ejecución de la contrabóveda y muros de arranque del revestimiento secundario.
- b) Ejecución de la bóveda del revestimiento secundario.

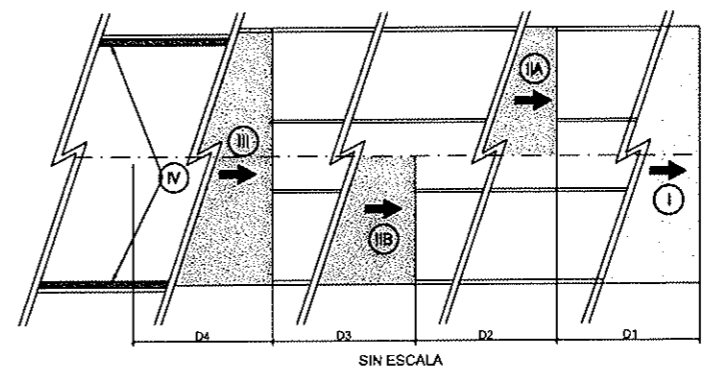
NOTAS:

- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m.

Distancias entre los frentes de excavación:

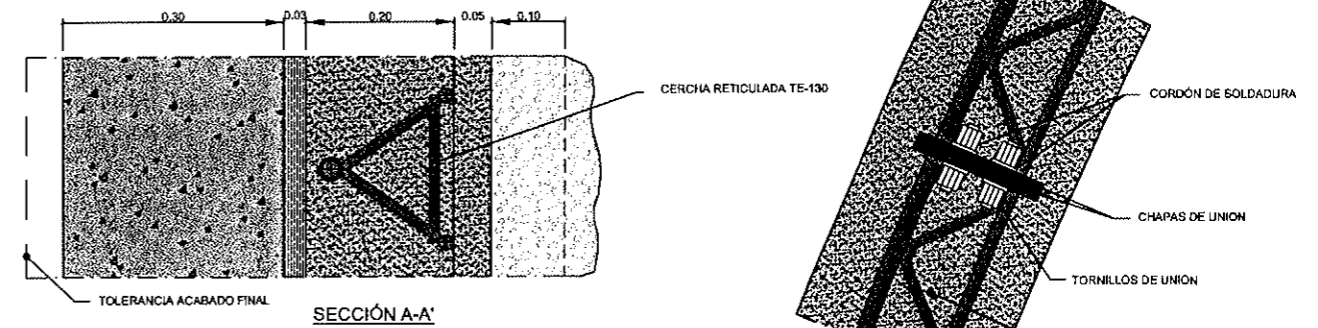
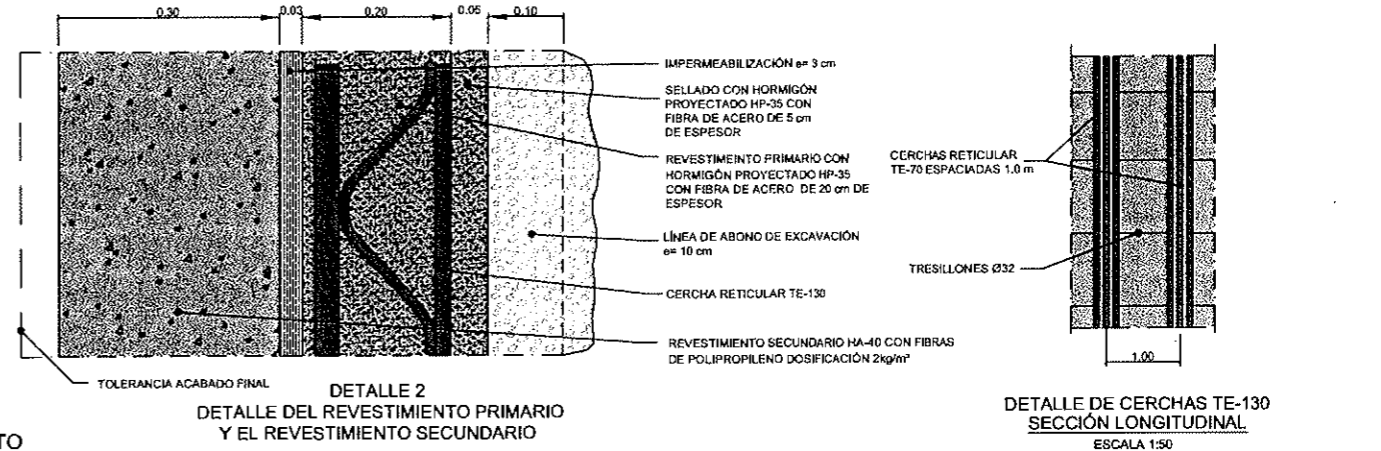
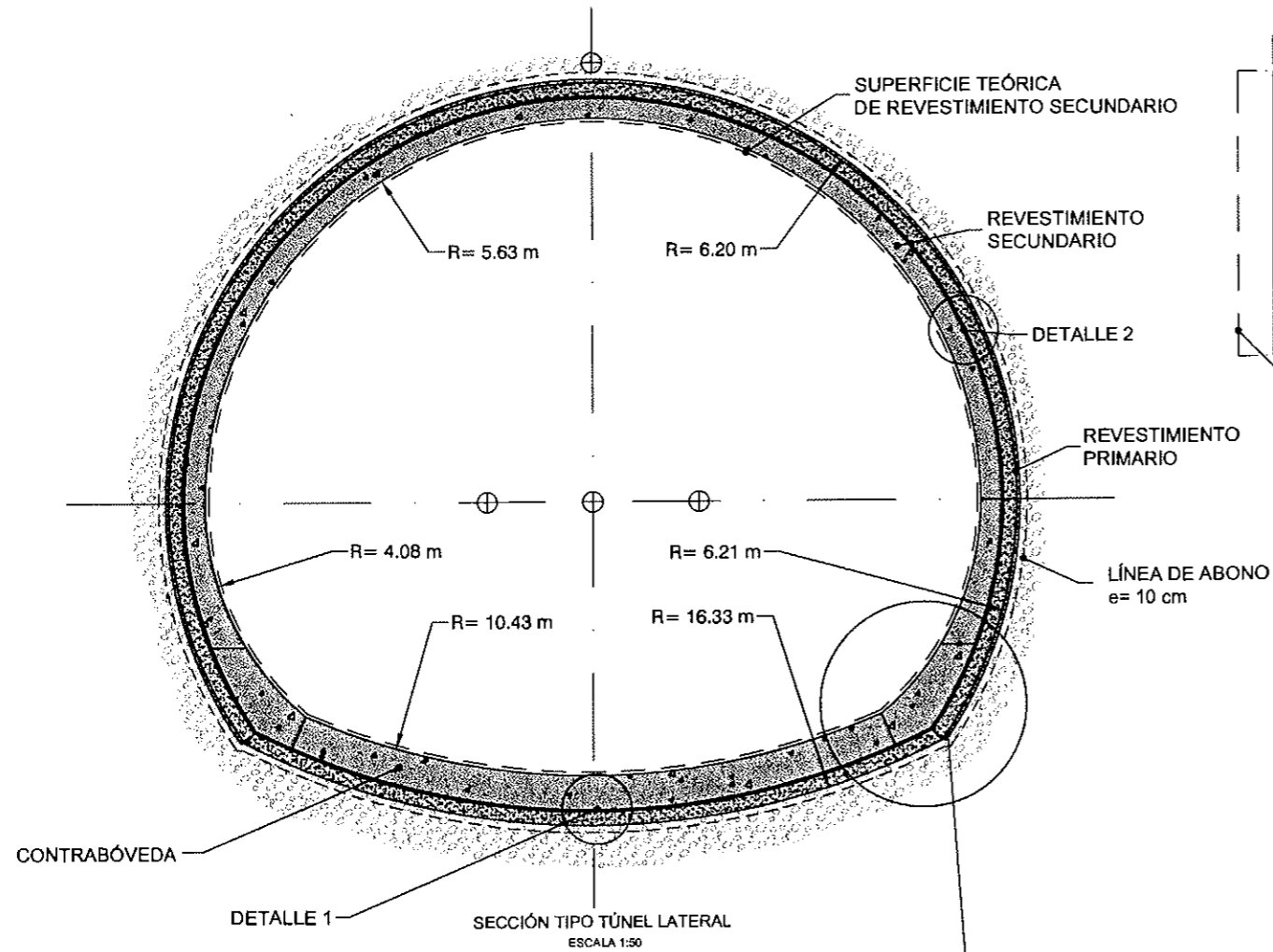
- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 ≥ 10 m.
- D4 ≥ 15 m.

ESQUEMA PLANIMETRICO

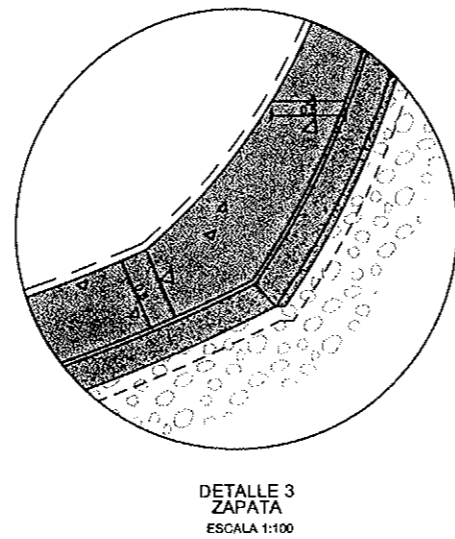
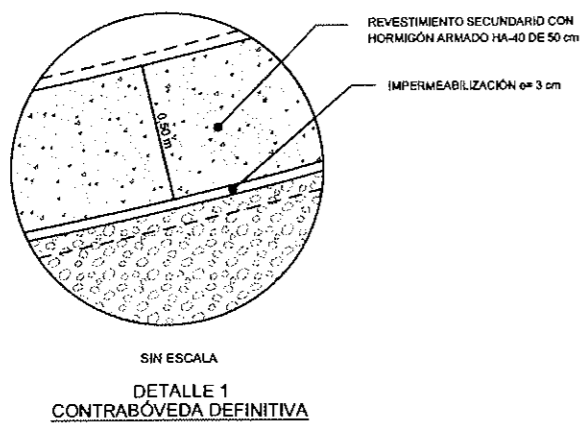
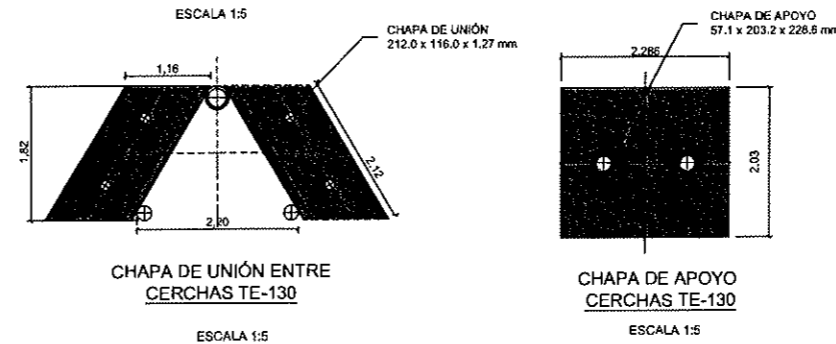


x:\trabajo\trabajos de línea\20057 metro de lima\túnel\trabajo 7-3-2014\caverna\1103-ploc-est-con-cv-p005-p010.dwg - 1/02/2014 - 09:35

SECCCIÓN TIPO TÚNEL LATERAL



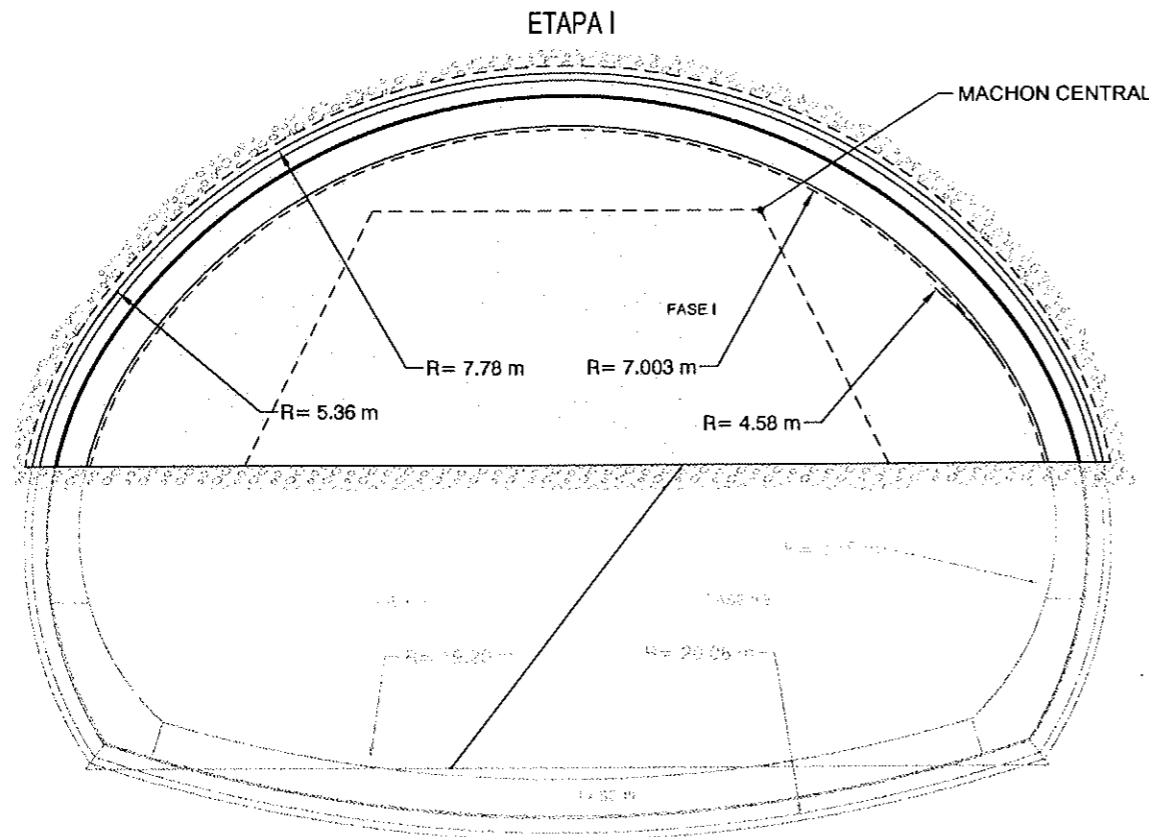
DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-130 AVANCE - DESTROZA SIN ESCALA



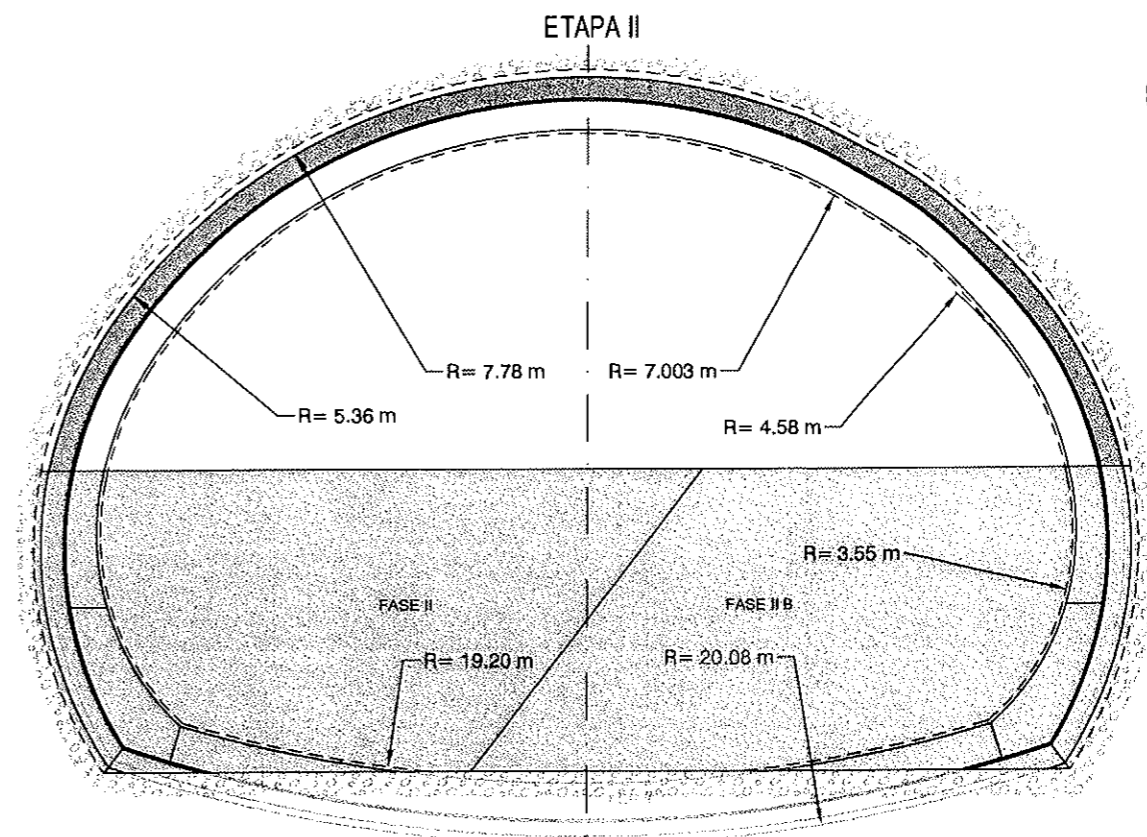
NOTAS:

- Antes del inicio de la excavación de la caverna y desde la caverna eje estación, se ejecutará un paraguas de micropilotes de 152 mm de diámetro con tubería de acero N80, Ø106 mm x 7 mm y 12 mm de longitud.
- En las intersecciones con los túneles laterales se reforzará el sostenimiento y el revestimiento en una distancia igual a la del ancho del túnel lateral. El refuerzo en el sostenimiento consistirá en colocar cerchas cada 0,5 m y aumentar en 10 cm la segunda capa de hormigón, pasando a 30 cm y en el revestimiento se aumentara en 10 cm el espesor del hormigón armado, pasando a 50 cm en bóveda y contrabóveda y a 60 cm en la unión de la bóveda y la contrabóveda. Se mantendrá la cuantía del acero.

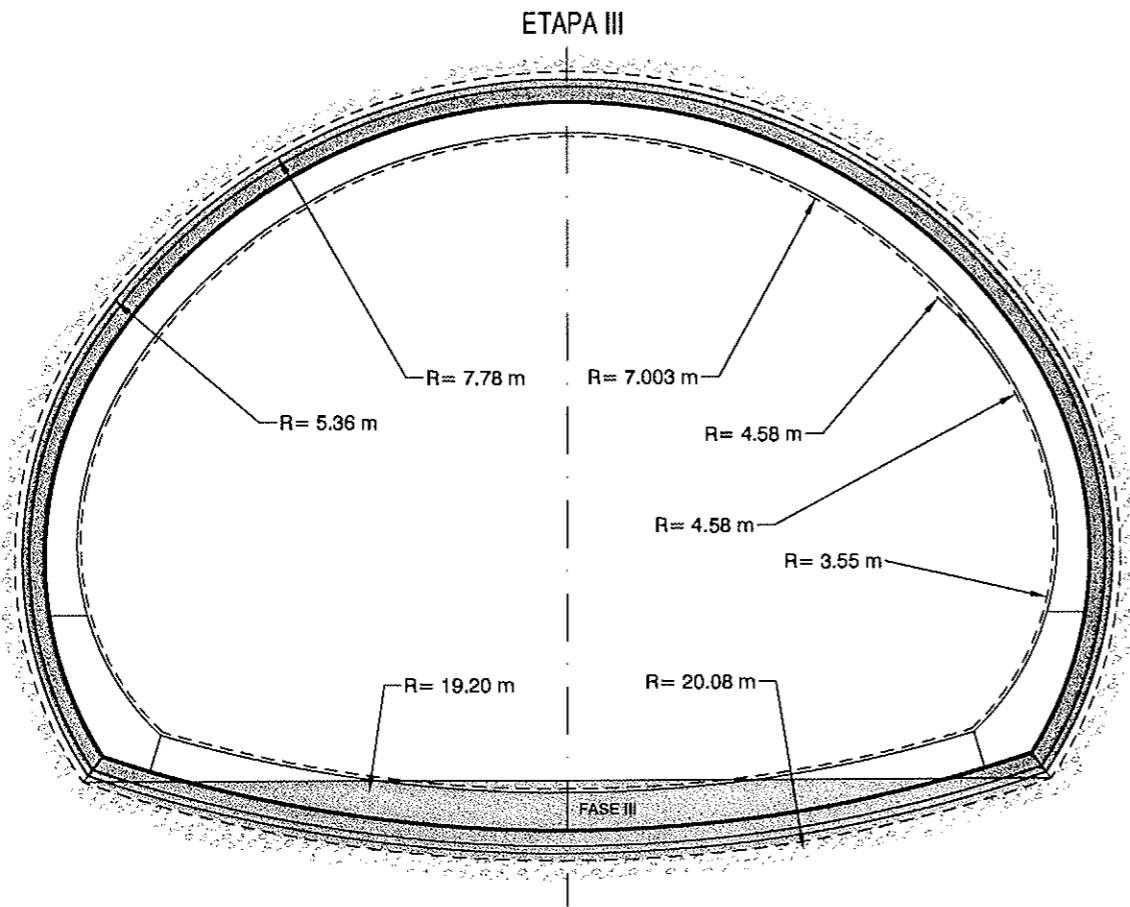
x:\municipal\trabajos de la red\red de línea 2\2014\caravinas\1103-ploc-est-con-cv-p005-p010.dwg - 10/02/2014 - 09:35



SECCIÓN TIPO TERCERA VÍA
Escala 1:50



SECCIÓN TIPO TERCERA VÍA
Escala 1:50



SECCIÓN TIPO TERCERA VÍA
Escala 1:50

SECCIÓN TIPO TERCERA VÍA

- * 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 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.
- * Etapa III:
 - a) Excavación de la contrabóveda (FASE III)
 - b) Ejecución del revestimiento primario de la contrabóveda.

x:\trabajo\trabajos de maquetación\200357 metro de lima\tunel\etapa 7-2-2014\arceera via\1203-ploc-tun-con-ap-p001-p002.dwg - 07/02/2014 - 13:13

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



CONSULTORES



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

ESCALA (A1):

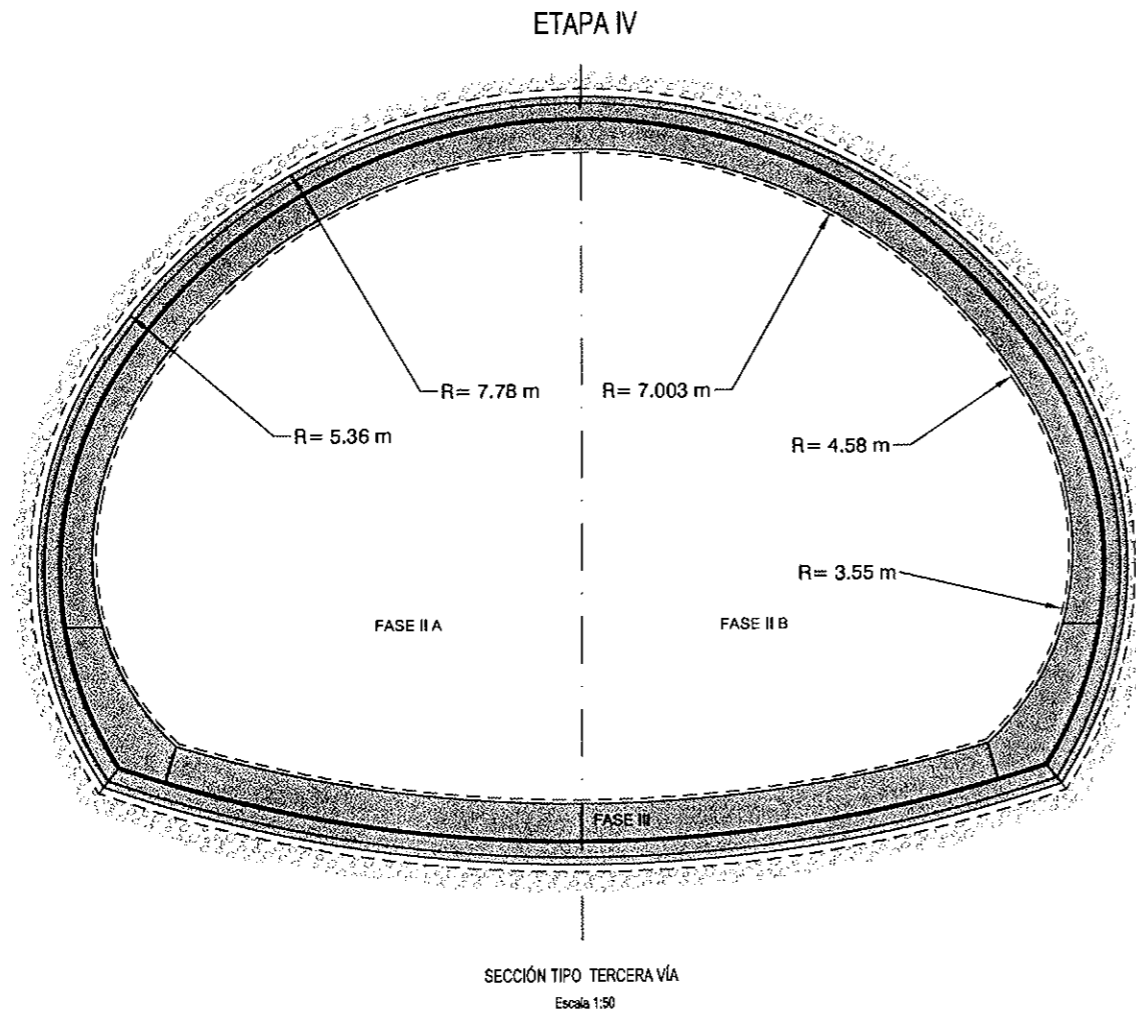
1:50

FECHA:
FEBRERO 2014

MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN. TÚNELES
TUNEL DE LÍNEA, TERCERA VÍA
FASES DE EXCAVACIÓN

PLANO Nº 1203-PLOC-TUN-CON-AP-P001

HUJA: 1 de 2
REVISIÓN: 1



TERCERA VÍA

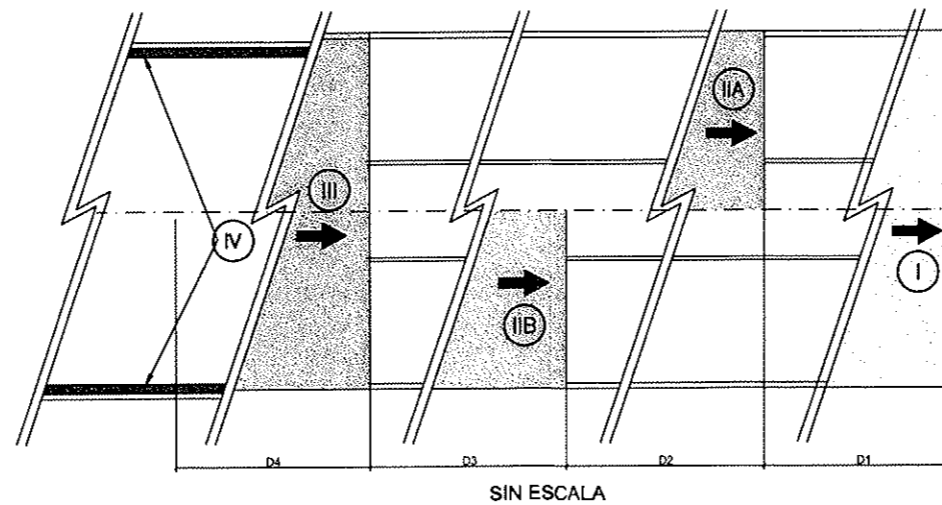
* Etapa IV:

- a) Ejecución de la contrabóveda y muros de arranque del revestimiento secundario.
- b) Ejecución de la bóveda del revestimiento secundario.

NOTAS:

- La longitud máxima de avance en cada FASE de excavación será de 1 m, excepto en la FASE III que no tiene limitación en este sentido.
- La FASE I de excavación se ejecutará utilizando "machón central".

ESQUEMA PLANIMÉTRICO

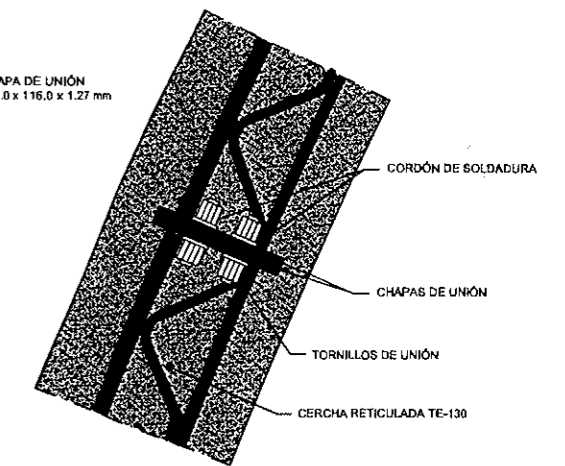
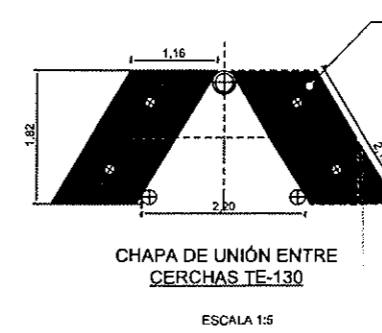
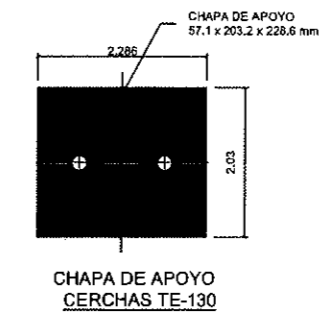
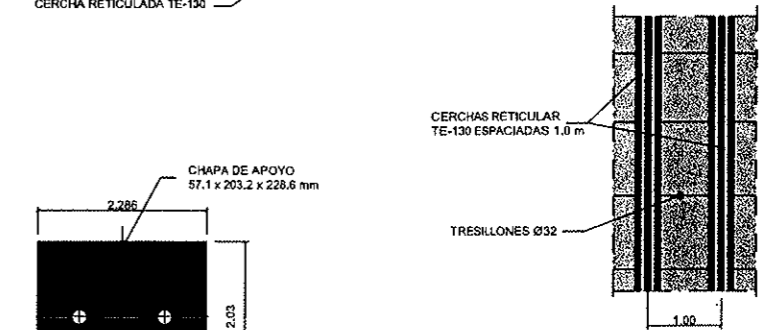
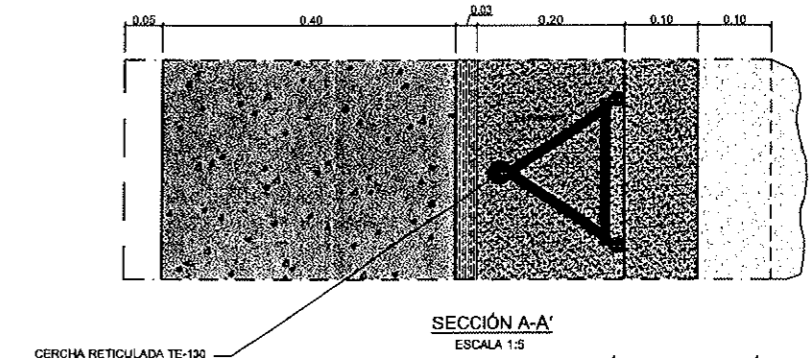
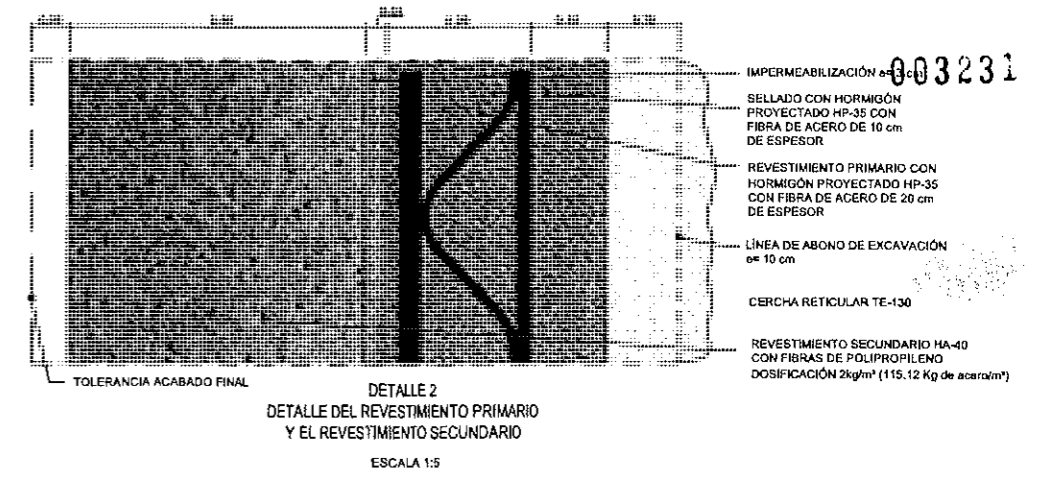
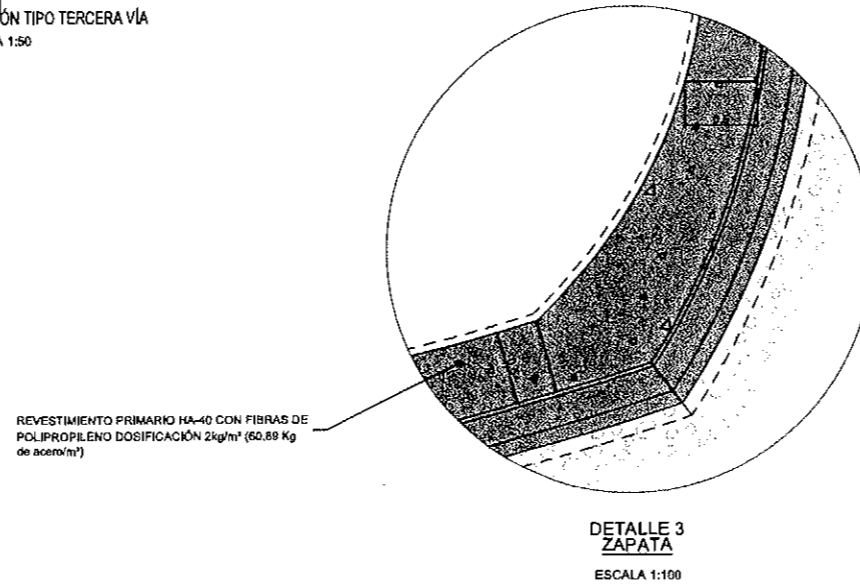
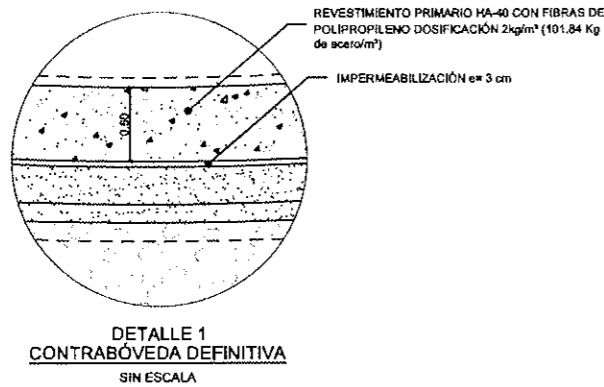
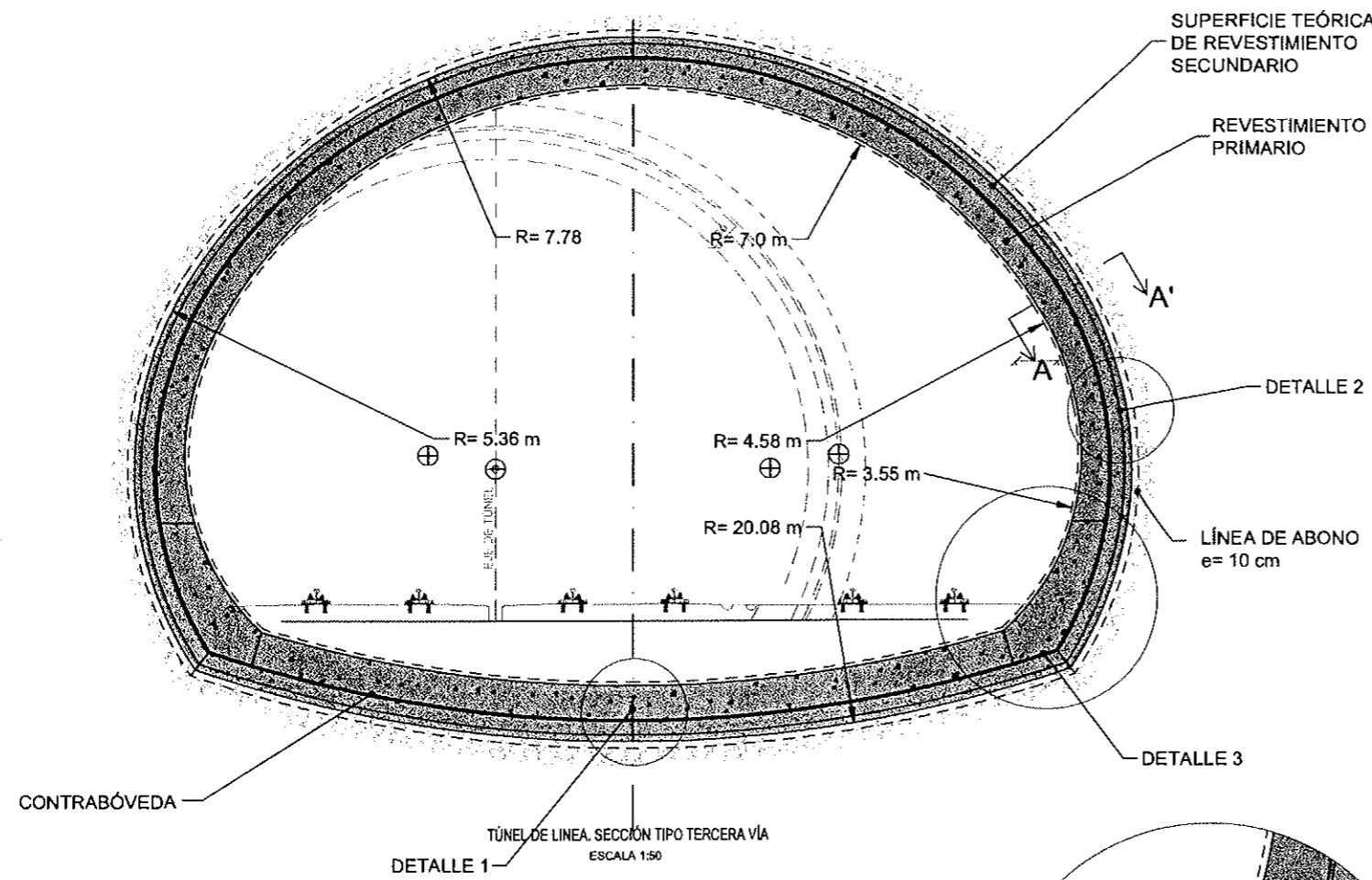


Distancias entre los frentes de excavación:

- D1 ≥ 15 m.
- D2 ≥ 10 m.
- D3 ≥ 10 m.
- D4 ≥ 15 m.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

TERCERA VÍA



DETALLES DE UNIÓN DE CERCHAS TE-130
AVANCE - DESTROZA
SIN ESCALA

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

x:\metro\trabajo de línea\tunel de línea\formatos\membrete_membrete_rev01.dwg - 12/12/2013 - 12:04