

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 ELECTROMECAÁNICO
	A.2.	CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES Apéndice 1: Planos
	A.3.	TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO Apéndice 1: Planos
TOMO 3	A.4.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registros de calicatas Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
	TOMO 4	Apéndice 5: Ensayos de laboratorio Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente Apéndice 7: Planos
TOMO 5	A.5.	TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
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 remales Bocanegra Apéndice 2. Cálculos Terceras Vías Apéndice 3. Cálculos remales Santa Anita Apéndice 4. Planos
	A.6.10.	Excavación en caverna Apéndice 1. Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos Apéndice 2. Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo



**INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA**

TOMO	CONTENIDO	
		Apéndice 3. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavemas Apéndice 4. Planos
TOMO 10	A.7.	ESTACIONES DE PASAJEROS
	A.7.1.	Memoria Descriptiva General por estación Apéndice 1: Planos definición funcional
	A.7.2.	Arquitectura por tipología de estación. Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo
TOMO 11	A.7.3.	Excavación y tratamiento de consolidación por tipología Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones
	A.7.4.	Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología. Apéndice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&C Apéndice 2: Dimensionamiento estructural. Estaciones cavema 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 tomiquetes	
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.8.1.	Memoria descriptiva de Integración física e inserción urbana Apéndice 1: Matriz de alteración del entorno urbano
TOMO 14	A.8.1.	Estaciones Línea 2 Apéndice 1: Planos de inserción urbana: L-2
	A.8.2.	Estaciones Línea 4 Apéndice 1: Planos de inserción urbana: L-4
	A.8.3.	Soluciones de Ingeniería
	A.8.4.	Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2
	A.8.5.	Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambetta Línea 4 Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra) Apéndice 1: Planos
A.9.	PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA	
TOMO 15	A.9.1.	Memoria descriptiva general
	A.9.2.	Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller Apéndice 1: Equipos Apéndice 2: Planos generales
	A.9.3.	Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia
	A.9.3.1.	Arquitectura de los Patios Taller. Apéndice 1: Planos
	A.9.3.2.	Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia Apéndice 1: Planos definición geométrica
	A.9.4.	Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia
TOMO 16	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
TOMO 17	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 Permanentea. 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.	Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía Férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres
	A.9.6.1.	Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres

INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 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 Service 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
ALEXONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



INDICE GENERAL
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

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



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
		K.1.2.	Plan de Seguridad y Salud
		K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción Apéndice 1: Fichas de inspección
		K.1.2.2	Plan de Seguridad y Salud en Explotación Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 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 ocurrencia para aceleración espectral T=0 s. Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias Apéndice 1: Planos
	O.2. O.2.1.	GEOMETRIA (Trazado) Trazado de las vías Apéndice 1: Planos
TOMO 32	O.3	TÚNELES
	O.3.1. O.3.2.	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	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres) Apéndice 1: Cálculos de remales Santa Anita Apéndice 2: Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación) Apéndice 1: Planos
	O.4	ESTACIONES
	O.4.1. O.4.2. O.4.3.	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
	O.4.4.	Estructuras Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 33		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
TOMO 34		Apéndice 3. Planos
TOMO 35	O.5.	PATIO TALLER SANTA ANITA
	O.5.1.	Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional Apéndice 1: Planos
	O.5.2	Excavaciones y muros de contención. Estructuras Apéndice 1: Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita Apéndice 1: Planos
	O.5.4	Plan de movimiento de tierras
O.6	CRONOGRAMA	
O.6.1.	Cronograma detallado Primera Etapa A	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL


A.7.7. 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.7.7. SIMULACIONES DE FLUJO DE PASAJEROS

Índice

1 Introducción2

2 Objetivos.....3

3 Metodología.....4

4 Modelo de simulación dinámica.....5

5 Resultados de la simulación6

5.1 Densidad – Niveles de Servicio (LOS).....6


5.2 Utilización del espacio8

5.3 Velocidad de los flujos.....8

5.4 Tiempo de evacuación8

APÉNDICE 1: CÁLCULOS DE EVACUACIÓN

APÉNDICE 2: INFORMES DE SIMULACIÓN


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



1 INTRODUCCIÓN

004313

Se ha realizado un estudio de simulación de flujos que cubre todas las diferentes casuísticas que se presentan en las 35 estaciones del proyecto, agrupándose dichas simulaciones en función de las diferentes tipologías de estación.

Tal como se ha explicado en los apartados anteriores, se ha propuesto básicamente una única tipología de estación que presenta tres variantes en cuanto al número de accesos de andén a vestíbulo, que denominamos cañones, conjunto de escaleras mecánicas y fijas, que van de dos a cuatro cañones por andén.

Una primera variante son las estaciones con 2 cañones de acceso de andén a vestíbulo. Corresponden a este grupo las estaciones de Puerto del Callao, Insurgentes, Oscar R. Benavides, Elio, La Alborada, Tingo María, Nicolás Ayllón, Circunvalación, Nicolás Arriola, Evitamiento, Colectora Industrial, La Cultura, Mercado Santa Anita, Vista Alegre, Gambetta, Canta Callao, Bocanegra, Aeropuerto, El Olivar, Quilca y Morales Duárez. De este grupo mayoritario de 21 estaciones, se ha estudiado todas las problemáticas asociadas al mismo, que se han podido agrupar dentro del análisis de dos estaciones representativas como pueden ser La Alborada y Evitamiento. Las simulaciones realizadas al efecto y sus conclusiones se detallan en el apéndice 2 que se adjunta a continuación.

El segundo grupo más numeroso corresponde a las estaciones con tres cañones, a saber: Buenos Aires, Juan Pablo II, Carmen de la Legua - L2, San Marcos, Parque Murillo, Plaza Bolognesi, Plaza Manco Cápac, Cangallo y Óvalo Santa Anita. Estas 9 estaciones presentan una casuística similar y al igual que ocurre en con el grupo anterior, se han agrupado bajo el estandarte de dos estaciones representativas como pueden ser Juan Pablo II y San Marcos. Se ha realizado un análisis similar, con resultados satisfactorios que se pueden en el apéndice 2 que se adjunta a continuación.

Dentro de esta misma tipología encontramos dos estaciones singulares que pertenecerían al grupo de estaciones con 4 cañones de acceso que son Estación Central, y 28 de Julio - L1/L2. Ambas estaciones son estaciones de intercambio y en este caso, a pesar de que tienen características más bien comunes, se ha simulado la problemática de cada una de ellas por separado, recogándose en el apéndice 2 antes señalado.

Fuera de la tipología base propuesta, encontramos las estaciones de Prolongación Javier Prado, Municipalidad de Ate, y Carmen de la Legua - L4. Javier Prado, es una estación en caverna y con flujos pedestres que difieren del resto de estaciones. Municipalidad de Ate, es una estación especial que dada su profundidad de andén mantiene una planta entepiso donde es necesario un análisis específico. Esto mismo ocurre en Carmen de la Legua - L4, se trata de un intercambiador de 3 cañones, con una problemática diferente a 28 de Julio y Estación Central. Estas tres estaciones se han estudiado pormenorizadamente y el desarrollo de dicho estudio se puede encontrar en el apéndice 2 de este punto de la propuesta técnica.

La equivalencia en cuanto a tipologías, de las estaciones antes citadas, en relación al estudio de factibilidad, es la siguiente

- La Alborada, tipología 1A
- Juan Pablo II , San Marcos, Evitamiento, tipología 1B
- Carmen de la Legua -L2, tipología 2A
- Estación Central , 28 de Julio -L2, tipología 2B

A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros

- Javier Prado, tipología 3B
- Municipalidad de Ate, tipología 3C

004314

Queremos resaltar que el proceso de diseño arquitectónico de las estaciones se ha ido realizando en paralelo con la simulación dinámica de flujos de pasajeros en estación. En cada estación a partir del primer esbozo arquitectónico se ha realizado un primer análisis estático por métodos tradicionales. Este primer análisis estático, ha permitido fijar las dimensiones generales de la estación, siendo posible de esta manera avanzar hacia un diseño arquitectónico más desarrollado de la misma. Este diseño avanzado es el que ha sido objeto de simulación. Con los resultados de esta simulación se ha procedido a un refinado de la solución arquitectónica de cada una de las estaciones. Finalmente se ha comprobado, mediante una simulación final que la estación propuesta, cumple con todos los requerimientos establecidos.

El análisis estático realizado para cada estación, en cuanto a cálculo de evacuación, niveles de servicio, y dimensionamiento de los elementos funcionales básicos puede encontrarse en el punto A.7.5, no obstante en el apéndice 1, pueden encontrarse los cálculos de evacuación de cada una de las estaciones.

Hay que señalar que el análisis estático tradicional no tiene en cuenta la interacción entre usuarios, ni cierta componente aleatoria en el comportamiento de los mismos, eso hace que no proporcione respuestas, lo suficientemente robustas, en cuanto al comportamiento esperado por parte de los usuarios

Por todo ello, se ha creído conveniente, realizar una simulación dinámica de los flujos de los usuarios de la estación, tanto a nivel de confort como de evacuación. Se han analizado para ello, 2 situaciones:

- Análisis funcional, para la demanda máxima prevista, en el estudio de factibilidad, en el año 2047 a la hora punta de un día de la semana. Este análisis funcional, permite obtener una estimación más realista de los niveles de servicio, de la longitud de colas en escaleras, número de torniquetes etc.
- Análisis de la evacuación en situación de emergencia en el año 2047, con el objeto de verificar el cumplimiento de la NFPA 130 a través de modelización dinámica.

Las simulaciones realizadas han permitido comprobar el dimensionamiento de todos elementos de la estación, andén, vestíbulos, pasillos de conexión, accesos exteriores a la estación, las escaleras mecánicas y fijas, las áreas de intercambios, así como los dispositivos de gestión y control (puertas, barreras tarifarias, torniquetes, etc.

2 OBJETIVOS

El principal objetivo de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es determinar de manera cuantitativa aquellos aspectos relativos al diseño funcional que puedan resultar críticos, con el fin de proponer soluciones capaces de garantizar un adecuado nivel de servicio, la eficiencia del espacio, y la seguridad y confort de los usuarios.

Los elementos críticos en cuanto a la funcionalidad y la calidad de una estación son:

- Espacios bien dimensionados

A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros

- Conexiones peatonales rápidas a los puntos de interés (andenes, accesos, intercambiadores, etc.)
- Circulación adecuada
- Espacios de espera y sistemas de señalización claros

004315

Las estaciones de metro representan proyectos complejos debido a la coexistencia de todos los factores enumerados.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro son muy variables, con picos muy acusados en el momento de la llegada de los trenes, por lo que su análisis requiere de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación de las interacciones entre los flujos peatonales y áreas de espera, de tránsito y de servicios en un mismo periodo temporal. En las zonas peatonales la calidad es evaluada a través de un nivel de servicio basado en la densidad de personas dentro de la instalación: la interpretación de los resultados es sencilla, puesto que se destaca las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que permite a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Los modelos estáticos tradicionales, basados en el flujo - LOS - enfocados a cada zona, no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones sobre las distribuciones espaciales y los patrones de demanda de las áreas con distinta funcionalidad, tales como puertas de entrada, tarifarias, pasillos, escaleras y andenes.

Esto se traduce en espacios teóricamente adecuados, en términos de área, de acuerdo con los flujos y la funcionalidad prevista, pero donde en realidad hay puntos críticos, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resulta en una menor comodidad para el usuario y una pérdida de eficiencia de la instalación.

3 METODOLOGÍA

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen / destino previsto y los elementos que definen la geometría del espacio, que se dividen en rutas (pasillos, escaleras, ascensores, escaleras mecánicas, etc) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.)

Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría de usuario (viajero, usuario ocasional, turista, niños, ancianos, persona que llevan equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) están dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y utilizan el camino más corto. Los obstáculos y conflictos con otros usuarios se traducirán en una reducción de la velocidad y un cambio de dirección, tal y como es posible observar en la vida real.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (la utilización del espacio y las colas)
- Ocupación del espacio
- Velocidad de desplazamiento.

Estos resultados son la base de las propuestas de optimización, que finalmente serán comprobadas en un nuevo proceso de simulación. Estas simulaciones consideran tanto la hora pico diaria como la situación de emergencia y evacuación.

4 MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA

004316

El software Legión Spaceworks ® es una herramienta muy útil para todos los tipos de estudios analíticos de flujos peatonales en entornos complejos con una demanda pico importante. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, y ha sido ampliamente utilizada en la ingeniería de transporte para el examen de las estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y los estadios.

El software ha sido utilizado para los Juegos Olímpicos de Sydney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes del Software, en el campo del transporte, se encuentran el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cruz London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las características específicas de diseño de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos a continuación se indican:

- Los parámetros físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc;
- Los parámetros psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que se define por tres elementos principales tales como la frustración (la libertad para moverse), el malestar (retardo debido a la congestión) y los inconvenientes (reducción del espacio disponible por persona)

En base a los parámetros anteriores es posible determinar la bondad del diseño y en caso de existir puntos críticos tomar las medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Legión puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de la seguridad contra incendios y la gestión de edificios, puesto que permite simular, validar y proporcionar indicadores para apoyar el diseño y/o definir aquellas medidas destinadas a mejorarlo desde el punto de vista de los flujos de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar limitaciones y posibilidades del layout arquitectónico.
- Definir las rutas de evacuación en caso de incendio más apropiadas para garantizar una evacuación segura.
- Servir de apoyo para plantear un sistema y estrategia adecuados para la detección de incendios.
- Servir de apoyo para plantear un Sistema y estrategia adecuados para protección contra incendios.
- Verificar el cumplimiento de normativas y códigos locales.
- Identificar medidas de mitigación y planes de implementación a largo plazo.
- Estudio preliminary coste/beneficio e ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones pueden ser analizados a través de animaciones gráficas en 2D y 3D, mapas cromáticos, informes estadísticos y gráficos, medios excelentes para compartir los resultados con audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de

A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros

004317
evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y la utilización del espacio, la evaluación de las escaleras a través de su capacidad y ocupación, la identificación de las zonas de densidad acumulada (sobre todo cuellos de botella), el tiempo de evacuación y el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.

5 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Los esquemas de diseño han sido comprobados de acuerdo con las geometrías propuestas y las capacidades resultantes, con el fin de verificar la funcionalidad del diseño de la estación. Para facilitar la comprensión de los resultados de los modelos, se exponen brevemente a continuación significado de estos resultados.

5.1 DENSIDAD – NIVELES DE SERVICIO (LOS)

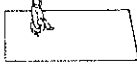
Las trayectorias de los usuarios siguen el camino más corto desde el origen al destino. La presencia de muchas personas en la misma ruta crea bandas de diferente densidad, claramente reconocibles a través de una representación de la densidad de personas por metro cuadrado: esta medida define el nivel de servicio (Level of Service o LOS) de esa zona. Los niveles de servicio (de A a F, siendo A el mejor y F el peor) definen la ocupación del espacio, la comodidad personal y la facilidad de movimiento en esa zona. A continuación se recoge una breve descripción de los niveles de servicio:

- LOS A – excelente nivel de servicio, flujos peatonales libres, sin retrasos y confort excelente.;
- LOS B – nivel de servicio alto, flujos peatonales estables, retrasos extremadamente pequeños y confort muy alto.
- LOS C – nivel de servicio bueno, flujos peatonales estables, retrasos aceptables y confort alto.
- LOS D – nivel de servicio adecuado, flujos peatonales inestables, los retrasos se incrementan pero son todavía aceptables para cortos periodos de tiempo, y el confort es adecuado.
- LOS E – nivel de servicio crítico, flujos peatonales extremadamente inestables, retrasos inaceptables e insuficiente confort.
- LOS F – nivel de servicio crítico, se mezclan flujos opuestos, grandes retrasos. El sistema es incapaz de operar correctamente, absolutamente incómodo para los usuarios.

De acuerdo con estas definiciones, se definen numéricamente los límites entre los distintos niveles. Estos parámetros varían de acuerdo con el uso de la zona en cuestión, ya que la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, salas de espera, pasillos, taquillas, etc) y el estado del usuario (que se mueve, espera, hace cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes niveles de servicio:

LOS A



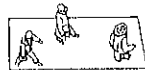
At walkway LOS A, sufficient area is provided for pedestrians to freely select their own walking speed, to bypass slower pedestrians, and to avoid crossing conflicts with others.

LOS B



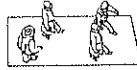
At walkway LOS B, sufficient space is available to select normal walking speed, and to bypass other pedestrians in primarily one-directional flows. Where reverse-direction or pedestrian crossing movements exist, minor conflicts will occur, slightly lowering mean pedestrian speeds and potential volumes.

LOS C



At walkway LOS C, freedom to select individual walking speed and freely pass other pedestrians is restricted. Where pedestrian cross movements and reverse flows exist, there is a high probability of conflict requiring frequent adjustment of speed and direction to avoid contact. Design consistent with this LOS would represent reasonably fluid flow; however, considerable friction and interaction between pedestrians is likely to occur, particularly in multi-directional flow situations.

LOS D



At walkway LOS D, the majority of persons would have their normal walking speeds restricted and reduced, due to difficulties in bypassing slower-moving pedestrians and avoiding conflicts. Pedestrians involved in reverse-flow and crossing movements would be severely restricted, with the occurrence of multiple conflicts with others.

LOS E



At walkway LOS E, virtually all pedestrians would have their normal walking speeds restricted, requiring frequent adjustments of gait. At the lower end of the range, forward progress would only be made by shuffling. Insufficient area would be available to bypass slower-moving pedestrians. Extreme difficulties would be experienced by pedestrians attempting reverse-flow and cross-flow movements. The design volume approaches the maximum attainable capacity of the walkway, with resulting frequent stoppages and interruptions of flows.

LOS F



At walkway LOS F, all pedestrian walking speeds are extremely restricted, and forward progress can only be made by shuffling. There would be frequent, unavoidable contact with other pedestrians, and reverse or crossing movements would be virtually impossible. Traffic flow would be sporadic, with forward progress based on the movement of those in front.

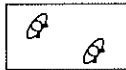
Figura 5-1. Nivel de servicio de J. Fruin para pasillos

LOS A



At queuing LOS A, space is provided for standing and free circulation through the queuing area without disturbing others.

LOS B



At queuing LOS B, space is provided for standing and restricted circulation through the queue without disturbing others.

LOS C



At queuing LOS C, space is provided for standing and restricted circulation through the queuing area by disturbing others. It is within the range of the personal comfort body buffer zone established by psychological experiments.

LOS D



At queuing LOS D, space is provided for standing without personal contact with others, but circulation through the queuing area is severely restricted, and forward movement is only possible as a group.

LOS E



At queuing LOS E, space is provided for standing, but personal contact with others is unavoidable. Circulation within the queuing area is not possible. This level of area occupancy can only be sustained for short periods of time without physical and psychological discomfort.

LOS F



At queuing LOS F, space is approximately equivalent to the area of the human body. Standing is possible, but close unavoidable contact with surrounding standees causes physical and psychological discomfort. No movement is possible, and in large crowds the potential for panic exists.

Figura 5-2. Nivel de servicio de J. Fruin para zonas de cola

5.2 UTILIZACIÓN DEL ESPACIO

En la representación de la utilización del espacio se muestra la frecuencia de uso de las rutas peatonales en un espacio determinado. Puede obtenerse información adicional sobre los flujos peatonales analizando la utilización del espacio de zonas de paso como pasillos. Este parámetro se calcula a través de una definición acumulativa de las trayectorias de los usuarios, definiendo de este modo, a través de una escala cualitativa, las partes de las instalaciones que son más utilizadas y subutilizadas. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar el tiempo que se utiliza cada área o no: la escala cromática utilizada para visualizar este parámetro cambia después de cada usuario individual que pasa por la zona.

Los gráficos de salida son de gran utilidad para comprender qué partes de la instalación están sub o sobre-dimensionadas, el uso de puertas, el posible desequilibrio en el uso del espacio y los conflictos de flujo.

5.3 VELOCIDAD DE LOS FLUJOS

El último de los elementos importantes en la evaluación de los flujos de peatones es su velocidad. En los gráficos de salida se muestran las diferentes velocidades a través de una escala de colores que muestra en qué áreas la circulación se hace difícil y más lenta debido al hacinamiento o la geometría de la estructura.

5.4 TIEMPO DE EVACUACIÓN

Se ha realizado un estudio específico para garantizar que, de acuerdo con la NFPA 130, la estructura proporciona rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios.

A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros

El resultado del mismo es un mapa que muestra mediante colores, para cada punto de la instalación, el tiempo necesario para que el usuario pueda llegar a la zona segura más cercana durante las condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que desde ningún punto de la estación se tarde más de 6 minutos en acceder a zonas seguras.

004320



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





A.7.7. 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.7.7. SIMULACIONES DE FLUJO DE PASAJEROS

APÉNDICE 1. CÁLCULOS DE EVACUACIÓN





1 DIMENSIONAMIENTO DE SEGURIDAD

004322

Para la gestión de los escenarios de emergencia se utiliza la NFPA 130 - Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System, reconocida a nivel internacional.

Los criterios de análisis para evaluar las capacidades de evacuación de las estaciones son los siguientes:

- Todas las estaciones disponen, por lo menos, de dos salidas, alternativas y diferentes.
- El tiempo de evacuación desde el lugar más alejado del andén hasta lugar seguro debe ser inferior o igual a 6 minutos.
- Debe haber suficientes pasos de salida para evacuar desde los andenes toda la carga de ocupación de la estación en 4 minutos o menos.
- En el caso que nos ocupa, la zona segura es la zona de vestíbulo, una vez evacuado el andén. Esto es debido a la presencia de puertas de andén y el diseño de la ventilación de estación.
- La sección crítica equivale, en el caso de los andenes, al ancho libre del tramo menos la reducción de cada lado de la pared y de las puertas de andén. En el caso de las escaleras, la sección crítica equivale al ancho sin contar pasamanos.
- La capacidad por paso de las salidas de los andenes, pasillos y rampas hasta un 4% es de 81.9 pax/mm·min y la velocidad de marcha es de 37.7 metros/minuto.
- La capacidad por paso de las salidas de las escaleras fijas, escaleras mecánicas, pasillos, rellanos y rampas con una pendiente superior al 4% es de 55 pax/; las velocidades de marcha son de 12.1 metros/minuto de subida y 14.6 metros/minuto de bajada.

Elementos	Capacidad de paso	Velocidad de recorrido
Pasillos	81.9 pax/mm·minuto	37.7 metros/minuto
Escaleras	55 pax/mm·minuto	12.1 metros/minuto subida 14.6 metros/minuto de bajada

- Las cargas de ocupación de los andenes y de los trenes se especifica en los siguientes dos capítulos de forma más exhaustiva.
- En cuanto a las escaleras mecánicas las normas establecen que se tiene que considerar que en cada estación haya una escalera mecánica no utilizable, en previsión del no funcionamiento o mantenimiento de una de ellas.

Se incluye los cálculos de evacuación al final de este de apéndice.

1.1 CÁLCULO DEL TIEMPO DE EVACUACIÓN

El cálculo del tiempo de evacuación de las estaciones se estudia bajo un determinado escenario de emergencia que determina la carga de ocupación.

1.1.1 Escenarios de emergencia

La emergencia se produce en un tren de un andén cualquiera en un día medio del año horizonte 2047 durante el ¼ de hora punta. El tren tiene todas las puertas abiertas al igual que las correspondientes puertas de andén.

1.1.2 Cargas de ocupación

La carga de ocupación de la estación objeto del estudio es la suma de todos los pasajeros que se encuentran en el andén y en el tren que se ha averiado.



A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros

Ocupación de los andenes y Ocupación de los trenes

004323

La carga de ocupación del andén es la suma de viajeros que han accedido al andén durante los 15 minutos de máxima afluencia en una estación. Los datos de demanda utilizados son los referentes al año 2047 con sus frecuencias de paso y carga máxima de ocupación de tren asociadas.

LINEA 2				
ANO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (sec)
2018	15.410	1.200	3,00	180
2020	27.257	1.200	2,50	150
2030	47.883	1.200	1,50	90
2038	54.010	1.200	1,33	80
2039	54.829	1.400	1,40	84
2047	61.844	1.400	1,33	80

Tabla 7. Línea 2 - Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2018-2038) y 1400 pasajeros (2039- 2047)

LINEA 4				
ANO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (sec)
2018	0	0	0	0
2020	5.029	1200	6,00	360
2030	14.178	1200	5,00	300
2047	17.823	1200	4,00	240

Tabla 8. Línea 4 - Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2020-2047)

El tiempo de acumulación en andén, según NFPA, corresponde al máximo entre dejar pasar un tren (dos veces la frecuencia) y 5 minutos (tiempo que recomienda la NFPA adoptar en el caso de sistemas con frecuencias pequeñas).

La carga de ocupación utilizada para el cálculo del tiempo de evacuación, por tipología de estación, se resume en:

Estaciones con 2 cajas de escaleras por andén:

- Escaleras fijas de 1,80m + 1 Escalera mecánica: 1510 pax
- Escaleras fijas de 2,40m + 1 Escalera mecánica: 1800 pax
- Escaleras fijas de 3,00m + 1 Escalera mecánica: 1928 pax

Estaciones con 3 cajas de escaleras por andén:

- Escaleras fijas de 1,20m + 1 Escalera mecánica: 1505 pax
- Escaleras fijas de 1,80m + 1 Escalera mecánica: 1770 pax
- Escaleras fijas de 2,40m + 1 Escalera mecánica: 2295 pax

Estaciones con 4 cajas de escaleras por andén:

- Escaleras fijas de 3,60 + 2 Escaleras mecánicas: 5290 pax

Las cargas de ocupación anteriores corresponden al escenario 2047. Debido a la elevada frecuencia de paso de trenes, y siguiendo las recomendaciones de la NFPA, se ha considerado un tiempo de acumulación de usuarios en el andén (tiempo de alteración del servicio) de 5 minutos, por lo que en todos los casos el escenario más desfavorable es el del año 2047. Adicionalmente se considera un factor punta de 1,5 para las estaciones de paso y un factor más reducido de 1,1 para los intercambiadores de Estación Central y 28 de Julio. En

A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros



el caso de estos dos intercambiadores se considera que la entrada en servicio de las futuras líneas, incluso la Línea 6, no prevista en el estudio de demanda, redistribuirá los viajes entre las otras líneas. En los intercambiadores de Estación Central y 28 de Julio, se ha considerado la evacuación únicamente por vestíbulo de L2, sin considerar la evacuación por las conexiones directas a L3 y L1, estando por lo tanto del lado de la seguridad. Hay que señalar que además del análisis estático tradicional, se ha realizado también el cálculo de evacuación mediante una simulación de flujo, considerándose en este caso las conexiones directas a L3 y L1.

0004324

1.1.3 Tiempo de evacuación

A continuación se explica la metodología utilizada para calcular el tiempo de evacuación del andén hasta zona segura.

Tiempo de evacuación:

Para calcular el tiempo de evacuación del andén se considera el símil hidráulico: corresponde al tiempo de traspasar el cuello de botella con menos capacidad, lo cual condiciona la salida de pasajeros del andén, con las siguientes consideraciones:

- Es la suma de los tiempos de traspasar el cuello de botella de todos los pasajeros que se encuentran en el andén (carga de ocupación del andén y del tren)
- Así, para un elemento dado de una ruta de evacuación, los datos de la norma nos permiten calcular:
 - o Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo.
 - o Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo.

El hecho de que el tiempo de evacuación por capacidad sea superior al de velocidad, se interpreta como la generación de una cola. Cuando la carga de ocupación supera el número de personas que puede pasar por minuto a través de una sección (capacidad de un tramo) significa que los pasajeros no pueden circular a la velocidad estándar establecida por la norma, de manera que tienen que detenerse formando colas.

Los datos de partida son un número de usuarios por andén y un número de pasajeros de un tren situado en un andén. Para asignar las cargas se asume una distribución uniforme de los pasajeros en el espacio.

Como primer paso en el cálculo del tiempo de evacuación se define el gráfico de cálculo. De este modo se analiza la configuración de la estación y sobre los planos se estudia la ruta de evacuación. En la ruta se diferencian los pasillos y las escaleras ya que son diferentes elementos de los cuales la norma establece la velocidad y la capacidad de evacuación.

Así, la formulación para el cálculo del tiempo de evacuación de los pasajeros a un sitio seguro se ha caracterizado, para cada tramo, por una cuadrícula de dos columnas y tres filas, que contiene los siguientes valores:

Tiempo de evacuación por capacidad del tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado si el tramo no es crítico	Tiempo acumulado si el tramo es crítico
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado



A.7.7. Simulaciones de flujo de pasajeros

Los datos de la primera fila son los datos de partida del cálculo (determinados en el paso anterior):

004325

- Tiempo por capacidad del tramo (calculado en el apartado anterior)
- Tiempo por velocidad del tramo (calculado en el apartado anterior)

En la segunda fila hay dos datos intermedios de cálculo:

- Tiempo acumulado si el tramo no es crítico: Tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior + Tiempo de evacuación por velocidad del tramo.
- Tiempo acumulado si el tramo es crítico: Tiempo de evacuación del primer evacuado del tramo anterior + Tiempo de evacuación por capacidad del tramo.

En la tercera fila aparecen los resultados finales del cálculo hasta ese tramo:

- Tiempo de evacuación del último evacuado = máx. (Tiempo acumulado 1, Tiempo acumulado 2)
- Tiempo de evacuación del primer evacuado = Tiempo de evacuación del primer evacuado del tramo anterior + Tiempo de evacuación por velocidad del tramo.

La metodología anterior parte de la premisa de que para cada ruta considerada, sólo hay una sección crítica (la más desfavorable).

Como tiempo de evacuación hasta zona segura se toma el tiempo de la última persona en llegar a la zona considerada.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

Pag

[5]

1. Hipótesis de partida Según NFPA

Demanda máxima de 2047

Frecuencias de línea de 2047

LINEA 2				
AÑO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (pax)
2018	15.410	1.200	3,00	180
2020	27.257	1.200	2,50	150
2030	47.883	1.200	1,50	90
2038	54.010	1.200	1,33	80
2039	54.829	1.400	1,40	84
2047	61.844	1.400	1,33	80

Tabla 7. Línea 2. Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2018-2038) y 1400 pasajeros (2039- 2047)

Tiempo de acumulación en el andén: Recomendación NFPA máximo entre dos veces la frecuencia de la línea (dejamos pesar un tren) y 5 minutos.

LINEA 2	
Tiempo acumulación* (min)	
2018	6
2020	5
2030	5
2038	5
2039	5
2047	5

LINEA 4				
AÑO	CARGA MAX (pax)	CAPACIDAD TREN (pax)	FRECUENCIA (min)	FRECUENCIA (pax)
2018	0	0	0	0
2020	5.029	1.200	6,00	360
2030	14.178	1.200	5,00	300
2047	17.823	1.200	4,00	240

Tabla 8. Línea 4. Frecuencia operacional de trenes de 1200 (2020-2047)

Tiempo de acumulación en el andén. año 2047

Capacidad del tren según año 2047:

- L2 1400 pax
- L4 1200 pax

LINEA 4	
Tiempo acumulación* (min)	
2018	0
2020	12
2030	10
2047	8



2. Demanda según NFPA

	Puerto Callao	Buenos Aires	Juan Pablo II	Insurgentes	Carmen de la Legua L2	Benavides	San Marcos	Elio	Alborada	Tingo María
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Frecuencia (minutos)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	3.161	1.556	5.802	1.800	13.162	246	2.913	1.911	865	1.495
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.742	2.334	8.703	2.700	19.743	369	4.370	2.867	1.298	2.243
Carga máxima en el minuto de hora punta	80	39	146	45	330	7	73	48	22	38
Carga de ocupación en andén más cargado	1.800	1.595	2.130	1.625	3.050	1.435	1.765	1.640	1.510	1.590

	P. Murillo	Pl. Bolognesi	Estación Central	Manco Capac	Cangallo	Nicolás Aylón	Circunvalación	Nicolás Ariola	Extiamento
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Frecuencia (minutos)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	2.949	826	31.549	1.652	928	42.410	712	2.566	1.579
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.424	1.239	34.704	2.478	1.392	46.651	1.068	3.849	2.369
Carga máxima en el minuto de hora punta	74	21	579	42	24	778	18	65	40
Carga de ocupación en andén más cargado	1.770	1.505	4.295	1.610	1.520	5.290	1.490	1.725	1.600

F.S. = 1,1

F.S. = 1,1

	Óvalo	Colección	La Cultura	Sta. Anita	Vista Alegre	Javier Prado	Ate	Gambetta	Canta Caliscá	Socacnegra	Aeropuerto	El Olivar	Quilca	Morales Duarez	Carmen de la Legua L4
Carga de Ocupación del Tren (pax)	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Frecuencia (minutos)	50	50	50	50	50	50	50	80	80	80	80	80	80	80	80
Peak minute traffic	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Carga máxima en hora punta	7.145	2.713	3.182	828	1.522	5.224	3.357	1.406	808	2.351	8958	1.406	808	2.351	8958
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	10.718	4.070	4.773	1.242	2.283	7.836	5.036	2.109	1.212	3.527	13.437	2.109	1.212	3.527	13.437
Carga máxima en el minuto de hora punta	179	68	80	21	39	131	84	36	21	59	224	36	21	59	224
Carga de ocupación en andén más cargado	2.295	1.740	1.800	1.505	1.595	2.055	1.820	1.488	1.368	1.672	2.992	1.488	1.368	1.672	2.992



[Handwritten signature]

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 1,80

EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en hora punta* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta*
- Carga de ocupación en andén más cargado

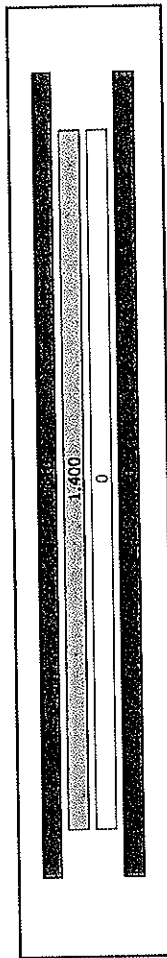


OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en hora punta* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta*
- Carga de ocupación en andén más cargado



DIAGRAMA DE CARGA



Andén A
Tren A
Tren B
Andén B

110 pax
1400 pax
0 pax
0 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.510 pax
AA1	3,2 m	48,16 m ²	Carga AA1	121 pax	
AA2	3,2 m	48,16 m ²	Carga AA2	121 pax	
AA3	7,9 m	52,14 m ²	Carga AA3	131 pax	
Aabis	7,9 m	36,34 m ²	Carga AA3bis	91 pax	
AA4	3,2 m	27,52 m ²	Carga AA4	69 pax	
AA5	3,2 m	27,52 m ²	Carga AA5	69 pax	
AA6	7,9 m	31,60 m ²	Carga AA6	79 pax	
AA7	7,9 m	31,60 m ²	Carga AA7	79 pax	
AA8	3,2 m	55,04 m ²	Carga AA8	138 pax	
AA9	3,2 m	0,00 m ²	Carga AA9	0 pax	
AA10	7,9 m	39,50 m ²	Carga AA10	99 pax	
AA10bis	7,9 m	39,50 m ²	Carga AA10bis	99 pax	
AA11	4 m	59,20 m ²	Carga AA11	148 pax	
AA12	4 m	106,00 m ²	Carga AA12	266 pax	
TOTAL	135,00 m	602,28 m²		1.510 pax	

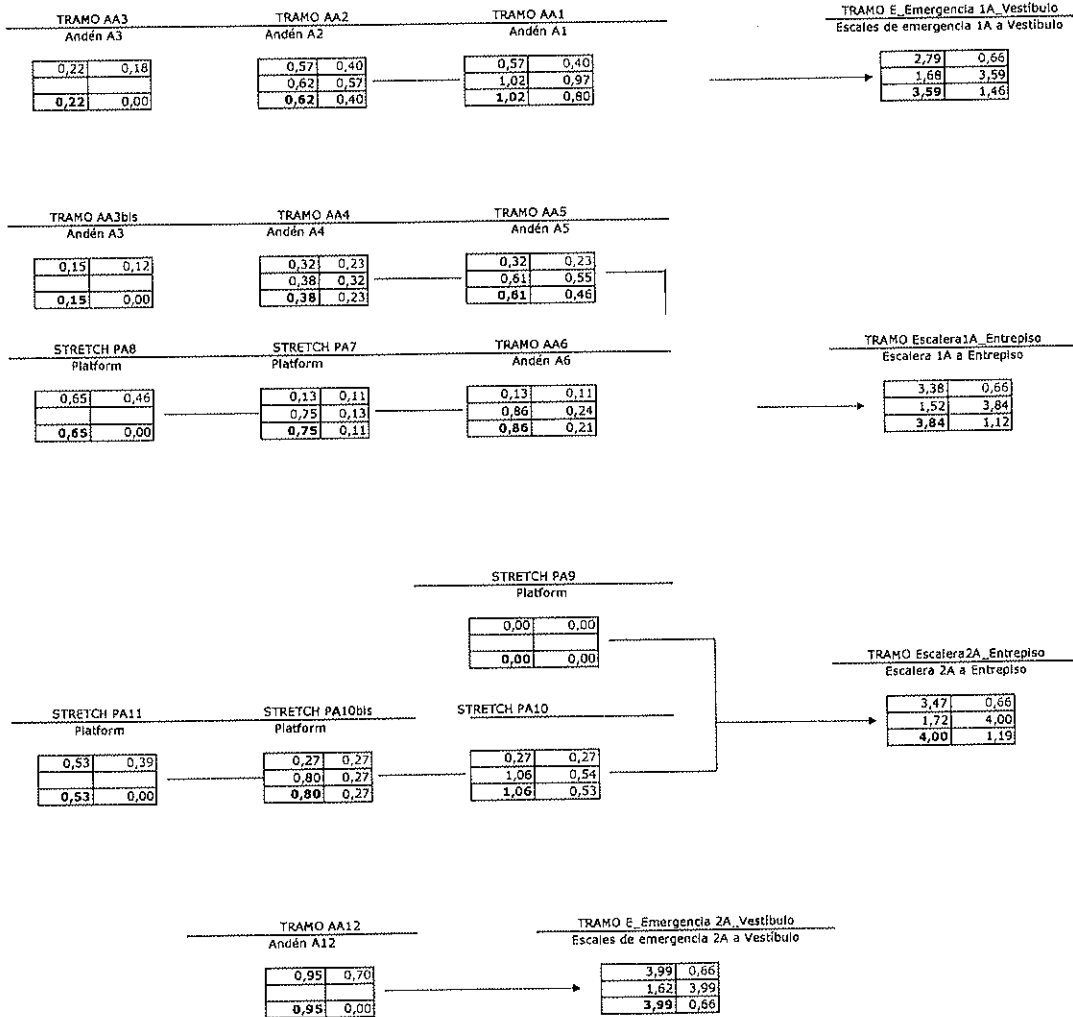


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[Handwritten signature]

ESTACIÓN TIPO 2 cañones 1,80
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último evacuado	Tiempo de evacuación del primer evacuado

- Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
- Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo
- Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por...
- Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	4,00 min
--------------------------------------	-----------------

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 2,40m

EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en hora punta* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta*
- Carga de ocupación en andén más cargado

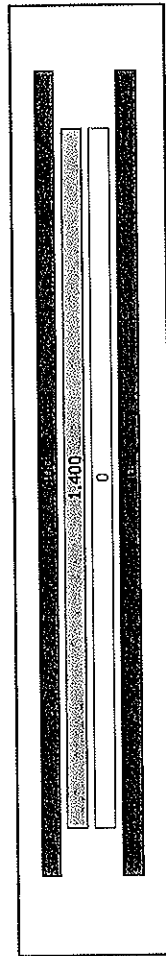
1.400 pax
5,0 min
0,017
3.182
4.773
80
1.800

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en hora punta* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta*
- Carga de ocupación en andén más cargado

pax
min

DIAGRAMA DE CARGA



Andén A
Tren A
Tren B
Andén B

GRÁFICO DE CARGA:

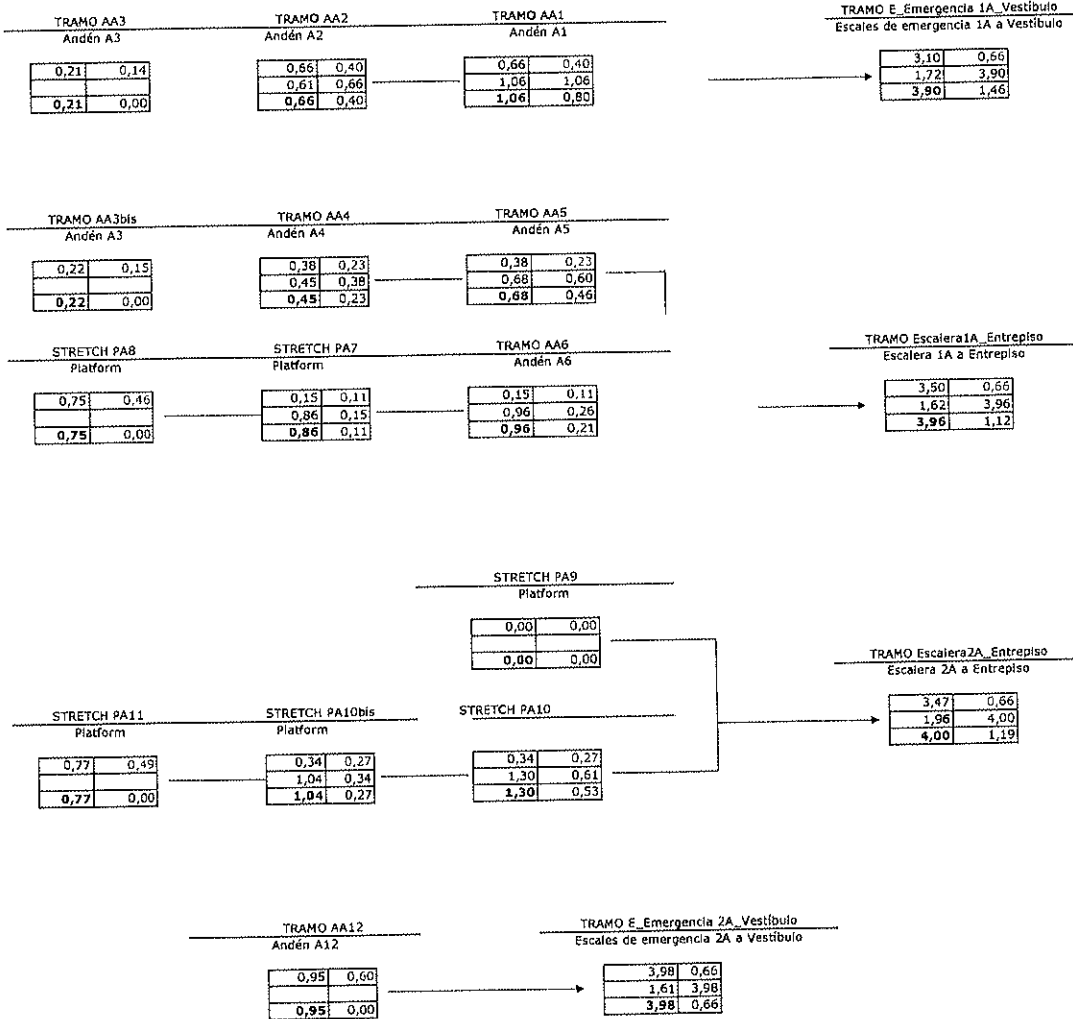
Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.800 pax
AA1	3,2 m	48,16 m ²	Carga AA1	140 pax	
AA2	3,2 m	48,16 m ²	Carga AA2	140 pax	
AA3	8,5 m	45,98 m ²	Carga AA3	133 pax	
Aabis	3,2 m	49,30 m ²	Carga AA3bis	143 pax	
AA4	3,2 m	27,52 m ²	Carga AA4	80 pax	
AA5	3,2 m	27,52 m ²	Carga AA5	80 pax	
AA6	8,5 m	34,00 m ²	Carga AA6	99 pax	
AA7	8,5 m	34,00 m ²	Carga AA7	99 pax	
AA8	3,2 m	55,04 m ²	Carga AA8	150 pax	
AA9	3,2 m	0,00 m ²	Carga AA9	0 pax	
AA10	8,5 m	42,50 m ²	Carga AA10	123 pax	
AA10bis	8,5 m	74,00 m ²	Carga AA10bis	123 pax	
AA11	4 m	91,20 m ²	Carga AA11	215 pax	
AA12	4 m	91,20 m ²	Carga AA12	265 pax	
TOTAL	135,00 m	619,80 m²		1.800 pax	



[Firma]

ESTACIÓN TIPO 2 cañones 2,40m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2
Tempo de evacuación del último evacuado	Tempo de evacuación del primer evacuado

- Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
- Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo
- Tempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por capacidad del tramo
- Tempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	4	4,00	min
--------------------------------------	----------	-------------	------------

[Handwritten signature]

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 2 cañones 3m

EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en el minuto de hora punta* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta*
- Carga de ocupación en andén más cargado

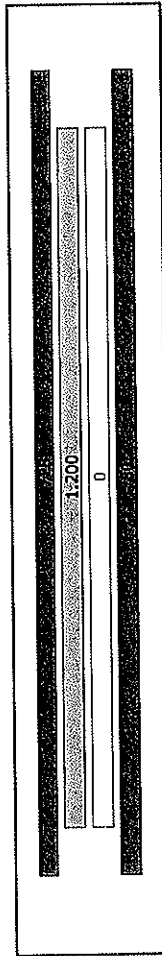
1200 pax
 5,0 min
 0,017
 3.640
 5.460
 91
 1.928

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

- Carga de Ocupación del Tren
- Frecuencia
- Peak minute traffic
- Carga máxima en hora punta
- Carga máxima en el minuto de hora punta* (F=1,5)
- Carga máxima en el minuto de hora punta*
- Carga de ocupación en andén más cargado

0 pax
 5,0 min
 0,017
 616
 924
 16
 80

DIAGRAMA DE CARGA



Andén A
 Tren A
 Tren B
 Andén B
 728 pax
 1200 pax
 0 pax
 80 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.928 pax
AA1	3,2 m	48,16 m ²	Carga AA1	146 pax	
AA2	3,2 m	48,16 m ²	Carga AA2	146 pax	
AA3	9,1 m	32,76 m ²	Carga AA3	99 pax	
AA3bis	9,1 m	69,16 m ²	Carga AA3bis	209 pax	
AA4	3,2 m	27,52 m ²	Carga AA4	83 pax	
AA5	3,2 m	27,52 m ²	Carga AA5	83 pax	
AA6	9,1 m	36,40 m ²	Carga AA6	110 pax	
AA7	9,1 m	36,40 m ²	Carga AA7	110 pax	
AA8	3,2 m	53,76 m ²	Carga AA8	163 pax	
AA9	3,2 m	1,28 m ²	Carga AA9	4 pax	
AA10	9,1 m	45,50 m ²	Carga AA10	138 pax	
AA10bis	9,1 m	45,50 m ²	Carga AA10bis	138 pax	
AA11	4 m	81,80 m ²	Carga AA11	247 pax	
AA12	4 m	83,40 m ²	Carga AA12	252 pax	
TOTAL	135,00 m	637,32 m²		1.928 pax	

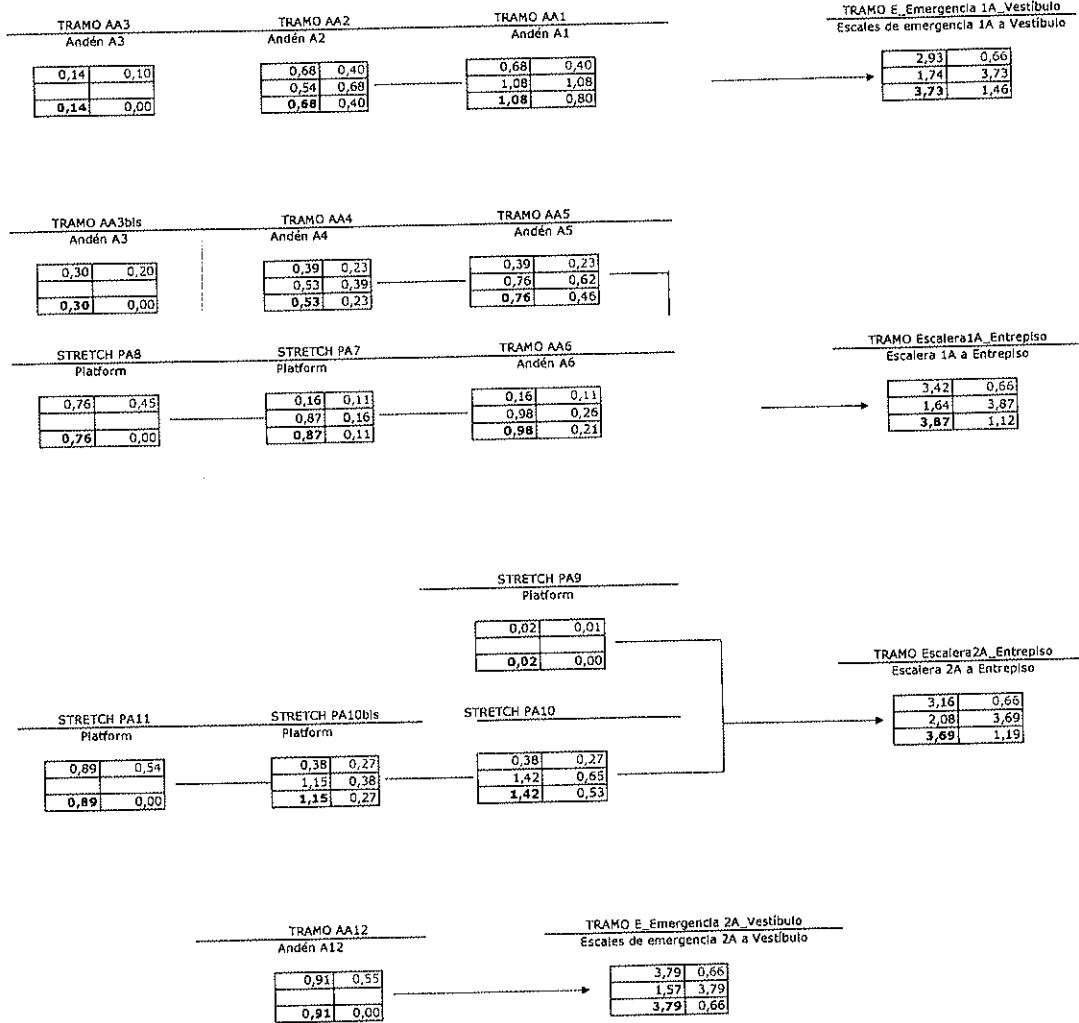


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

(Firma manuscrita)

ESTACIÓN TIPO 2 cañones 3m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2
Tempo de evacuación del último evacuado	Tempo de evacuación del primer evacuado

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica

Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo

Tempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por capacidad

Tempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	4	3,87 min
--------------------------------------	----------	-----------------



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 1,20m (Bolognesi)

EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren
 Frecuencia
 Peak minute traffic
 Carga máxima en hora punta
 Carga máxima en hora punta* (F=1,5)
 Carga máxima en el minuto de hora punta*
 Carga de ocupación en andén más cargado

1.400 pax
 5,0 min Frecuencia línea: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFPA: máximo (dejamos pasar dos trenes , 5 minutos)
 826
 1.239
 21
 1.505

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren
 Frecuencia
 Peak minute traffic
 Carga máxima en hora punta
 Carga máxima en hora punta* (F=1,5)
 Carga de ocupación en andén más cargado

105 pax
 1,5 min Frecuencia línea: 1,5 minutos. Frecuencia cálculo NFPA: máximo (dejamos pasar dos trenes , 5 minutos)

DIAGRAMA DE CARGA

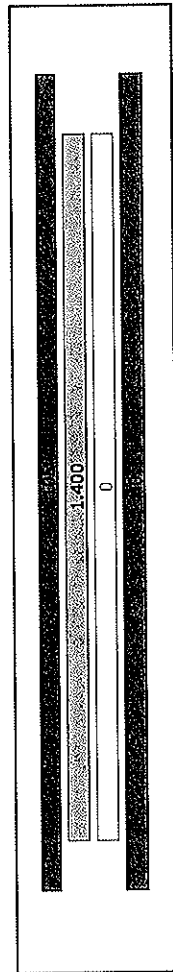


GRÁFICO DE CARGA:

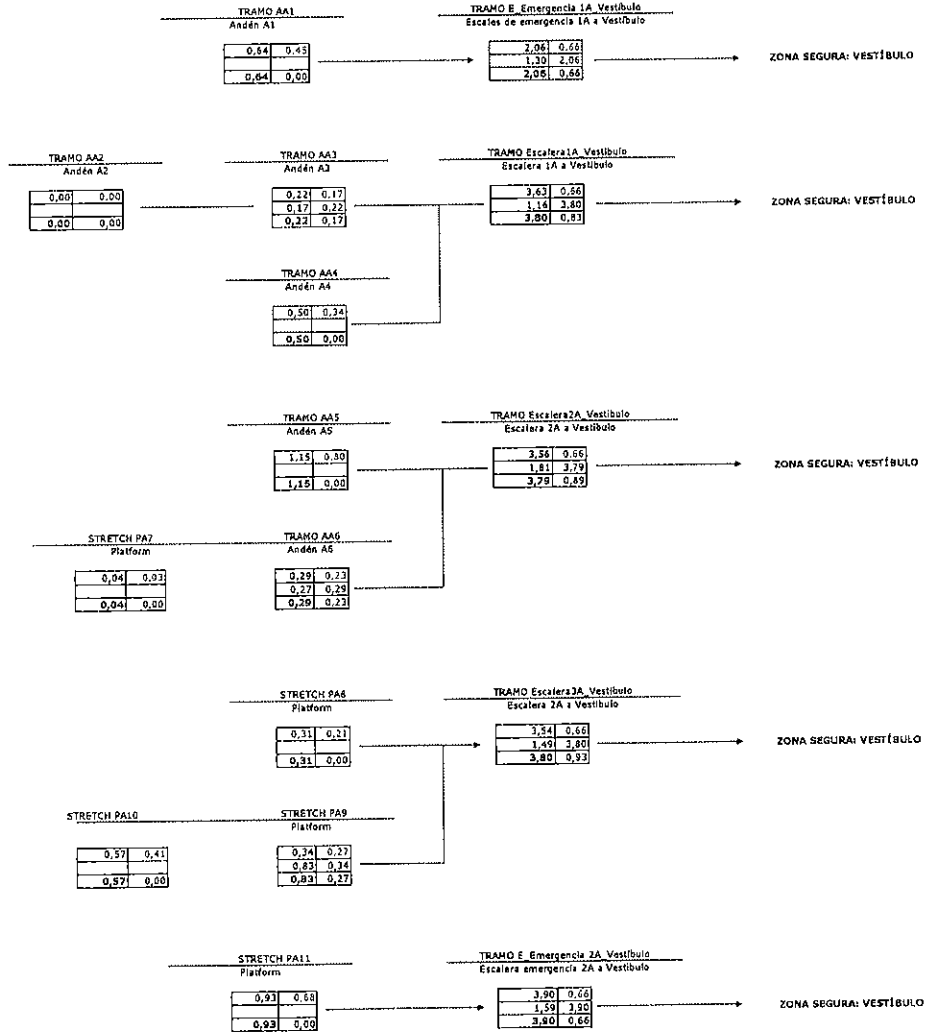
Andén A		Andén B	
Longitud:	Ancho:	Longitud:	Ancho:
AA1	3,2 m	AB1	3,5 m
AA2	3,2 m	AB2	3,5 m
AA3	8,2 m	AB3	8,5 m
AA4	3,2 m	AB4	3,5 m
AA5	3,2 m	AB5	3,5 m
AA6	8,2 m	AB6	8,5 m
AA7	3,2 m	AB7	3,5 m
AA8	3,2 m	AB8	3,5 m
AA9	8,2 m	AB9	8,5 m
AA10	4 m	AB10	4 m
AA11	4 m	AB11	4 m
TOTAL	135,00 m	TOTAL	135,00 m
Carga Total:	1.505 pax	Carga Total:	0 pax
Area:	590,80 m²	Area:	619,00 m²

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A		Andén B	
Longitud:	Ancho:	Longitud:	Ancho:
Tren A	1,20 m	AB1	3,5 m
Tren B	0 m	AB2	3,5 m
Andén B	0 m	AB3	8,5 m
		AB4	3,5 m
		AB5	3,5 m
		AB6	8,5 m
		AB7	3,5 m
		AB8	3,5 m
		AB9	8,5 m
		AB10	4 m
		AB11	4 m
TOTAL	105 pax	TOTAL	0 pax
Carga Total:	1.400 pax	Carga Total:	0 pax
Area:	0 m²	Area:	619,00 m²

ESTACIÓN 3 cañones 1,20m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

<table border="1"> <tr><td>Tempo de evacuación por capacidad de un tramo</td></tr> </table>	Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	<table border="1"> <tr><td>Tempo de evacuación por velocidad de un tramo</td></tr> </table>	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo	Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
Tempo de evacuación por capacidad de un tramo				
Tempo de evacuación por velocidad de un tramo				
<table border="1"> <tr><td>Tempo acumulado 1</td></tr> </table>	Tempo acumulado 1	<table border="1"> <tr><td>Tempo acumulado 2</td></tr> </table>	Tempo acumulado 2	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/Velocidad de evacuación del tramo
Tempo acumulado 1				
Tempo acumulado 2				
<table border="1"> <tr><td>Tempo de evacuación del último evacuado</td></tr> </table>	Tempo de evacuación del último evacuado	<table border="1"> <tr><td>Tempo de evacuación del primer evacuado</td></tr> </table>	Tempo de evacuación del primer evacuado	Tempo acumulado 1: Tempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tempo de evacuación por velocidad Tempo acumulado 2: Tempo de evacuación del primer evacuado más tempo de evacuación por capacidad del tramo
Tempo de evacuación del último evacuado				
Tempo de evacuación del primer evacuado				

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN 4 3,90 min



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 1,80m

EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	1.400 pax
Frecuencia	50 min
Peak minute traffic	0.017
Carga máxima en hora punta	2.949
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.424
Carga máxima en el minuto de hora punta*	74
Carga de ocupación en andén más cargado	1.770

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	370 pax
Frecuencia	50 min
Peak minute traffic	0.012
Carga máxima en hora punta	2.949
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	4.424
Carga máxima en el minuto de hora punta*	74
Carga de ocupación en andén más cargado	1.770

DIAGRAMA DE CARGA

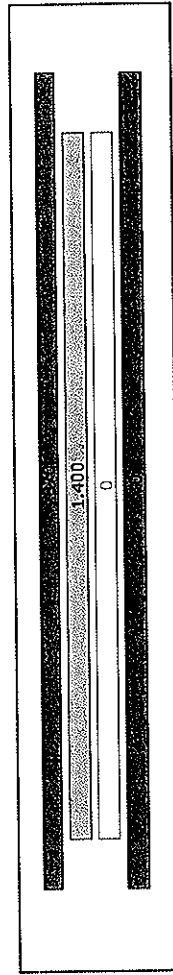


GRÁFICO DE CARGA:

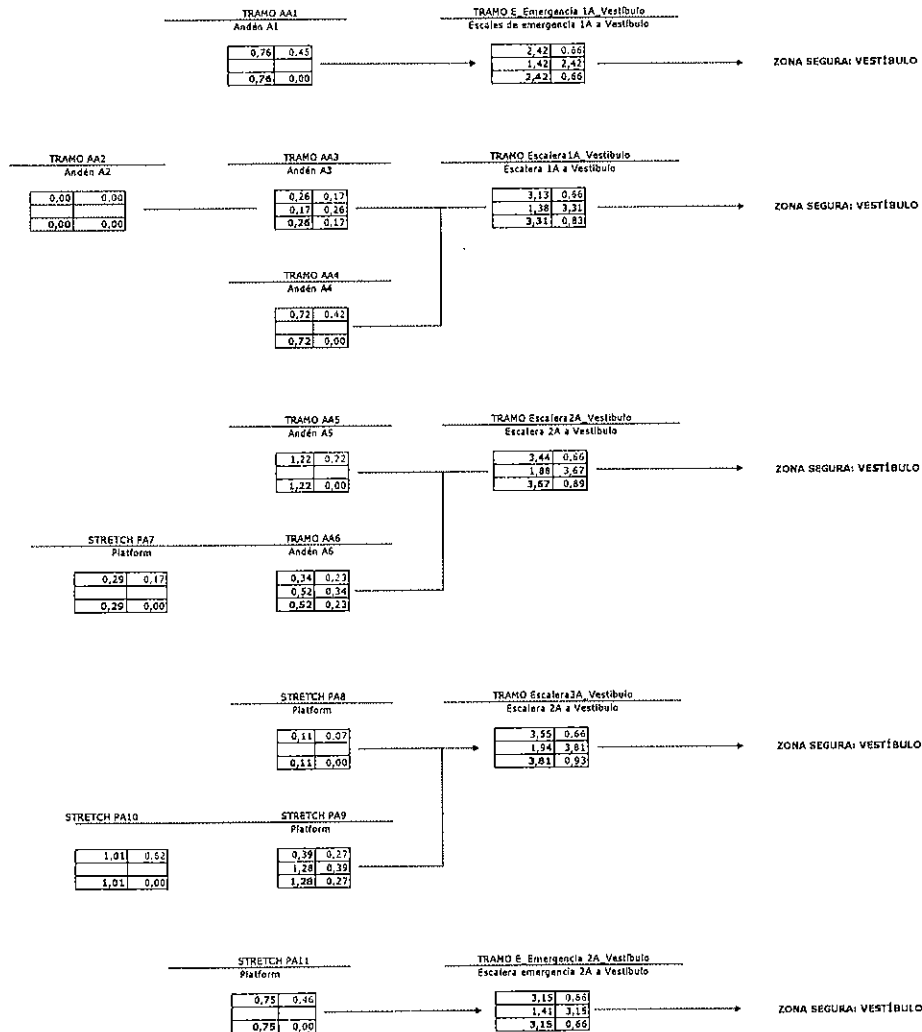
Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	1.770 pax
AA1	135,00 m	3,2 m	53,76 m ²	Carga AA1	161 pax
AA2	135,00 m	3,2 m	0,00 m ²	Carga AA2	0 pax
AA3	135,00 m	8,2 m	53,30 m ²	Carga AA3	160 pax
AA4	135,00 m	3,2 m	51,20 m ²	Carga AA4	153 pax
AA5	135,00 m	3,2 m	86,40 m ²	Carga AA5	259 pax
AA6	135,00 m	8,2 m	71,34 m ²	Carga AA6	214 pax
AA7	135,00 m	3,2 m	20,80 m ²	Carga AA7	62 pax
AA8	135,00 m	3,2 m	8,00 m ²	Carga AA8	24 pax
AA9	135,00 m	8,2 m	82,00 m ²	Carga AA9	246 pax
AA10	135,00 m	4 m	94,00 m ²	Carga AA10	282 pax
AA11	135,00 m	4 m	70,00 m ²	Carga AA11	210 pax
TOTAL	135,00 m		590,80 m²		1.770 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén B	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	0 pax
AB1	135,00 m	3,5 m	29,40 m ²	Carga AB1	0 pax
AB2	135,00 m	3,5 m	29,40 m ²	Carga AB2	0 pax
AB3	135,00 m	8,5 m	55,25 m ²	Carga AB3	0 pax
AB4	135,00 m	3,5 m	75,25 m ²	Carga AB4	0 pax
AB5	135,00 m	3,5 m	75,25 m ²	Carga AB5	0 pax
AB6	135,00 m	8,5 m	73,95 m ²	Carga AB6	0 pax
AB7	135,00 m	3,5 m	15,75 m ²	Carga AB7	0 pax
AB8	135,00 m	3,5 m	15,75 m ²	Carga AB8	0 pax
AB9	135,00 m	8,5 m	85,00 m ²	Carga AB9	0 pax
AB10	135,00 m	4 m	82,00 m ²	Carga AB10	0 pax
AB11	135,00 m	4 m	82,00 m ²	Carga AB11	0 pax
TOTAL	135,00 m		619,00 m²		0 pax

ESTACIÓN 3 cañones 1,80m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2
Tempo de evacuación del último evacuado	Tempo de evacuación del primer evacuado

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
 Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/velocidad de evacuación del tramo
 Tempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por velocidad
 Tempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	3,81 min
-------------------------------	----------

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN 3 cañones 2,40m

EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	1.400 pax
Frecuencia	570 min
Peak minute traffic	0.017
Carga máxima en hora punta	7.145
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	10.718
Carga máxima en el minuto de hora punta*	179
Carga de ocupación en andén más cargado	2.295

OCUPACIÓN EN ANDÉN MENOS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren	895 pax
Frecuencia	570 min
Peak minute traffic	0.017
Carga máxima en hora punta	7.145
Carga máxima en hora punta* (F=1,5)	10.718
Carga máxima en el minuto de hora punta*	179
Carga de ocupación en andén más cargado	2.295

DIAGRAMA DE CARGA

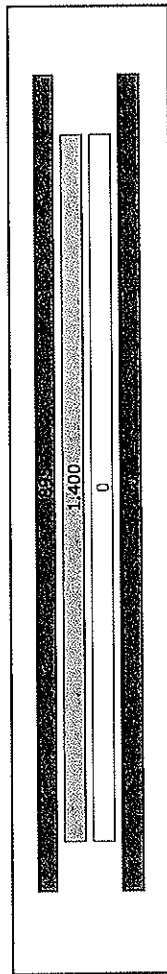


GRÁFICO DE CARGA:

Andén A		Andén B	
Longitud:	Área:	Longitud:	Área:
AA1	53,76 m ²	AB1	29,40 m ²
AA2	0,00 m ²	AB2	29,40 m ²
AA3	53,30 m ²	AB3	55,25 m ²
AA4	51,20 m ²	AB4	75,25 m ²
AA5	86,40 m ²	AB5	75,25 m ²
AA6	71,34 m ²	AB6	73,85 m ²
AA7	24,00 m ²	AB7	15,75 m ²
AA8	4,80 m ²	AB8	15,75 m ²
AA9	82,00 m ²	AB9	85,00 m ²
AA10	94,00 m ²	AB10	82,00 m ²
AA11	68,00 m ²	AB11	82,00 m ²
TOTAL	588,80 m²	TOTAL	619,00 m²

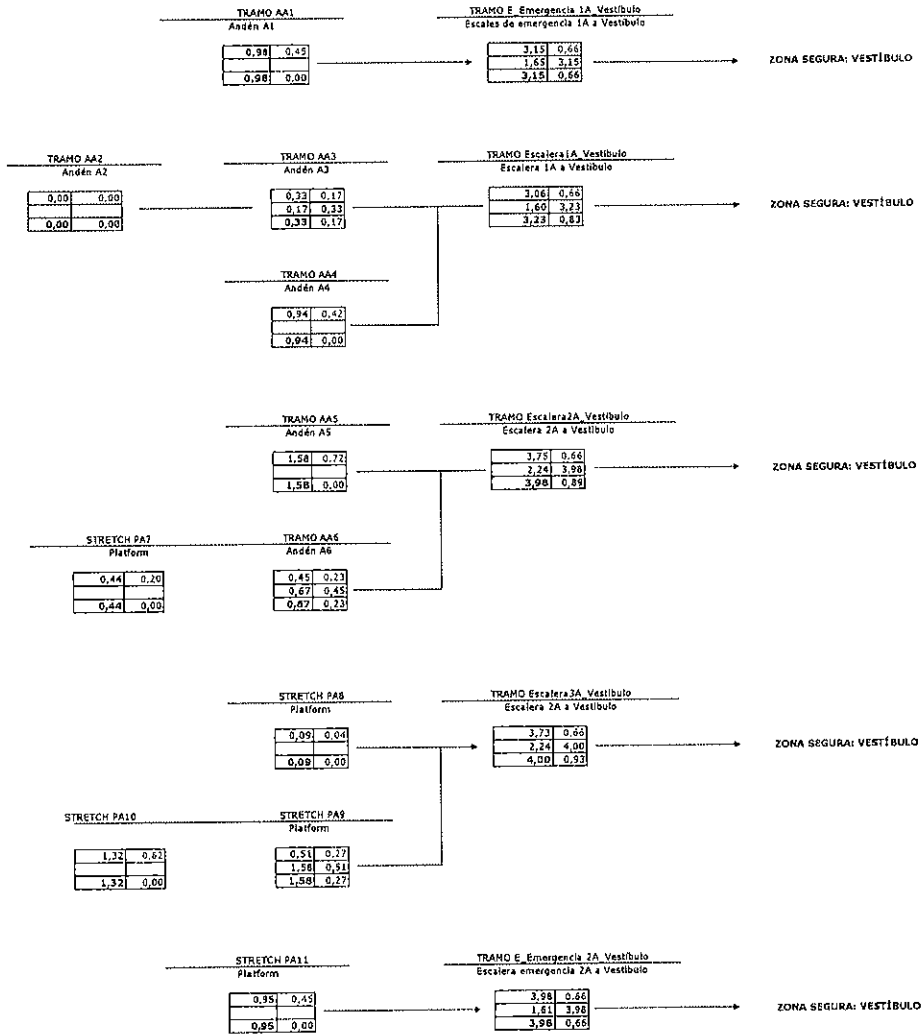
GRÁFICO DE CARGA:

Andén A		Andén B	
Longitud:	Área:	Longitud:	Área:
AA1	53,76 m ²	AB1	29,40 m ²
AA2	0,00 m ²	AB2	29,40 m ²
AA3	53,30 m ²	AB3	55,25 m ²
AA4	51,20 m ²	AB4	75,25 m ²
AA5	86,40 m ²	AB5	75,25 m ²
AA6	71,34 m ²	AB6	73,85 m ²
AA7	24,00 m ²	AB7	15,75 m ²
AA8	4,80 m ²	AB8	15,75 m ²
AA9	82,00 m ²	AB9	85,00 m ²
AA10	94,00 m ²	AB10	82,00 m ²
AA11	68,00 m ²	AB11	82,00 m ²
TOTAL	588,80 m²	TOTAL	619,00 m²



ESTACIÓN 3 cañones 2,40m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo	Tempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tempo acumulado 1	Tempo acumulado 2
Tempo de evacuación del último evacuado	Tempo de evacuación del primer evacuado

Tempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
 Tempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/velocidad de evacuación del tramo
 Tempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por veloci
 Tempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	4	4,00	min
-------------------------------	---	------	-----

CARGA DE OCUPACIÓN ESTACIÓN TIPO 4 CAÑONES 3.60m

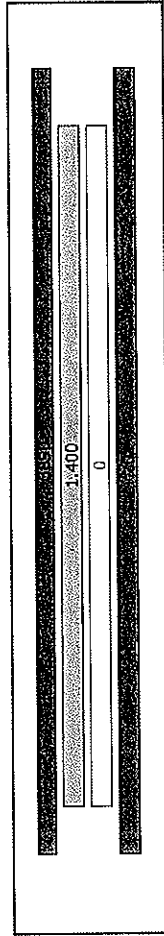
EVACUACIÓN DE ANDÉN

OCUPACIÓN EN ANDÉN MÁS CARGADO

Carga de Ocupación del Tren: 1.440 pax
 Frecuencia: 50 min
 Peak minuto traffic: 0.017
 Carga máxima en hora punta: 42.410
 Carga máxima en el minuto de hora punta* (F=1,1): 46.651
 Carga máxima en el minuto de hora punta*: 778
 Carga de ocupación en andén más cargado: 5.290

1.440 pax
 50 min
 0.017
 42.410
 46.651
 778
 5.290

DIAGRAMA DE CARGA



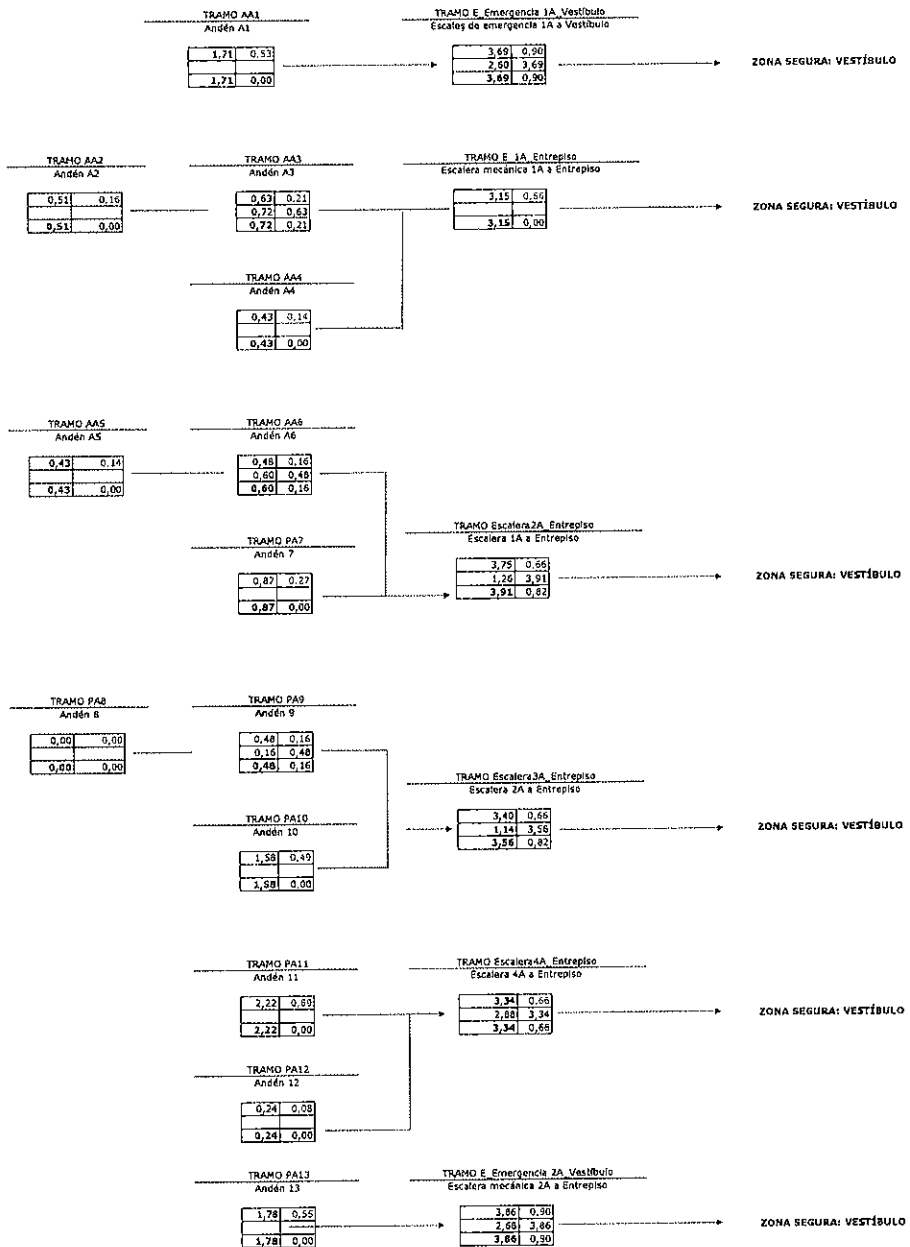
Andén A: 3890 pax
 Tren A: 1.400 pax
 Tren B: 0 pax
 Andén B: 0 pax

GRÁFICO DE CARGA:

Andén A	Longitud:	Ancho:	Area:	Carga Total:	5.290 pax
AA1	100,00 m2	5 m	100,00 m2	Carga AA1	615 pax
AA2	30,00 m2	5 m	30,00 m2	Carga AA2	184 pax
AA3	104,00 m2	13 m	104,00 m2	Carga AA3	639 pax
AA4	25,50 m2	5 m	25,50 m2	Carga AA4	157 pax
AA5	25,50 m2	5 m	25,50 m2	Carga AA5	157 pax
AA6	79,30 m2	13 m	79,30 m2	Carga AA6	487 pax
AA7	51,00 m2	5 m	51,00 m2	Carga AA7	313 pax
AA8	0,00 m2	5 m	0,00 m2	Carga AA8	0 pax
AA9	79,30 m2	13 m	79,30 m2	Carga AA9	487 pax
AA10	92,50 m2	5 m	92,50 m2	Carga AA10	569 pax
AA11	130,00 m2	5 m	130,00 m2	Carga AA11	799 pax
AA12	39,00 m2	13 m	39,00 m2	Carga AA12	240 pax
AA13	104,50 m2	5 m	104,50 m2	Carga AA13	642 pax
TOTAL	135,00 m		860,60 m2		5.290 pax

ESTACIÓN TIPO 4 Cañones 3,60m
TIEMPO DE EVACUACIÓN

ANDÉN A



LEYENDA:

Tiempo de evacuación por capacidad de	Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo
Tiempo acumulado 1	Tiempo acumulado 2
Tiempo de evacuación del último	Tiempo de evacuación del primer evacuado

- Tiempo de evacuación por capacidad de un tramo: Carga del tramo/capacidad sección crítica
- Tiempo de evacuación por velocidad de un tramo: Longitud del tramo/velocidad de evacuación del tramo
- Tiempo acumulado 1: tiempo de evacuación del último evacuado del tramo anterior más tiempo de evacuación por velocidad del tramo
- Tiempo acumulado 2: tiempo de evacuación del primer evacuado más tiempo de evacuación por capacidad del tramo

TIEMPO DE EVACUACIÓN DE ANDÉN	4	3,91 min
-------------------------------	---	----------



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

[Handwritten signature]

A.7.7. N° 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.7.7. SIMULACIONES DE FLUJO DE PASAJEROS

APÉNDICE 2. INFORMES DE SIMULACIÓN

Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
"Construcción de la Línea n. 2 y sede Av. Faucett-
Gambetta de la red subterránea de Lima y
Callao"

Consultoría de Flujos peatonales – 28 de Julio





- Preparado por: Andrea Sechi, Paolo Dejana
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de servicio: 13P0151g
- Nombre del archivo: 13P0151g_140214_R_28_de_Julio_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®	5
4. Resultados de simulación.....	8
4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)	8
4.2 Utilización del espacio	10
4.3 Velocidad del flujo.....	10
4.4 Tiempo de evacuación	10
5. Análisis Operacional de 28 de Julio – Hora Punta PM en días laborables	11
6. Análisis Operacional de 28 de Julio – Evacuación	19





1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos de criticidad de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros principales nodos de intercambio de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo – niveles de servicio– un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacínamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El software "Legion Spaceworks" es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.





Entre los usuarios más importantes de este software, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, este software puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;



- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el diseño de densidad acumulada (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:



LOS for walkways

LOS A



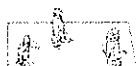
Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

LOS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, casi bajando la velocidad promedio de los peatones y el volumen potencial.

LOS C



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

LOS D



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

LOS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

LOS F

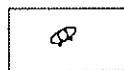


Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruir (NDS) en los Pasillos

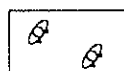
LOS for queuing

LOS A



Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

LOS B



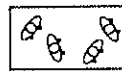
Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

LOS C



Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

LOS D



Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringido, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

LOS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por periodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

LOS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.

Figura 2 | Los Niveles de Servicio de Fruir (NDS) en las colas



[Handwritten signature]



4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.



5. Análisis Operacional de 28 de Julio – Hora Punta PM en días laborables

La estación de "28 de Julio" es una estación de intercambio que conecta las líneas de metro L2 y L1. Está compuesta de dos entradas desde la superficie y un amplio corredor que conecta la parte norte-oriental de la estación con la estación L1. Las máquinas expendedoras de billetes y taquillas se colocan cerca del acceso oeste de la calle.

Dos filas de torniquetes son colocadas, una en frente del pasillo que conecta la estación con la estación L1, y otra un poco más adelante, a la derecha antes de la parte principal de la estación.

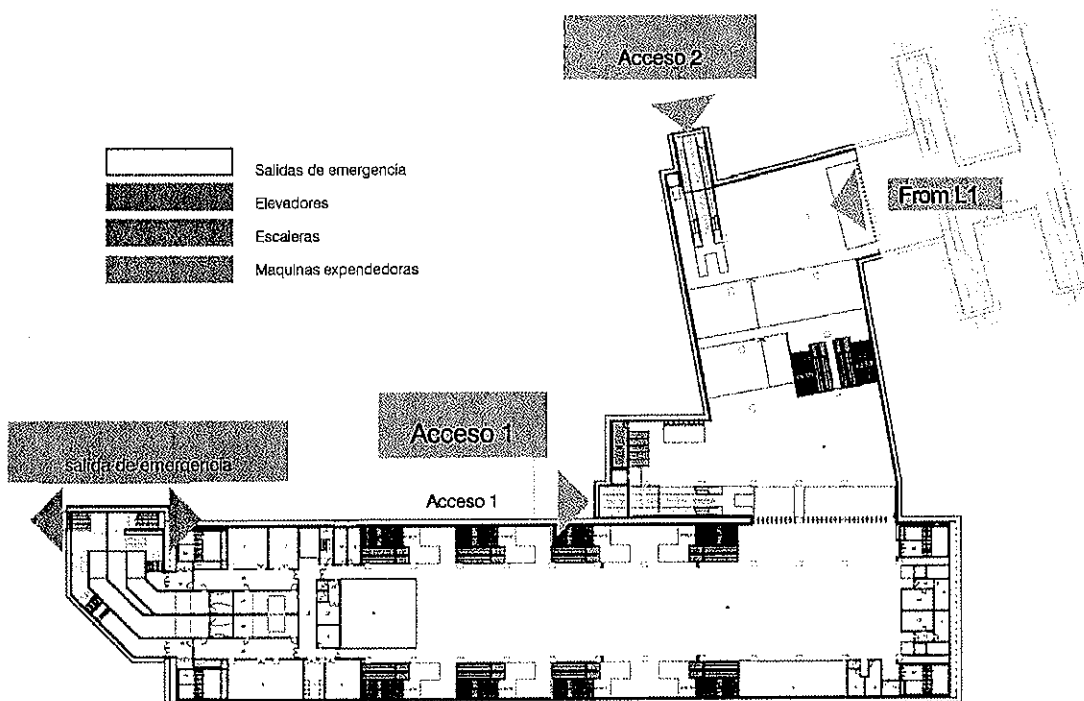


Figura 3 | Mapa de la primera planta subterránea de la estación 28 de Julio

El andén se conecta con el vestíbulo principal por un primer grupo de escaleras y escaleras mecánicas cerca de la conexión con L1. Dicha conexión sirve sólo en el andén en dirección oeste. Luego, en la parte principal de la estación, 4 grupos hechos de una escalera y 2 escaleras mecánicas conectan el vestíbulo principal con cada plataforma.



La parte occidental del vestíbulo, en el lado opuesto de la conexión con la superficie y con L1, se dedica a las áreas técnicas, prohibido para el público, y salidas de emergencia.

Este diseño es el resultado de una interacción dinámica entre el equipo de diseño y los consultores de movilidad que, a través de un proceso de mejora paso a paso, dieron lugar a la definición de la cantidad óptima de torniquetes y el diseño funcional de la estación, tanto en la explanada como en los niveles de andén, para garantizar un rendimiento efectivo y adecuado, consistente con los altos flujos peatonales durante las horas punta.

Los flujos peatonales que se esperan de esta estación son sin duda grande: en un escenario a largo plazo (2047) las cuentas generales de la demanda peatonal es alrededor de 72,000 pasajeros durante la hora punta AM en días laborables, que es el más crítico y es el escenario elegido para la evaluación operativa.

En particular, ~ 47.000 pasajeros entran en la estación L1 y ~ 17.000 pasajeros pasan del andén hacia la L1, alrededor de 4,100 y 3,700 pasajeros, respectivamente, entran y salen de la estación de y hacia la calle.

El andén en dirección oeste será la más concurrida debido a la gran cantidad de pasajeros que embarquen en los trenes en esta plataforma (~ 42.000), mientras que el mayor número de pasajeros que bajen del tren será en el andén en dirección este (~ 14000).

El perfil de comportamiento (velocidad media, agresión, negociación del espacio, etc.) usado dentro de las simulaciones es denominado "viajeros".



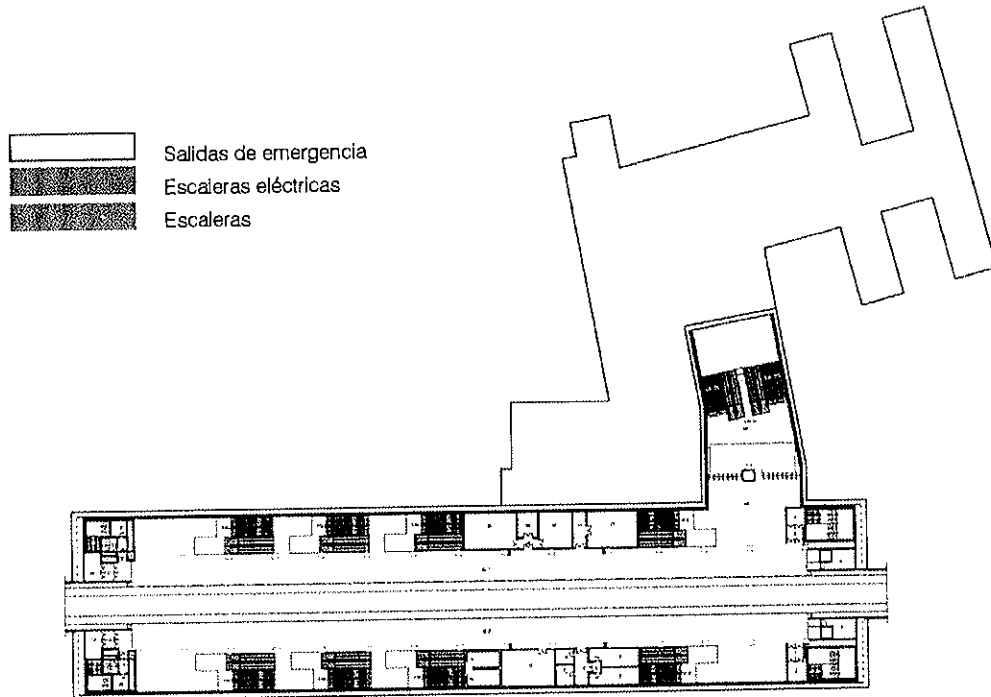


Figura 4 Mapa del nivel del andén de la estación 28 de Julio

Dentro del modelo de micro simulación, los elementos funcionales de la estación se han asumido como los siguientes:

- las dos entradas de la superficie tienen una escalera bidireccional y 2 escaleras mecánicas (uno por sentido)
- la primera conexión a el andén occidental está hecha de 4 escaleras mecánicas (2 por dirección) y 4 escaleras bidireccionales (2, cada uno dividido por una barandilla)
- los torniquetes son 13 en el vestíbulo y 10 a nivel de plataforma, ya que son reversibles, fueron asumidas al estar en el acceso o en la salida de acuerdo con la proporción de la entrada esperada y los flujos de salida de pasajeros (aproximadamente el 70% INGRESO - 30% SALIDA)
- el uso de las dos entradas de la superficie es uniforme, 50-50

Según lo indicado por los siguientes mapas, el principal resultado de la evaluación es que, a pesar del elevado número de pasajeros que se mueven a través de la estación durante la hora punta AM en días laborables, el rendimiento global sigue siendo satisfactorio.



En particular, en lo que se refiere a la utilización del espacio, las Figuras 5 y 6 resaltan el uso intenso de la ruta entre L1 y L2, tanto a nivel del andén y nivel de vestíbulo, hacia el andén en dirección oeste. Del mismo modo, la propia plataforma es muy utilizada especialmente en su parte oriental más cercana a la conexión directa con L1.

La gradación de color de rojo a azul a negro distingue las áreas más utilizadas (rojo) a partir de las que son menos utilizadas (azul) o no se utilizan en absoluto (negro). Estos se refieren a la frecuencia de los pasajes (tiempo de ocupación de cada parte de la zona peatonal) y que no tienen relación directa con los problemas de incomodidad o de seguridad.

Por el contrario, estos proporcionan información útil acerca de la disponibilidad de espacio para servicios adicionales (por ejemplo, punto de información y comercialización en las zonas negras) o dar una referencia para la optimización de espacios.

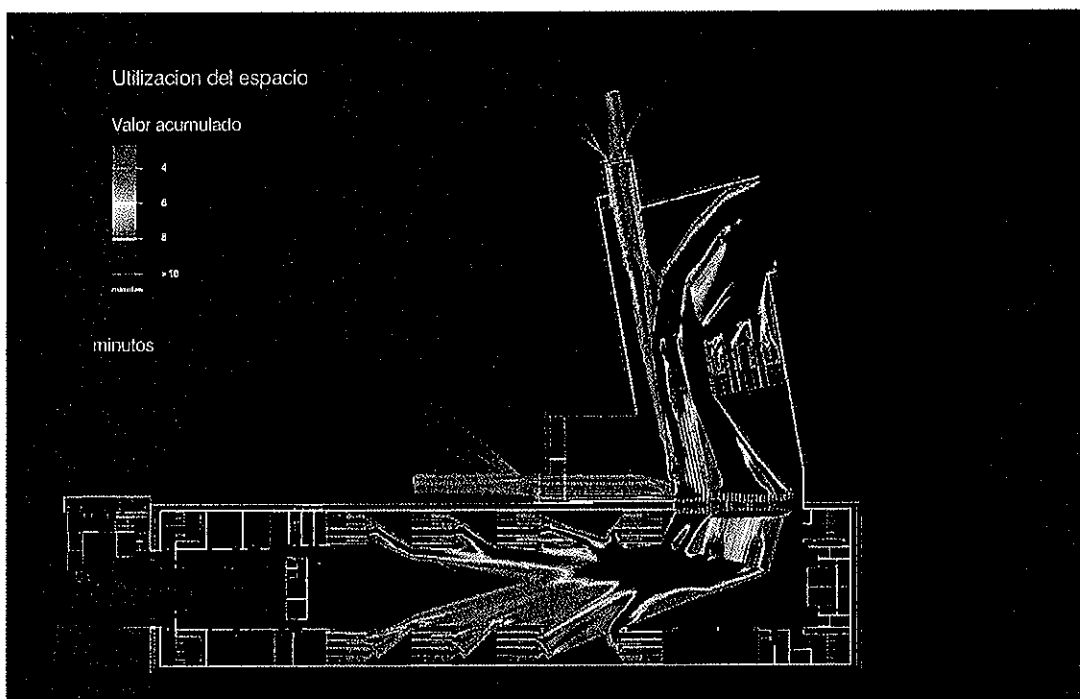


Figura 5 | Mapa de la utilización del espacio a nivel de vestíbulo



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

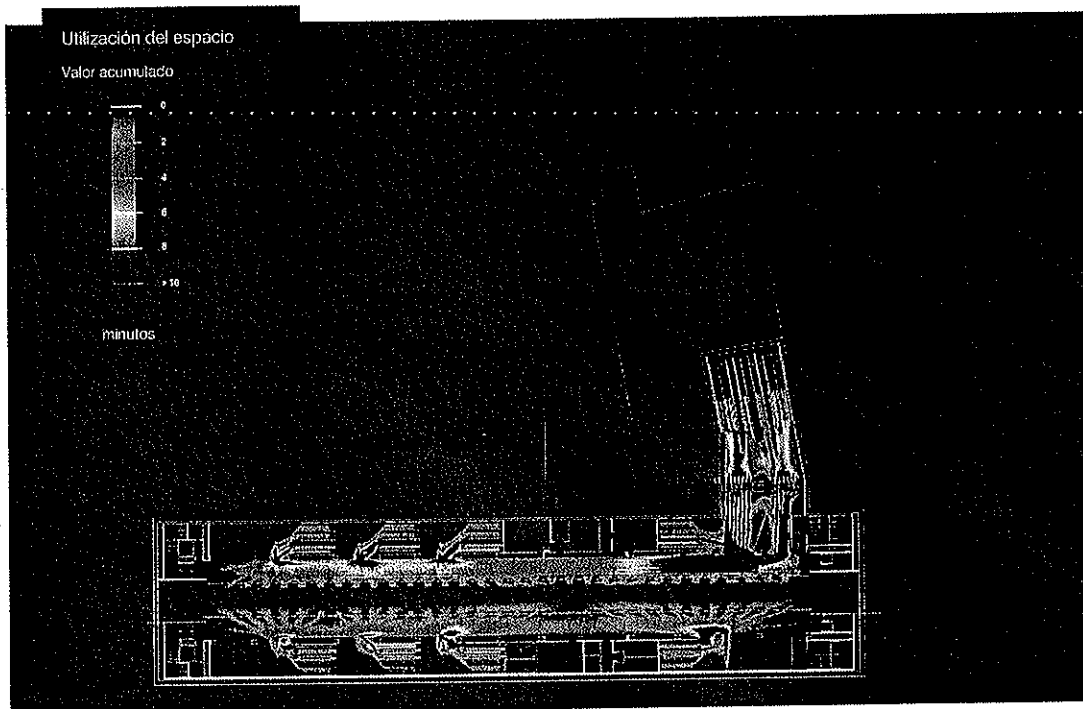


Figura 6 | Mapa de la utilización del espacio en el nivel del andén

Los mapas de densidad media acumulados para pasillos muestran la densidad media en cada punto de la estación (Figura 7 y 8, vestíbulo y plataforma); mapas de ambas plataformas y niveles de pasillos demuestran un nivel de servicio medio en la región de C / D y destacan que la alta densidades son muy limitados y, que ocurre sólo cuando los principales flujos cambian de dirección y donde los flujos opuestos interactúan.

Las altas densidades se encuentran también en el nivel del andén en el lado oeste debido a la alta cantidad de pasajeros que llegan a esta plataforma de L1; sin embargo, este malestar se limita en el espacio y tiene una duración de tiempo muy corto debido al alto avance de los trenes.

Vale la pena señalar que las escaleras y escaleras mecánicas no deben ser consideradas en estos mapas, ya que no se definen como pasarelas. De hecho, para ellos y para las áreas de colas, tales como torniquetes de, las densidades más altas consideradas como aceptables.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

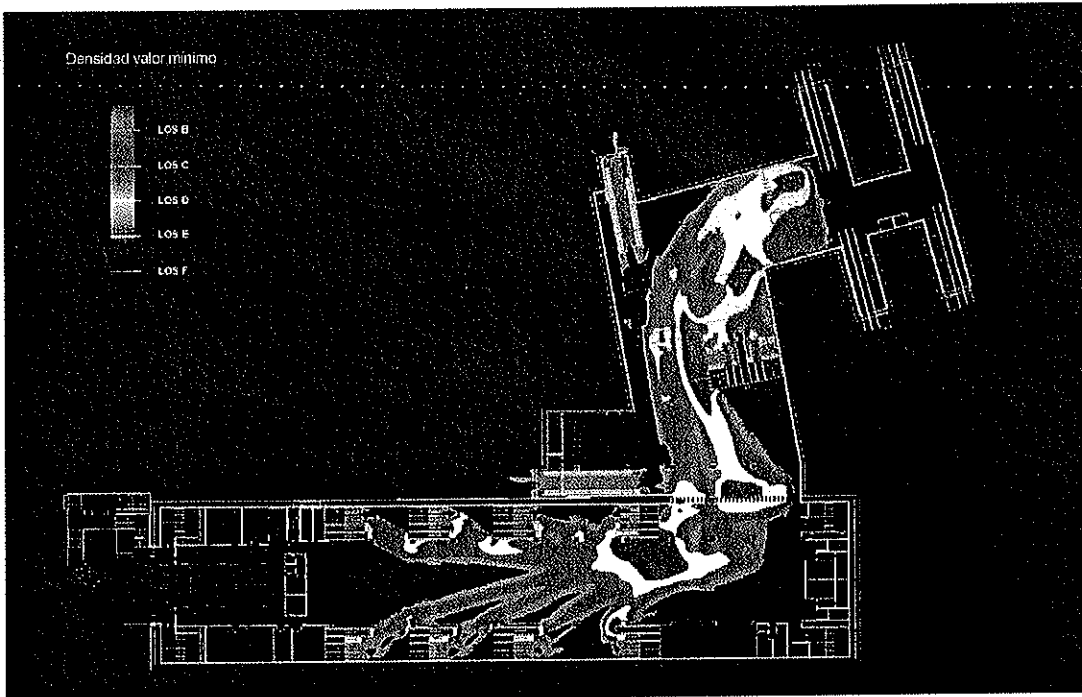


Figura 7 | Mapa de densidad media acumulada de pasarelas en el vestíbulo.

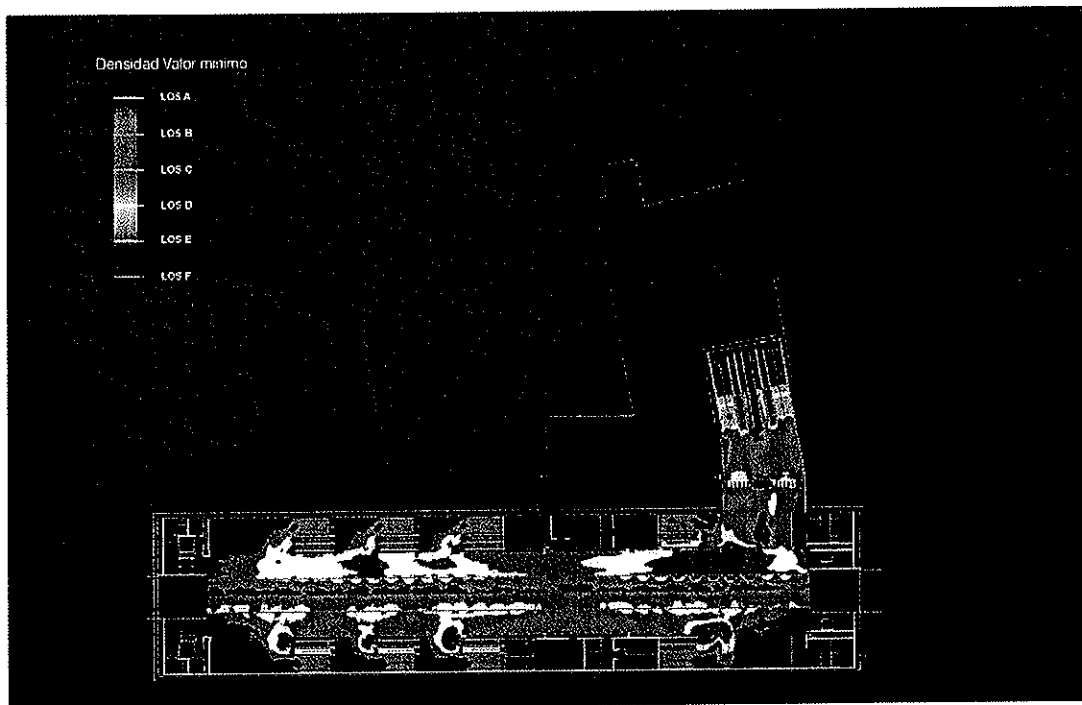


Figura 8 | Densidad promedio acumulada de pasarelas a nivel del andén





El mapa de densidad media acumulada en cola (Figuras 9 y 10) representan el nivel de servicio en las áreas de espera como en frente de torniquetes y zona de embarque / desembarque de escaleras y escaleras mecánicas. Estas imágenes aclaran las mismas criticidades resaltados en las imágenes anteriores.

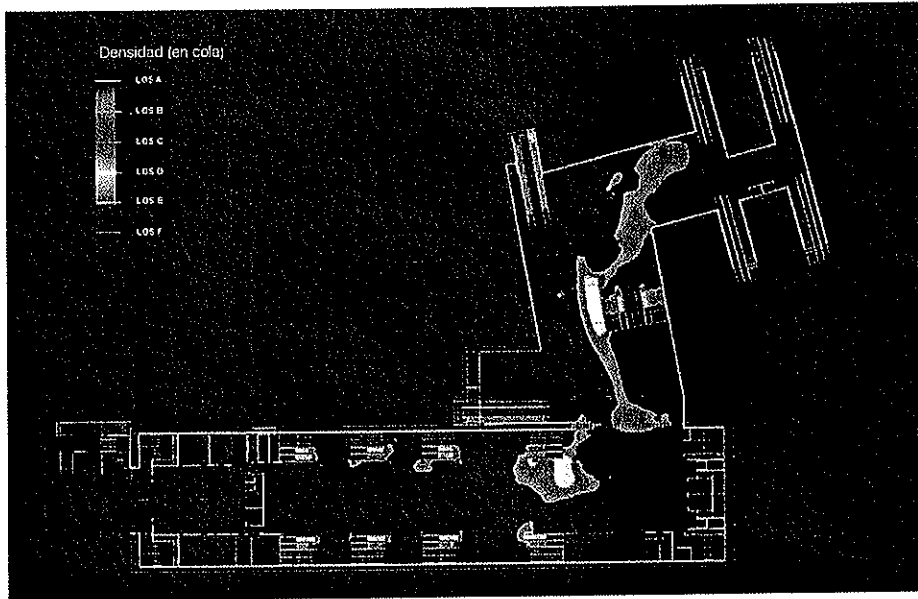


Figura 9 | Mapa de densidad media acumulada en cola en nivel de vestíbulo.

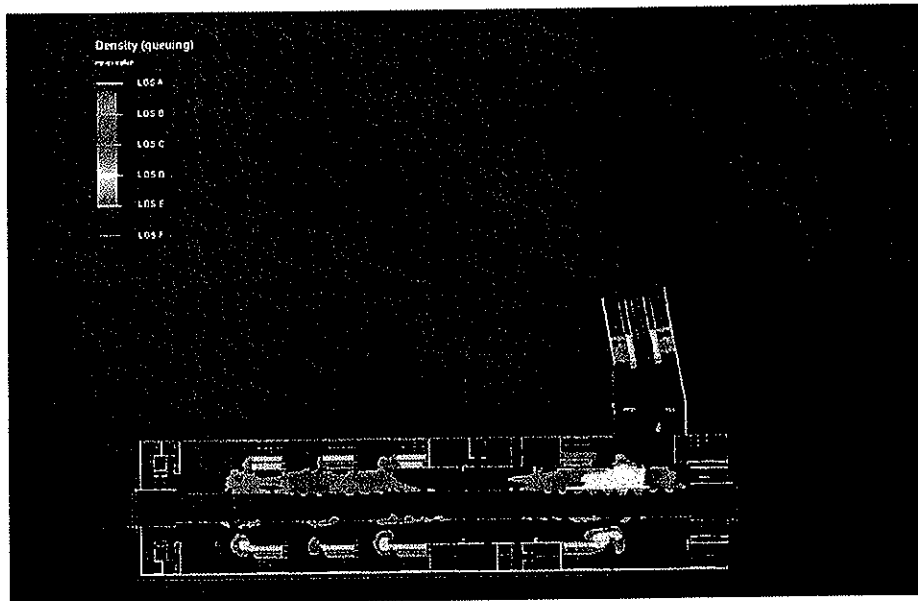


Figura 10 | Densidad promedio acumulada en cola en nivel del andén



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





Los mapas de la velocidad media acumulada representan la velocidad de desplazamiento media de los pasajeros en proporción a la zona transitable. Es fácil reconocer la consistencia de los fenómenos mostrados en estos mapas con los fenómenos de relieve en los mapas de densidad (para pasarelas y cola), en particular, las ralentizaciones que se producen en las zonas con una mayor densidad.

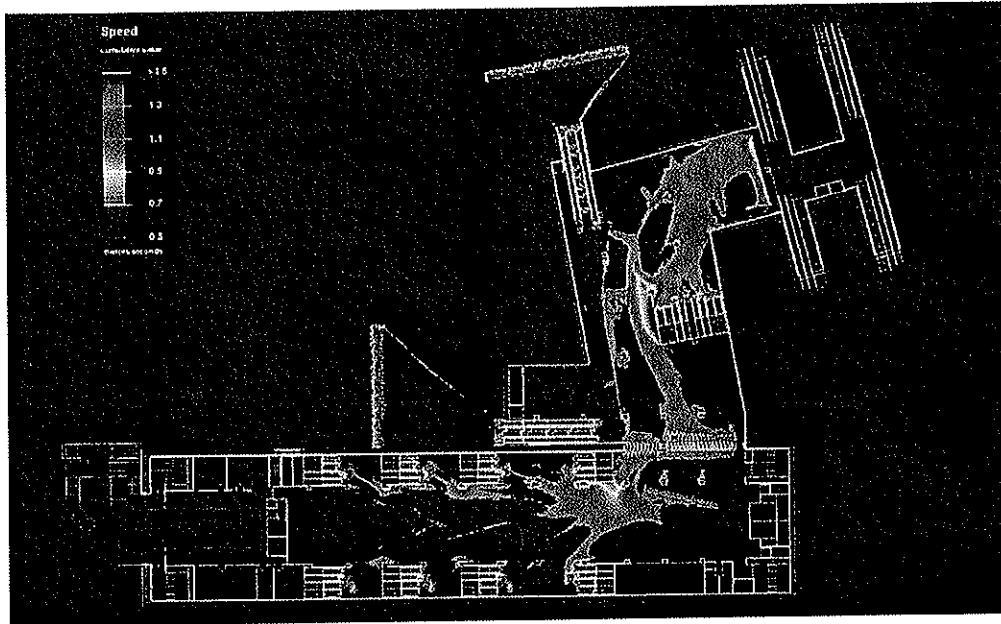


Figura 11 | Mapa de velocidad media acumulativa en nivel de vestíbulo

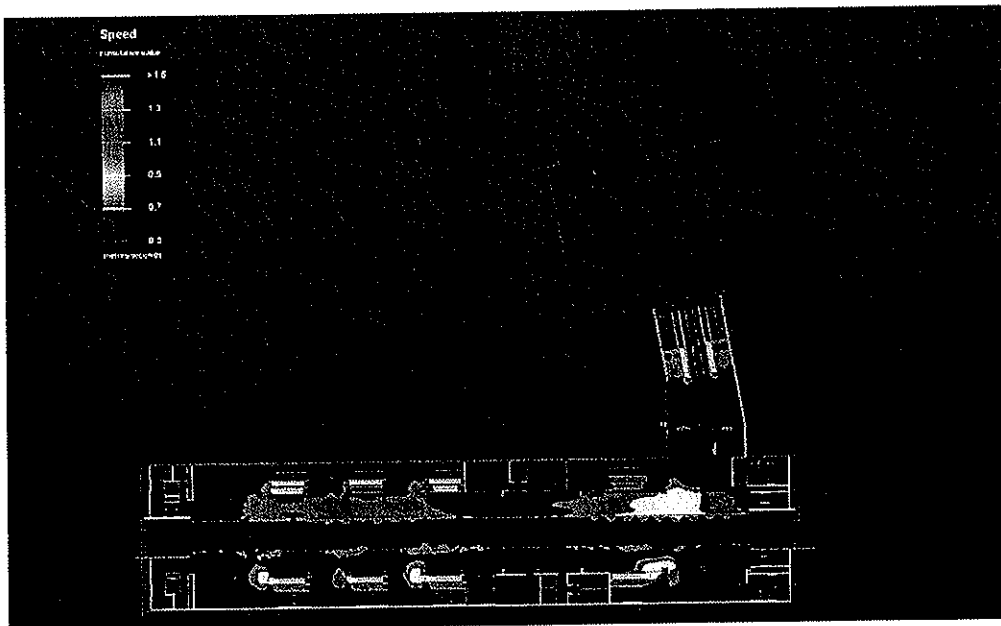


Figura 12 | Velocidad media acumulada a nivel del andén





6. Análisis Operacional de 28 de Julio – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias y prescritas por las normas de seguridad de la NFPA 130, Edición 2014. En este caso, el escenario más crítico es el mismo que el escenario operacional, la hora punta AM en días laborables, ya que tiene una muy alta tasa de llegada de la otra estación y fuera de las plataformas.

Como consecuencia de ello, este escenario prevé el número máximo de pasajeros que esperan en el andén para abordar los trenes.

Las plataformas se encuentran en un nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuados. Durante la hora pico de la mañana, hay 42,410 pasajeros que abordan los trenes hacia el oeste y 8,738 hacia el este.

Un avance 5 minutos entre los trenes es utilizado en este escenario para simular las interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un factor de aumento de 1,1 se aplica en el minuto de la hora punta.

Esto se traduce en 3,888 pasajeros que esperan en el andén oeste y 801 en dirección este. Por último, en cada plataforma habrá 1,400 personas que salen de los trenes del metro. El número total de personas a evacuar es, 5,288 desde el andén hacia el oeste y 2,201 de la otra. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular la confusión, el pánico, las condiciones de visibilidad difíciles y pérdida de la conciencia.

Por lo que se refiere a los medios de salida, escaleras, escaleras mecánicas y torniquetes, hay que destacar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en movimiento hacia el andén se detienen y funcionan como una escalera. Por otra parte, para cada plataforma, se asume una escalera mecánica en la dirección de la evacuación, para romperse y trabajar como una escalera.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios del andén a nivel de la salida incluyendo (a través de) la primera planta subterránea. La normativa de los reglamentos de seguridad de la NFPA 130 requiere:

- suficiente capacidad de salida para evacuar la carga ocupante de la plataforma del andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación, que permite la evacuación desde el punto más remoto del andén a un punto de seguridad en 6 minutos o menos.





Los resultados de la simulación de evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de 28 Julio cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

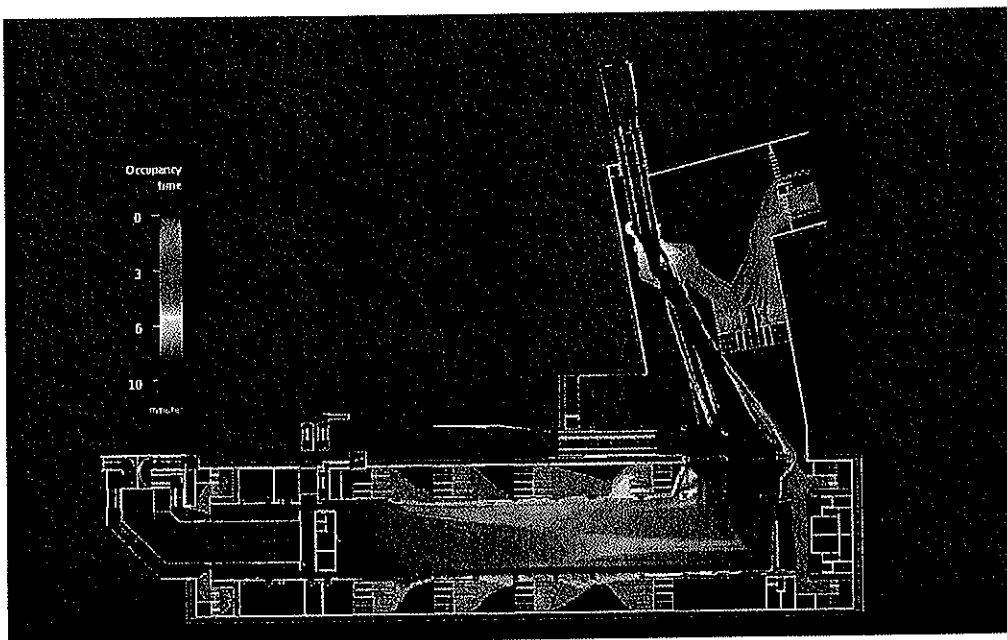


Figura 13 | Tiempo de evacuación en vestíbulo

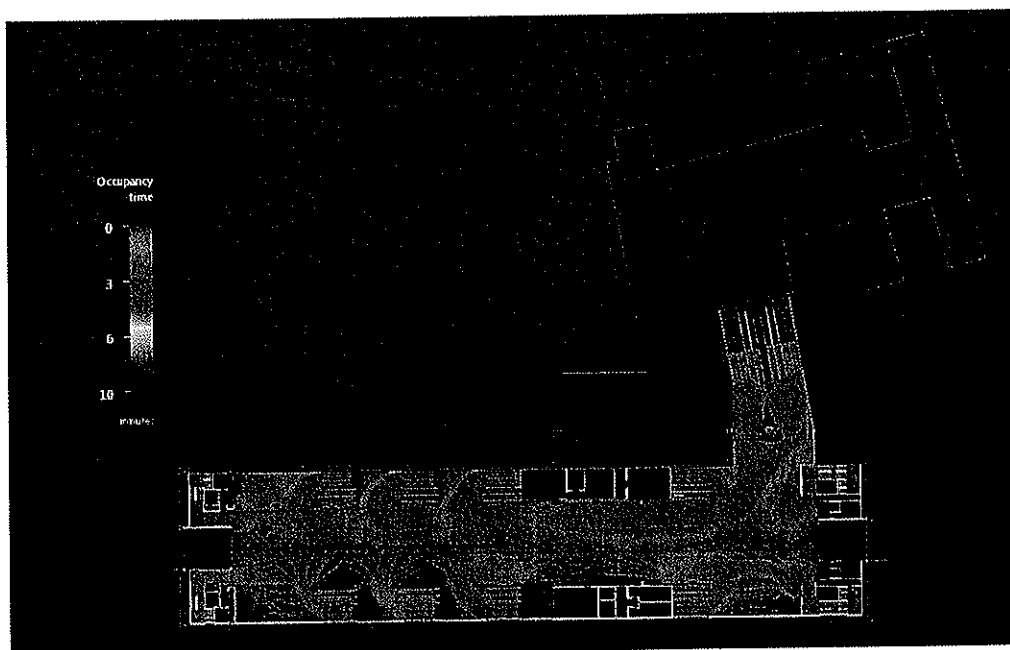


Figura 14 | Tiempo de Evacuación en el nivel de andén



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Milan, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
"Construcción de la Línea n. 2 y sede Av. Faucett-
Gambetta de la red de subterráneos de Lima and
Callao"

Consultoría de Flujos peatonales – Estación Ate



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A



- Preparado por: Claudio Borsari
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de servicio: 13P0151g
- Nombre del archivo: 13P0151g_140214_R_Ate_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®	5
4. Resultados de Simulación	8
4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)	8
4.2 Utilización del espacio	10
4.3 Velocidad del flujo	10
4.4 Tiempo de evacuación	10
5. Análisis Operacional de Ate – Hora Punta PM en días laborables	11
6. Análisis Operacional de Ate – Evacuación	18



1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales en puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de señalización son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros centros principales intercambiadores de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo – niveles de servicio– un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El software "Legion Spaceworks" es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.





Entre los usuarios más importantes de este software, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por - tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, este software puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del diseño arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.





Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el diseño de densidad acumulada (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:





NDS en los Pasillos

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, significa bajar la velocidad de los peatones y el volumen potencial.

NDS C



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

NDS D



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruir (NDS) en los Pasillos

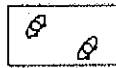
NDS en las Colas

NDS A



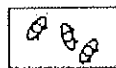
Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.

NDS C



Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

NDS D



Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás es restringido, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por periodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruir (NDS) en las colas





4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



5. Análisis Operacional de Ate – Hora Punta PM en días laborables

Ate es el terminal oriente de la L2, que se encuentra en la Plaza de Armas, en el municipio de Ate. Dos accesos desde el nivel de la calle estarán en la parte oeste de la estación, mientras que un tercer grupo de escaleras y escaleras mecánicas proporcionarán un acceso directo a la plaza.

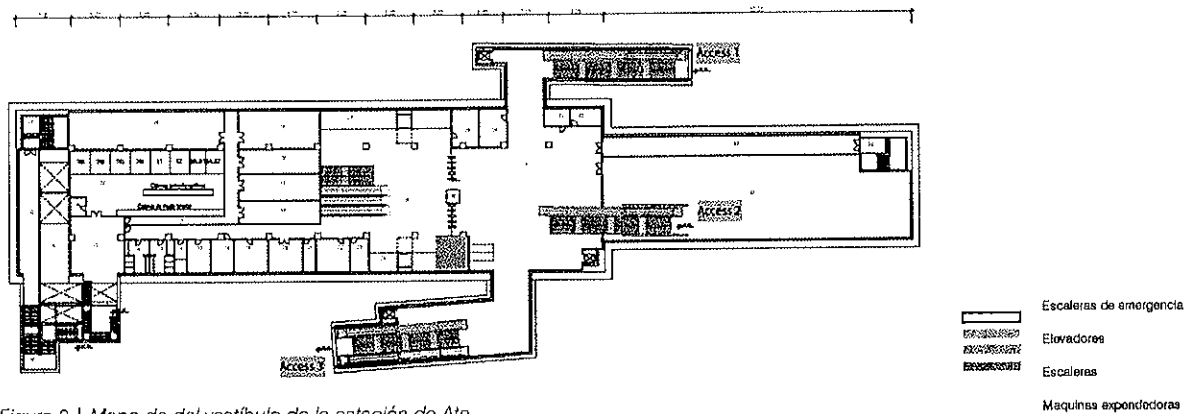


Figura 2 | Mapa de del vestíbulo de la estación de Ate

La parte central de la estación tendrá un solo grupo de escaleras y escaleras mecánicas que aterrizan en el entresuelo. Dos grupos de escaleras y escaleras mecánicas conectan el vestíbulo y el nivel intermedio, con 4 grupos que conectan los niveles intermedios y el andén (2 grupos por andén).

En cuanto a la demanda de movilidad, el Proyecto de la Plataforma proporcionada 2047 indica el momento más crítico de la hora punta PM en días laborables (7,273 pasajeros frente a los 3,346 pasajeros de la hora punta AM).

Los Pasajeros previstos para Ate suman hasta 7,273 en la hora más congestionada. La dirección hacia el este será la más concurrida, con 3,916 pasajeros que descienden , mientras que en sentido contrario habría 3,357 pasajeros que embarquen. Todos estos usuarios se perfilan como los viajeros en el modelo.

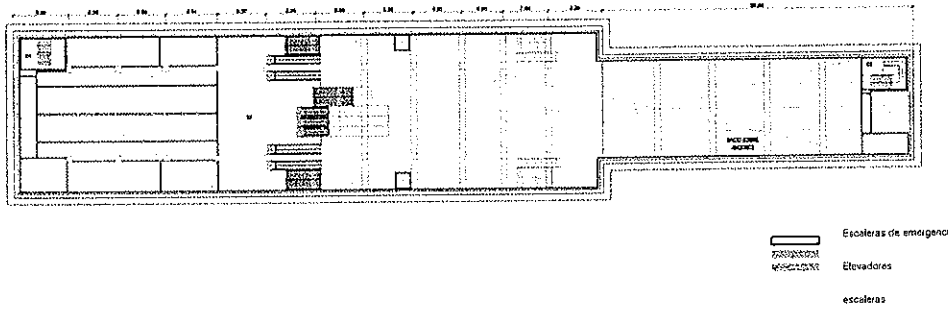


Figura 3 | Mapa de la estación de Ate en nivel de mezzanina

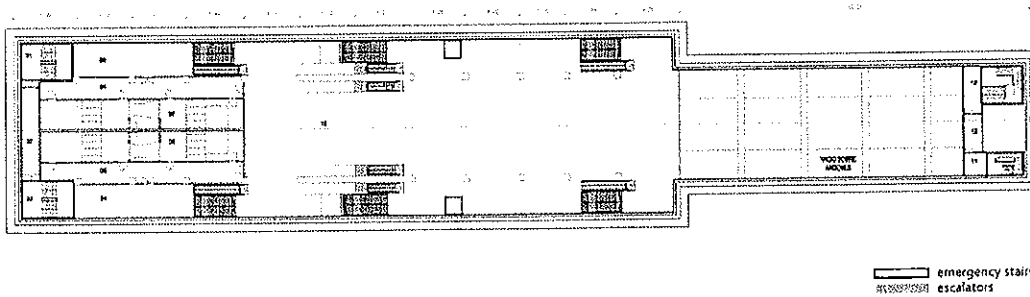


Figure 4 | Mapa de la estación de Ate en nivel intermedio

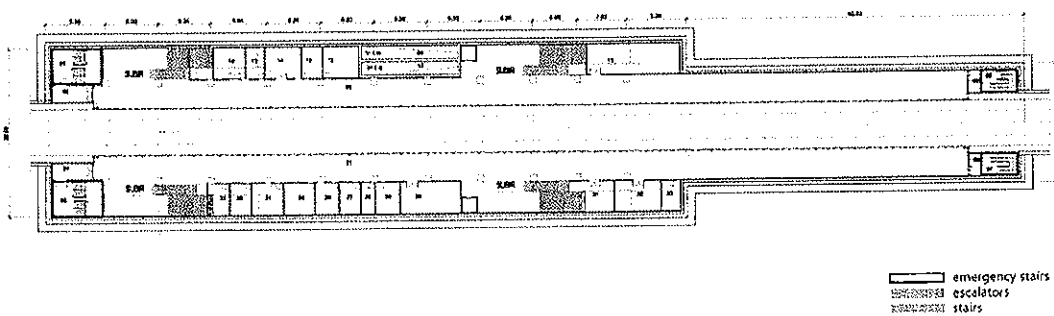


Figure 5 | Mapa de la estación de Ate a nivel de andén.

Para modelar la estación de Ate, una serie de hipótesis se han hecho en relación a los diferentes componentes de movilidad peatonal, tales como escaleras, escaleras mecánicas y torniquetes:

- En el Acceso 3 existe una escalera mecánica por sentido: la demanda se distribuye en partes iguales entre los accesos;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 9 torniquetes de las cuales 4 son para la entrada y 5 para la salida, y,



- el nivel del andén está vinculado al nivel intermedio por 4 escaleras y 4 escaleras mecánicas (2 que van debajo del andén este y 2 que suben en dirección oeste: en el término de la línea, la primera es sólo la llegada y sólo la segunda para salidas)
- en el nivel intermedio, hay 2 escaleras que se conectan con el nivel de mezzanina y 4 escaleras mecánicas: 2 de ellos van hacia arriba y 2 van hacia abajo, de acuerdo con su posición en la llegada o salida del lado del andén de la estación
- la mezzanina se encuentra conectado a la explanada a través de 1 escaleras y 3 escaleras mecánica , dos de los cuales están subiendo y uno bajando.

Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta PM en días laborables muestran una funcionalidad de peatones general adecuada de la estación en ambos andenes y niveles de plataforma.

Precisamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 7 y 8) que se incluyen en el presente documento ilustran claramente cómo la posición de la escalera en cada piso obliga a los flujos en una serie de curvas cerradas: aunque sería mejor para evitar estas situaciones, debido a la baja demanda que exige que la situación sea sostenible.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue las zonas muy utilizadas a las que no se utilizan en absoluto. Cabe destacar que las zonas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmante para los flujos de peatones como para los mapas de utilización de espacio que sólo dan indicios acerca de las áreas más utilizadas (frecuencia de paso) y un alto flujo que no necesariamente es directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre y cuando el espacio disponible se adapte a los flujos esperados.

Mediante la comparación de los mapas con las figuras 9 y 10 se puede concluir que no hay criticidades en zonas de alto flujo en la estación.

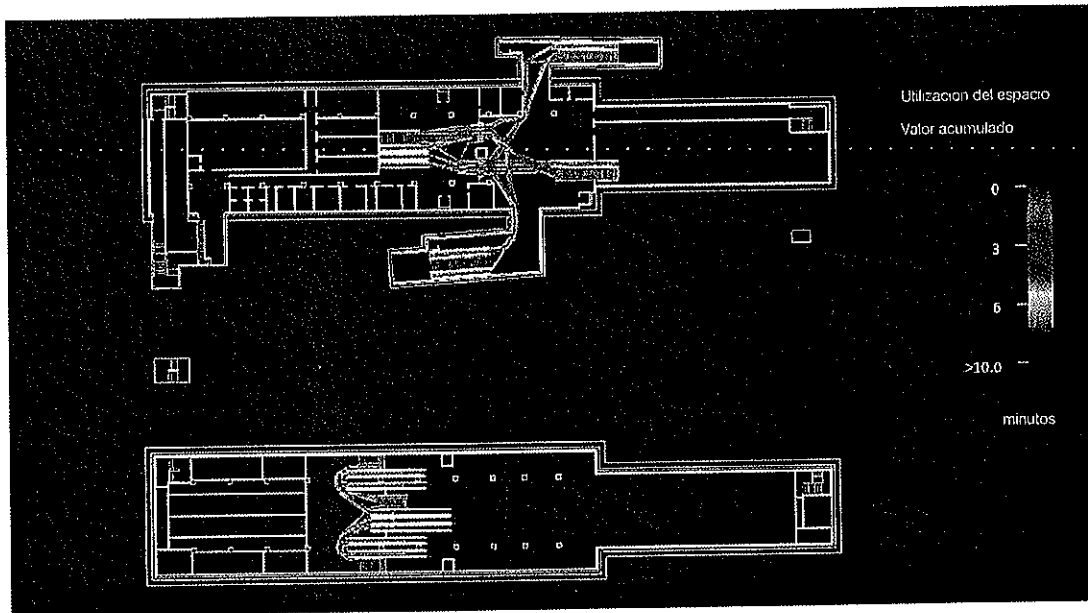


Figura 6 | Mapa de la utilización del espacio en el nivel de vestíbulo y mezzanine.

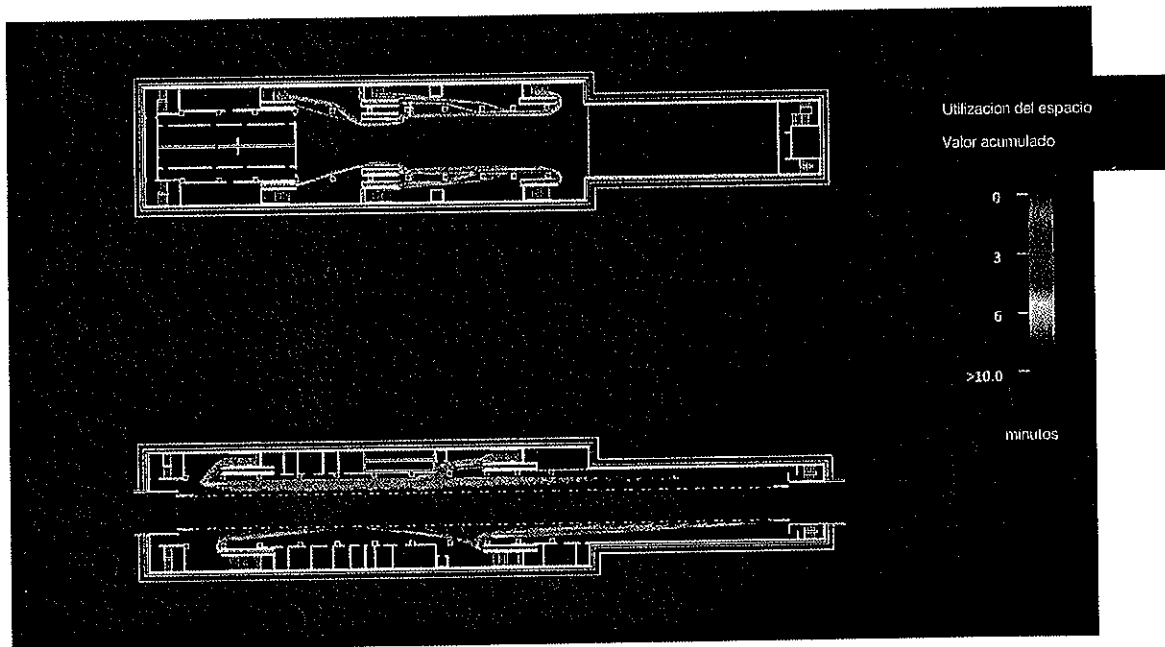


Figura 7 | Mapa de la utilización del espacio en niveles intermedio y en andén

El análisis de la densidad de peatones, que es el nivel de densidad que experimentó el tiempo dentro de una unidad de espacio, se utiliza mejor para medir el funcionamiento para el desarrollo de la estación y poner de relieve las áreas donde podría haber problemas de alta congestión. Los mapas de densidad media acumulada de pasarelas (Figura 9 y 10) verifican la densidad media





dentro de una unidad de espacio y muestran que todo el espacio utilizado en la estación tienen un buen nivel de servicio (de la A a la C) y que no existe una aglomeración anormal en los pasillos. Por favor, tener en cuenta que las escaleras, escaleras mecánicas y torniquetes no deben ser considerados en estos mapas, ya que no se definen como los pasillos.

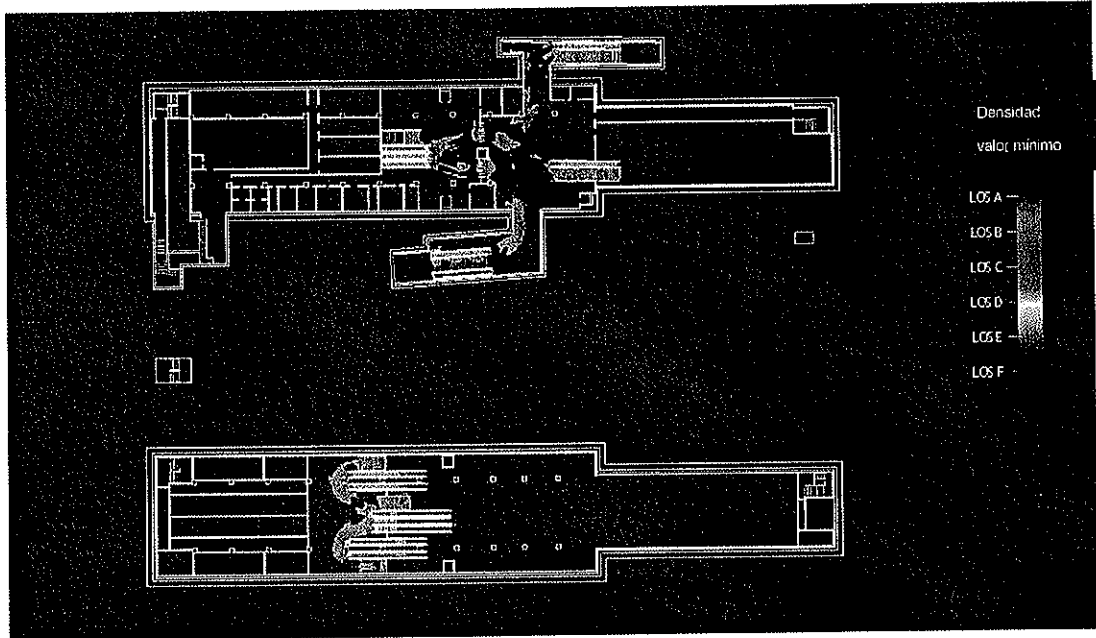


Figura 8 | Mapa de densidad media acumulada en pasarelas en los niveles de vestíbulo y mezzanina

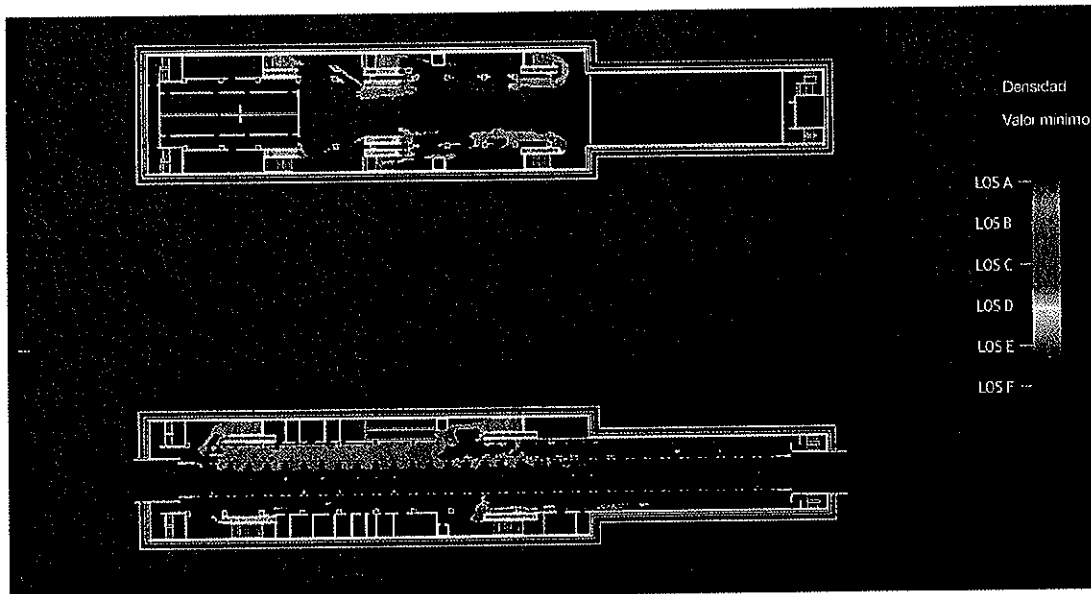


Figura 9 | Densidad promedio acumulada de las calzadas en los niveles intermedio y en el andén



El mapa de densidad media acumulada en cola representa el nivel de servicio en las áreas de espera como en frente de torniquetes y zona de embarque / desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Estos mapas muestran que no existen fenómenos en cola pertinentes y que la estación está funcionando bien.

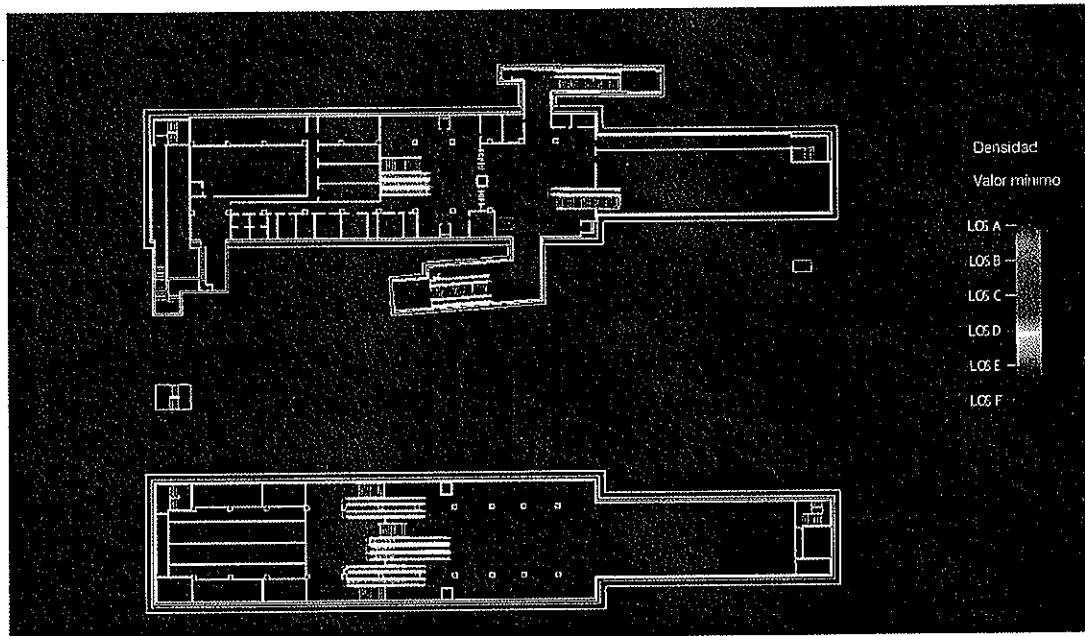


Figura 10 | Mapa de la densidad promedio acumulada en las colas en los niveles de vestíbulo y mezzanina.

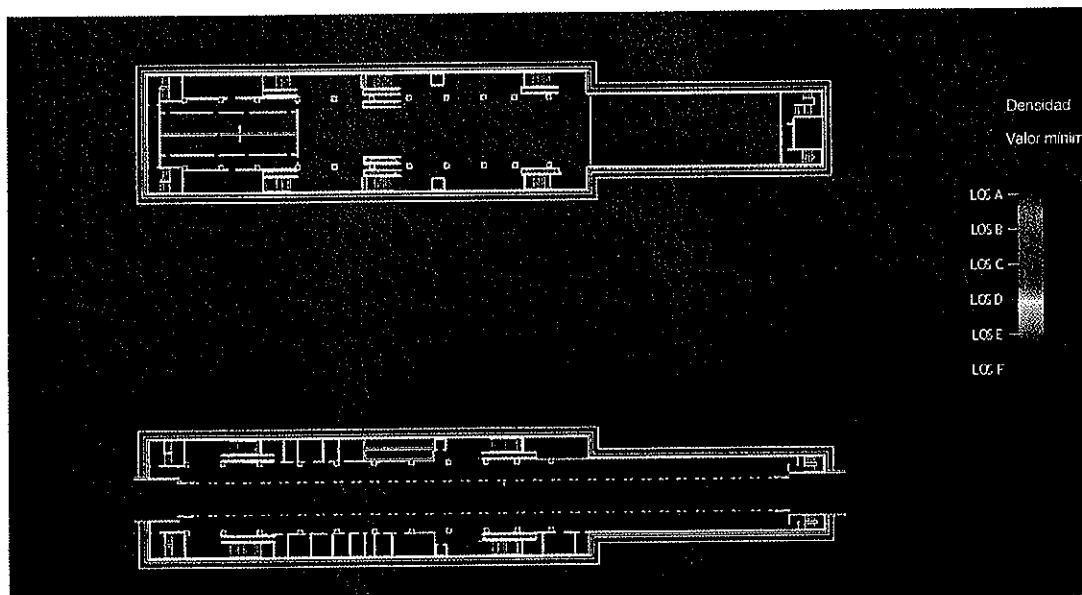


Figura 11 | Densidad promedio acumulada en las colas en los niveles intermedio y andén.



Los mapas de velocidad media acumulada son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio de pasajeros. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad media acumulada de los pasillos en las colas y es posible notar que las personas desaceleran en el área de alta densidad.

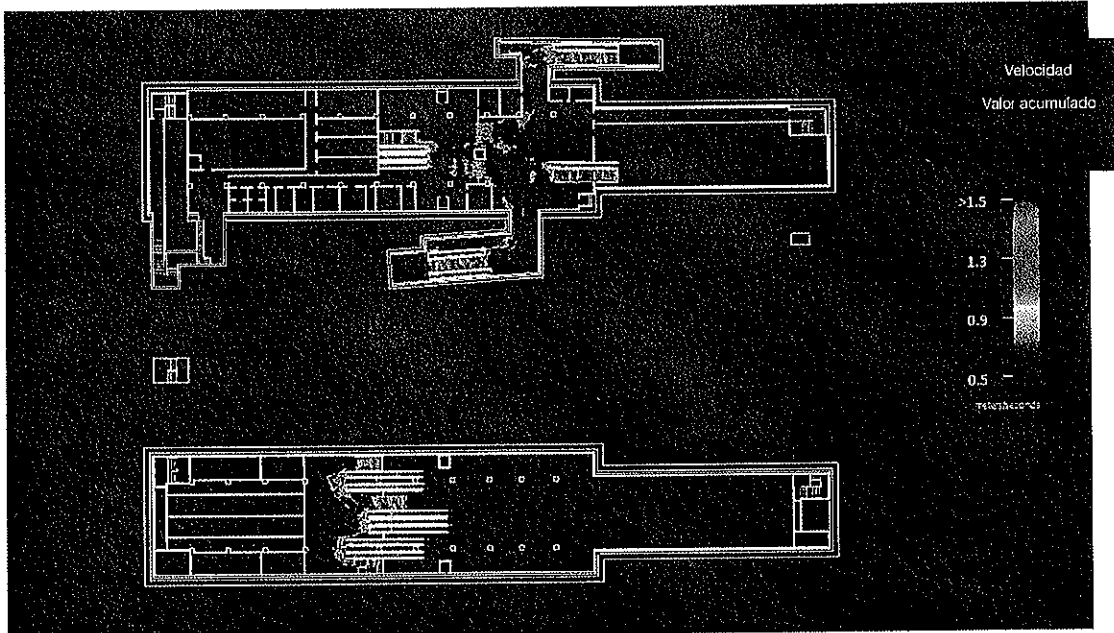


Figura 12 | Mapa de la Densidad promedio acumulada en los niveles de vestíbulo y mezzanina

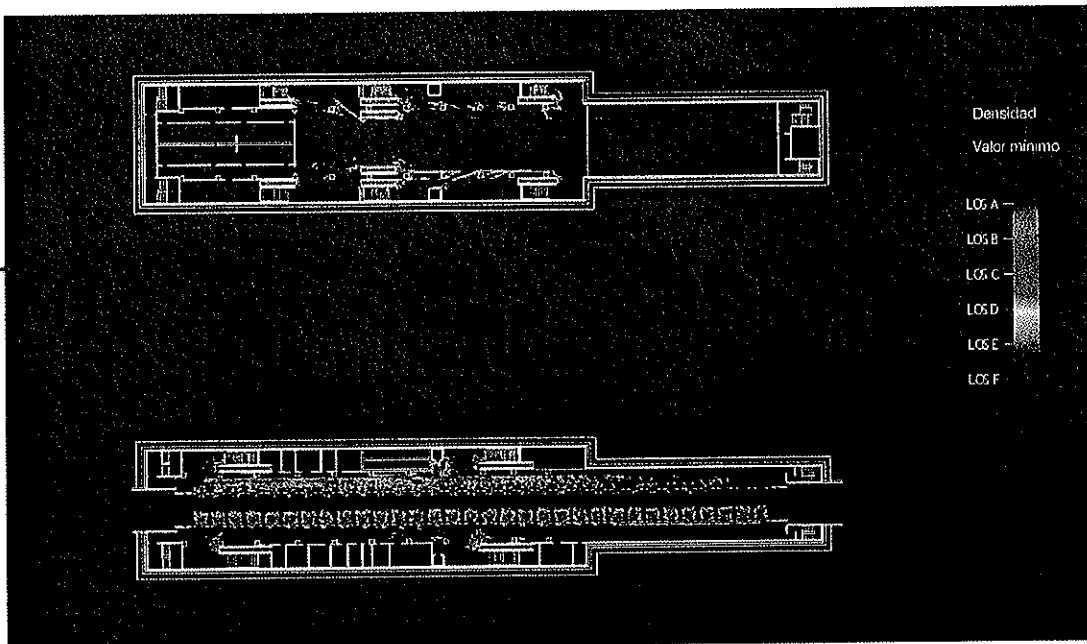


Figura 13 | Velocidad promedio acumulado en los niveles intermedio y andén.





6. Análisis Operacional de Ate – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorios según las regulaciones de seguridad de la NFPA 130, Edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM en días laborables, donde se espera que más pasajeros están esperando en el andén para subir en los trenes.

Los andenes se sitúan en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuados. Durante la hora punta PM, hay 3,357 pasajeros que abordan los trenes con rumbo al oeste.

Un avance de 5 minutos entre los trenes se utilizan en este escenario para simular las interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un factor de aumento de 1,5 se aplica en los minutos de la hora punta.

Esto se traduce en 420 pasajeros que esperan a la salida (hacia el lado oeste) del andén. En el andén en dirección este (llegadas) habrá 1,400 personas que salen de los trenes del metro. El número total de personas a evacuar es, pues, 1,820. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular la confusión, el pánico, las condiciones de visibilidad difíciles y pérdida de la conciencia.

Cabe destacar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que trabajan en la dirección opuesta a la evacuación se detienen y trabajan como escaleras fijas. Además, en cada andén, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios del andén a nivel de la salida incluyendo (a través de) la primera planta subterránea. La normativa de los reglamentos de seguridad de la NFPA 130 requiere:

- suficiente capacidad de salida para evacuar la carga ocupante de la plataforma del andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación, que permite la evacuación desde el punto más remoto del andén a un punto de seguridad en 6 minutos o menos.



Los resultados de la simulación de evacuación (Figura 15 y 16) muestra que el diseño propuesto para la estación de Ate cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

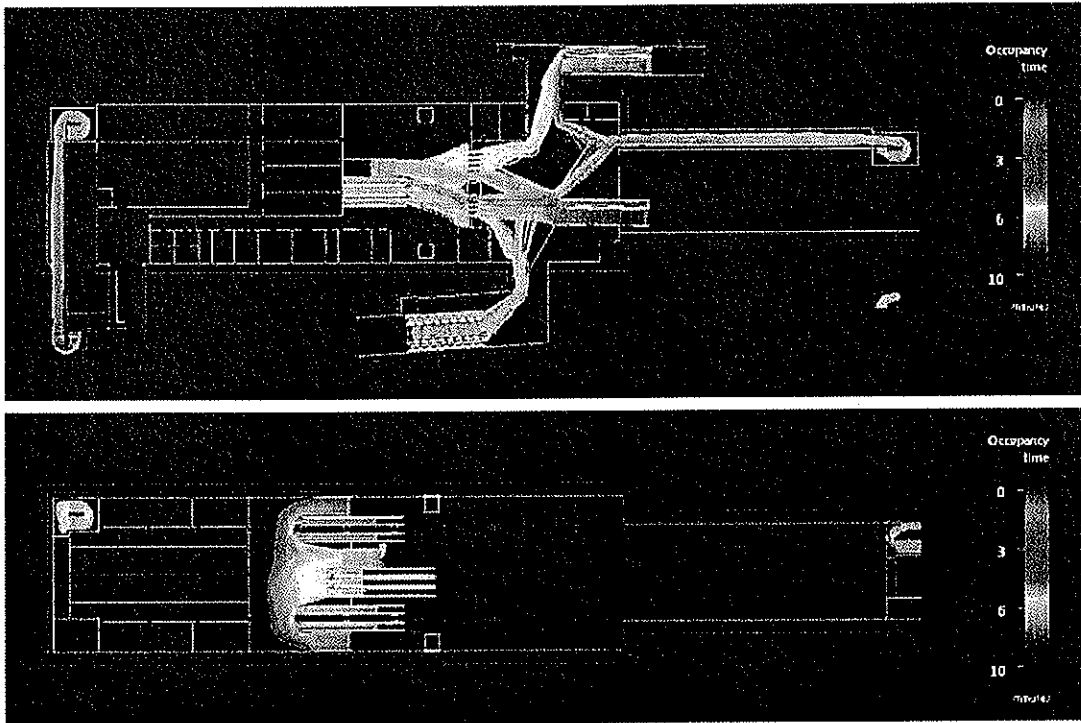
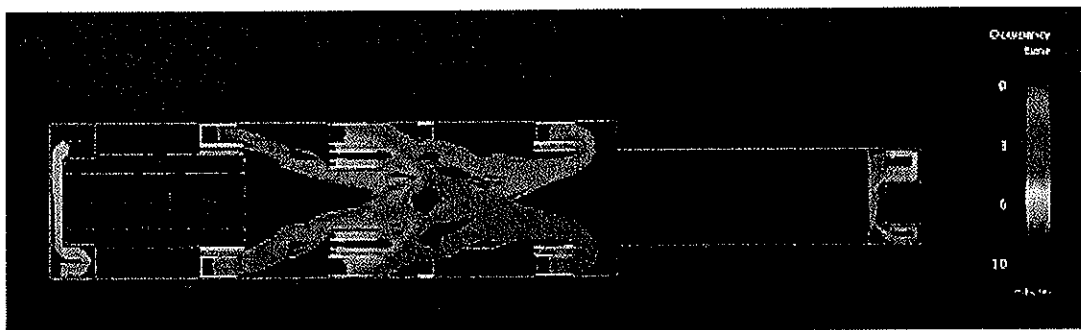


Figura 14 | Tiempo de evacuación en los niveles de vestíbulo y mezzanina.



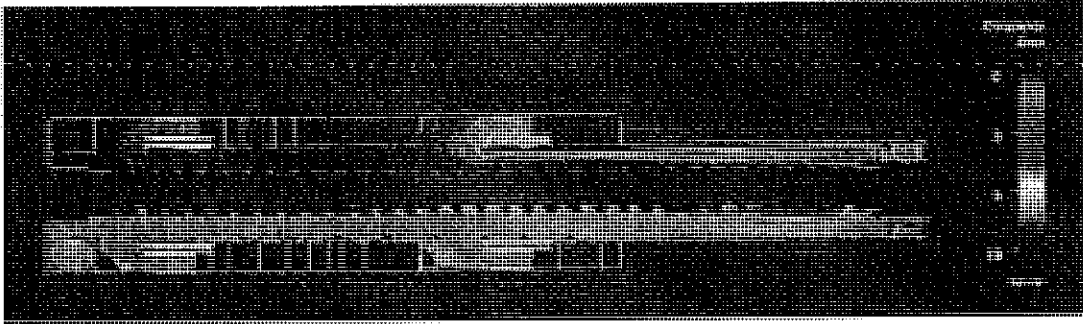


Figura 15 | Tiempo de evacuación en niveles intermedio y anden



Milan, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
"Construcción de la Línea n. 2 y sede Av. Faucett-
Gambetta de la red de subterráneos de Lima and
Callao"

*Consultoría de Flujos peatonales – Estación Carmen de la
Legua*



A



- Elaborado por: Tiffanie Yamashita
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de servicio: 13P0151g
- Nombre del archivo: 13P0151g_140214_R_Carmen_de_la_Legua_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00





Índice

1.	Introducción	4
2.	Metodología	5
3.	Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®	5
4.	Resultados de Simulación	8
4.1	Densidad – Nivel de Servicio (NDS)	8
4.2	Utilización del espacio	10
4.3	Velocidad del flujo	10
4.4	Tiempo de evacuación	10
5	Análisis Operacional de Carmen de la Legua – Hora Punta PM en días laborables	11
6	Análisis Operacional de Carmen de la Legua – Evacuación	17



1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales en puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de señalización son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros centros principales intercambiadores de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo – niveles de servicio– un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El software "Legion Spaceworks" es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.



Entre los usuarios más importantes de este software, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

Entre los usuarios más importantes de este software, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por - tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, este software puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del diseño arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;



- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el diseño de densidad acumulada (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

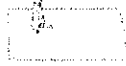
El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 



Niveles de Servicio

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, significa bajar la velocidad de los peatones y el volumen potencial.

NDS C



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

NDS D



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

Niveles de Servicio

NDS A



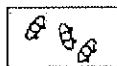
Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.

NDS C



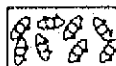
Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

NDS D



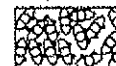
Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de las colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas



[Handwritten signature]



4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

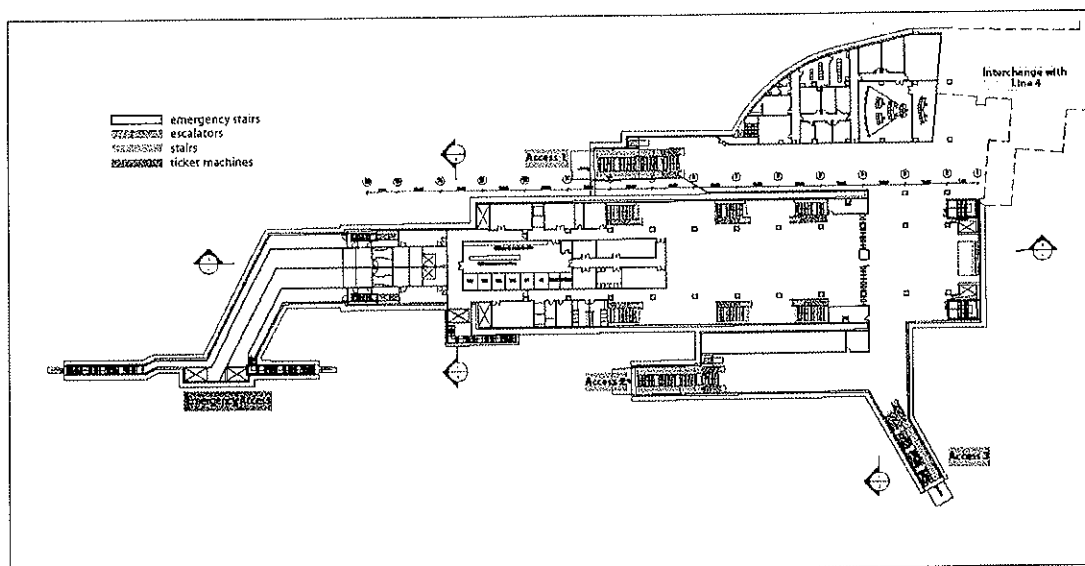
Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5 Análisis Operacional de Carmen de la Legua – Hora Punta PM en días laborables

Carmen de la Legua consiste en una estación tipológica en la parte occidental de la L2, que se encuentra entre la estación terminal de Puerto del Callao y la Estación Central. Esta estación es una estación de intercambio, conectada con el metro línea 2 con la línea 4. Tres accesos desde el nivel de la calle se proporcionan en la parte oriental de la estación, junto con las máquinas



expendedoras de billetes y sistema de puertas principales.

Figure 2 | Map of Carmen de la Legua station concourse level

En la parte central de la estación se encuentran de cada lado tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas, lo que conlleva a las dos plataformas en el nivel inferior. La parte occidental del vestíbulo se dedica a las áreas técnicas, restricciones al público, y salidas de emergencia.

En cuanto a la demanda de movilidad, el Escenario del proyecto 2047 proporcionado indica que el momento más crítico del día es la hora punta PM en días laborables (29,472 pasajeros frente a los 28,178 pasajeros de la hora punta AM) y, por tanto, ha sido seleccionado para la verificación de peatones de flujo.

La dirección hacia el oeste será la más concurrida, con 14,780 pasajeros bajando y 1938 en el embarque, por un total de alrededor de 16,718 pasajeros durante la hora punta PM en días laborables.



En la dirección opuesta (de Oeste a Este), habrá 468 pasajeros bajando y 12,286 pasajeros abordando, para un total de 12,754 pasajeros. Todos estos usuarios se perfilan como los viajeros en el modelo.

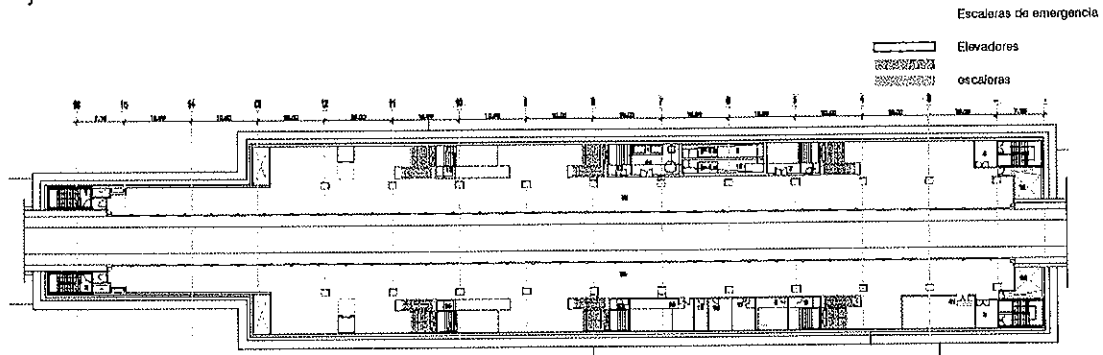


Figura 3 | Mapa del nivel de plataforma de la estación de Carmen de la Legua

Para modelar la estación Carmen de la Legua, una serie de hipótesis se han realizado en relación a los diferentes componentes de la movilidad peatonal, tales como escaleras fijas, escaleras mecánicas y torniquetes:

- Para los accesos desde la calle hasta la estación, hay una escalera por la dirección para el acceso 1 y 2 y una escalera mecánica que sube para el acceso 3, todos los accesos tienen un escalón, respectivamente, de 3.20 m, 2.60 y 2.60 m.
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 16 torniquetes, 9 de ellas para la entrada y 7 para la salida de la Línea 2;
- hay 15 torniquetes, 9 de ellas para la entrada y 6 para la salida de la Línea 4 y,
- el nivel del andén está vinculado al nivel de la plataforma por 6 escaleras y 6 escaleras mecánicas.

Además, se supone que los accesos # 01 # 02 y # 03 atraen y generan respectivamente el 50 %, 25 % y 25 % de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta PM en días laborables muestran una funcionalidad de peatones general adecuada de la estación en ambos niveles del andén.

Los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) que se incluyen en el presente documento ilustran bien la fuerte relación entre las líneas 2 y 4.

La gradación de color de rojo a azul a negro representan y distinguen las zonas muy utilizadas a las que no se utilizan en absoluto. Cabe destacar que las zonas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmante para los flujos de peatones como para los mapas de utilización de



A



espacio que sólo dan indicios acerca de las áreas más utilizadas (frecuencia de paso) y un flujo alto no necesariamente es directamente proporcional al Nivel de Servicio (Nds) siempre y cuando el espacio disponible se adapte a los flujos esperados.

Mediante la comparación de los mapas con las figuras 7 y 8, se puede observar que en la primera planta subterránea el corredor muy utilizado vinculado a L2 y L4 está casi a plena capacidad.

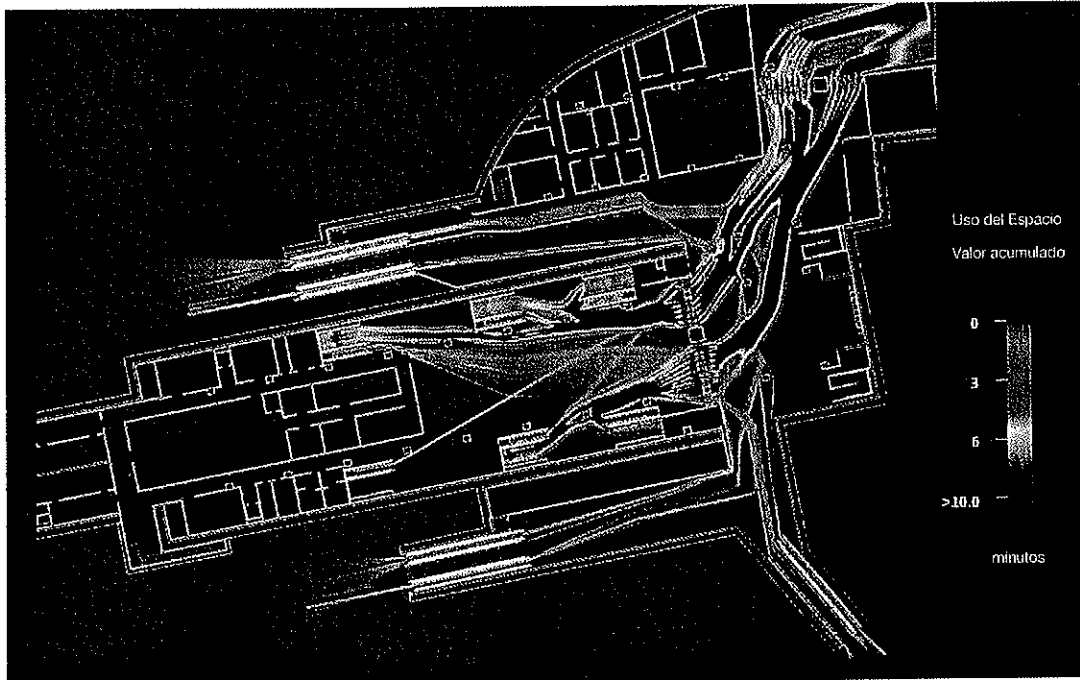


Figura 4 | Mapa del uso del espacio en el Nivel del andén

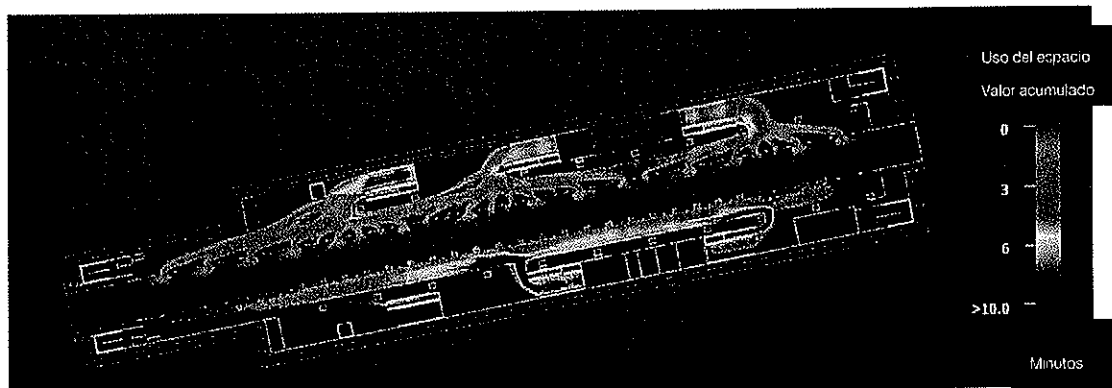


Figura 5 | Mapa del uso de espacio en el Nivel de Plataforma

El análisis de la densidad de peatones, que es el nivel de densidad que experimentó el tiempo dentro de una unidad de espacio, se utiliza mejor para medir el funcionamiento para la ejecución





de la estación y pone de relieve las áreas donde podría haber problemas de alta congestión. Los mapas de densidad media acumulada de pasarelas (Figura 7 y 8) comprueban la densidad media dentro de una unidad de espacio y demuestran que todo el espacio utilizado de la estación tiene un nivel de servicio aceptable (promedia el NdS C).

Por favor, tenga en cuenta que las escaleras y escaleras mecánicas y sus zonas de acceso y salida no deben ser considerados en estos mapas, ya que no se definen como los pasillos.

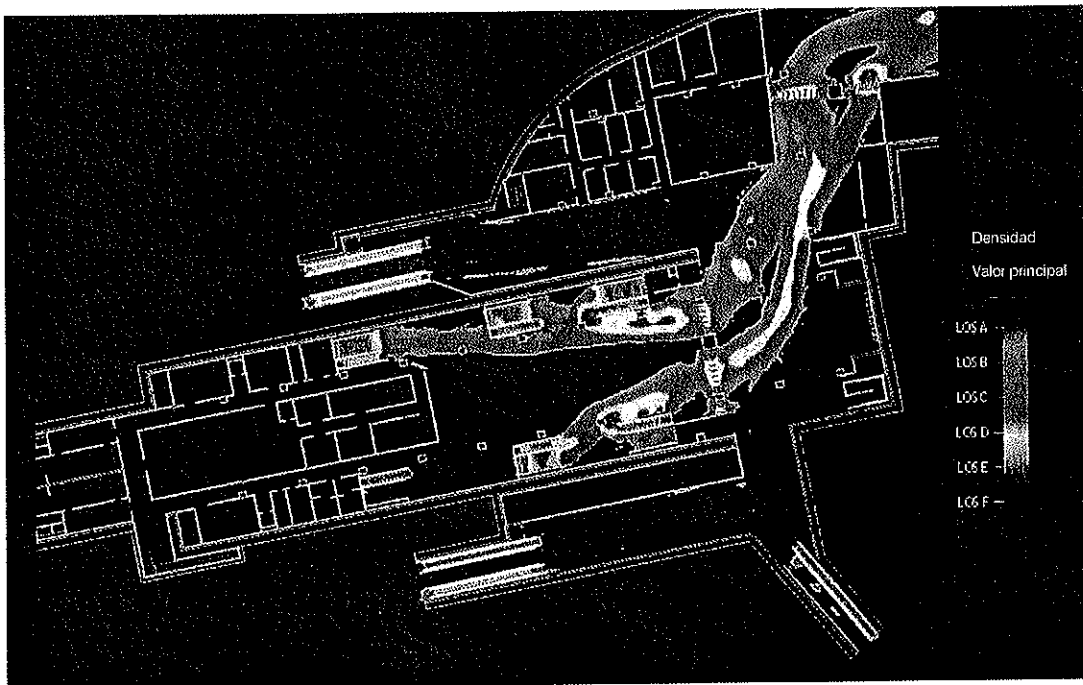


Figura 6 | Mapa de la densidad acumulada en los pasillos en el vestíbulo

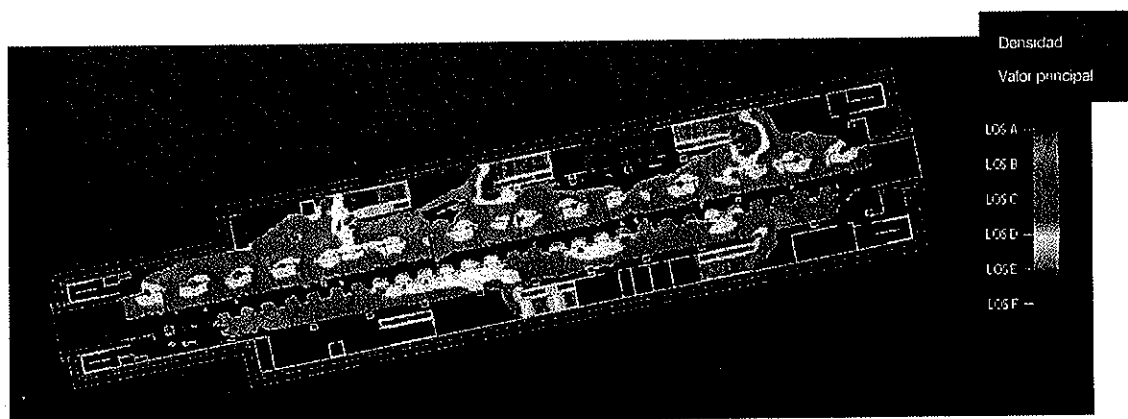


Figura 7 | Densidad principal acumulada en los pasillos en el Nivel de Plataforma



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





El mapa de densidad media acumulada en cola representa el nivel de servicio en las áreas de espera como en frente de torniquetes y zona de embarque / desembarque de escaleras y escaleras mecánicas. Los siguientes mapas incluyen también los datos de densidad para escaleras y escaleras mecánicas que tiene en cuenta un cálculo específico de nivel de servicio para esas áreas.

Hay un en algunas escaleras mecánicas en cola que son las más utilizadas en la zona de embarque en los niveles de plataforma, pero el nivel de servicio es muy aceptable, con un nivel de servicio C.

En torniquetes L4, hay pocas colas de gente que va a L2 pero por lo demás, todos los torniquetes están trabajando bien y el nivel de servicio es bueno.

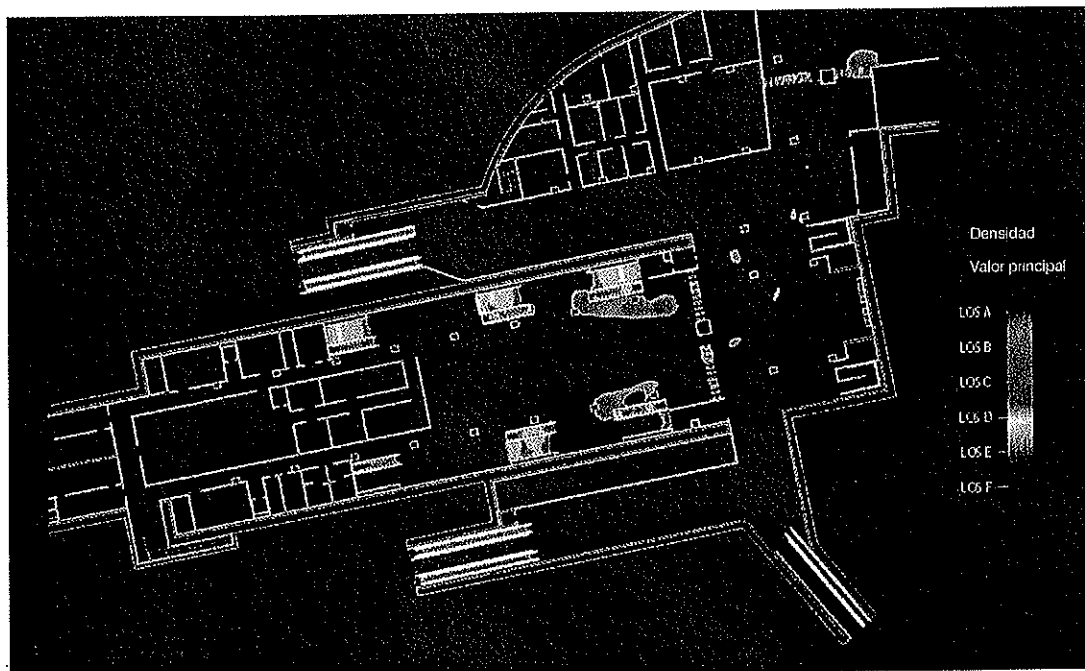


Figura 8 | Mapa de la densidad principal acumulada en cola en Planta Subterránea

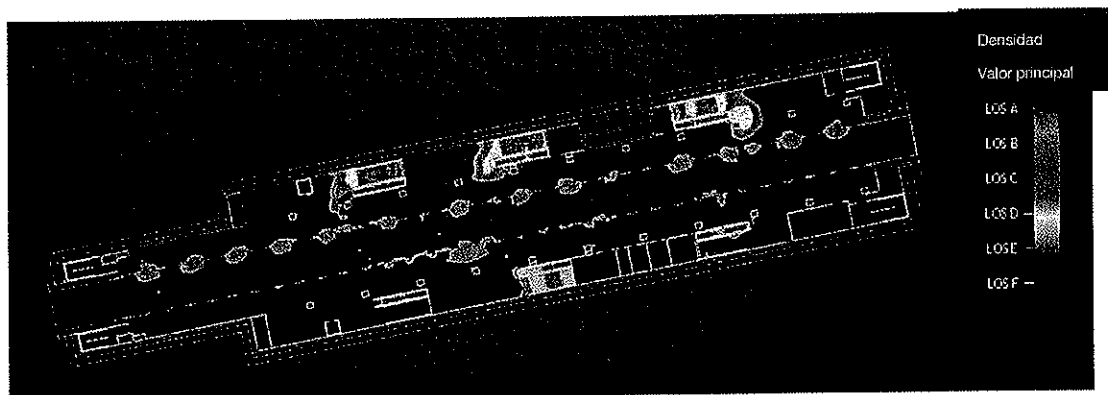


Figura 9 | Densidad principal acumulada en cola en el Nivel de Plataforma



Los mapas de velocidad media acumulada son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio de pasajeros. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad media acumulada de los pasillos en cola y es posible tener en cuenta las personas desaceleración en el área de alta densidad.

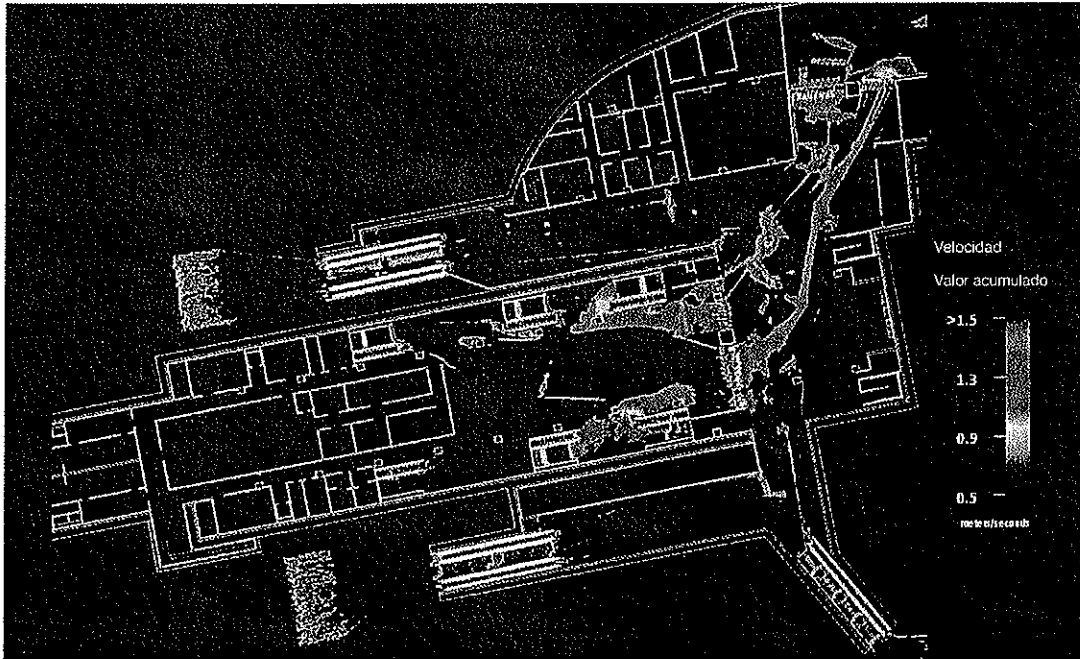


Figura 10 | Mapa de la velocidad principal acumulada en el vestíbulo

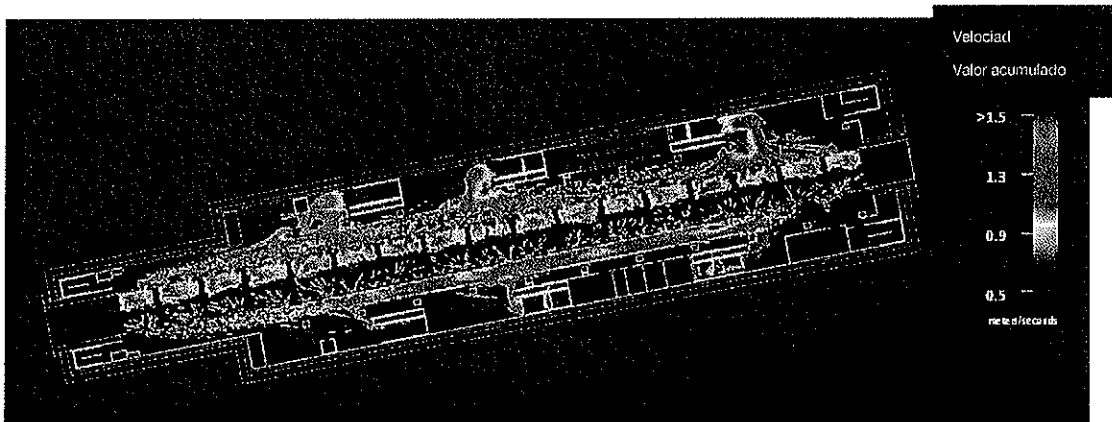


Figura 11 | Velocidad principal acumulada en en Nivel de Plataforma





6 Análisis Operacional de Carmen de la Legua – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias acorde a las regulaciones de seguridad de la NFPA 130, Edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM en días laborables, donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para ir en los trenes.

Las Plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuados. Durante la hora punta PM en días laborables, hay 1,938 pasajeros que abordan los trenes en dirección oeste y 12,286 hacia el este.

Un avance de 5 minutos entre los trenes se utiliza en este escenario para simular las interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un factor de aumento de 1,5 se aplica al minuto en la hora punta. Esto se traduce en 242 pasajeros que esperan en el andén oeste y 1,536 en el andén en dirección este. Por último, en cada plataforma habrá 1,400 personas que salen de los trenes del metro. El número total de personas a evacuar es, pues, 1,642 desde el andén oeste y 2,936 de la otra. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular la confusión, el pánico, las condiciones de visibilidad difíciles y pérdida de la conciencia.

Cabe destacar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas de trabajo en la dirección opuesta a la evacuación se detienen y el trabajan como escaleras. Además, para cada plataforma, se asume una escalera mecánica en la dirección de la evacuación, para ser rota.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios del andén a nivel de la salida incluyendo (a través de) la primera planta subterránea. La normativa de los reglamentos de seguridad de la NFPA 130 requiere:

- Suficiente capacidad de salida para evacuar la carga ocupante de la plataforma del andén de la estación en 4 minutos o menos.
- Un diseño de la estación, que permite la evacuación desde el punto más remoto del andén a un punto de seguridad en 6 minutos o menos.



Los resultados de la simulación de evacuación (Figura 13 y 14) muestra que el diseño propuesto para la estación de Carmen de la Legua cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

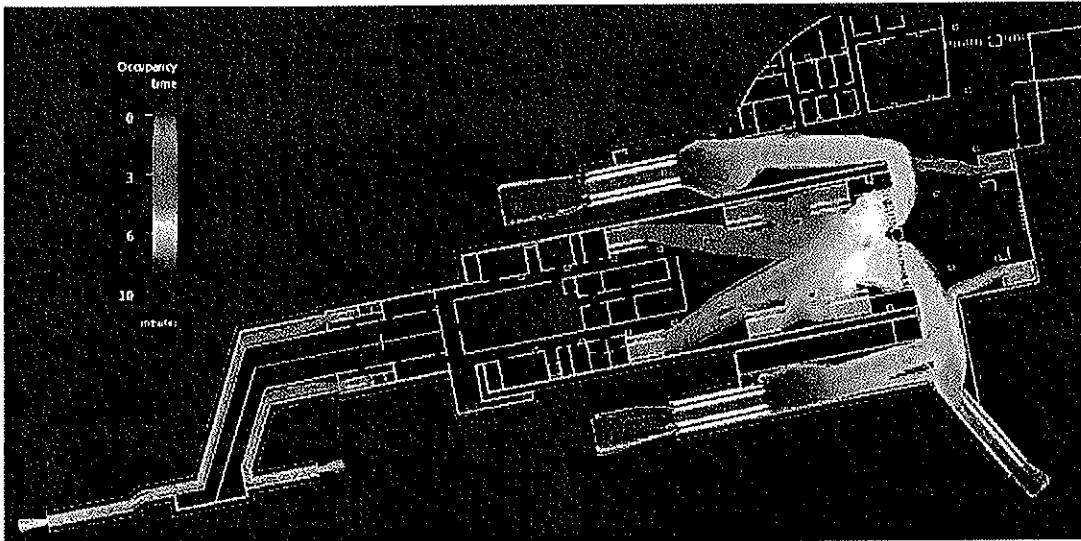


Figura 12 | Tiempo de Evacuación en el vestíbulo

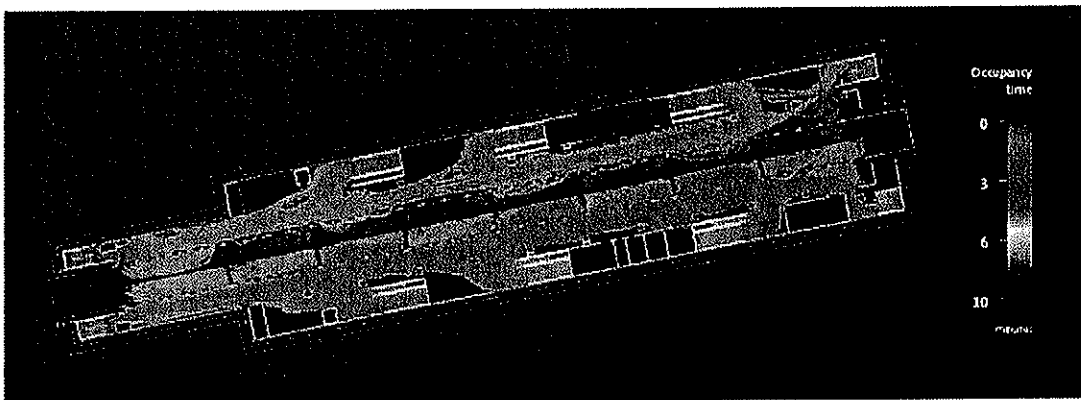


Figura 13 | Tiempo de Evacuación en los Niveles de Plataforma



Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
“Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av.
Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima
y Callao”

Consultoría de Flujo Peatonal – Estación Evitamiento



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



- Preparado por: Tiffanie Yamashita
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de Servicio: 13P0151g
- Nombre de archivo: 13P0151g_140214_R_Evitamiento_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00





Índice

1.	Introducción	4
2.	Metodología	5
3.	Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®	5
4.	Resultados de simulación.....	7
4.1	Densidad – Nivel de Servicios (NDS)	7
4.2	Utilización del espacio	8
4.3	Velocidad del flujo.....	9
4.4	Tiempo de evacuación	9
5	Análisis Operacional de Evitamiento – Hora punta PM en días laborables	10
6	Análisis operacional de Evitamiento – Evacuación	16



1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos de criticidad de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros principales nodos de intercambio de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El Programa informático Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este Programa Informático, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.





El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e inconveniencias (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:





NDS en los Pasillos

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B

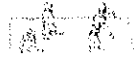


Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, significa bajar la velocidad de los peatones y el volumen peatonal.



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

NDS D



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del flujo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruición (NDS) en los Pasillos

NDS en las colas

NDS A



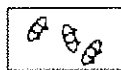
Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.

NDS C



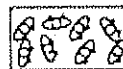
Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

NDS D



Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.





Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas

4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5 Análisis Operacional de Evitamiento – Hora punta PM en días laborables

Javier Prado consiste en una estación situada en la parte central del L2, ubicada entre la estación terminal de Ate y la Central. Dos accesos desde la calle estarán en el Este de la estación, junto con las máquinas expendedoras de boletos y los sistemas principales de entradas.

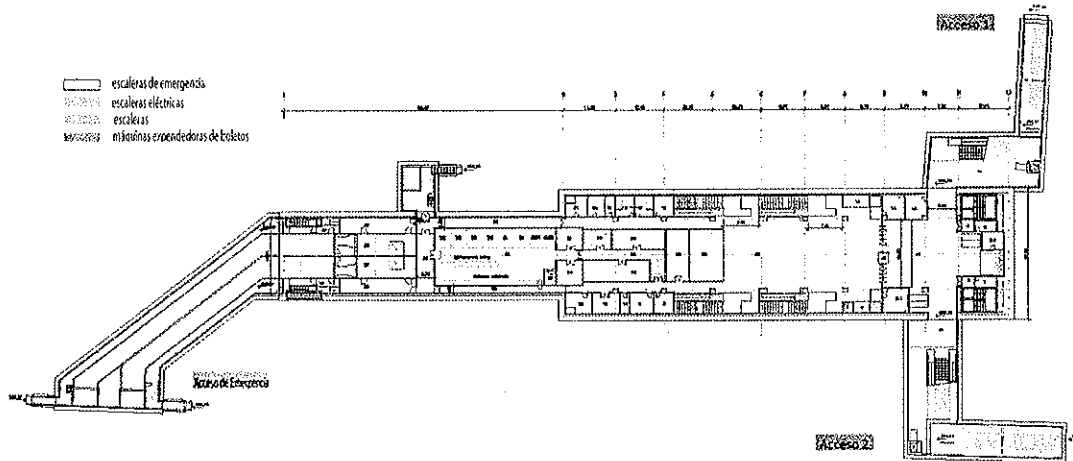


Figure 2 | Mapa del vestíbulo de la estación Evitamiento

En la parte central de la estación habrá tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos andenes situados en el nivel inferior. La parte occidental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día PM hora punta (3,786 pasajeros contra los 2,942 pasajeros de la AM hora punta). Los pasajeros pronosticados para Evitamiento II se resumen a 3,786 en la hora más congestionada, que fue seleccionada para la evaluación operacional. La dirección Oeste será la más concurrida, con 256 pasajeros descendiendo y 2,500 abordando. Para un total aproximado de 2,756 pasajeros durante la hora pico PM. En la dirección opuesta (Oeste a Este) estarán 911 pasajeros descendiendo y 119 abordando. Para tener margen de seguridad hemos agregado 953 pasajeros.

Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.



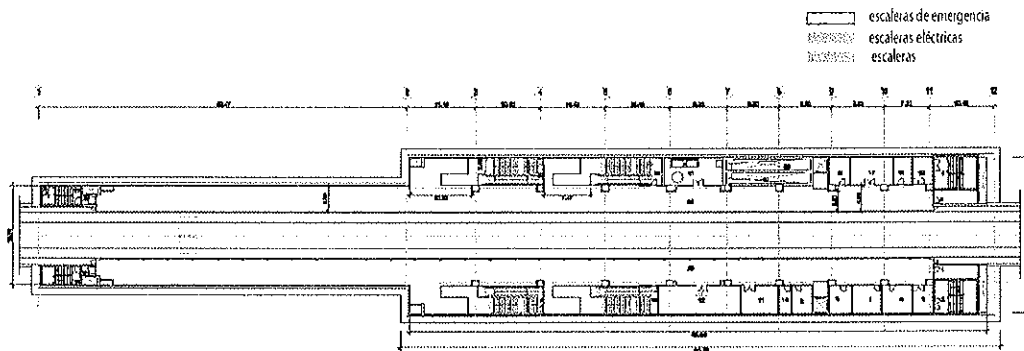


Figura 3 | Mapa del andén en la estación de Evitamiento

Para crear modelos de la estación Evitamiento, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras mecánicas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección en el acceso 2 y una escalera mecánica para subir para el acceso 1; ambos accesos tienen 2 conjuntos de escaleras;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 10 torniquetes de los cuales 5 son para el ingreso y 5 para la salida; y,
- el andén está vinculada a el vestíbulo mediante 4 escaleras y 4 escaleras mecánicas (2 de subida y 2 de bajada) de acuerdo a la dirección.

Además, se supone que el acceso #1 y #2 atraen y generan respectivamente el 40% y 60% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta en los días laborables PM muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada a el andén este (la dirección a la estación Central), como resultado directo de la proximidad de la estación al final de la línea.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo que no es necesario y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades en las áreas de alto flujo en la estación.



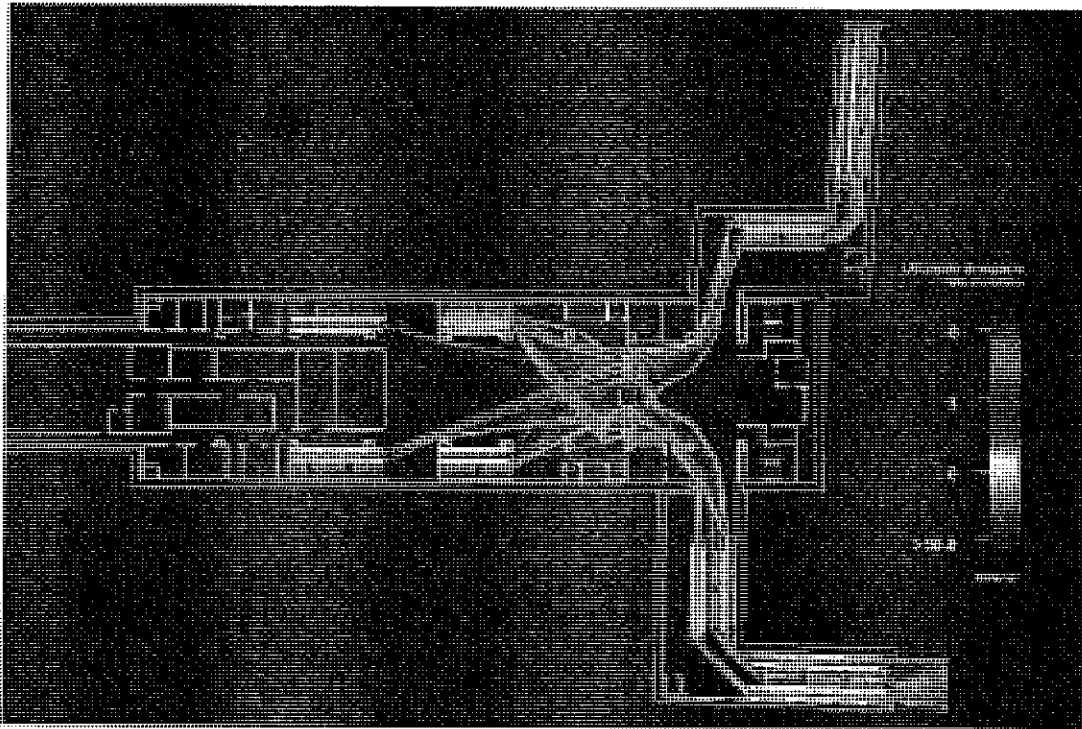


Figura 4 | Mapa de utilización de espacio en el vestíbulo

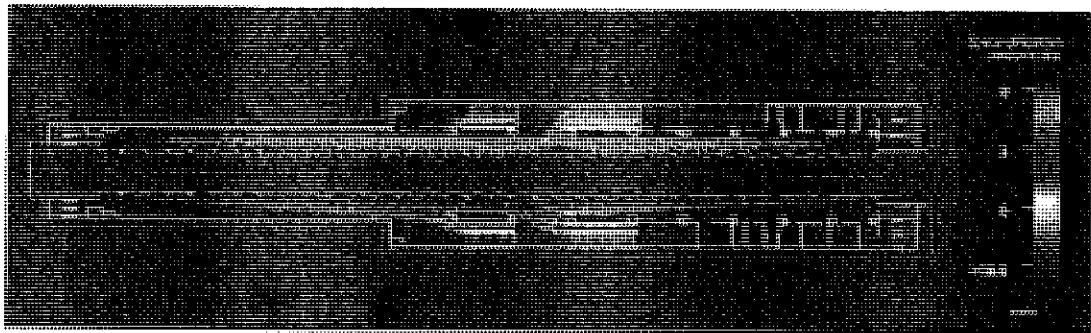


Figura 5 | Mapa de utilización de espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podrían haber grandes problemas de congestión.

Los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (de A a C) y que no hay amontonamientos anormales en los pasillos.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.



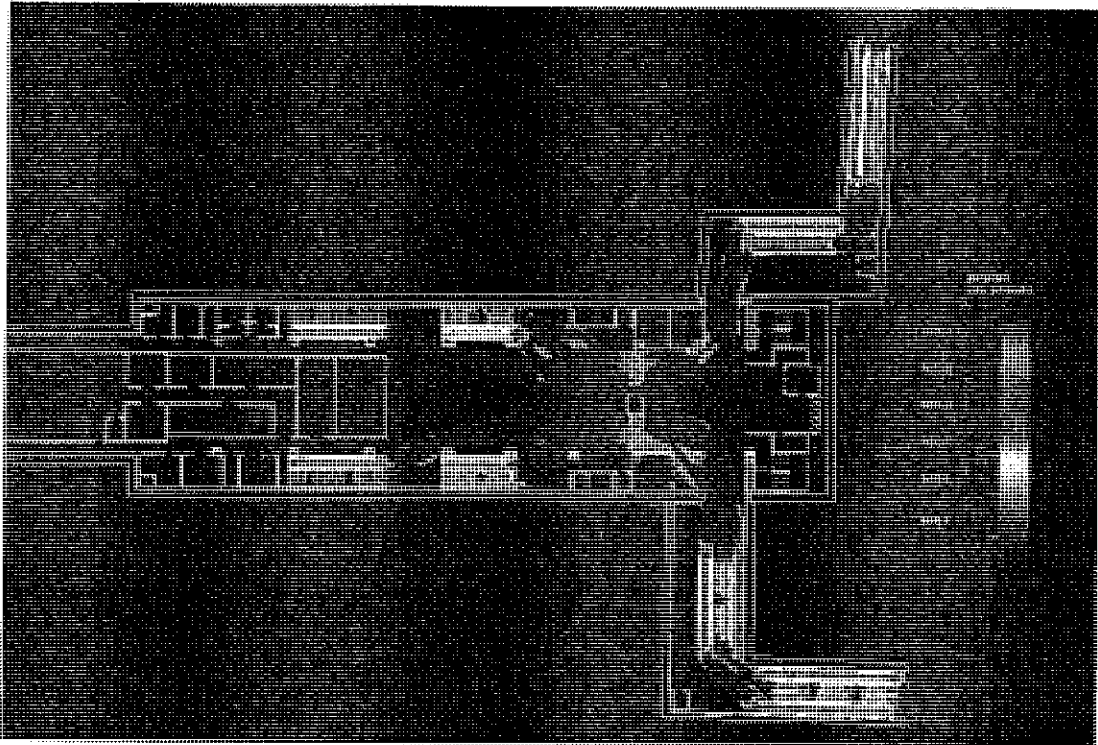


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulada de los pasillos en el vestíbulo

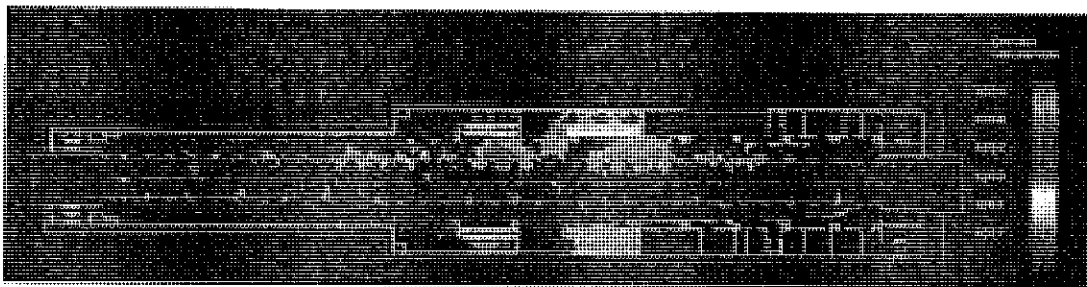


Figura 7 | Densidad promedio acumulada de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulada para las colas de espera representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Tanto en el vestíbulo como en el andén, la fila de espera en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas es muy buena.



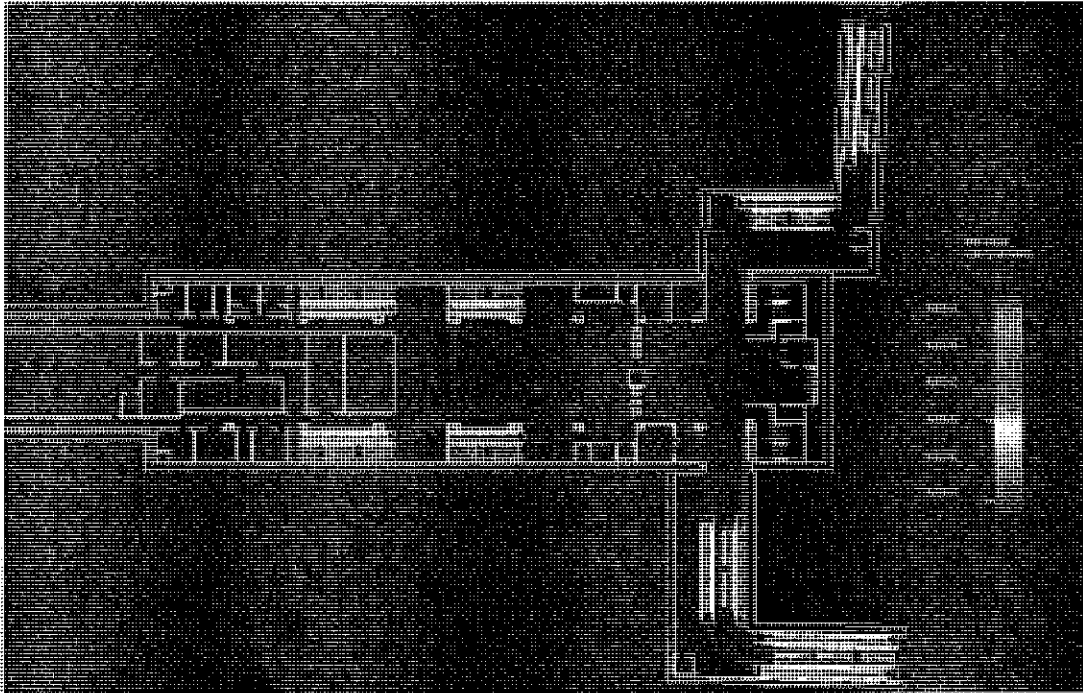


Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulada de las colas en el andén

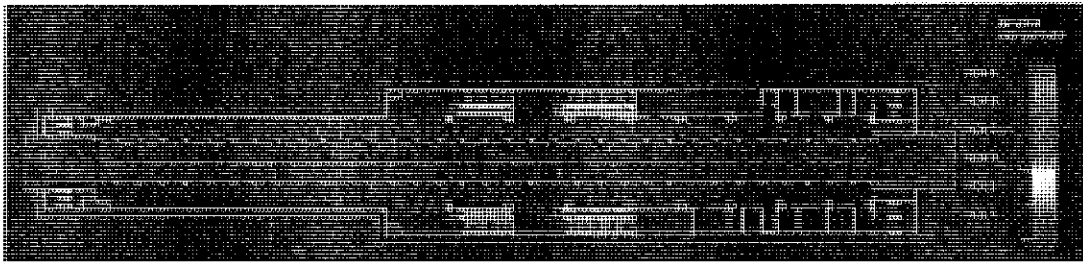


Figura 9 | Mapa de densidad promedio acumulada de las colas en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulada son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos y las filas de espera y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.



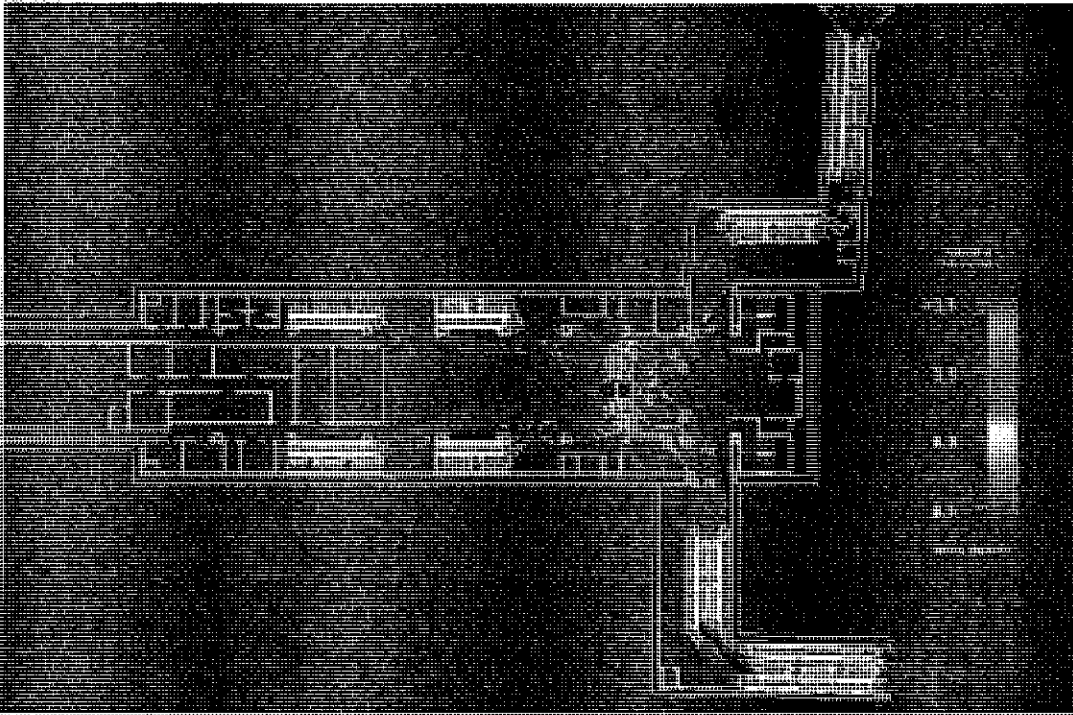


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio acumulada del vestíbulo

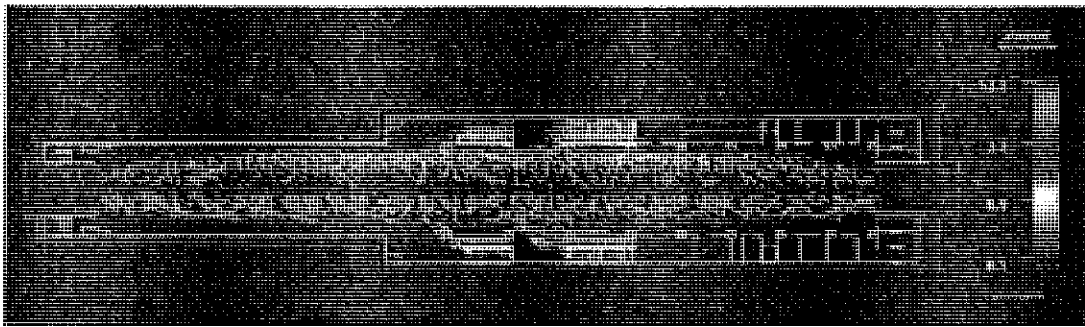


Figura 11 | Velocidad promedio acumulada en el andén



6 Análisis operacional de Evitamiento – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es el PM hora pico donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la PM hora punta, hay 2,500 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 119 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un aumento repentino de 1.5 se aplica al minuto pico.

Esto resulta en 313 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 15 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,713 del andén con dirección oeste y 1,415 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada plataforma, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes del andén desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de Evitamiento cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.



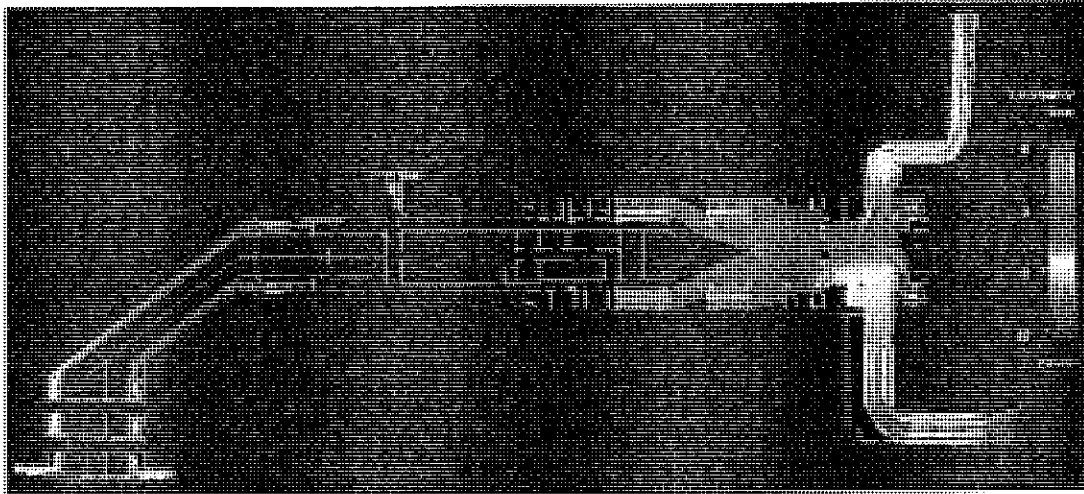


Figura 12 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

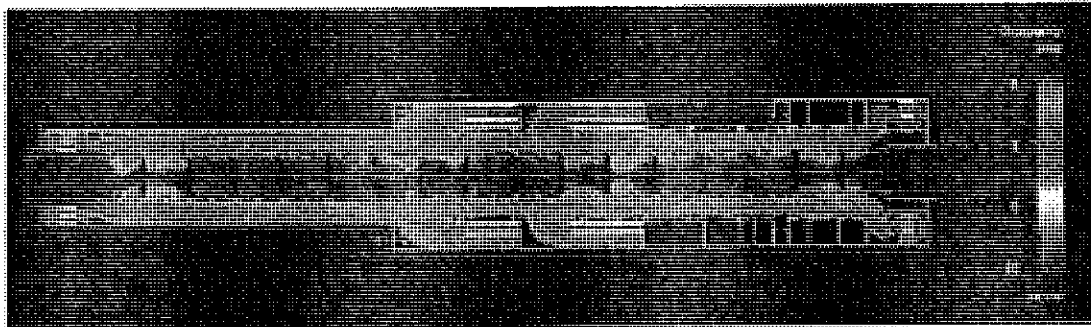


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el andén



Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
"Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av.
Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima
y Callao"

Consultoría de Flujo Peatonal – Estación Javier Prado



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



- Preparado por: Roberto Morandi
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de Servicio: 13P0151g
- Nombre de archivo: 13P0151g_140214_R_Evitamiento_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00



Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®	5
4. Resultados de simulación.....	7
4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)	7
4.2 Utilización del espacio	9
4.3 Velocidad del flujo.....	9
4.4 Tiempo de evacuación	9
5. Análisis Operacional de Javier Prado – Hora punta PM en días laborables.....	10
6. Análisis Operacional de Javier Prado – Evacuación.....	17





1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos de criticidad de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros principales nodos de intercambio de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS -- un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El Programa informático Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este Programa Informático, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:





- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e inconveniencias (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:



NDS en los Pasillos

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, significa bajar la velocidad de los peatones y el volumen potencial.



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

NDS D



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

NDS en las Colas

NDS A



Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.

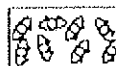


Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.



Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.



4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5 Análisis Operacional de Javier Prado – Hora punta PM en días laborables

Javier Prado consiste en una estación situada en la parte central del L2, ubicada entre la estación terminal de Ate y Vista Alegre. Dos accesos desde la calle estarán en el Oeste y Norte de la estación, junto con las máquinas expendedoras de boletos y los sistemas principales de entradas.

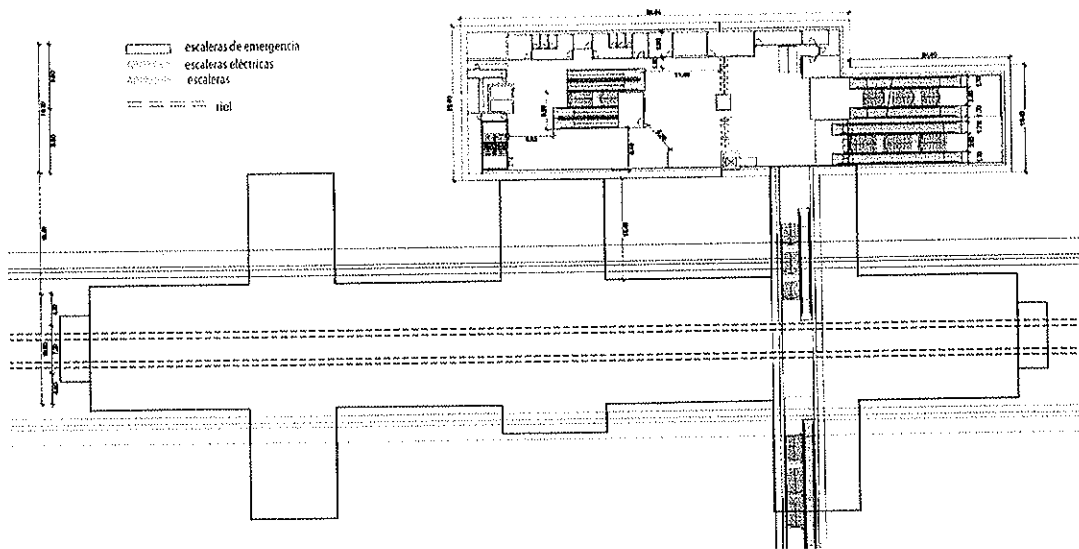


Figura 1 | Mapa de la estación Javier Prado | vestíbulo

Debido a la alta brecha de elevación entre los niveles (andén y entrepiso inferior), la estructura de la parte central de la estación será distinta a otras estaciones; de hecho la estación posee un sistema de circulación completamente ubicado al lado norte de la estación.

Este sistema permitirá alcanzar un nivel intermedio (definido como entrepiso inferior), desde el cual los pasajeros están distribuidos en diferentes direcciones; el sistema vertical de transporte principal estará compuesto por 4 escaleras mecánicas y una escalera. Para conectar el entrepiso inferior con el andén, se proporcionarán 2 escaleras mecánicas y 2 escaleras por plataforma.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día PM hora punta (7,848 pasajeros contra los 7,446 pasajeros de la AM hora punta).

Los pasajeros pronosticados para Javier Prado se resumen a 7,848 en la hora más congestionada. La dirección Este será la más concurrida, con 136 pasajeros descendiendo y 3,025 abordando. Para un total aproximado de 3,161 pasajeros durante la hora pico PM. En la dirección opuesta (Oeste a Este) estarán 4,823 pasajeros descendiendo y 53 abordando. Para tener margen de seguridad hemos agregado 4,876 pasajeros. Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.



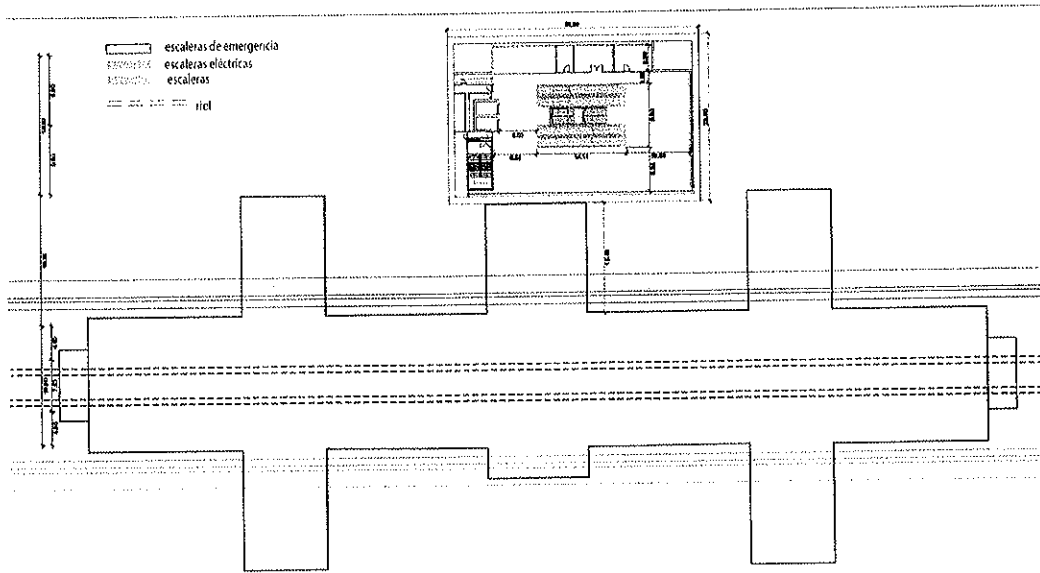


Figura 2 | Mapa de la estación Javier Prado | intermedio

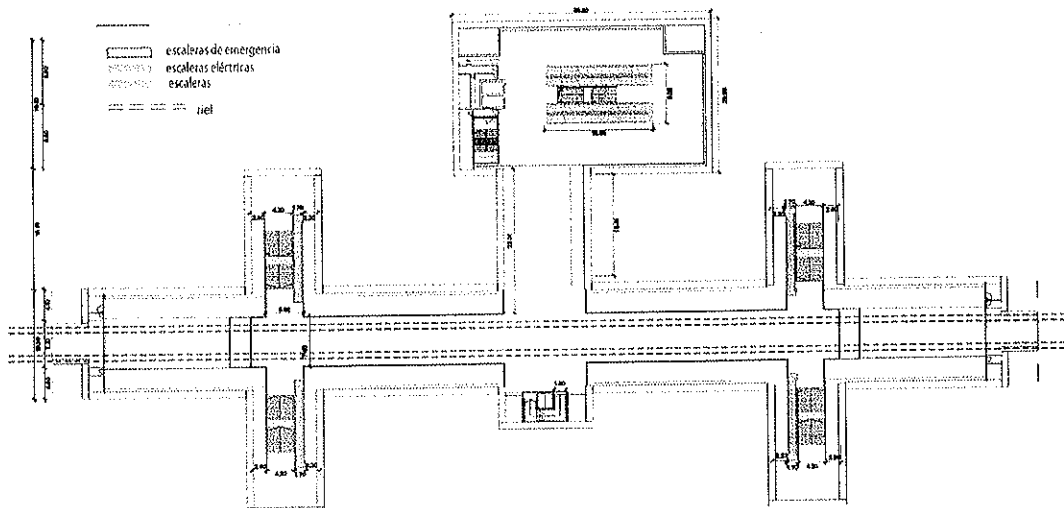


Figura 3 | Mapa de la estación Javier Prado | entrepiso inferior

Para crear modelos de la estación Juan Pablo II, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras mecánicas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección en el acceso Oeste y una escalera mecánica para subir para el acceso norte; ambos accesos tienen un conjunto de escaleras;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 11 torniquetes de los cuales 6 son para el ingreso y 5 para la salida; y,
- el vestíbulo está vinculado al entrepiso inferior mediante 1 escalera y 4 escaleras mecánicas (2 de subida y 2 de bajada) con un nivel intermedio en el medio; y



- el andén está vinculada al nivel del entrepiso inferior mediante 4 escaleras y 4 escaleras mecánicas (2 de subida y 2 de bajada) de acuerdo a la dirección.

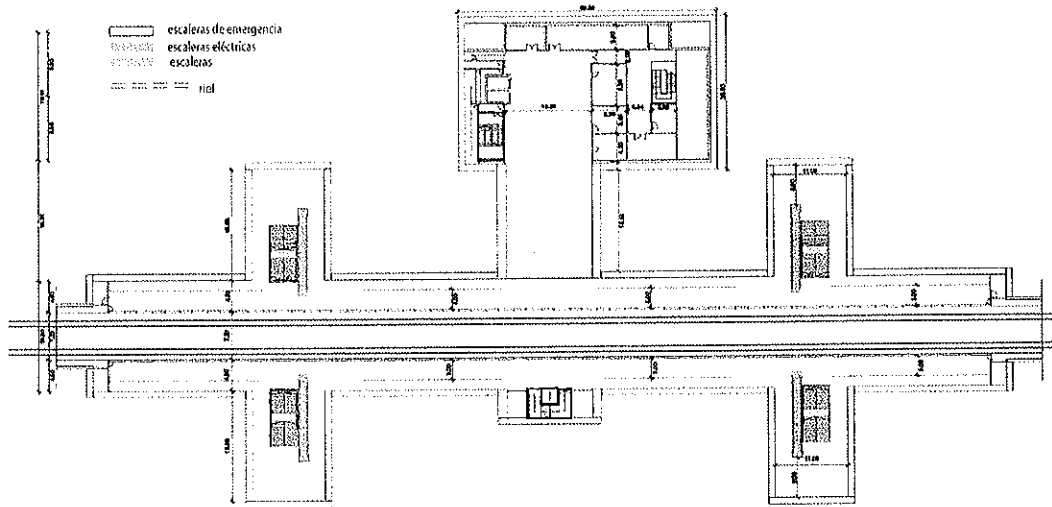


Figura 4 | Mapa de la estación Javier Prado | andén

Además, se supone que el acceso norte y oeste atraen y generan respectivamente el 40% y 60% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta en los días laborables PM muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 7-9) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada al andén Oeste (la dirección a la Estación Central), como resultado directo de la alta presión de movilidad que va en esa dirección.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo que no es necesaria y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 10 y 15 es posible concluir que la estación se está desarrollando bien y no hay criticidades en ningún nivel.

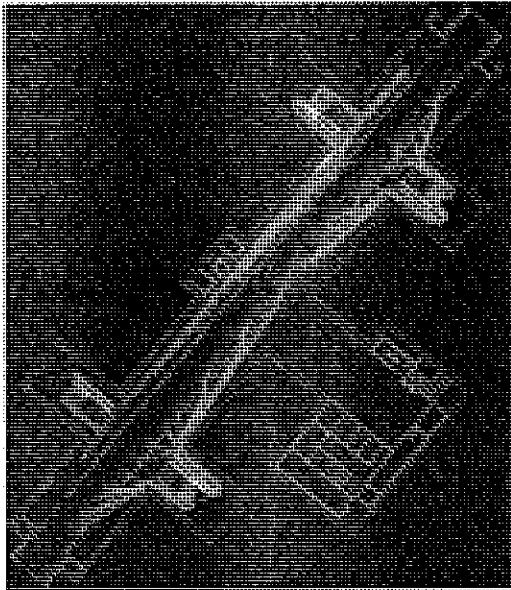


Figura 7 | Mapa de utilización de espacio | Andén

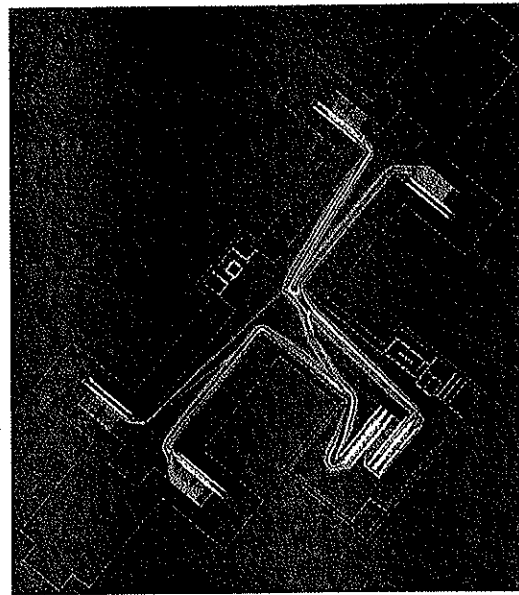


Figura 8 | Mapa de utilización de espacio | Entrepiso inferior

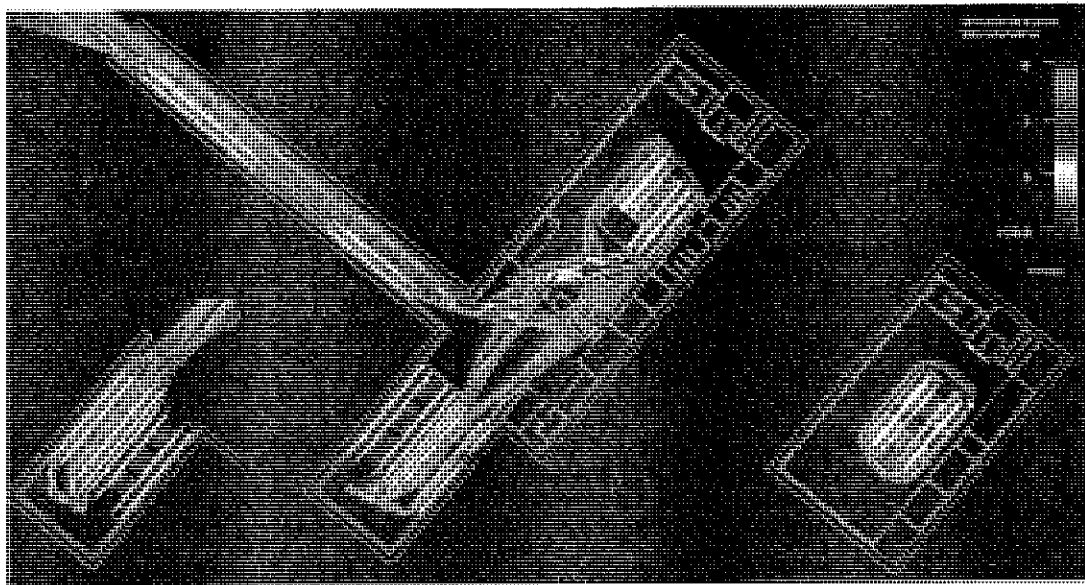


Figura 5 | Mapa de utilización de espacio | Salida - Vestíbulo - Intermedio

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podrían haber grandes problemas de congestión.

Los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos (Figura 7 y 9) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (A y C) y que no hay amontonamientos críticos en los pasillos.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas no deben considerarse en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.



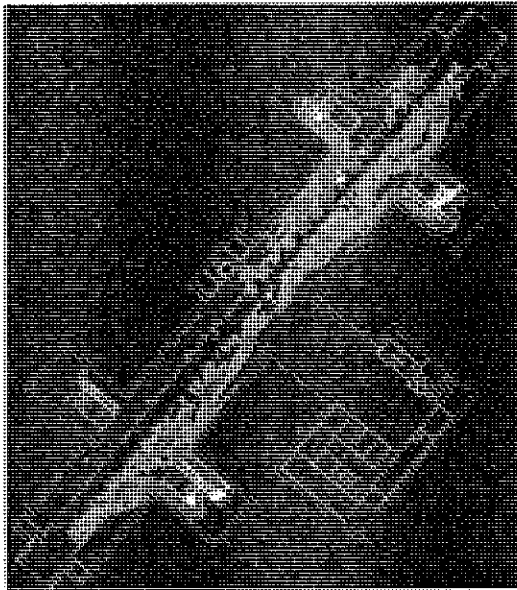


Figura 10 | Mapa de densidad promedio acumulada de los pasillos | Andén

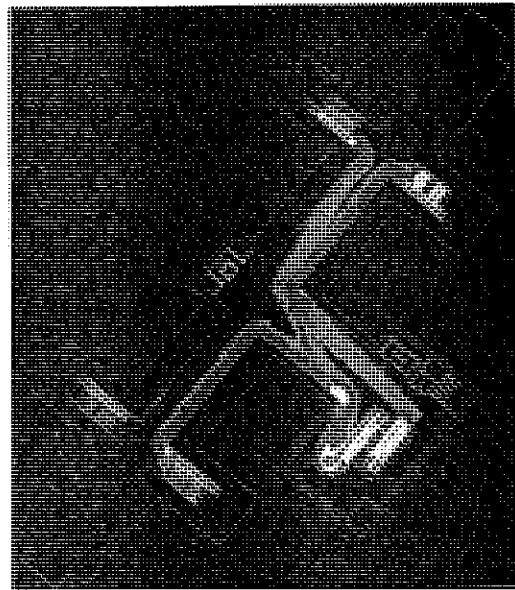


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulada de los pasillos | Entrepiso Interior

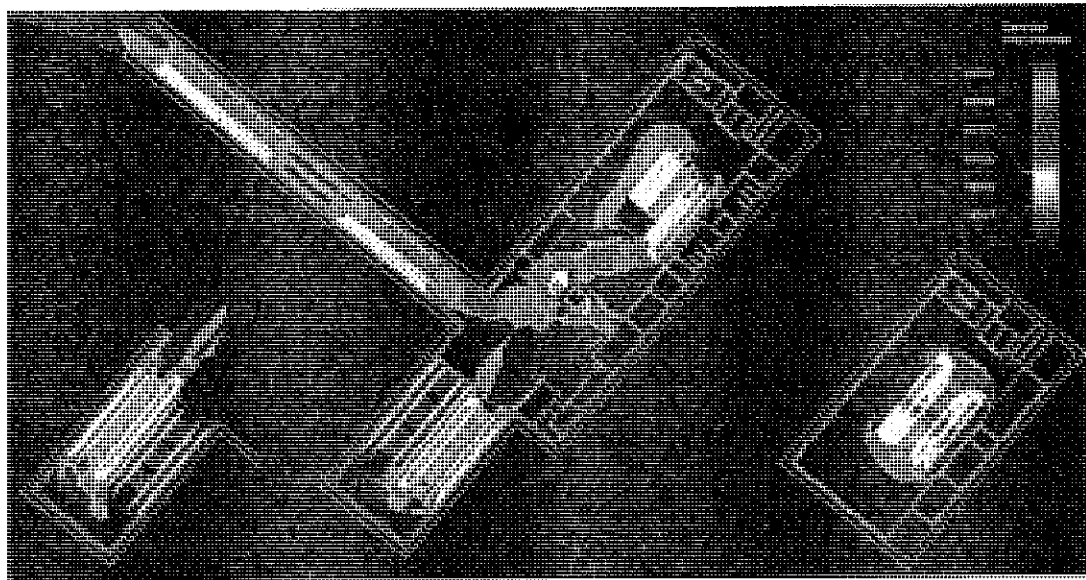


Figura 7 | Mapa de densidad promedio acumulada de pasillos | Salida - Vestíbulo - Intermedio

El mapa de densidad promedio acumulada para las colas de espera representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Ya sea que en todos los niveles hayan pocas personas en la cola en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas es muy buena.

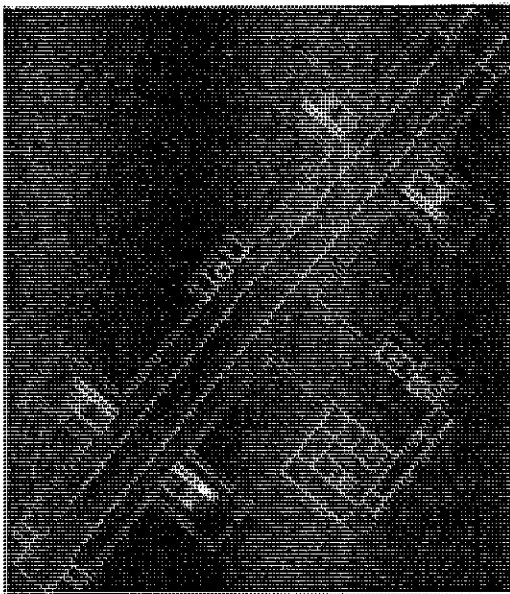


Figura 13 | Mapa de densidad promedio acumulada de colas | Andén



Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulada de colas | Entrepiso Inferior

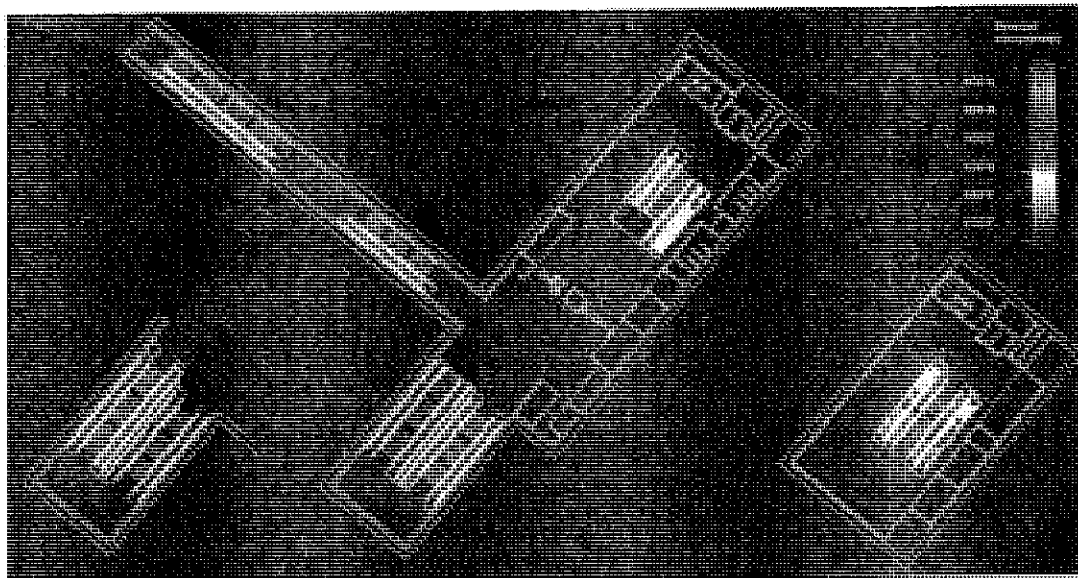


Figura 9 | Mapa de densidad promedio acumulada de colas | Salida - Vestíbulo - Intermedio

Los mapas de velocidad promedio acumulada son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos y las filas de espera y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.



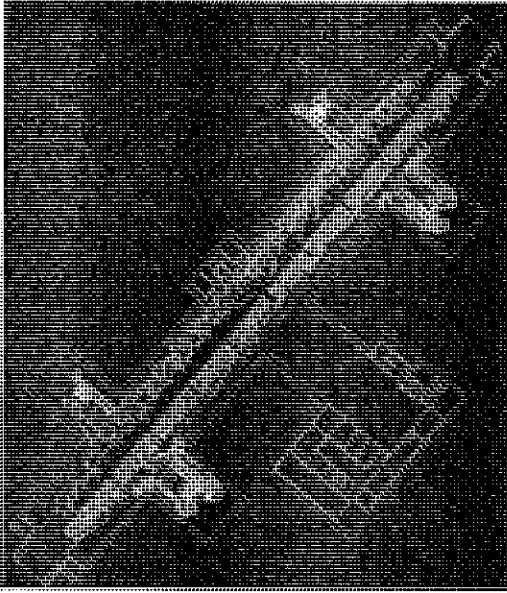


Figura 16 | Mapa de velocidad promedio | Andén

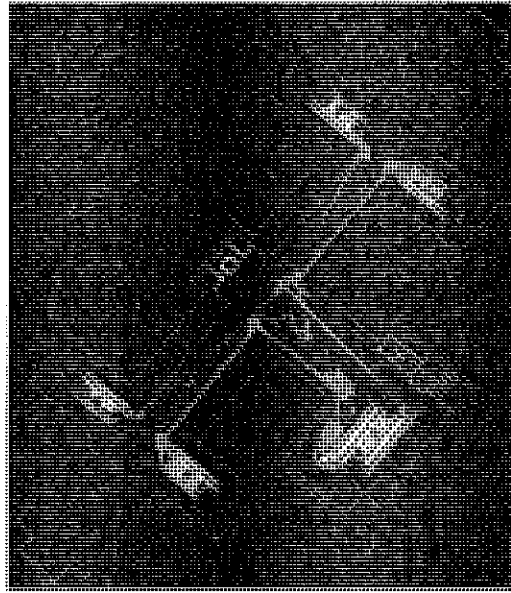


Figure 17 | Mapa de velocidad promedio | Entrepiso Interior

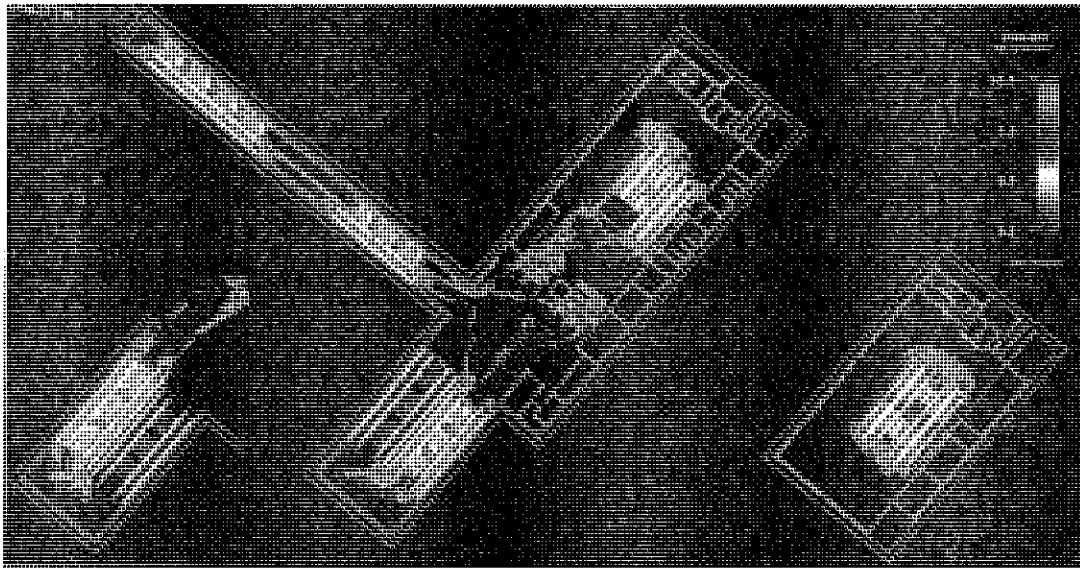


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio | Salida - Vestibulo - Intermedio





6 Análisis Operacional de Javier Prado – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es el PM hora pico donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la PM hora punta, hay 5,224 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y para tener un margen seguro agregamos 150 pasajeros extras descendiendo en la dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un aumento repentino de 1.5 se aplica al minuto pico.

Esto resulta en 653 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 19 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 2,053 del andén con dirección oeste y 1,419 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada plataforma, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes de la plataforma desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 19-21) muestran que muestran que el diseño propuesto para la estación de Javier Prado cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

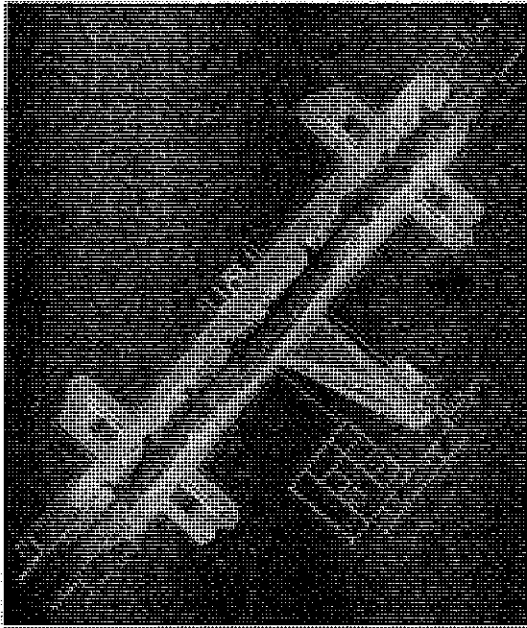


Figura 19 | Mapa de tiempo de evacuación | Andén Interior

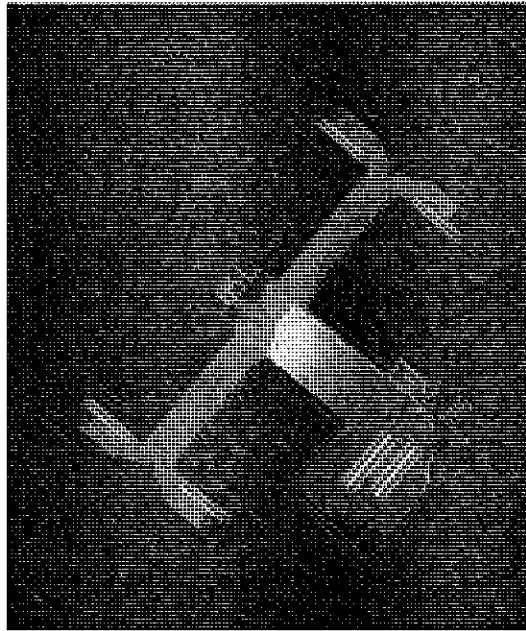


Figura 20 | Mapa de tiempo de evacuación | Entrepiso Inferior

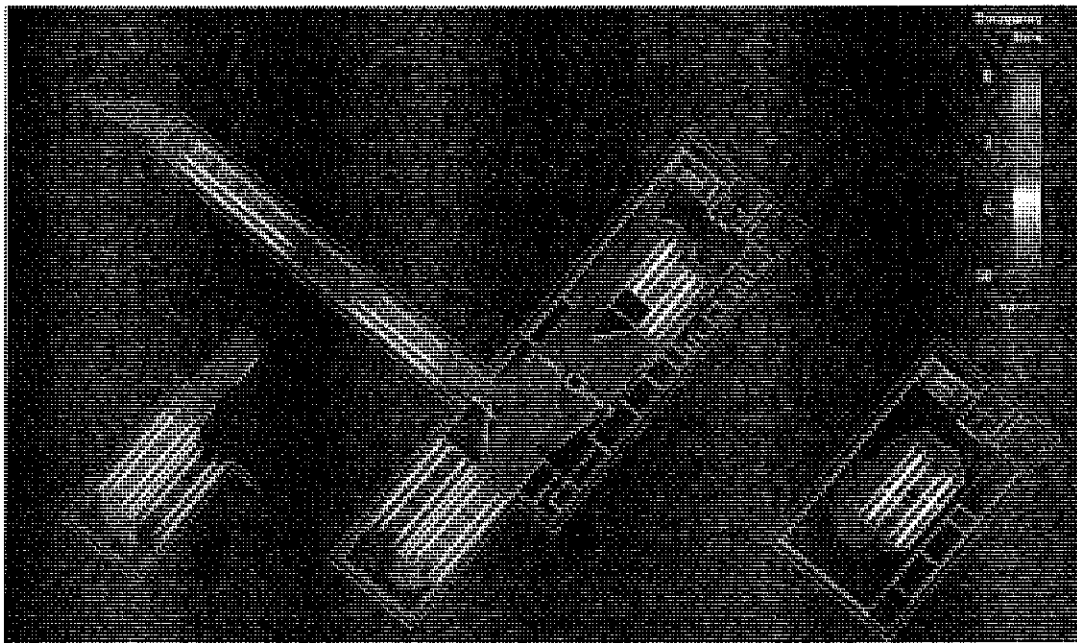


Figure 11 | Mapa de tiempo de evacuación | Salida - Vestíbulo - Intermedio



Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
"Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av.
Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima
y Callao"

Consultoría de flujos peatonales— Estación Juan Pablo II





- Preparado por: Tiffanie Yamashita
- Verificado por: Elisabetta Bassi
- Aprobado por: Diego Deponte
- Fecha: 14/02/14
- Número de servicio: 13P0151g
- Nombre del archivo: 13P0151g_140214_R_Juan_Pablo_II_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
- Número de revisión: 00



A handwritten signature in black ink, appearing to be the name of the legal representative.



Índice

1.	Introducción	4
2.	Metodología	5
3.	Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks®	5
4.	Resultados de Simulación	7
4.1	Densidad – Nivel de Servicios (NDS)	7
4.2	Utilización del espacio	9
4.3	Velocidad de flujo	9
4.3	Tiempo de evacuación	9
5	Análisis Operacional de Juan Pablo II – Hora punta PM en días laborables.....	10
6	Análisis Operacional de Juan Pablo II – Evacuación	16





1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de interés (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros nodos de intercambio de transporte claves representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicio. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no considera el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Esto resulta en espacios teóricamente adecuados, en términos de metros cuadrados, para los flujos y funciones estimados, pero donde existen criticidades, fenómeno de congestión y saturación, resulta en una menor comodidad para el usuario y la eficiencia de la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) esté dispuesta a mantener una velocidad de desplazamiento definida y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks®

El software Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este software, en el área de transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las características específicas del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:



- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definida por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y las características, la capacidad espacial y la ejecución del proyecto pueden ser medidas, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el arreglo peatonal específico y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos claves del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto al escenario de evacuación, las salidas más importantes son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través de la capacidad de evaluación y mapeo, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el mapeo, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluyen el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se pueden reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen la ocupación del espacio, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:





Niveles de Servicio

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, casi bajando la velocidad promedio de los peatones y el volumen potencial.



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente en este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría áreas suficientes para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

NDS en las Colas

NDS A



Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.



Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.



Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por periodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.



[Handwritten signature]



Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas

4.2 Utilización del espacio

El mapeo de la utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad de flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.3 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5 Análisis Operacional de Juan Pablo II – Hora punta PM en días laborables

Juan Pablo II consiste en una estación tipológica situada en la parte occidental del L2, a pocas paradas del Puerto de Callao. En la parte oriental de la estación habrá cuatro accesos desde la calle (dos en el lado norte y dos en el lado sur) junto con las máquinas expendedoras de boletos y el sistema de puertas principal.

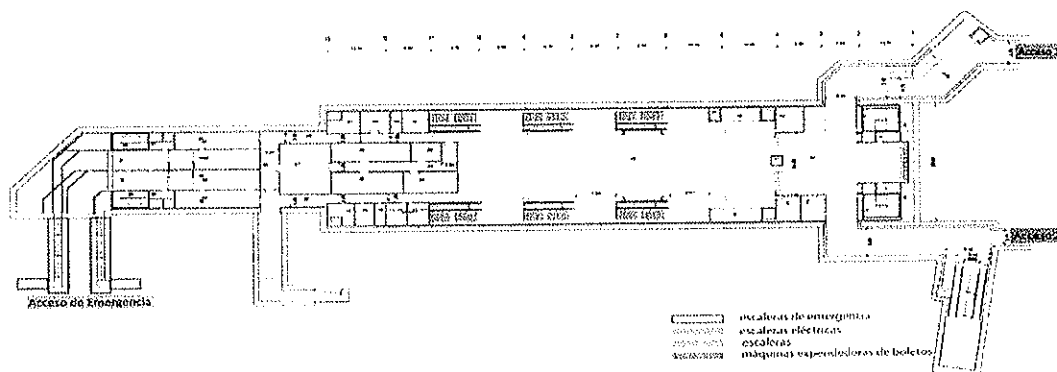


Figura 2 | Mapa del vestíbulo de la estación Juan Pablo II

En la parte central de la estación habrá tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos plataformas situadas en el nivel inferior. La parte occidental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día en la hora punta PM (8,040 pasajeros contra los 6,120 pasajeros de la hora punta AM). Los pasajeros pronosticados para Juan Pablo II se resumen a 8,040 en la hora más congestionada. La dirección este será la más concurrida, con 5,802 pasajeros abordando y 0 descendiendo. En la dirección opuesta estarán 0 pasajeros abordando y 2,238 descendiendo. Para tener margen de seguridad hemos agregado 180 pasajeros extras descendiendo en la dirección este y 160 pasajeros abordando en la dirección oeste. Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.



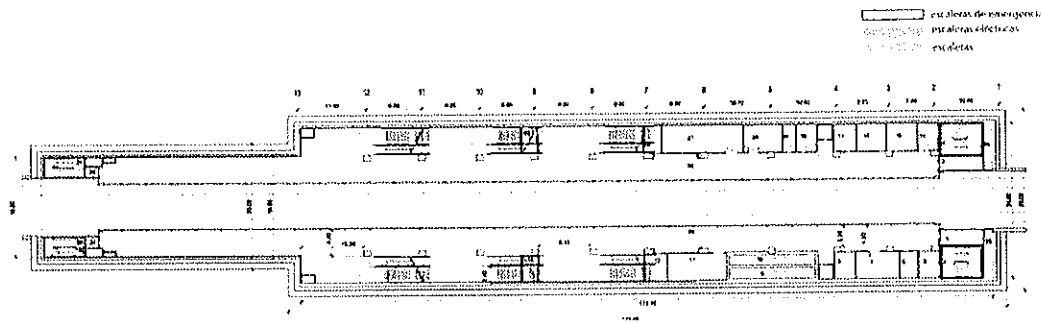


Figura 3 | Mapa del andén de la estación Juan Pablo II

Para crear modelos de la estación Juan Pablo II, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras mecánicas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección para el acceso sur y una escalera mecánica para subir para el acceso norte;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 9 torniquetes de los cuales 6 son para el ingreso y 3 para la salida; y,
- el andén está vinculada al vestíbulo mediante 6 escaleras y 6 escaleras mecánicas (3 bajada y 3 de subida) de acuerdo a la dirección.

Además, se supone que el acceso norte y sur atraen y generan respectivamente el 50% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta PM en días laborables muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada a el andén este (la dirección desde el Puerto de Callao), como resultado directo de la proximidad de la estación al final de la línea.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo no es necesaria y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades en las áreas de alto flujo en la estación.

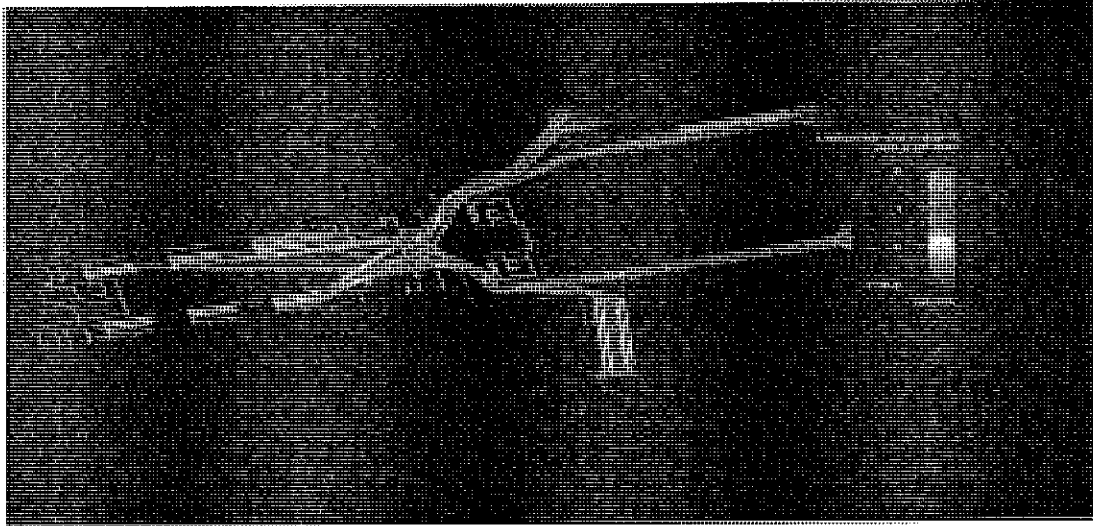


Figura 4 | Mapa de utilización del espacio en el vestíbulo

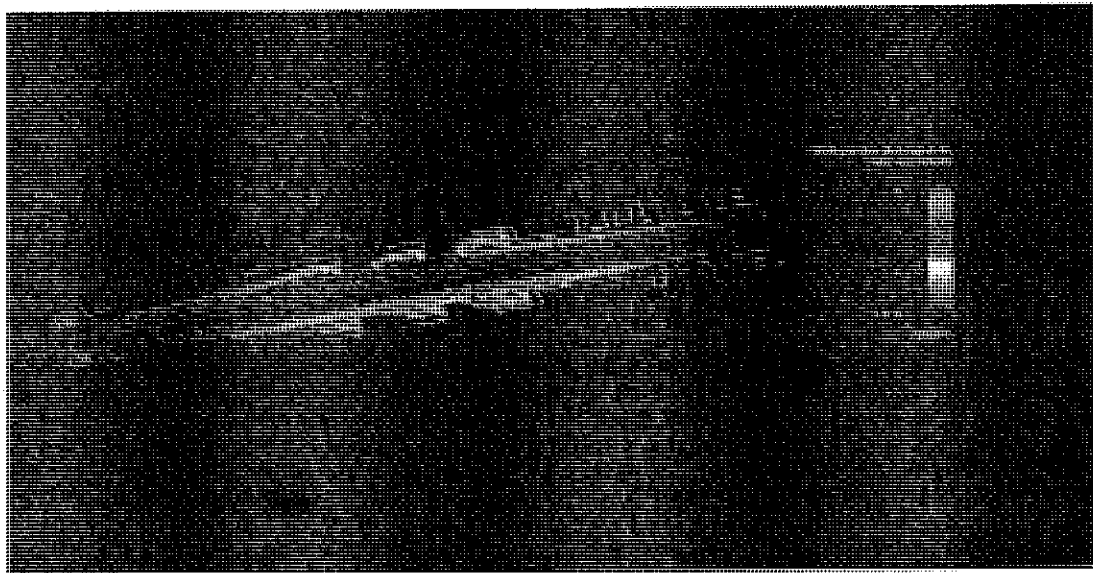


Figura 5 | Mapa del mapa de utilización del espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podría haber grandes problemas de congestión. Los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (A y B) y que no hay amontonamientos críticos en los pasillos.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.



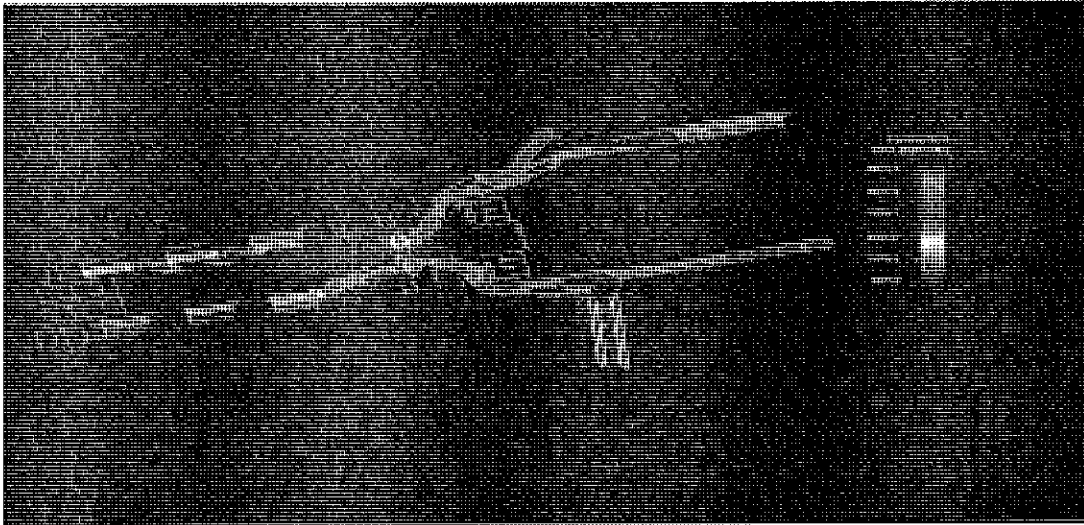


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulativa de los pasillos en el vestíbulo

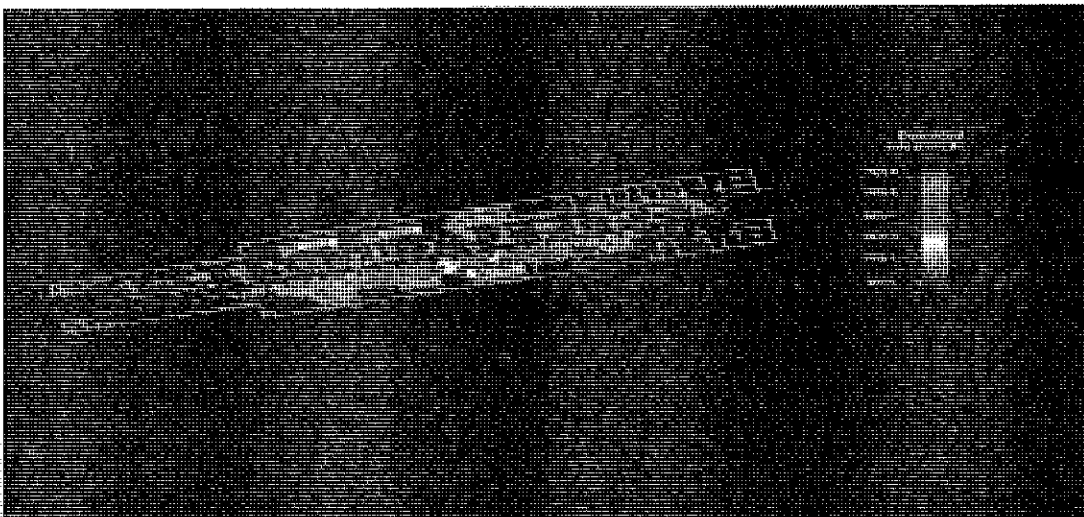


Figure 7 | Densidad promedio acumulativa de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulativa para las colas representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Ya sea en el vestíbulo como en el andén, la cola en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas es muy buena.

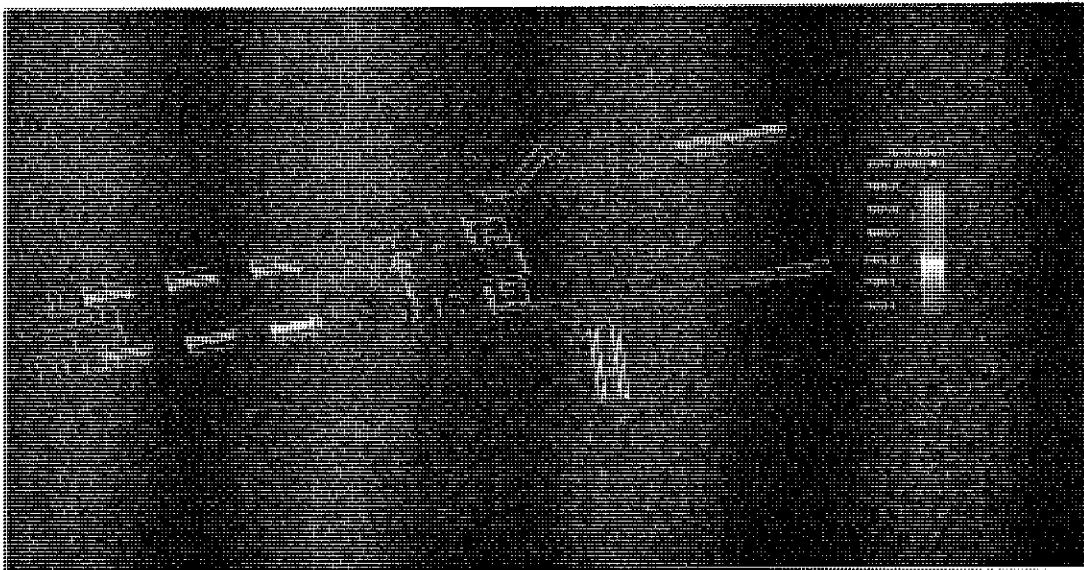


Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulativa de la cola en el vestíbulo

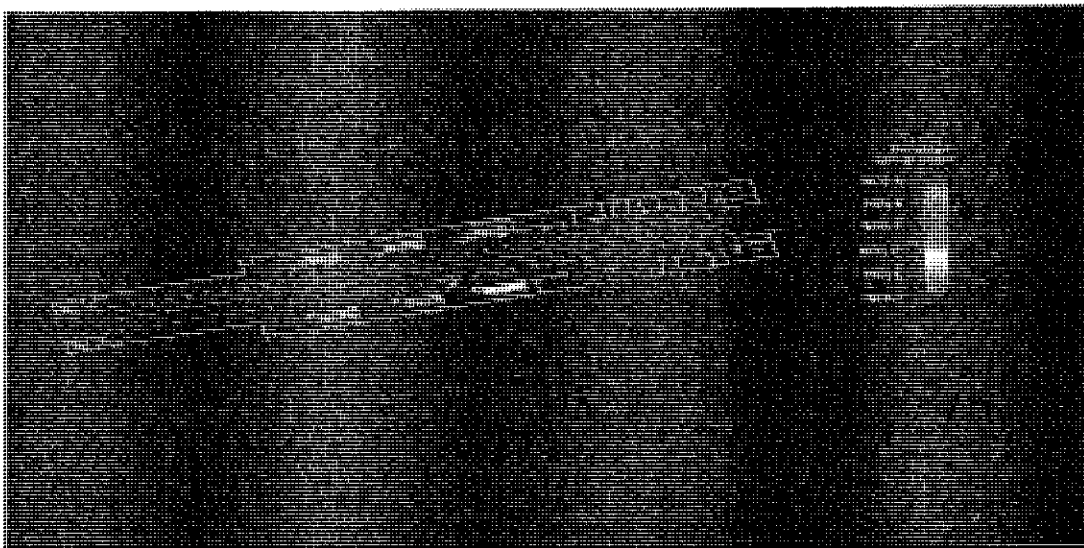


Figura 9 | Densidad promedio acumulativa de la cola en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulativa son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos y las colas y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.

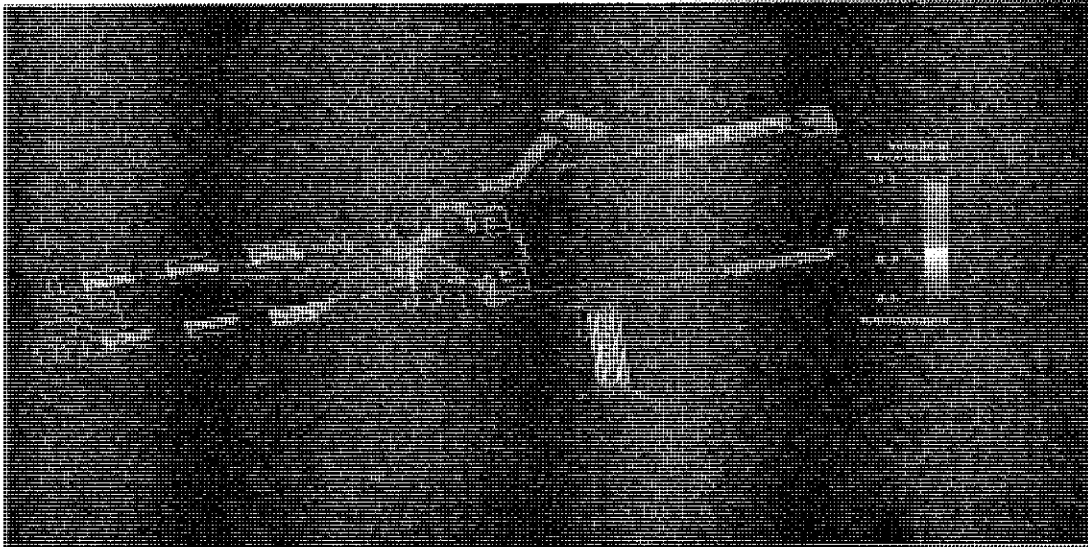


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio acumulativa del vestíbulo

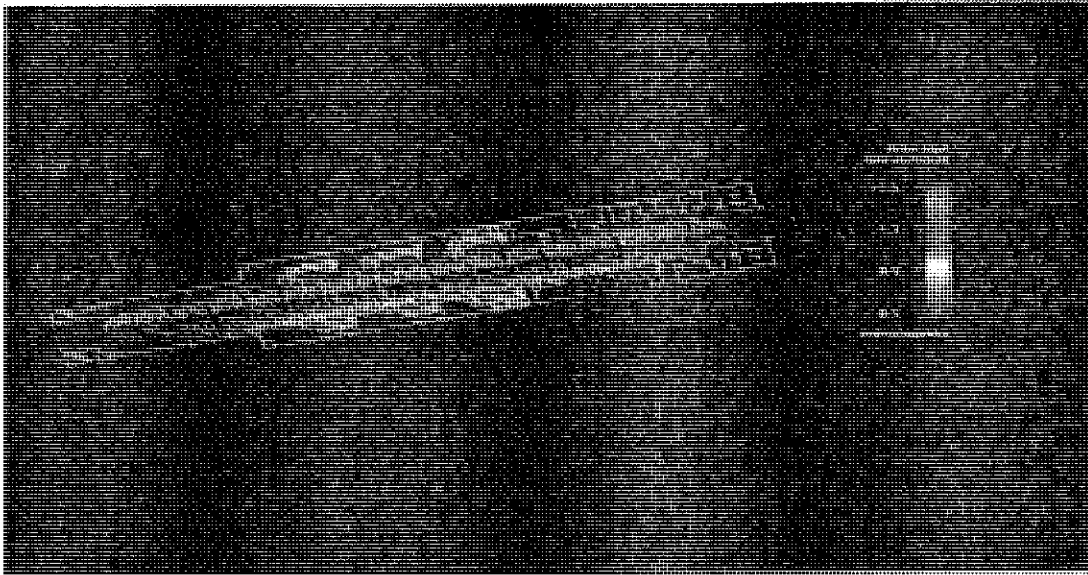


Figura 11 | Velocidad promedio acumulativa en el andén





6 Análisis Operacional de Juan Pablo II – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la hora punta PM, hay 160 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 5,082 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Se aplica un aumento repentino de 1.5 al minuto pico.

Esto resulta en 20 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 725 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,420 del andén con dirección oeste y 2,125 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada plataforma, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) el vestíbulo. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes de la plataforma desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de Juan Pablo II cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

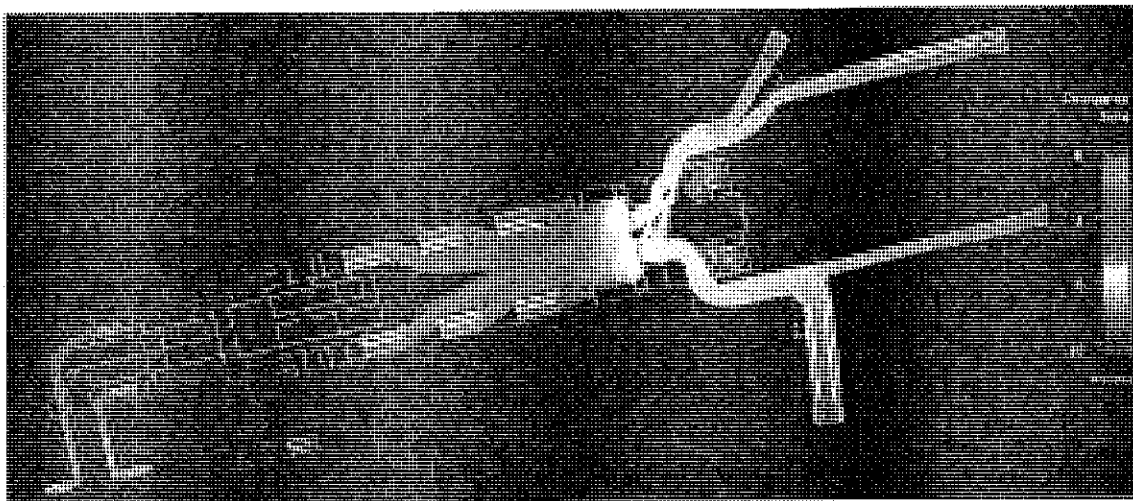


Figura 12 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

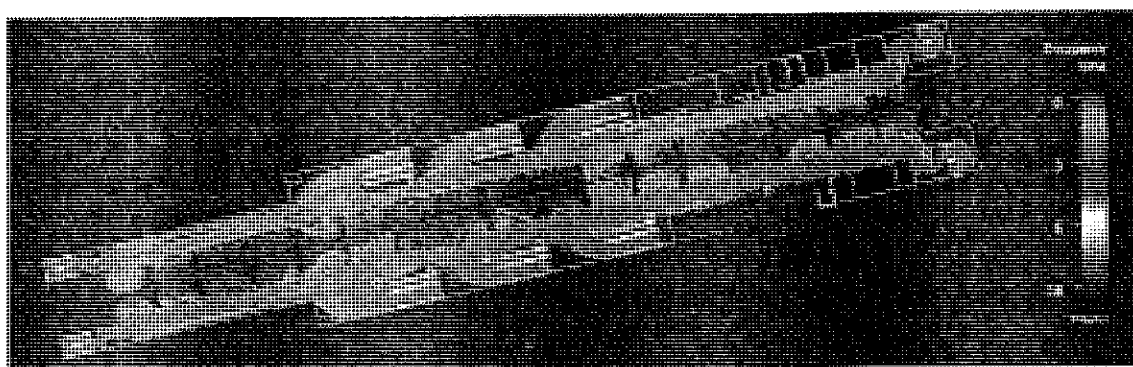


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el andén



Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
“Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av.
Faucett-Gambeta de la red subterránea de Lima y
Callao”

Consultoría de flujos peatonales – Estación La Alborada



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



« Preparado por: Tiffanie Yamashita
« Verificado por: Elisabetta Bassi
« Aprobado por: Diego Deponte
« Fecha: 14/02/14
« Número de servicio: 13P0151g
« Número del archivo: 13P0151g_140214_R_La_Alborada_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
« Número de revisión: 00



Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks®	5
4. Resultados de Simulación	7
4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)	7
4.2 Utilización del espacio	9
4.3 Velocidad de flujo	9
4.3 Tiempo de evacuación	9
5 Análisis Operacional de La Alborada – Hora punta AM en días laborables	10
6 Análisis Operacional de La Alborada – Evacuación	16



1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de interés (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros nodos de intercambio de transporte claves representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicio. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS - un ámbito específico, que no considera el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Esto resulta en espacios teóricamente adecuados, en términos de metros cuadrados, para los flujos y funciones estimados, pero donde existen criticidades, fenómeno de congestión y saturación, resulta en una menor comodidad para el usuario y la eficiencia de la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) esté dispuesta a mantener una velocidad de desplazamiento definida y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica– Legion Spaceworks®

El software Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este software, en el área de transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las características específicas del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:





- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definida por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y las características, la capacidad espacial y la ejecución del proyecto pueden ser medidas, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el arreglo peatonal específico y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos claves del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto al escenario de evacuación, las salidas más importantes son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través de la capacidad de evaluación y mapeo, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el mapeo, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluyen el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se pueden reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:





Niveles de Servicio

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, casi bajando la velocidad promedio de los peatones y el volumen potencial.



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste de la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducido, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

NDS en las colas

NDS A

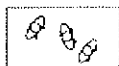


Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.



Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.



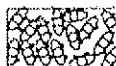
Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en las colas



4.2 Utilización del espacio

El mapeo de la utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad de flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.3 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5 Análisis Operacional de La Alborada – Hora punta AM en días laborables

La Alborada consiste en una estación tipológica situada en la parte central del L2, a pocas paradas de la Estación Central. En la parte oriental de la estación habrá dos accesos desde la calle, junto con las máquinas expendedoras de boletos y el sistema de puertas principal.

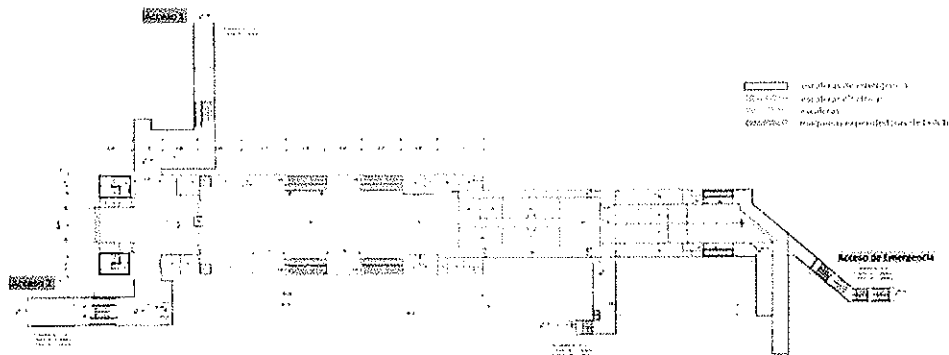


Figura 2 | Mapa del vestíbulo de la estación La Alborada

En la parte central de la estación habrá dos grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos plataformas situadas en el nivel inferior. La parte oriental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día es la hora punta AM (3,233 pasajeros contra los 1,474 pasajeros de la hora punta PM). Los pasajeros pronosticados para La Alborada se resumen a 3,233 en la hora más congestionada. La dirección oeste será la más concurrida, con 2.412 pasajeros descendiendo y 15 abordando, con un total aproximado de 2,427 pasajeros durante la hora punta AM. Para tener margen de seguridad hemos agregado 150 pasajeros extras abordando en la dirección oeste, en conclusión un total de 2,577 pasajeros.

En la dirección opuesta habrá 544 pasajeros abordando y 262 descendiendo, con un total de 806 pasajeros. Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.



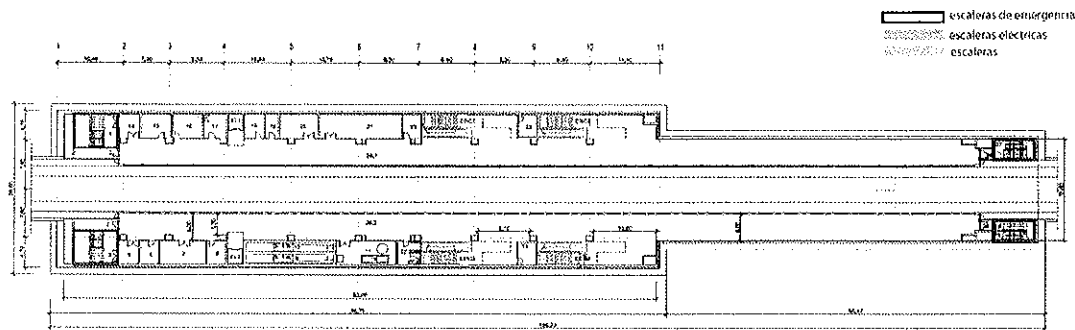


Figura 3 | Mapa del andén de la estación La Alborada

Para crear modelos de la estación La Alborada, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras eléctricas y los torniquetes:

- para los accesos desde la calle a la estación, hay una escalera mecánica por dirección para el acceso 2 y una escalera mecánica para subir para el acceso 1;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 10 torniquetes de los cuales 4 son para el ingreso y 6 para la salida; y,
- el andén está vinculada a el vestíbulo mediante 4 escaleras y 4 escaleras eléctricas (2 de bajada y 2 de subida) de acuerdo a la dirección.

Además, para recalcar el sistema general, se supone que el acceso #01 y el acceso #02 atraen y generan respectivamente el 30% y 70% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta AM en días laborables muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada al andén oeste (la dirección desde la Estación Central), como resultado directo de la presión de movilidad alta viniendo de esa dirección.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo no es necesaria y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades operativas en la estación.



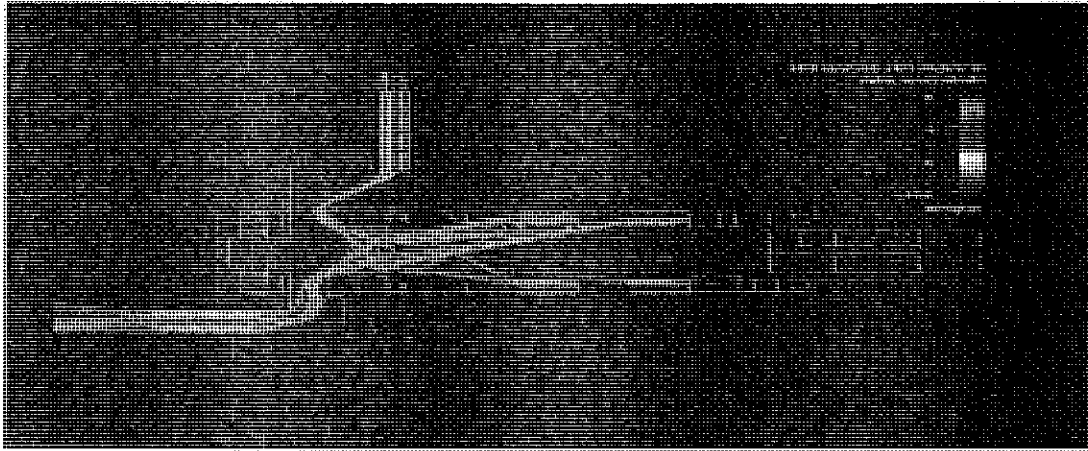


Figura 4 | Mapa de utilización del espacio en el vestíbulo

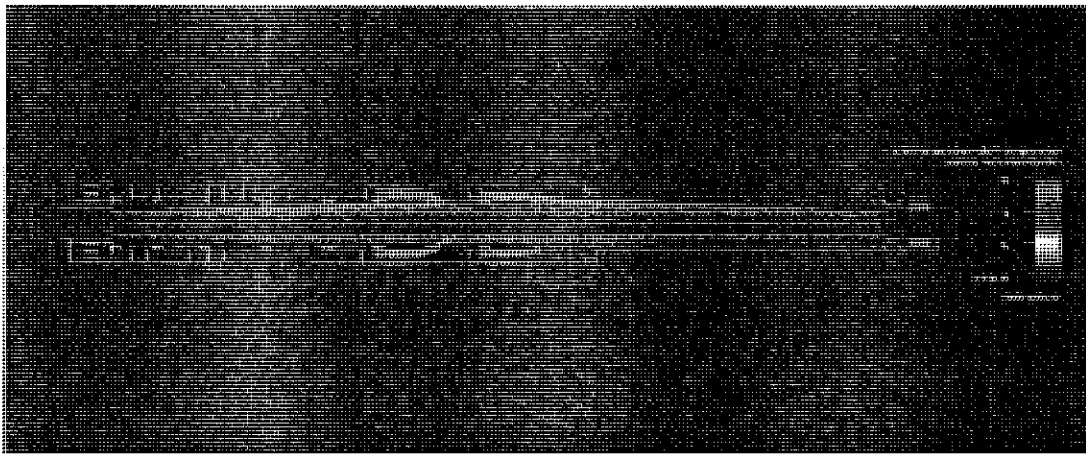


Figura 5 | Mapa del mapa de utilización del espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podría haber grandes problemas de congestión. Los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (A y B) y que no hay amontonamientos críticos en los pasillos.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras eléctricas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.



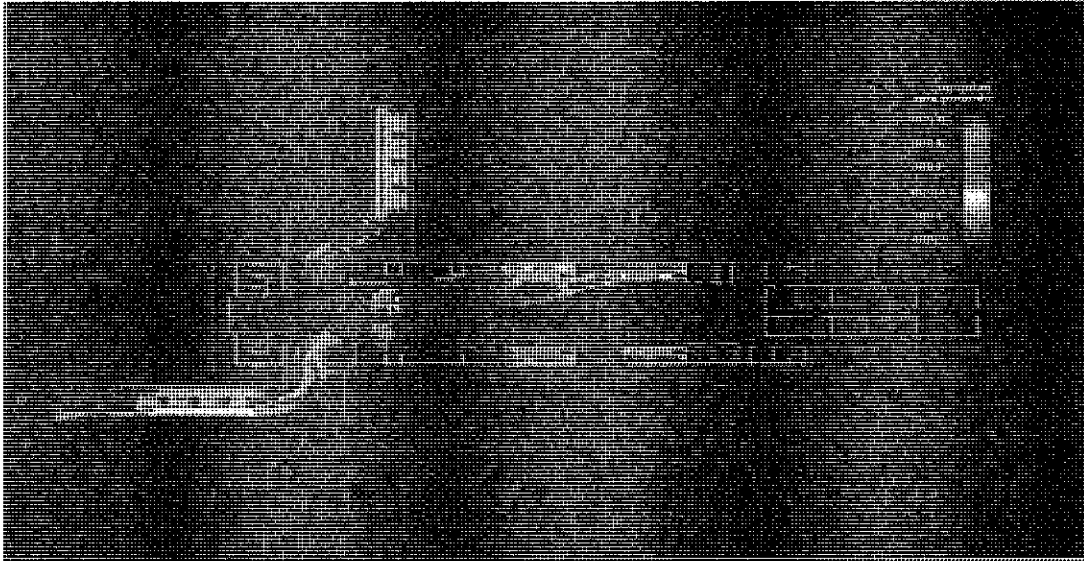


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulativa de los pasillos en el vestíbulo

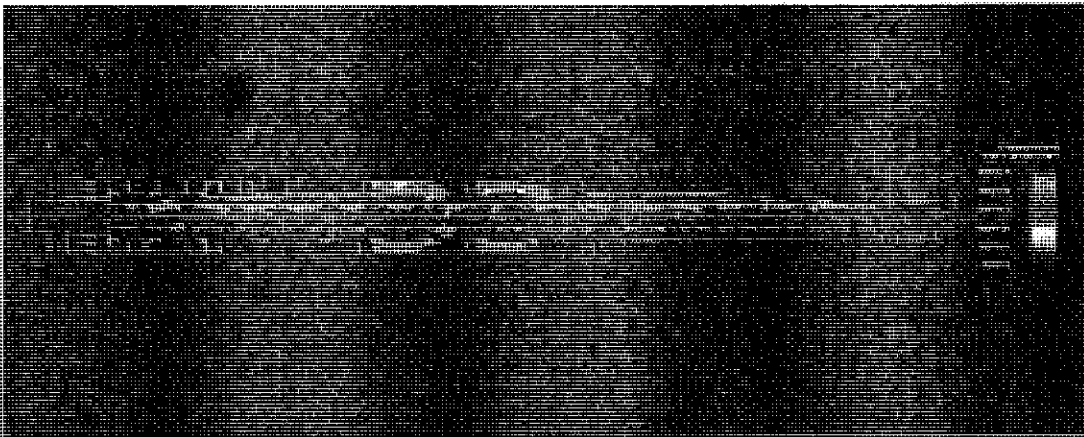


Figura 7 | Densidad promedio acumulativa de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulativa para las colas representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras eléctricas.

Ya sea en el vestíbulo como en el andén, la cola en frente de los torniquetes y las áreas de embarque/desembarque de escaleras y escaleras eléctricas es muy buena.



Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulativa de la cola en el vestíbulo



Figura 9 | Densidad promedio acumulativa de la cola en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulativa son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos y las filas de espera y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.

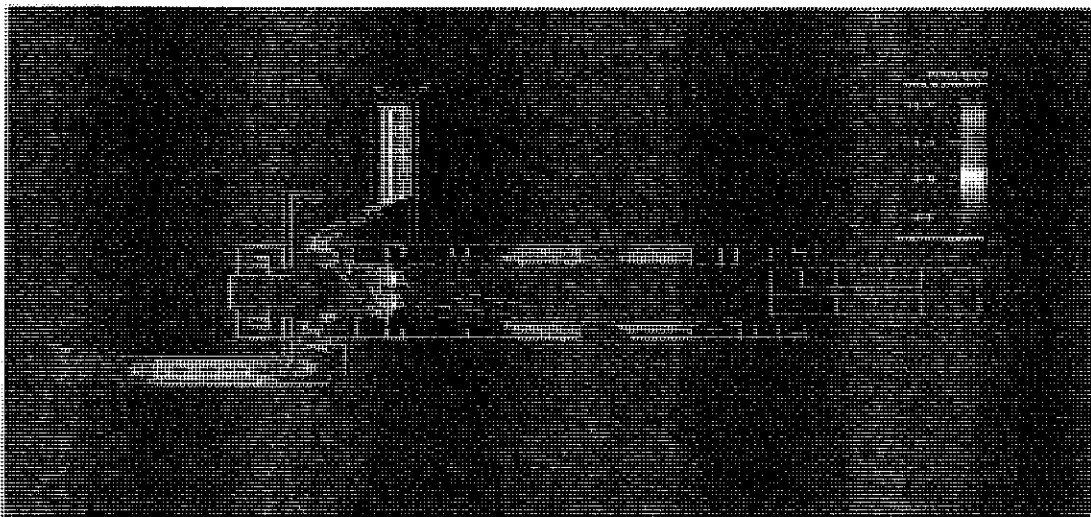


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio acumulativa del vestíbulo

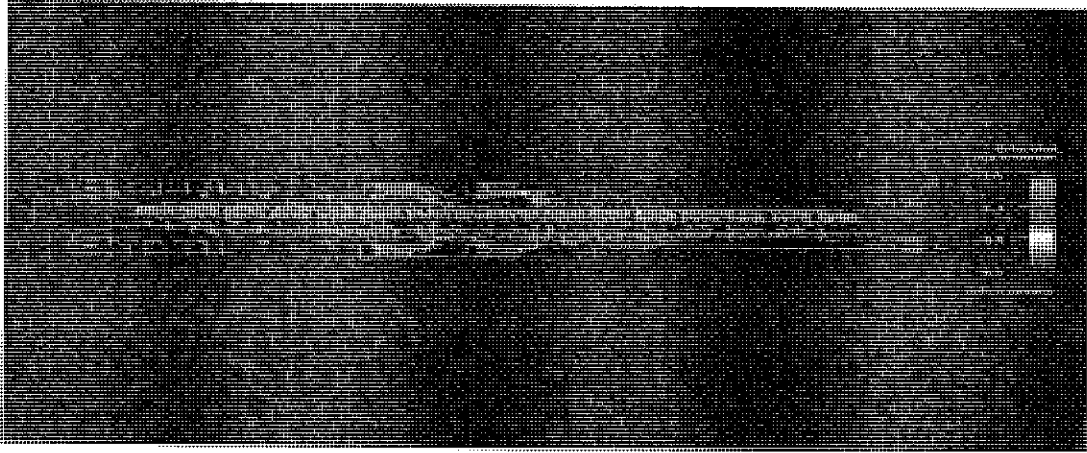


Figura 11 | Velocidad promedio acumulativa en el andén





6 Análisis Operacional de La Alborada – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM, porque la estación está localizada en la parte central de la ciudad y el tráfico PM en general se origina en los lugares de trabajo situados en el centro de la ciudad y va a las zonas residenciales. Como consecuencia de esto, se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la hora punta PM, hay 98 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 865 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Se aplica un aumento repentino de 1.5 al minuto pico.

Esto resulta en 12 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 108 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,412 del andén con dirección oeste y 1,508 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras eléctricas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada andén, se asume que una escalera mecánica en la dirección a la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes de la plataforma desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.

Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de La Alborada cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.



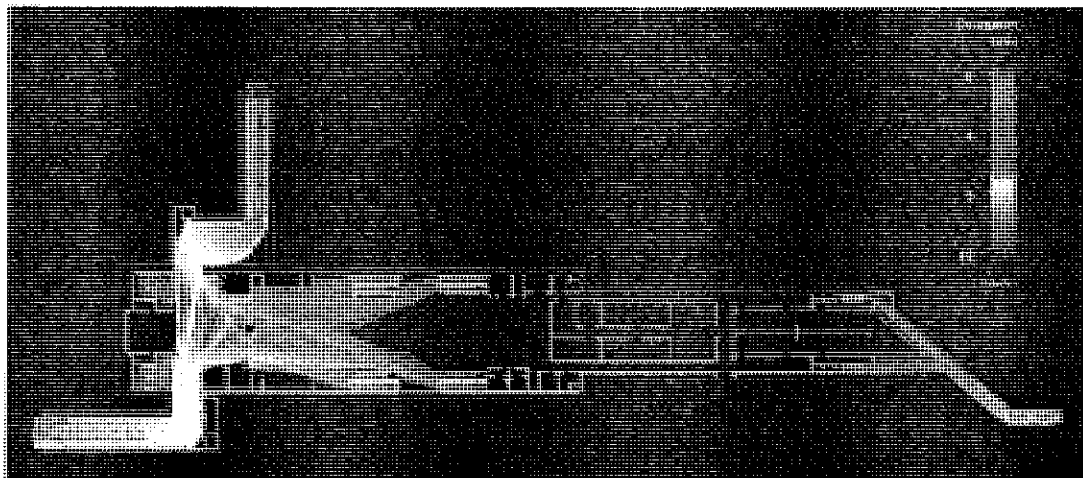


Figura 12 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

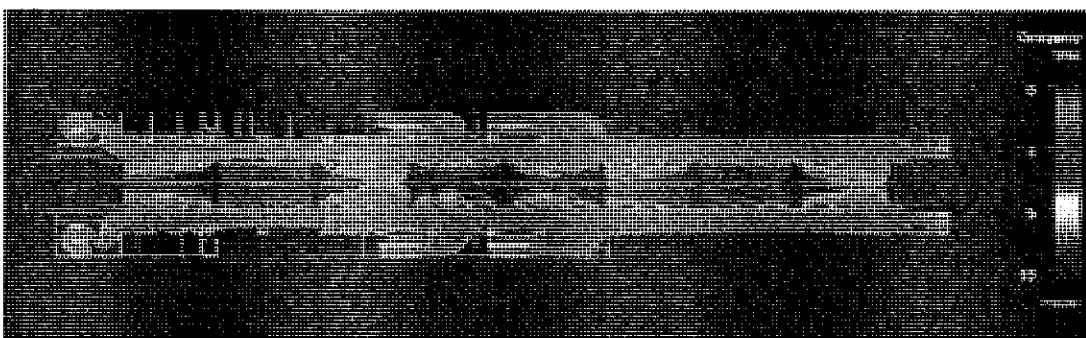


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el andén



Milán, 14/102/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
“Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av.
Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima
y Callao”

Consultoría de flujos peatonales – Estación San Marcos



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



• Preparado por: Tiffanie Yamashita, Claudio Borsari
• Verificado por: Elisabetta Bassi
• Aprobado por: Diego Deponte
• Fecha: 14/02/14
• Número de servicio: 13P0151g
• Nombre del archivo: 13P0151g_140214_R_San_Marcos_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
• Número de revisión: 00





Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®	5
4. Resultados de Simulación	8
4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)	8
4.2 Utilización del espacio	10
4.3 Velocidad de flujo	10
4.4 Tiempo de evacuación	10
5. Análisis Operacional de San Marcos – Hora punta AM en días laborables	11
6. Análisis operacional de San Marcos – Evacuación	17





1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de interés (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos críticos de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros nodos de intercambio de transporte claves representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicio. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no considera el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Esto resulta en espacios teóricamente adecuados, en términos de metros cuadrados, para los flujos y funciones estimados, pero donde existen criticidades, fenómeno de congestión y saturación, resulta en una menor comodidad para el usuario y la eficiencia de la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) esté dispuesta a mantener una velocidad de desplazamiento definida y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El software Legion Spaceworks® es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.

El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.



Entre los usuarios más importantes de este software, en el área de transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las características específicas del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definida por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e Inconveniencia (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y las características, la capacidad espacial y la ejecución del proyecto pueden ser medidas, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse con medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el arreglo peatonal específico y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos claves del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.



Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto al escenario de evacuación, las salidas más importantes son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través de la capacidad de evaluación y mapeo, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el mapeo, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de Simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluyen el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:





NDS en los Pasillos

NDS A

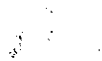


Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a que velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, significa bajar la velocidad de los peatones y el volumen potencial.



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.



Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS E



Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quieren ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida, y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruta (NDS) en los Pasillos

NDS en las Colas

NDS A



Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.



Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.



Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, pero la circulación en el área de las colas es severamente restringida, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS E



Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto cercano con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruta (NDS) en las colas





4.2 Utilización del espacio

El mapeo de la utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad de flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5 Análisis Operacional de San Marcos – Hora punta AM en días laborables

San Marcos consiste en una estación tipológica situada en la parte central del L2, a pocas paradas al oeste de la *Estación Central*. En la parte occidental de la estación habrá dos accesos desde la calle, junto con las máquinas expendedoras de boletos y el sistema de puertas principal.

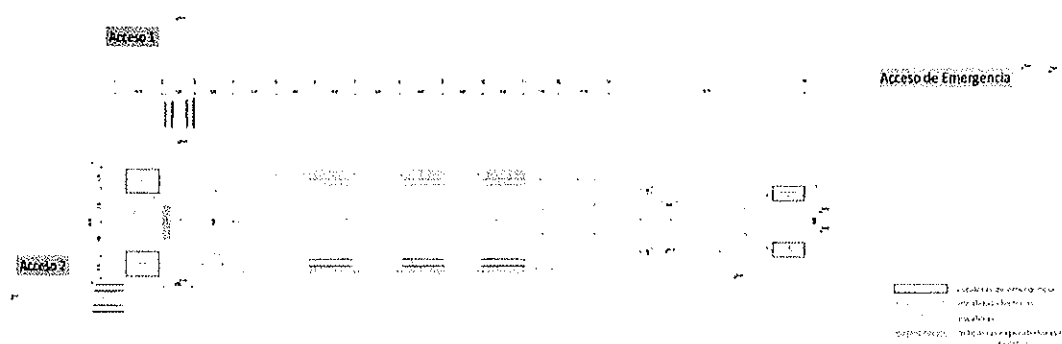


Figura 2 | Mapa del vestíbulo de la estación San Marcos

En la parte central de la estación habrá tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas a cada lado, que conducen a dos plataformas situadas en el nivel inferior. La parte oriental del vestíbulo está dedicada a las áreas técnicas restringidas al público y las salidas de emergencia.

En lo que respecta a la demanda de movilidad, el Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día es la hora punta AM (8,146 pasajeros contra los 5,162 pasajeros de la hora punta PM).

Los pasajeros pronosticados para San Marcos se resumen a 8,146 en la hora más congestionada. La dirección oeste será la más concurrida, con 6,608 pasajeros descendiendo y 30 abordando, con un total aproximado de 6,638 pasajeros durante la hora punta AM. En la dirección opuesta habrá 208 pasajeros descendiendo y 1,300 pasajeros abordando, con un total de 1,508 pasajeros. Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.



Figura 3 | Mapa del andén de la estación de San Marcos

Para crear modelos de la estación San Marcos, se han realizado una serie de suposiciones con respecto a los componentes de la movilidad peatonal diferente, tales como las escaleras fijas, las escaleras mecánicas y los torniquetes:

- para cada acceso hay una escalera mecánica por dirección;
- todas las escaleras son bidireccionales;
- hay 10 torniquetes de los cuales 4 son para el ingreso y 6 para la salida; y,
- el andén está vinculado al vestíbulo mediante 6 escaleras y 6 escaleras mecánicas (2 de bajada y 4 de subida) de acuerdo a la dirección.

Además, para recalcar el sistema general, se supone que el acceso #01 y el acceso #02 atraen y generan respectivamente el 30% y 70% de la demanda descrita anteriormente. Los resultados de la simulación peatonal de la estación para la hora punta AM en días laborables muestran una funcionalidad peatonal general adecuada de la estación tanto en la planta como en el andén.

Concretamente, los mapas de utilización del espacio (Figura 5 y 6) incluidos aquí ilustran claramente el alto nivel de utilización de la porción general de la estación relacionada al andén oeste (la dirección desde la Estación Central), como resultado directo de la presión de movilidad alta viniendo de esa dirección.

La gradación de color de rojo a azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo no es necesaria y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

Comparando esos mapas con las figuras 7 y 8 es posible concluir que no hay criticidades en la estación.

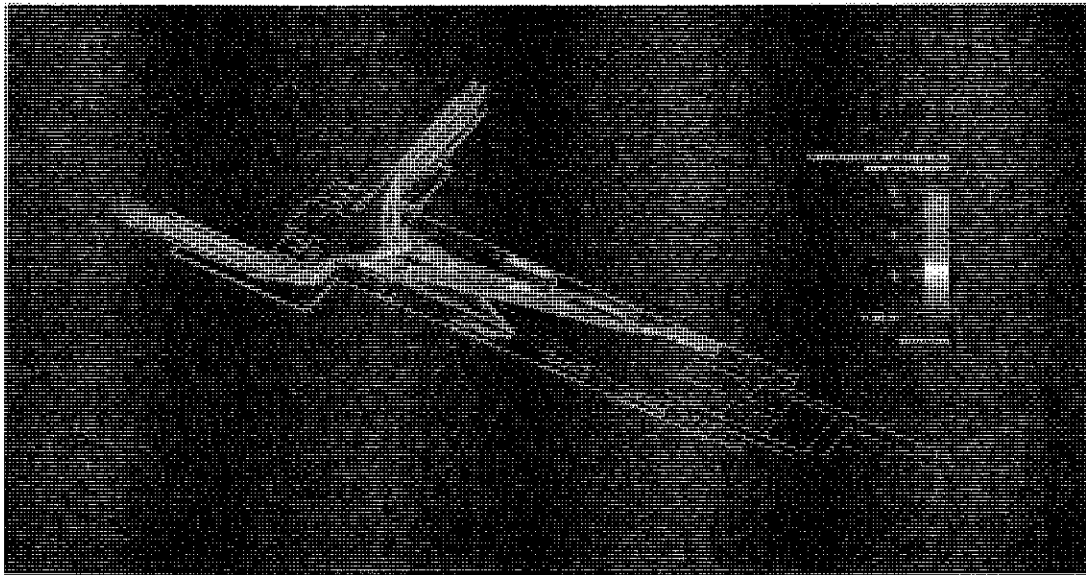


Figura 4 | Mapa de utilización del espacio en el vestíbulo

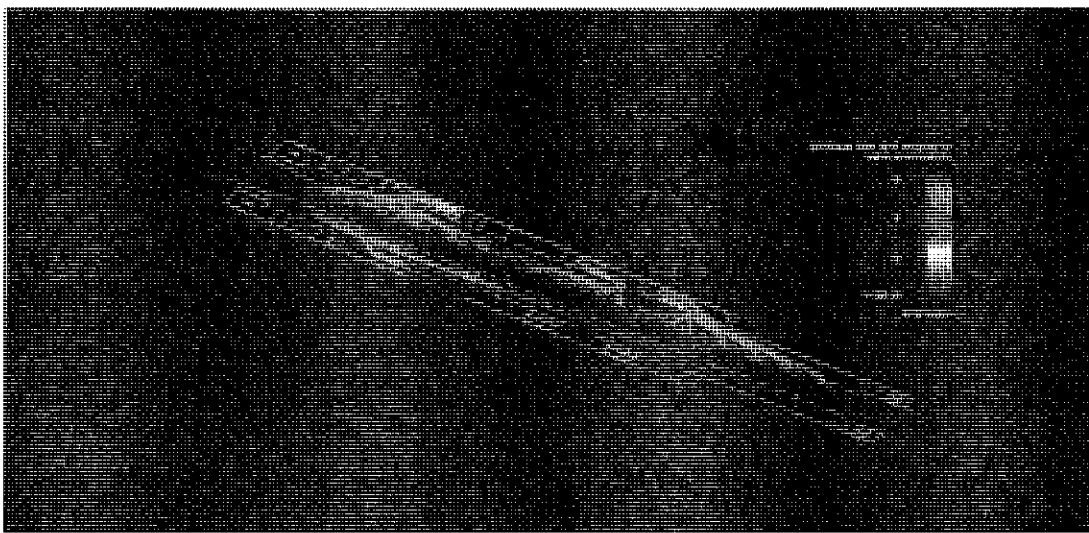


Figura 5 | Mapa de utilización del espacio en el andén

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podría haber grandes problemas de congestión. Los mapas de densidad promedio acumulativa para los pasillos (Figura 7 y 8) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio y muestra que todos los espacios usados de la estación tienen un buen nivel de servicio (A a C) y que no hay amontonamientos críticos en los pasillos.





Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.

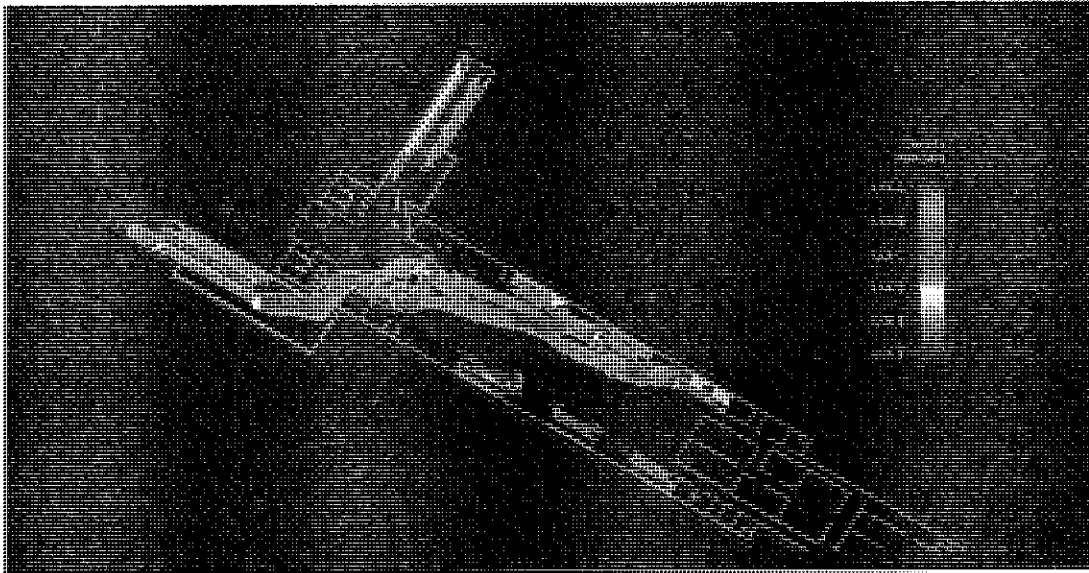


Figura 6 | Mapa de densidad promedio acumulada de los pasillos en el vestíbulo

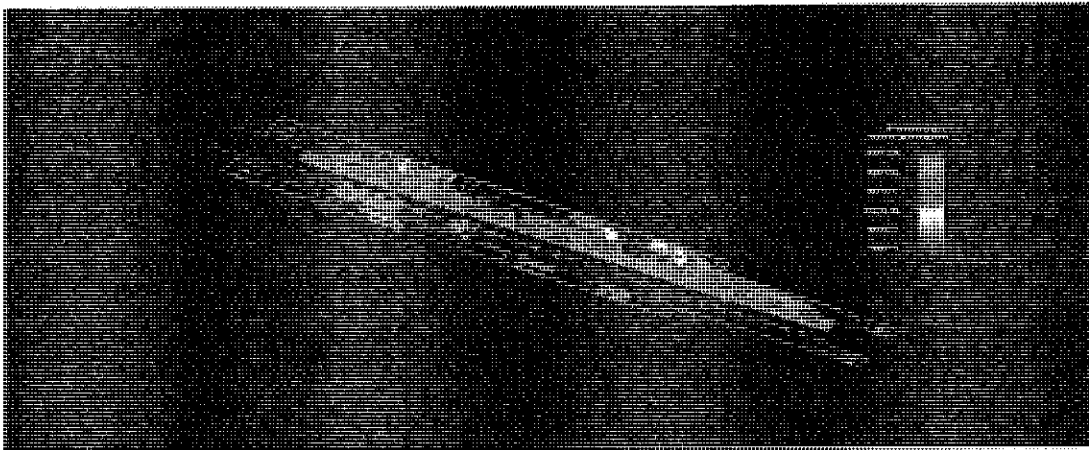


Figura 7 | Densidad promedio acumulada de los pasillos en el andén

El mapa de densidad promedio acumulativa para las colas representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.





Ya sea en el vestíbulo como en el andén, la cola es aceptable con un mínimo de NDS C experimentado en el área de embarque de las escaleras mecánicas para el lado norte de la estación que conduce a los trenes con dirección oeste (resaltado con rectángulo rojo).

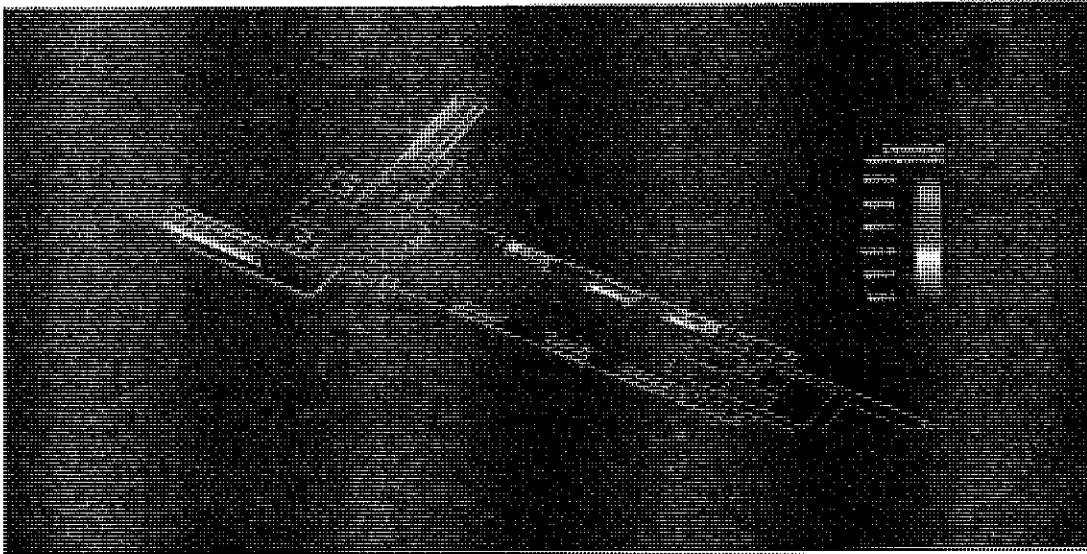


Figura 8 | Mapa de densidad promedio acumulativa de la cola en el vestíbulo

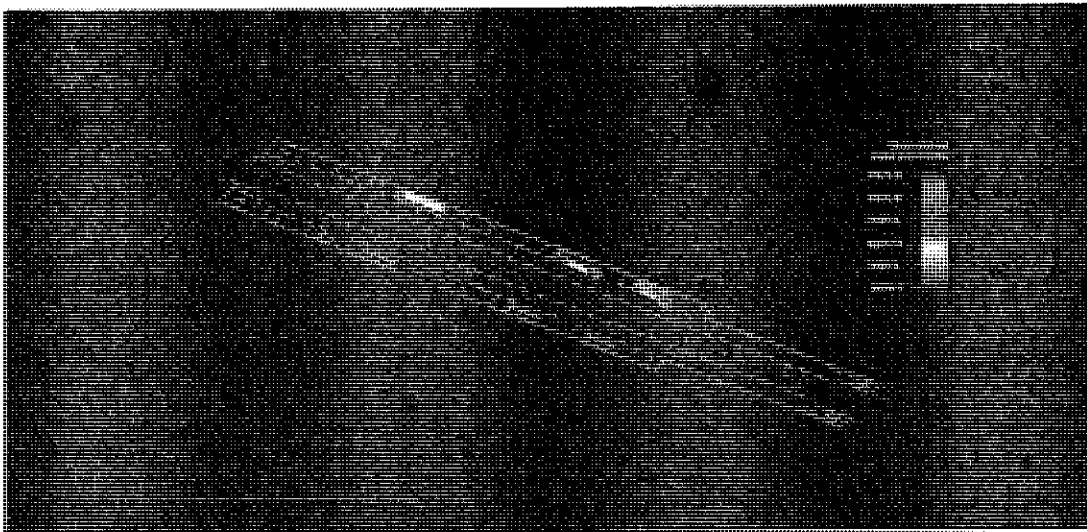


Figura 9 | Densidad promedio acumulativa de la cola en el andén

Los mapas de velocidad promedio acumulativa son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio



acumulativa para los pasillos y las colas y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.

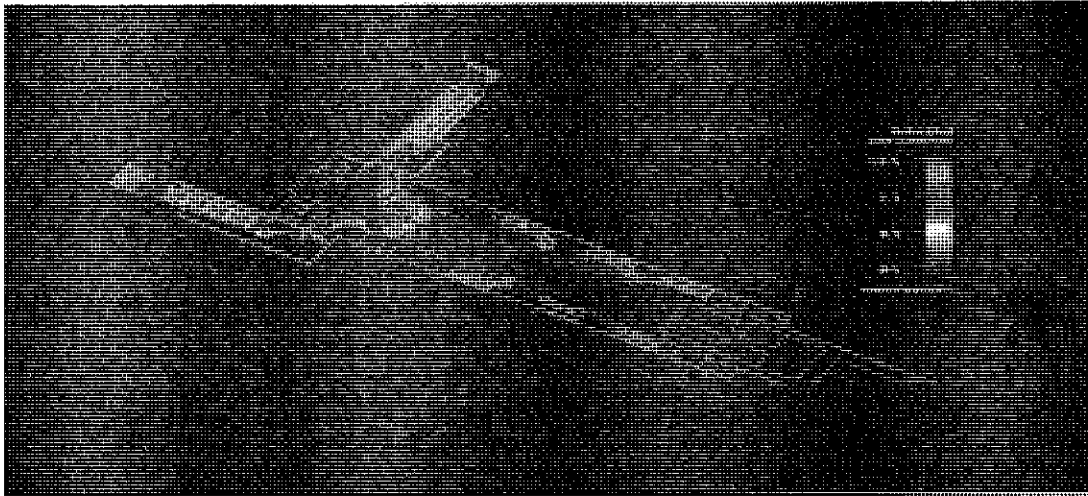


Figura 10 | Mapa de velocidad promedio acumulativa del vestíbulo

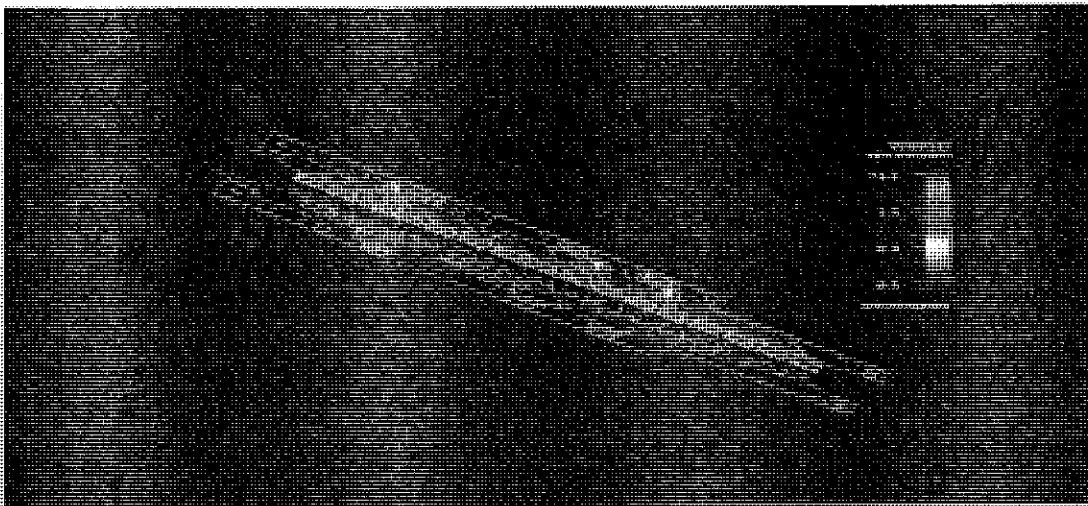


Figura 11 | Velocidad promedio acumulativa en el andén

La estación ha sido modelada y su funcionamiento ha sido simulado para un escenario operacional de un hora punta AM en días laborables. El diseño de la estación es verificado de acuerdo a los parámetros de evaluación principales tales como: la utilización del espacio, el nivel de servicio (la densidad promedio acumulativa para los pasillos y las colas/zonas de espera) y la velocidad promedio acumulativa. En vista de todos esos factores, el rendimiento general de la estación parece bueno con un nivel de servicio promedio (NDS) de NDS B-C.





6 Análisis operacional de San Marcos – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es la hora punta PM, porque la estación está localizada en la parte central de la ciudad y el tráfico PM en general se origina en los lugares de trabajo situados en el centro de la ciudad y va a las zonas residenciales.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la hora punta PM, hay 218 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y 2,913 en dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Se aplica un aumento repentino de 1.5 al minuto pico.

Esto resulta en 27 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 364 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 1,427 del andén con dirección oeste y 1,764 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además en cada lado del andén, solo una escalera mecánica de cada tres, que vincula al andén del vestíbulo y funciona normalmente; se asume que está averiada.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes de la plataforma desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.





Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 13 y 14) muestran que el diseño propuesto para la estación de San Marcos cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

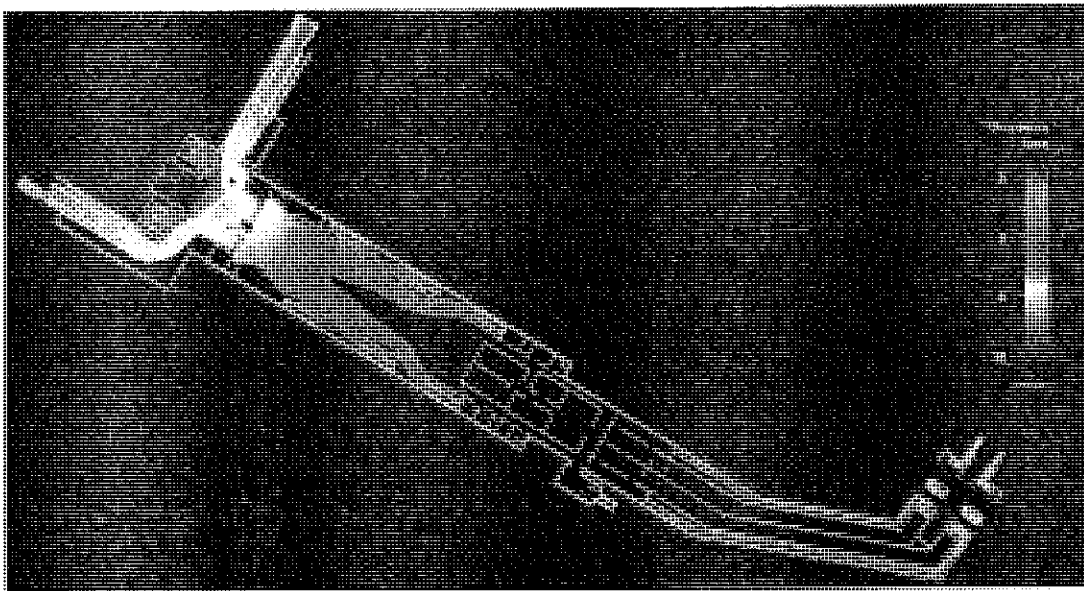


Figura 12 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo

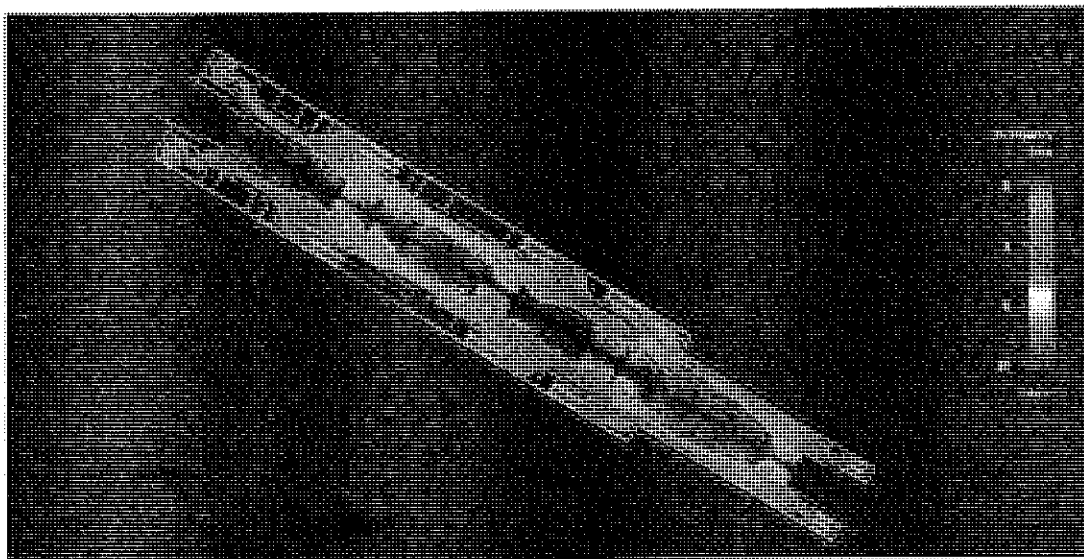
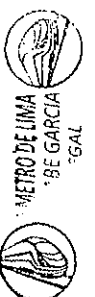


Figura 13 | Tiempo de evacuación en el andén

Milán, 14/02/2014

Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto:
“Construcción de la Línea n. 2 y la sede de la Av.
Faucett-Gambetta de la red subterránea de Lima
y Callao”

Consultoría de Flujo Peatonal – Estación Central



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



« Preparado por: Claudio Borsari
« Verificado por: Elisabetta Bassi
« Aprobado por: Diego Deonte
« Fecha: 14/02/14
« Número de Servicio: 13P0151g
« Nombre de archivo: 13P0151g_140214_R_Estacion_Central_Pedestrian_Analysis_rev0.docx
« Número de Revisión: 00





Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Modelo de simulación dinámica – Legion Spaceworks®.....	5
4. Resultados de la simulación.....	7
4.1 Densidad – Nivel de Servicio (NDS).....	7
4.2 Utilización del espacio	9
4.3 Velocidad de flujo	9
4.4 Tiempo de evacuación	9
5. Análisis Operacional de la Estación Central – Hora punta AM en días laborables.....	10
6. Análisis Operacional de la Estación Central – Evacuación.....	18





1. Introducción

El objetivo principal de un análisis dinámico de simulación de flujo de peatones es una determinación cuantitativa de la criticidad del diseño funcional con el fin de proponer soluciones que sean capaces de garantizar un adecuado Nivel de Servicio, eficiencia de espacio, seguridad y comodidad a los usuarios.

Los espacios amplios y bien dimensionados, las rápidas conexiones peatonales a puntos de intereses (plataformas, accesos, intercambiadores, etc.), una circulación adecuada, zonas de espera y sistemas de orientación son algunos de los elementos de criticidad de la funcionalidad y calidad de la estación. A partir de estos puntos de vista, las estaciones de metro, así como otros principales nodos de intercambio de transporte representan proyectos complejos debido a la presencia contemporánea de todos estos factores.

Los patrones de demanda dentro de una estación de metro, sumamente variable, con picos muy concentrados alrededor de la llegada de los trenes, requieren de una herramienta analítica capaz de realizar una evaluación contemporánea de las interacciones entre los flujos peatonales y las áreas de espera, tránsito y servicios. La ejecución de las zonas peatonales es evaluada a través de un Nivel de Servicio basado en la densidad de las personas dentro de la instalación: proporcionando una lectura fácil destacando las áreas congestionadas y subutilizadas, lo que va a permitir a los diseñadores optimizar la distribución de los espacios internos.

Modelos estáticos, tradicionales, basados en el flujo - NDS – un ámbito específico, que no consideran el efecto de los flujos en conflicto y los resultados de estas interacciones en las distribuciones de espacio y los patrones de demanda de diferentes funciones, tales como, puertas de entrada, máquinas expendedoras de boletos, pasillos, escaleras y plataformas.

Todo esto resulta en espacios adecuados teóricamente, en términos de metros cuadrados, por los flujos y funciones previstas, pero donde existan criticidades, fenómenos de congestión y hacinamiento, lo que resultará en una comodidad menor para el usuario y en una eficiencia para la instalación.





2. Metodología

El proceso de simulación considera la interacción entre la demanda de origen/destino estimada, el destino y los elementos que definen la geometría del espacio, dividido en caminos (pasillos, escaleras, elevadores, escaleras mecánicas, etc.) y obstáculos (columnas, paredes, bancos, puertas, etc.).

La Trayectoria y velocidad se basan en la hipótesis de que cada categoría del usuario (pasajero interurbano, usuario ocasional, turista, niños, personas de tercera edad, personas con equipaje o cualquier otro elemento, discapacitados, etc.) estén dispuestos a mantener una velocidad de desplazamiento definido y seguir el camino más corto; los obstáculos y conflictos con otros usuarios pueden resultar en una reducción de la velocidad y cambio de dirección; tal como se puede observar en situaciones reales.

Los resultados de estas simulaciones incluyen tres resultados principales:

- Análisis de densidad (uso de espacios y colas);
- Ocupación del espacio;
- Velocidad del desplazamiento

Estas salidas son la base de las propuestas de optimización, las cuales finalmente serán probadas en un nuevo proceso de simulación. Esta simulación considera tanto la hora punta como una situación de emergencia y evacuación.

3. Modelo Simulación Dinámica – Legion Spaceworks®

El Programa informático Legion Spaceworks™ es de mucha utilidad para todos los tipos de estudios analíticos de flujo de peatones en entornos complejos con un pico de flujo peatonal importante y complejo. Actualmente, es la herramienta de simulación peatonal disponible más avanzada, utilizada en la industria de la ingeniería de transporte para examinar estaciones de tren y de metro, aeropuertos y edificios complejos, como los edificios de gran altura y estadios.





El software fue y será utilizado para los Juegos Olímpicos en Sídney, Atenas y Londres, y para el Campeonato Mundial de Fútbol de 2010 y 2014.

Entre los usuarios más importantes de este Programa Informático, en el área del transporte, están el metro de Londres, SNCF, Metro de Madrid, Cross London Rail Links, Network Rail, Mass Transit Railway Corporation (Hong Kong) y muchos otros.

El objetivo principal del análisis del flujo de peatones es prever y evaluar las características del proyecto y las especificidades del diseño medidas de acuerdo con los parámetros físicos y psicológicos que se mencionan a continuación:

- Los Parámetros Físicos se miden de acuerdo con las personas que transitan en una zona determinada, la densidad de población, la longitud de los segmentos de trayecto a pie, los tiempos de viaje, etc.;
- Los Parámetros Psicológicos se miden de acuerdo con la "insatisfacción" que es definido por tres elementos principales como la Frustración (libertad para moverse), Molestia (retraso debido a la congestión) e inconveniencias (Reducción de la relación de persona a espacio).

Basado en los parámetros anteriores y características, la capacidad espacial y ejecución del proyecto pueden ser medidos, por lo tanto, la salida comprende una serie de indicadores de aspectos críticos que deben abordarse medidas correctivas y de mitigación apropiadas.

Siendo aún más importante, Legion puede simular y analizar todas las situaciones de evacuación. Es una herramienta esencial para los consultores en el campo del diseño de seguridad contra incendios y gestión de edificios, para lo cual permite simular, probar y proporcionar pruebas para apoyar el diseño y las medidas destinadas a mejorar el diseño de peatones. Los objetivos clave del análisis de la evacuación a medida son:

- Evaluar los límites y potenciales del arreglo arquitectónico;
- Definir las rutas de escape de incendios adecuadas para garantizar una evacuación segura;
- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y estrategia del sistema de detección de incendios;





- Asesoramiento en la apropiada definición de la planificación y la estrategia del sistema adecuado contra incendios;
- Verificar el cumplimiento de los códigos y normas de construcción locales;
- Identificar las medidas de mitigación y plan de implementación a largo plazo, y,
- Costo preliminar / beneficio y análisis de ingeniería de valor.

Los resultados de las simulaciones se pueden analizar gráficamente en 2D, así como en animaciones en 3D, mapas de rendimiento codificados por colores, informes estadísticos y gráficos, todos los cuales son excelentes para compartir los resultados con las audiencias técnicas y no técnicas. En cuanto a la situación de evacuación, la salida más importante son los patrones de movimiento y los diseños de utilización de espacio, la evacuación por escaleras a través del cual se evalúa la capacidad de rendimiento y diseño, el mapeo de densidad acumulativa (principalmente los embotellamientos), el cálculo del tiempo de la evacuación y el diseño, el análisis comparativo de las vías de evacuación de incendios.





4. Resultados de simulación

Los esquemas de diseño han sido probados según las geometrías propuestas y capacidades resultantes para verificar la funcionalidad del plano de la estación. Para entender mejor los resultados del modelo, se considera necesaria una breve exposición del significado de estos resultados.

4.1 Densidad – Nivel de Servicios (NDS)

Los recorridos de los usuarios incluye el camino más corto desde el origen hasta el destino. La presencia de tantas personas en el mismo camino crea bandas de destinos diferentes, que se puede reconocer fácilmente a través de un mapeo de personas por metro cuadrado: esta medida define el NDS de esa área. Los NDS (desde A, el mejor, hasta F el peor) definen el espacio ocupado, la comodidad personal y la facilidad de desplazamiento. A continuación, se presenta una breve descripción de los niveles NDS:

- NDS A – excelente nivel de servicio, libre flujo peatonal, sin retraso y excelente comodidad;
- NDS B – alto nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos extremadamente pequeños y comodidad muy alta;
- NDS C – buen nivel de servicio, flujo peatonal estable, retrasos aceptables y buena comodidad;
- NDS D – suficiente nivel de servicio, flujo peatonal inestable, los retrasos aumentan pero siguen siendo aceptables por periodos cortos y comodidad suficiente;
- NDS E – nivel de servicio crítico, flujo peatonal extremadamente inestable, retrasos inaceptables y comodidad insuficiente; y,
- NDS F – nivel de servicio inaceptable, los flujos peatonales opuestos se mezclan y los retrasos son extremos; el sistema no ya no está operando correctamente; absolutamente incómodo para los usuarios.

Según estas definiciones, los parámetros numéricos definen los límites de cada nivel. Estos parámetros varían según el uso del área considerada, porque la reacción a la densidad cambia según el contexto (espacio abierto, lugares de espera, corredores, boleterías, etc.) y el estado de los usuarios (en movimiento, en espera, en la cola).

El siguiente esquema ilustra los diferentes Niveles de Servicio:



NDS en los Pasillos

NDS A



Los NDS A en los pasillos, se proporciona un área suficiente para los peatones para que puedan elegir libremente a qué velocidad ir, sobrepasar peatones más lentos, y evitar conflictos de cruces con otros.



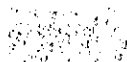
Los NDS D en los pasillos, la mayoría de las personas tienen su velocidad normal de caminar restringida y reducida, debido a dificultades para sobrepasar a los peatones que van más lento y evitar conflictos. Los peatones en el flujo opuesto y circulación en contra serían severamente restringidos, ocurriendo múltiples conflictos con los demás.

NDS B



Los NDS B en los pasillos, suficiente espacio disponible para elegir la velocidad normal del paso, y para sobrepasar a peatones en flujos de una dirección. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, ocurren conflictos menores, significa bajar la velocidad de los peatones y el volumen potencial.

NDS E

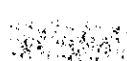


Los NDS E en los pasillos, virtualmente todos los peatones tendrían una velocidad restringida, ajustando frecuentemente el paso. El límite para poder avanzar sería avanzar a paso lento. No habría área suficiente para sobrepasar a los peatones que van más lento. Se presentarían dificultades extremas para los peatones que quisieran ir en direcciones contrarias. El volumen del diseño se aproxima a la capacidad accesible máxima del pasillo, con frecuentes paradas e interrupciones de flujo.



Los NDS C en los pasillos, la libertad para elegir la velocidad del paso y pasar libremente a otros peatones es restringida. Donde existen flujos de desplazamientos opuestos, existe una alta probabilidad de conflicto requiriendo de un frecuente ajuste en la velocidad y dirección para evitar el contacto. El diseño consistente con este NDS representa un flujo fluido razonable; sin embargo, es probable que ocurra una fricción considerable e interacción entre los peatones, particularmente en situaciones de flujo multidireccional.

NDS F



Los NDS F en los pasillos, la velocidad de todos los peatones es extremadamente restringida y solo se puede avanzar de manera lenta. Habría contacto frecuente e inevitable con otros peatones, y los desplazamientos en sentido opuesto serían virtualmente imposibles. El flujo de tráfico sería esporádico, solo se podría avanzar si las personas que se encuentran delante avanzan.

Figura 1 | Los Niveles de Servicio de Fruin (NDS) en los Pasillos

NDS en las Colas

NDS A

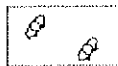


Los NDS A en las colas, hay espacio para estar de pie y libre circulación en las áreas de colas sin perturbar a los demás.



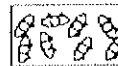
Los NDS D en las colas, el espacio proporcionado para estar de pie sin contacto personal con los demás, para la circulación en el área de las colas es severamente restringido, y el desplazamiento solo es posible en grupos.

NDS B



Los NDS B en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo de la cola sin perturbar.

NDS E

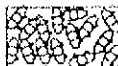


Los NDS E en las colas, hay espacio para estar de pie, pero el contacto personal con los demás es inevitable. La circulación en el área de colas no es posible. Este nivel de ocupación de área solo puede prolongarse por períodos cortos sin incomodidad física y fisiológica.



Los NDS C en las colas, hay espacio para estar de pie y circulación restringida a lo largo del área de colas perturbando a los demás. Están dentro de los niveles de la zona de delimitación de la comodidad corporal personal.

NDS F



Los NDS F en las colas, el espacio es aproximadamente equivalente al área del cuerpo humano. Estar de pie es posible, pero el inevitable contacto dependa con los que están alrededor causa incomodidad física y fisiológica. El desplazamiento no es posible, y existe pánico potencial debido a la multitud.





4.2 Utilización del espacio

El mapa utilización del espacio muestra la frecuencia del paso peatonal dentro de un espacio dado. Mayor información sobre el flujo peatonal proviene del análisis de la utilización del espacio de áreas transitadas, como los corredores.

Este parámetro es calculado mediante definiciones acumulativas de los recorridos de los usuarios, definiendo, así, a través de una escala cualitativa, las áreas más utilizadas y las partes poco utilizadas de las instalaciones. Además, esta escala depende del tiempo, y es posible observar cuánto tiempo se utiliza o no cada área: la escala cromática usada para visualizar este parámetro cambia después de que cada usuario pasa por el área.

Los mapas de salida son extremadamente útiles para entender qué partes de las instalaciones son infra- o sobredimensionadas, el uso de entradas, el desequilibrio del uso de espacio y los conflictos de flujo.

4.3 Velocidad del flujo

El último elemento importante para evaluar los flujos peatonales es su velocidad. Las diferentes velocidades son representadas en mapas mediante una escala de color que muestra en qué áreas la circulación se torna más difícil y lenta debido a la sobrepoblación o geometría de la estructura.

4.4 Tiempo de evacuación

Un escenario específico será evaluado para garantizar que, siguiendo las regulaciones locales NFPA 130 Edición 2014, la estructura proporcionará rutas y espacios adecuados para la evacuación de todos los usuarios. Un mapa de escala a color resultará de la simulación indicando, para cada punto de las instalaciones, el tiempo necesario para que el usuario llegue hasta el área segura más cercana en condiciones de evacuación. Las regulaciones locales requieren que ningún punto de la estación debe estar más lejos de 6 minutos de las áreas seguras.





5. Análisis Operacional de Estación Central – Hora punta PM en días laborables

La Estación Central representará el nodo de intercambio principal entre L2, L3 y la terminal central del sistema BRT Metropolitano/Cosac.

El Escenario de Proyecto 2047 proporcionado indica el momento más crítico del día AM hora punta (90,294 pasajeros contra los 62,314 pasajeros de la PM hora punta). Los pasajeros pronosticados para la Estación Central se resumen a 90,294 en la hora más congestionada.

La dirección oeste será la más concurrida, con 58,102 pasajeros descendiendo y abordando 7,604, para un total aproximado de 65,742 pasajeros durante la hora pico AM. En la dirección opuesta estarán 9,569 pasajeros abordando y 14,983 descendiendo, para tener un total de 24,552 pasajeros. Todos estos usuarios serán descritos como *pasajeros que viajan diariamente* en el modelo.

Considerando la gran demanda pronosticada en el escenario 2047, se llevó a cabo un análisis estático preliminar para resaltar posibles criticidades. El resultado principal basado en el escenario original propuesto fue, en este primer plano, que la conexión propuesta con L3 en el vestíbulo fue muy insuficiente para ajustarse a la demanda proyectada.

Este túnel, dada la demanda pronosticada, se situará alrededor de 30 metros de ancho máximo, en lugar de los 7.8 metros del proyecto original.

Debido a esta criticidad, se ha desarrollado un modelo dinámico específico usando solo el 50% de la demanda proyectada 2047; según el plano de la primera estructura, la simulación dinámica mostró criticidades en los flujos de intercambio L3, como lo hizo el análisis estático.

En particular, la posición original del bloque de escaleras en el lado noreste cercano al pasaje L3 (ESC 4), forzó a los pasajeros a ir hacia L3 para dar una vuelta de 180 grados que redujo el flujo y la capacidad del sistema. A tiempo, esto causa congestión en la planta subterránea y bloquea las escaleras mecánicas y las escaleras, causando congestión en el andén, y dificultad para bajar de los trenes.

Como consecuencia de estos resultados, se propusieron dos planos distintos y se evaluaron mediante el modelo de simulación con un porcentaje de la demanda pronosticada 2047 del 50% y 75%.





La primera (Opción A) se basó en la extensión del túnel de conexión L3 para incluir el área entre ESC3 y ESC4 para que los pasajeros que van hacia L3 puedan dar una vuelta directa dentro de la conexión L3. Esto no generó reducciones en la capacidad o velocidad y redujo interacciones entre este flujo, la más larga en la estación, y todos los otros flujos.

El túnel de conexión L3 se movió entre las marcas 10 y 13 y ESC4 entre las marca 13 y 14 (de ser posible), para que interfiera con el ture de conexión que reduce su sección y capacidad.



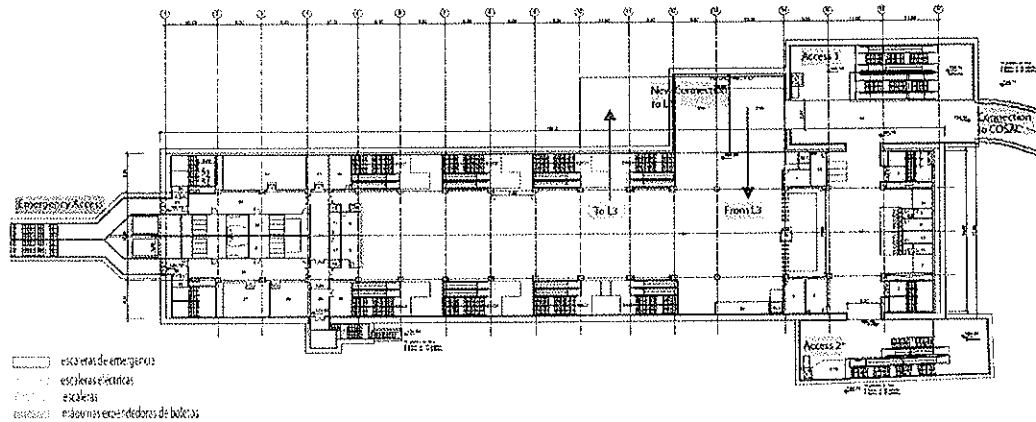


Figura 1 | Mapa de la planta de vestíbulo de la Estación Central (opción preliminar A)

El Segundo esquema (Opción B) mantenía el túnel de conexión en la misma posición (el ancho debe ser 30 metros en este caso, también), pero propuso una rotación de la ESC4 para que la salida de estas escaleras mecánicas estuviera directamente conectado con el túnel de conexión, eliminando nuevamente la necesidad de dar una vuelta de 180 grados y la mayoría de los conflictos con otros flujos.

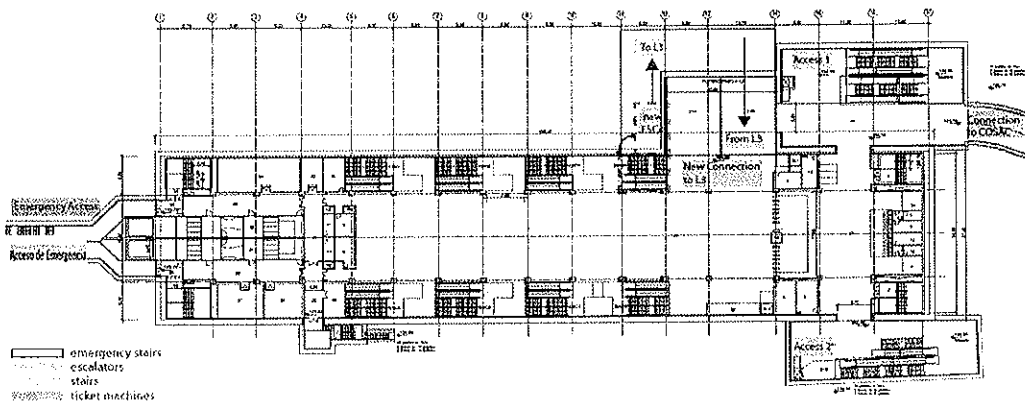


Figura 4 | Mapa de la planta de vestíbulo de la Estación Central (opción preliminar B)

Los resultados de la simulación preliminar generaron las siguientes conclusiones:

- Si la conexión entre L2 y L3 se movió entre ESC3 y ESC4, a lo largo de la reubicación de ESC4 a la parte este de la estación para evitar interferencia entre el bloque de escaleras mecánicas y los desplazamientos de flujo relacionados al túnel de conexión (lo que implica la



(Handwritten signature)



reducción de la sección y, a la vez, de su capacidad funcional), un flujo igual al 50% de la demanda proyectada podría moverse en la estación sin mayor problema;

- Si la de demanda de movilidad de la estación alcanzó el 75% de la demanda 2047 proyectada, las plataformas presentarían patrones de congestión peatonal: de hecho, cuando el siguiente tren arriba, los pasajeros del tren anterior aún están en cola en las escaleras mecánicas; brevemente causa congestión en toda el andén y no permite que los pasajeros bajen del tren.
- La simulación con un índice de demanda de 75% también, destacó que sería necesario reconocer la posición de las escaleras mecánicas y las escaleras en el andén para que las personas que abordan el tren se distribuyan de manera equitativa y eviten colas y congestión.

El análisis peatonal estático y dinámico y la interacción proactiva entre el equipo del diseño y los consultores de desplazamientos mediante un proceso de mejoramiento paso a paso, generaron el siguiente plano de la Estación Central 2047.

Este esquema ilustrado en el presente, representa el plano óptimo para garantizar un rendimiento efectivo y consistente con un gran número de personas durante la hora punta AM en cuanto a escenarios de largo plazo (horizonte temporal 2047).

En la planta subterránea, dos túneles peatonales ubicados en la parte este de la estación conectarán L2 respectivamente con L3 y la estación BRT (Cosac). La conexión con L3 será dentro del área de cierre, mientras que la conexión con BRT será fuera de esta. Los accesos desde la calle, las máquinas expendedoras de boletos y el sistema de puertas principales, también, estarán en la in parte este de la estación. Las personas que vienen de la conexión BRT/Cosac y Acceso 1 la línea de torniquetes del norte para acercarse al área de pago sin dar la vuelta o interferir mucho con los flujos de salida.

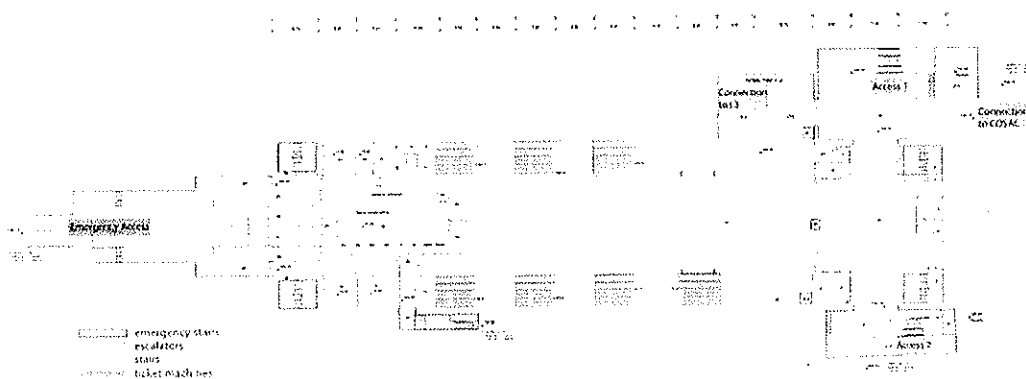


Figura 5 | Mapa de la planta de vestíbulo de la Estación Central (escenario 2047)





La parte central de la estación tendrá cuatro grupo de escaleras y escaleras mecánicas en el lado sur con dirección a el andén este en el nivel más bajo y tres grupos de escaleras y escaleras mecánicas en el lado norte con dirección a el andén oeste en un nivel más bajo; es importante destacar que la importancia de remover un grupo de escaleras y escaleras mecánicas en el lado norte se relaciona con el incremento de la capacidad de rendimiento en el andén para la conexión del túnel con L3 y que esta intervención no se necesita para el escenario intermedio (2030) pero representa una segunda medida de mitigación para enfrentar el incremento relevante de la demanda esperada para el escenario de largo plazo.

La parte oeste del vestíbulo está dedicada a áreas técnicas restringida al público y las salidas de emergencia.

En un nivel más bajo habrá, en la parte este del andén norte, un túnel que garantiza una conexión directa entre el sistema L2 y L3.

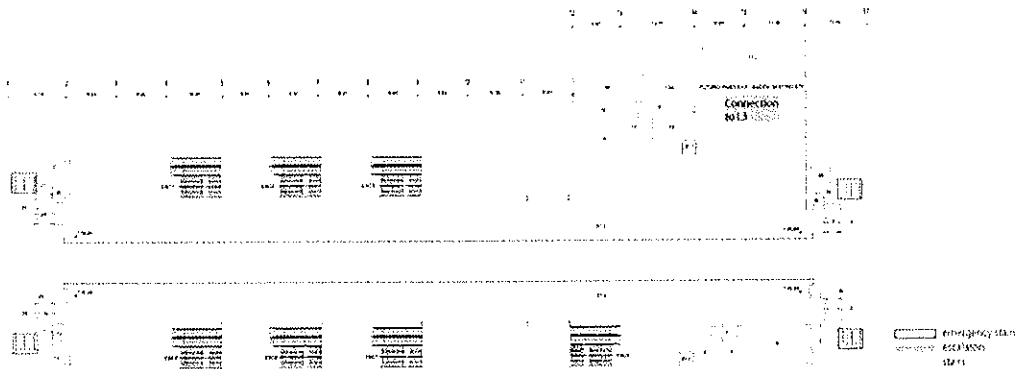


Figura 6| Mapa del andén de la Estación Central (escenario 2047)

Dentro de modelo de microsimulación los elementos funcionales de la estación se asumieron de la siguiente manera:

- ambas entradas desde la superficie tienen una escalera bidireccional, mientras que se ha simulado la hora pico AM donde la mayoría de las personas salen de la estación, la entrada norte tiene 2 escaleras mecánicas que suben y la entrada sur tiene solo una escalera mecánica de subida;
- el uso de las dos entradas desde la superficie, incluso, es de 50-50;
- en ambos lados hay dos escaleras que bajan hacia las plataformas;
- hay 23 torniquetes en el vestíbulo, ya que son reversible, han asumido 8 en el acceso (6 en frente de la conexión BRT/Cosac y 2 cercanos al acceso sur) y 15 en la salida según la proporción de los flujos peatonales esperados de salida y entrada.





Además, según el equipo de diseño, se suponía que el 20% del componente de demanda del "Intercambio L3" usaría la conexión con BRT/Cosac.

Los resultados de la simulación muestran que, a pesar de un gran número de pasajeros que se desplazan a lo largo de la estación en la Hora punta AM en días laborables, el rendimiento general aún es satisfactorio.

En particular, en lo que respecta a la utilización de espacio, las Figuras 7 y 8 destacan el intenso uso de la parte central del vestíbulo donde la circulación peatonal puede experimentar dificultades limitadas para flujos opuestos y de cruce.

La gradación de color de azul a negro representa y distingue en gran medida las áreas usadas de las no usadas en absoluto. Cabe destacar que las áreas rojas en estos mapas no son necesariamente alarmantes para los flujos peatonales, ya que los mapas de utilización del espacio solo dan una idea acerca de las áreas más usadas (frecuencia de tránsito) y un alto flujo que no es necesario y directamente proporcional al Nivel de Servicio (NDS) siempre que el espacio disponible se ajuste a los flujos previstos.

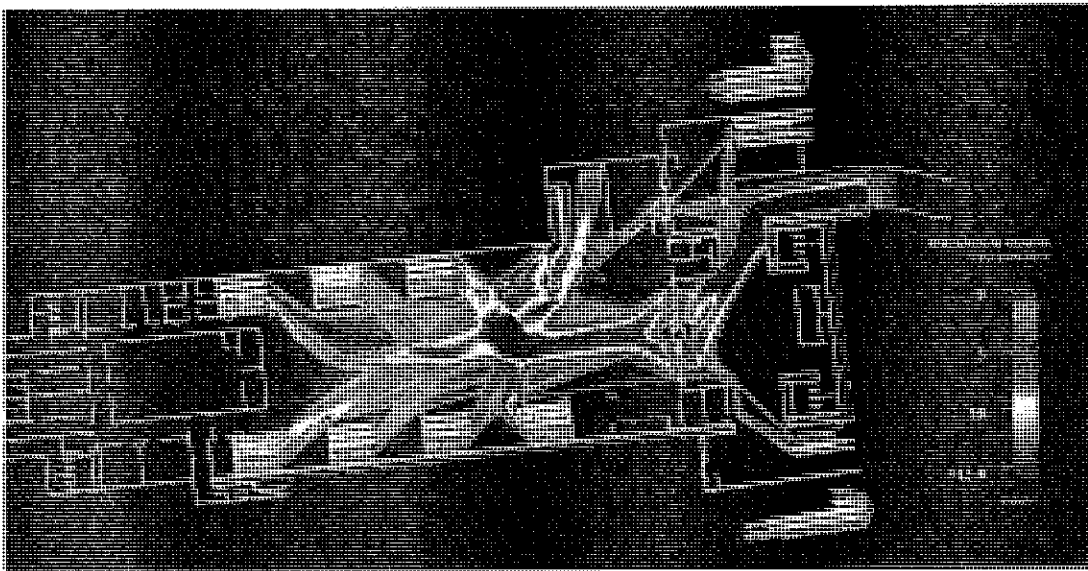


Figura 7 | Mapa de utilización de espacio en el vestíbulo (escenario 2047)

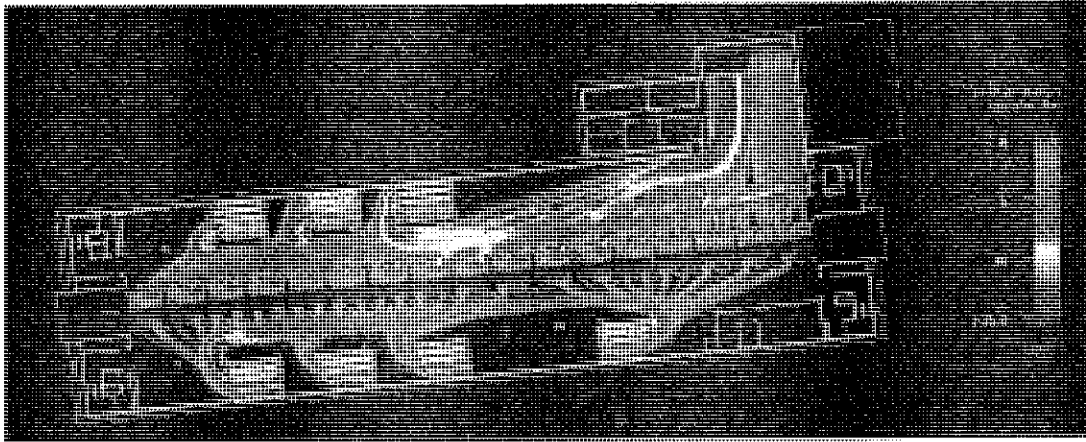


Figura 8 | Mapa de utilización de espacio en el andén (escenario 2047)

El análisis de densidad peatonal, que es el nivel de densidad experimentado a través del tiempo dentro de una unidad de espacio, es mejor usarlo para medir el funcionamiento del rendimiento de la estación y resaltar las áreas donde podrían haber grandes problemas de congestión.

Los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos (Figura 9 y 10) verifican la densidad promedio dentro de una unidad de espacio; los mapas indican que el promedio de NDS de la planta subterránea es alrededor de C/D, mientras que los NDS del andén se encuentran en la región D.

Como se mencionó anteriormente, en la planta subterránea los puntos más críticos son representados por el área que conecta la zona donde no se hacen pagos con el túnel Cosac y la parte central de la planta subterránea donde hay un cruce inevitable entre los flujos que provienen del andén sur directo hacia L3 y viceversa y el flujo que proviene del andén norte directo a los torniquetes de salida. En ambas plataformas los puntos más críticos son representados por áreas cercanas a las puertas de los trenes y el bloque de escaleras. En las áreas restringidas de estas partes, los NDS pueden alcanzar el nivel E.

Además, la Figura 8 muestra que, en el escenario 2047 en el andén norte, es necesario tener solo tres bloques de escaleras para garantizar el tránsito hacia/desde la conexión L3 sin interferir mucho con el andén de circulación.

Tenga en cuenta que las escaleras y las escaleras mecánicas y las áreas de abordar y descender no deben ser consideradas en estos mapas puesto que no son definidas como pasillos.



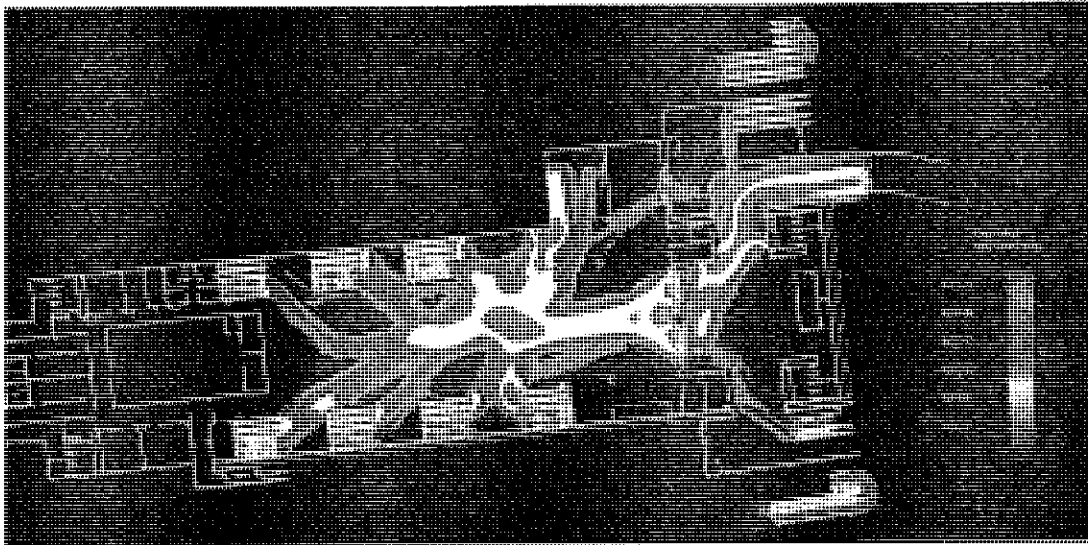


Figura 9 | Mapa de Densidad promedio acumulada de los pasillos en la planta de vestíbulo (escenario 2047)

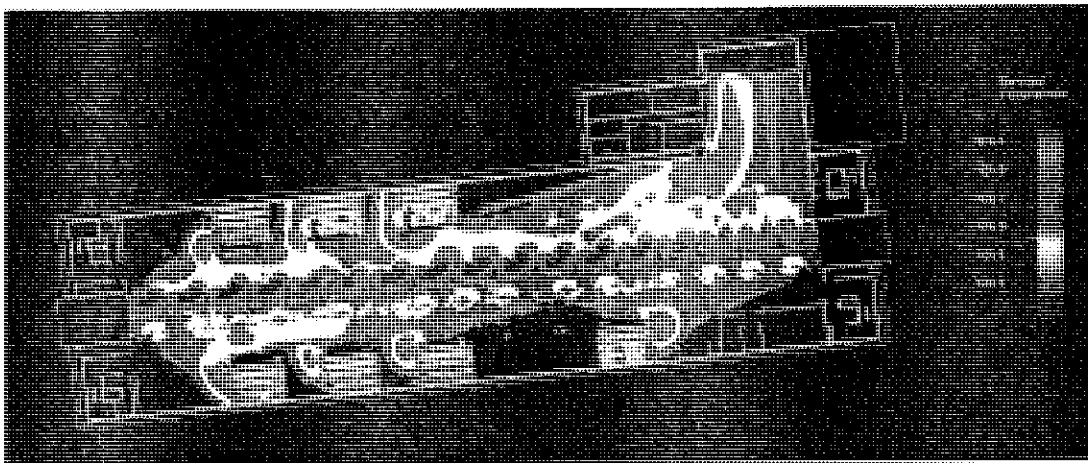


Figura 10 | Densidad promedio acumulada de los pasillos en el andén (escenario 2047)

El mapa de densidad promedio acumulada para las colas representan el nivel de servicio en las áreas de espera tales como, en frente de los torniquetes y el área de embarque/desembarque de escaleras y escaleras mecánicas.

Hay algunas colas en las escaleras mecánicas y escaleras más usadas y el área para subir a las escaleras en la planta subterránea y las plataformas, y en los torniquetes de salida de la planta subterránea, pero el nivel de servicio es aceptable con máximo de NDS D.



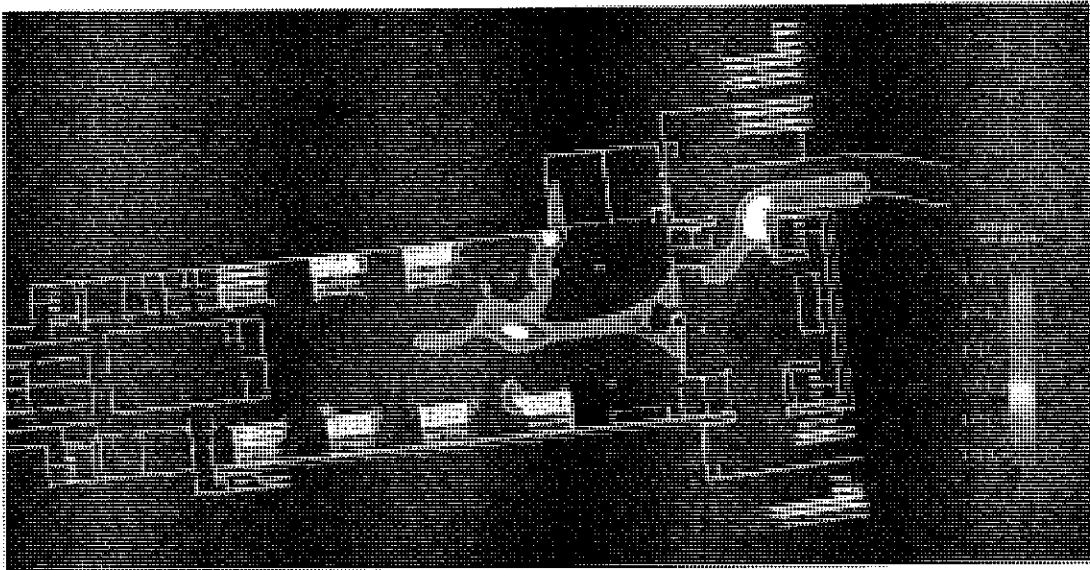


Figura 11 | Mapa de densidad promedio acumulada de las colas en el vestíbulo (escenario 2047)

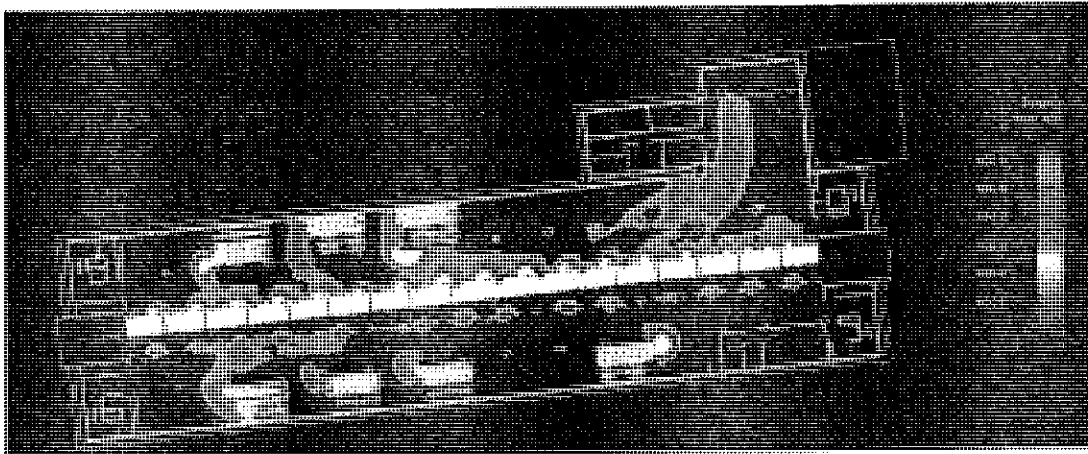


Figura 12 | Densidad promedio acumulada de colas en el andén (escenario 2047)

Los mapas de velocidad promedio acumulada son interesantes ya que representan la velocidad de viaje promedio del pasajero. Estos confirman el resultado de los mapas de densidad promedio acumulada para los pasillos y las filas de espera y es posible para señalar a las personas que demoran en el área de densidad alta.



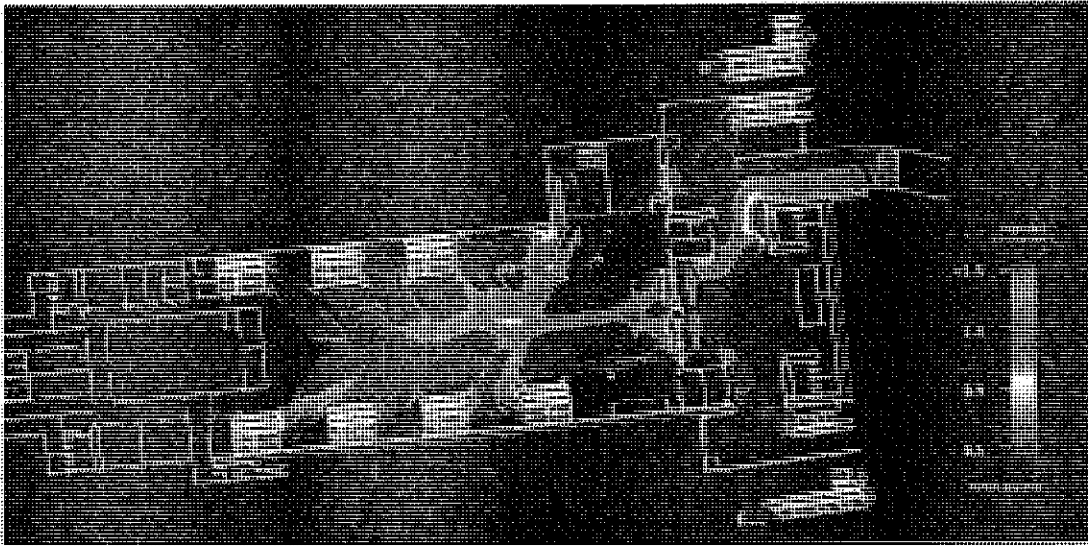


Figura 13 | Mapa de la Velocidad promedio acumulada de la planta de vestíbulo (escenario 2047)

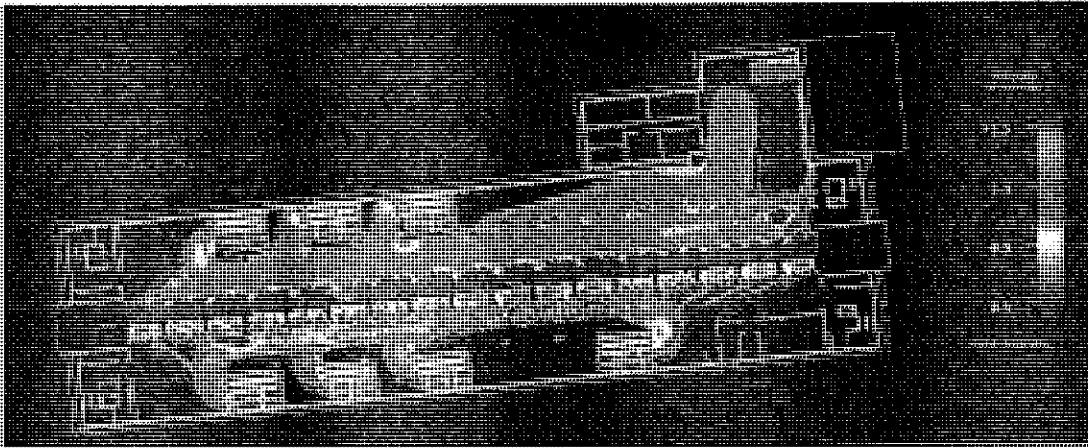


Figura 14 | Velocidad promedio acumulada en el andén (escenario 2047)

A pesar de la gran cantidad de personas previstas en el escenario 2047 en la hora punta más crítica, los resultados de la simulación muestran que la configuración final de la estación puede afrontar la demanda estimada, reduciendo las áreas de conflicto para los flujos opuestos y de cruce.

Asimismo, un sistema de orientación adecuado y efectivo relacionado a la conexión L3 podría mejorar la siguiente circulación peatonal en el andén y las plantas subterráneas.





6 Análisis operacional de la Estación Central – Evacuación

Las características del escenario de evacuación son obligatorias por las normas de seguridad NFPA 130, edición 2014; el escenario más crítico en este caso es el PM hora pico donde se espera que más pasajeros estén esperando en el andén para subir a los trenes.

Las plataformas están en el nivel más profundo y representan la parte más crítica de la estación para ser evacuada. Durante la PM hora punta, hay 11,818 pasajeros abordando los trenes en dirección oeste y para tener un margen seguro agregamos 31,549 pasajeros extras descendiendo en la dirección este.

Un intervalo de 5 minutos entre trenes es usado en este escenario para simular interrupciones en el servicio y la acumulación de pasajeros en el andén. Un aumento repentino de 1.5 se aplica al minuto pico.

Esto resulta en 1083 pasajeros esperando en el andén con dirección oeste y 2,982 en el andén con dirección este. Finalmente, en cada plataforma habrá 1,400 personas saliendo de los trenes subterráneos. El número total de personas para evacuar es por lo tanto 2,483 del andén con dirección oeste y 3,382 de la otra dirección. En los escenarios de evacuación, los parámetros de comportamiento de los usuarios son modificados para simular confusión, pánico, condiciones de visibilidad dificultosa y pérdida de conciencia.

Cabe resaltar que en el escenario de evacuación, todas las escaleras mecánicas que funcionan en la dirección opuesta a la evacuación son detenidas y funcionan como escaleras. Además, en cada plataforma, se asume que una escalera mecánica en la dirección de la evacuación está averiada y funciona como una escalera fija.

Los siguientes mapas representan el tiempo de evacuación de todos los usuarios desde el andén hasta la salida incluyendo (vía) la plataforma subterránea. La normativa de las normas de seguridad NFPA 130 requiere:

- capacidad de salida suficiente para evacuar la carga de ocupantes del andén desde el andén de la estación en 4 minutos o menos.
- un diseño de la estación que permita la evacuación desde el punto más remoto en el andén hasta un punto de seguridad en 6 minutos o menos.





Los resultados de la simulación de la evacuación (Figura 15 y 16) muestran que el diseño propuesto para Estación Central cumple con los requerimientos de evacuación de la Norma NFPA 130, 2014 Edition.

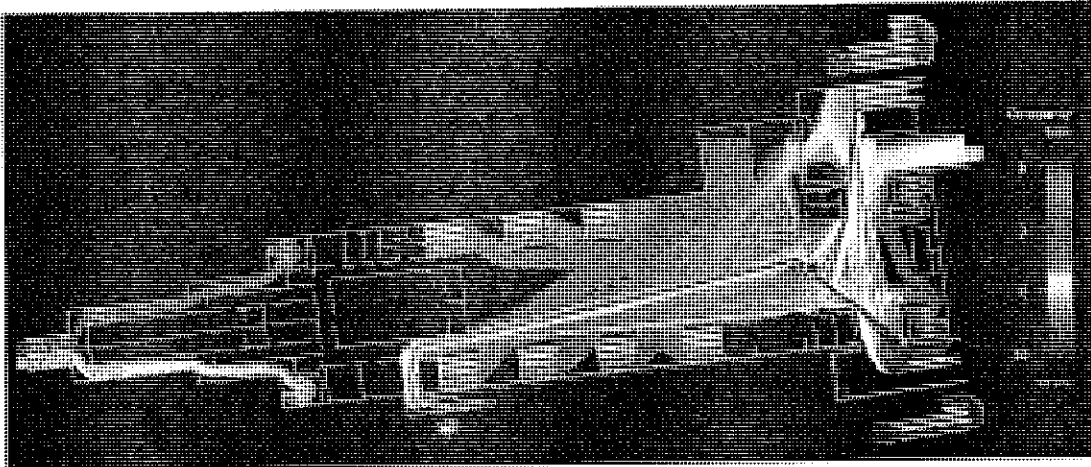


Figura 15 | Tiempo de evacuación en el vestíbulo (escenario 2047)

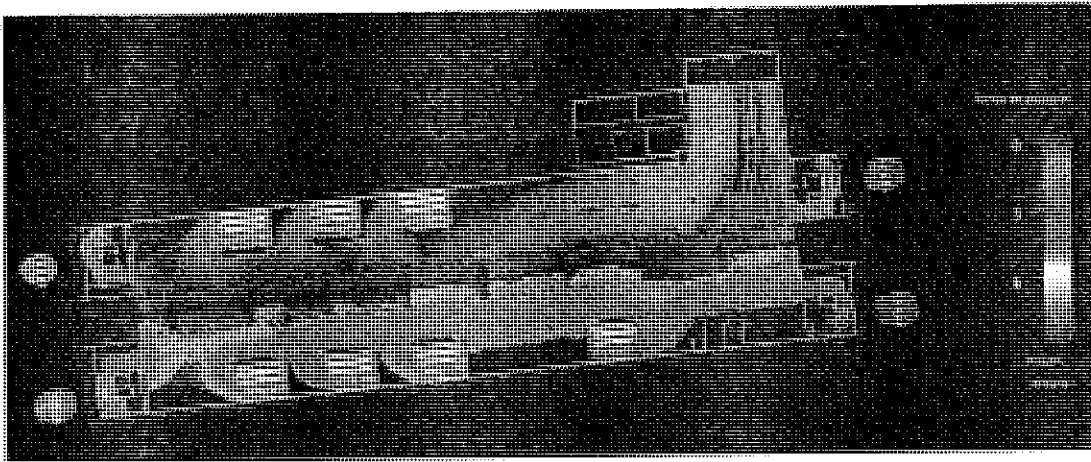



Figura 16 | Tiempo de evacuación en el andén (escenario 2047)

004510

A.7.8.1 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.7.8.1 INSTALACIONES NO FERROVIARIAS


PAG 5

Índice

004511

0. DETALLE DEL CONTENIDO MINIMO	4
1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 TIPOLOGÍAS DE ESTACIÓN.....	5
2 EQUIPOS MECÁNICOS DE ESTACION	9
2.1 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.....	9
2.1.1 Ventilación en situación normal de funcionamiento	9
2.1.2 Ventilación en situación de emergencia por incendio.....	9
2.1.3 Presurización de las vías de escape.....	13
2.1.4 Instalación de ventilación y climatización en locales técnicos de la estación.	13
2.1.5 Instalación de climatización para los locales de la estación con vigilancia permanente.....	14
2.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	14
2.2.1 Sistemas de extinción automática mediante rociadores de agua	14
2.2.2 Mangueras de bomberos	14
2.2.3 Extintores portátiles.....	14
2.2.4 Conexiones para bomberos	15
2.3 SISTEMA HÍDRICO SANITARIO.....	15
2.3.1 Sistema de desagüe y drenaje	15
2.3.2 Tubería de desagüe.....	15
2.3.3 Sistema de agua fría sanitaria	16
2.3.4 Sistema de agua caliente sanitaria	16
2.4 ASCENSORES Y ESCALERAS MECÁNICAS	16
2.4.1 Escaleras mecánicas	16
2.4.2 Ascensores.....	18
3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ESTACION	21
3.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA.	21
3.1.1 Descripción del sistema	21
3.1.2 Sistema de distribución de la red de media tensión.....	22
3.2 CONSUMOS ELÉCTRICOS.....	22
3.3 APARAMENTA MEDIA TENSIÓN	24
3.3.1 Cables media tensión	24
3.3.2 Cabinas de media tensión	24
3.3.3 Transformadores.....	24
3.4 APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN	24
3.4.1 Paneles de distribución de energía	24
3.4.2 Cables de baja tensión	25
3.4.3 Canalizaciones portacables	25
3.4.4 Receptores tomacorrientes.....	26
3.4.5 Sistema de alimentación de los equipos de seguridad – S.A.I.-U.P.S.....	26
3.5 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	26
3.5.1 Iluminación de seguridad	26
3.5.2 Sistema de control de la iluminación.....	27

3.6	TOMA DE TIERRA DEL SISTEMA	27
3.7	Sistema de protección contra rayos.....	27
3.8	INSTALACIONES DE REVELACIÓN DE INCENDIOS	27
3.9	INSTALACIONES ANTIRROBO	28
3.10	instalación de supervisión	29
4	INSTALACIONES DE TUNEL	29
4.1	INSTALACIONES DE VENTILACIÓN.....	29
4.1.1	Ejercicio normal	30
4.1.2	Condiciones de emergencia.....	30
4.2	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	31
4.3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	31
4.3.1	Equipamiento	31
4.3.2	Iluminación y tomas de corriente.....	32
4.3.3	Cableado de baja tensión	32
4.3.4	Consumo eléctrico	32
4.3.5	Sistema de alimentación de los equipos de seguridad – S.A.I.-U.P.S.....	33
4.3.6	Sistema de iluminación	33
4.3.7	Sistema de puesta a tierra.....	34
4.3.8	Instalación de revelación de incendios	34
4.3.9	Instalaciones antirrobo.....	34

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



0. DETALLE DEL CONTENIDO MINIMO

004513

El contenido mínimo del presente documento es el siguiente:

1. Instalaciones No Ferroviarias por cada tipología de estación.
 Se describen las Instalaciones no ferroviarias (ventilación, electricidad, instalación contra incendios, hidrico sanitario y escaleras y ascensores) en función de la tipología de la estación.
 Se desarrolla en los Apartados 1, 2 y 3 de este documento (páginas 4 a la 28), completándose en el documento C.2.1 y sus apéndices donde se encuentran los cálculos justificativos, criterios utilizados y planos de definición gráfica.
2. Previsiones del sistema eléctrico de baja tensión en el túnel de acuerdo a las ETB
 Se desarrolla en el Apartado 4.3 de este documento (páginas 30 a 33)

La información que desarrolla el mencionado contenido mínimo es la siguiente:

1. Memoria de cálculo, descriptiva y simulación con los sustentos y criterios utilizados para las previsiones del sistema eléctrico de baja tensión en el túnel de acuerdo a las ETB.
 La memoria descriptiva se incluye en el documento A.7.8.1 en el apartado 4.3 tal y como se indica en los párrafos anteriores. La simulación de sustentos y memoria de cálculo se incluyen en el documento C.2.1 apartado 3.3 (páginas de la 44 a la 50), así como en el Apéndice 1. Cálculos (páginas 776 a 1092) y en el Apéndice 2. Planos

1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas y mecánicas son parte integrante del sistema metro que va a proyectar.

Para ambas líneas se seguirán los mismos planteamientos para garantizar el máximo de nivel de seguridad y confortabilidad.

El sistema de transporte se compone de dos líneas, L2 y L4.

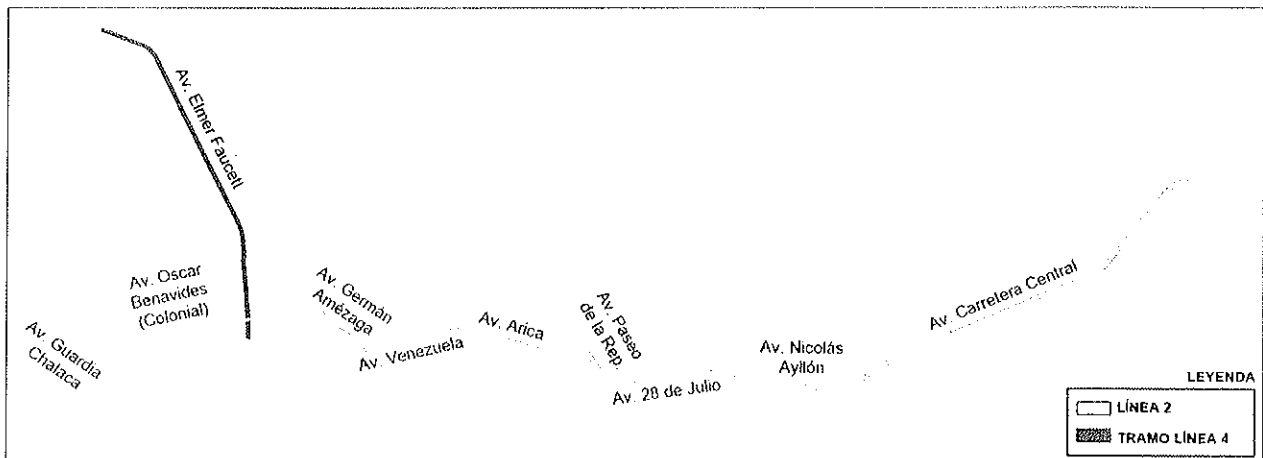



Figura 1 - Esquema de los trazos

La línea 2 está compuesta por:

- 27 estaciones subterráneas, a distancia media de 1000m
- 26 pozos de ventilación
- 1 túnel de tubo único de doble vía

La línea 4 está compuesta por:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL 

Handwritten signature and date: 2014

A.7.8.1 Instalaciones no ferroviarias

- 8 estaciones subterráneas, a distancia media de 1000m
- 7 pozos de ventilación
- 1 túnel de tubo único de doble vía

004514

1.1 TIPOLOGÍAS DE ESTACIÓN

Las estaciones (a efectos de instalaciones no ferroviarias) se clasifican en tipologías, en función del número de escaleras que comunican el andén con el vestíbulo y en función si tienen SER o no la tienen. Así mismo hay algunas estaciones que tienen un tipo especial, bien por su configuración diferente en altura o bien porque arquitectónicamente presentan diferencias.

En la tabla a continuación se muestran todas las estaciones de la futura línea 2 y de la futura línea 4 con las tipologías constructivas que las caracterizan.

A.7.8.1 Instalaciones no ferroviarias

9_La Alborada			
17_Nicolás Ayllón		1.2 SER	
24_Mercado Santa Anita	5_El Olivar		2CA CON SER
18_Circunvalación	3_Bocanegra	1.5 SER	
1_Puerto del Callao			
	1_Gambetta	1.8 SER	
	6_Quilca	1.2	
19_Nicolás Arriola	4_Aeropuerto		
23_La Cultura			
25_Vista Alegre			
8_Elio		1.5	2CA SIN SER
22_Colectora Industrial			
4_Insurgentes			
10_Tingo Maria			
	2_Canta Callao		
	7_Morales Duarez	1,8	
6_Oscar Benavides		1.3	2CA AE SIN SER
7_San Marcos			
11_Parque Murillo		1.4SER	
15_Cangallo			3CA CON SER
21_Óvalo Santa Anita			
3_Juan Pablo II		1.7 SER	
12_Plaza Bolognesi		1.1	
14_Plaza Manco Capac			3CA SIN SER
2_Buenos Aires		1.4	
20_Evitamiento		1.6 SER	1.6 CON SER
13_Estación Central		2.2 SER	2.2 CON SER
16_28 de Julio		2.3	2.3 SIN SER
26_Prolongación Javier Prado		3.1 SER	3.1 CON SER
5_Carmen de la Legua		3.2 SER	3.2 CON SER
	8_Carmen de la Legua	3.3 SER	3.3 CON SER
27_Municipalidad de ATE		3.1 SER	3.4 CON SER

(Handwritten signature)

A.7.8.1 Instalaciones no ferroviarias

Además de estas estaciones hay que prever también la presencia de una nueva estación en viaducto a proyectar en la existente L1.

004516

Las instalaciones necesarias para las estaciones se pueden dividir en dos macro categorías:

- 1) Instalaciones mecánicas:
 - instalación de ventilación de las zonas abiertas al público;
 - instalación de ventilación y enfriamiento de los locales técnicos;
 - instalación de climatización de los locales constantemente vigilados;
 - equipos de extracción de humos;
 - instalación contra incendios;
 - sistema hídrico sanitario;
 - equipos mecánicos de movimiento (ascensores y escaleras mecánicas)
 - bombeo de aguas claras;
- 2) Instalaciones eléctricas:
 - instalaciones eléctricas y de iluminación;
 - instalaciones de revelación de incendios;
 - instalaciones antirrobo;
 - instalaciones de supervisión.

A continuación se incluye un listado de las características principales de cada uno de las instalaciones previstas en función del tipo de estación

A.7.8.1 Instalaciones no ferroviarias



TIPOLOGIA INSTALACIONES	POTENCIA TRANS (KVA) (2 ud)	VENTILACION ANDEN	VENTILACION VESTIBULO	SOBRE PRESION ESC. (2UD)	CLIMATIZ SALAS TECNICAS	CLIMATIZ SER.	ESC ANDEN - VEST	ESC VEST - CALLE	ASC	GP ING	GP SANIT
2CA CON SER	1250,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 38m3/s 54 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	2+2	3,00	2+2	si	si
2CA SIN SER	1250,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 38m3/s 54 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	2+2	3,00	2+2	si	si
2CA AE SIN SER	1250,00	ventilador axial 33 m3/s 22 kw	ventilador axial 66m3/s 93 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	2+2	3,00	2+2	si	si
3CA CON SER	1250,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 38m3/s 54 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	3+3	3,00	2+2	si	si
3CA SIN SER	1250,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 38m3/s 54 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	3+3	3,00	2+2	si	si
1.6 CON SER	1250,00	ventilador axial 33 m3/s 22 kw	ventilador axial 66m3/s 93 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	2+2	3,00	2+2	si	si
2.2 CON SER	1600,00	ventilador axial 50 m3/s 32 kw	ventilador axial 76m3/s 105 kw	vent. Centrif. 15,7 m3/s 7,5 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	16,00	6,00	2+2	si	si
2.3 SIN SER	1600,00	ventilador axial 50 m3/s 32 kw	ventilador axial 76m3/s 105 kw	vent. Centrif. 15,7 m3/s 7,5 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	16,00	4,00	2+2	si	si
3.1 CON SER	1600,00	ventilador axial 45 m3/s 64 kw	ventilador axial 66m3/s 93 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	12,00	6,00	2+2	si	si
3.2 CON SER	1250,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 38m3/s 54 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	6,00	5,00	2+2	si	si
3.3 CON SER	1600,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 38m3/s 54 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	6,00	6,00	2,00	si	si
3.4 CON SER	1250,00	ventilador axial 26 m3/s 17 kw	ventilador axial 66m3/s 93 kw	vent. Centrif. 5,1 m3/s 3 kw	Enfriadora condensada por aire 60 kW	Enfriadora condensada por aire 50 kW	14,00	4,00	2+3	si	si

[4888]

004517

13

CONCESION DEL PROYECTO "LINEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BASICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



2 EQUIPOS MECÁNICOS DE ESTACION

2.1 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

Se ha diseñado el sistema de ventilación de las estaciones siguiendo dos escenarios de funcionamiento: Ejercicio normal, destinado al mantenimiento de las condiciones de confort e higiene adecuadas para los pasajeros y el personal del metro; y ejercicio en situación de emergencia, esencial para la coordinación de todas las acciones disponibles para la extracción de humos producidos y asegurar las condiciones seguras para la evacuación de los usuarios.

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

2.1.1 Ventilación en situación normal de funcionamiento

Se ha previsto una central de ventilación que aloja una pareja de ventiladores axiales reversibles, es decir ambos tienen la capacidad de impulsar aire exterior a la estación y extraer aire de la estación mediante los plenums. No obstante en funcionamiento en servicio normal se realizará la impulsión de aire desde los difusores situados en el falso techo y se extraerá el aire bajo andén, de modo que uno de los ventiladores funcionará exclusivamente en impulsión y el otro en extracción.

Los conductos que salen de los plenums disponen de compuertas de cierre tipo ON-OFF servo-motorizadas, que en condiciones de funcionamiento normal se encontrarán abiertas.

La instalación de ventilación en las estaciones se ha diseñado siguiendo unos criterios de máximo gradiente térmico admitido en las zonas abiertas al público, debido a las cargas térmicas generadas por la presencia de los usuarios, el calor de los equipos de iluminación, etc.

El caudal de aire a impulsar en estas zonas de la estación viene definido por el máximo gradiente de temperatura de 5°C respecto al ambiente exterior.

Se ha dotado de sondas de temperaturas instaladas en el exterior y el interior de la estación, que envían valores de temperatura de forma continua y modifican las condiciones óptimas de la estación, variando oportunamente los caudales de aire introducidos y extraídos, optimizando así los costes eléctricos de las instalaciones.

En condiciones de funcionamiento normal de la estación se dispondrán los siguientes equipos de ventilación:

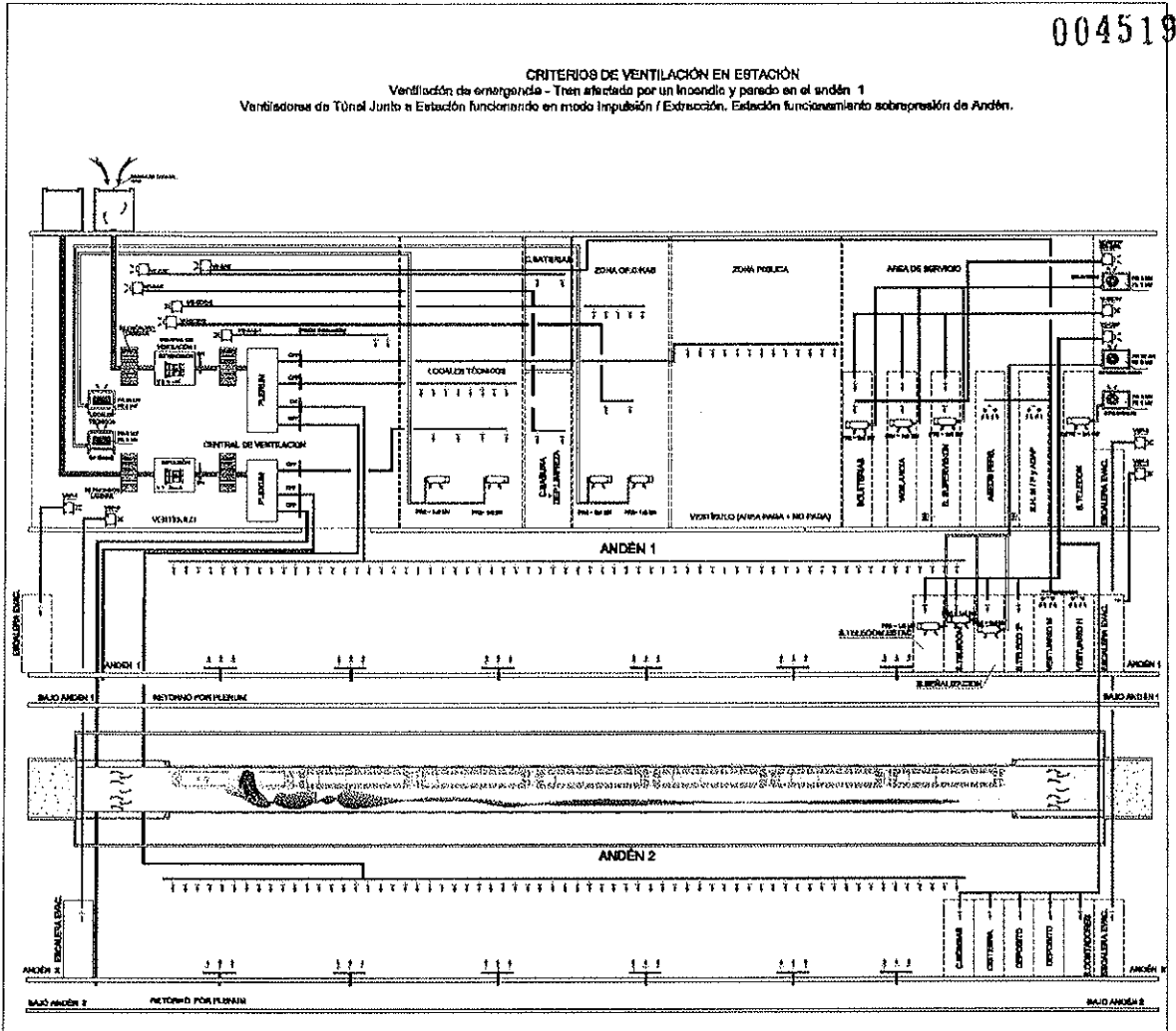
- Sistemas de ventilación de la estación de las zonas abiertas al público.
- Sistemas de ventilación integrados para los locales técnicos.
- Sistemas de ventilación y climatización de los locales con constantemente vigilados.
- Sobrepresión de las escaleras
- Sistemas de extracción de aire de los aseos y depósitos de basuras.

2.1.2 Ventilación en situación de emergencia por incendio

En condiciones de incendio se pueden dar los siguientes escenarios:

1. Tren afectado por un incendio y parado en el andén

En este supuesto las puertas del andén asegurarán la impermeabilidad de los humos, siendo estos extraídos por medio del sistema de ventilación del túnel.



2. Incendio localizado en andén.

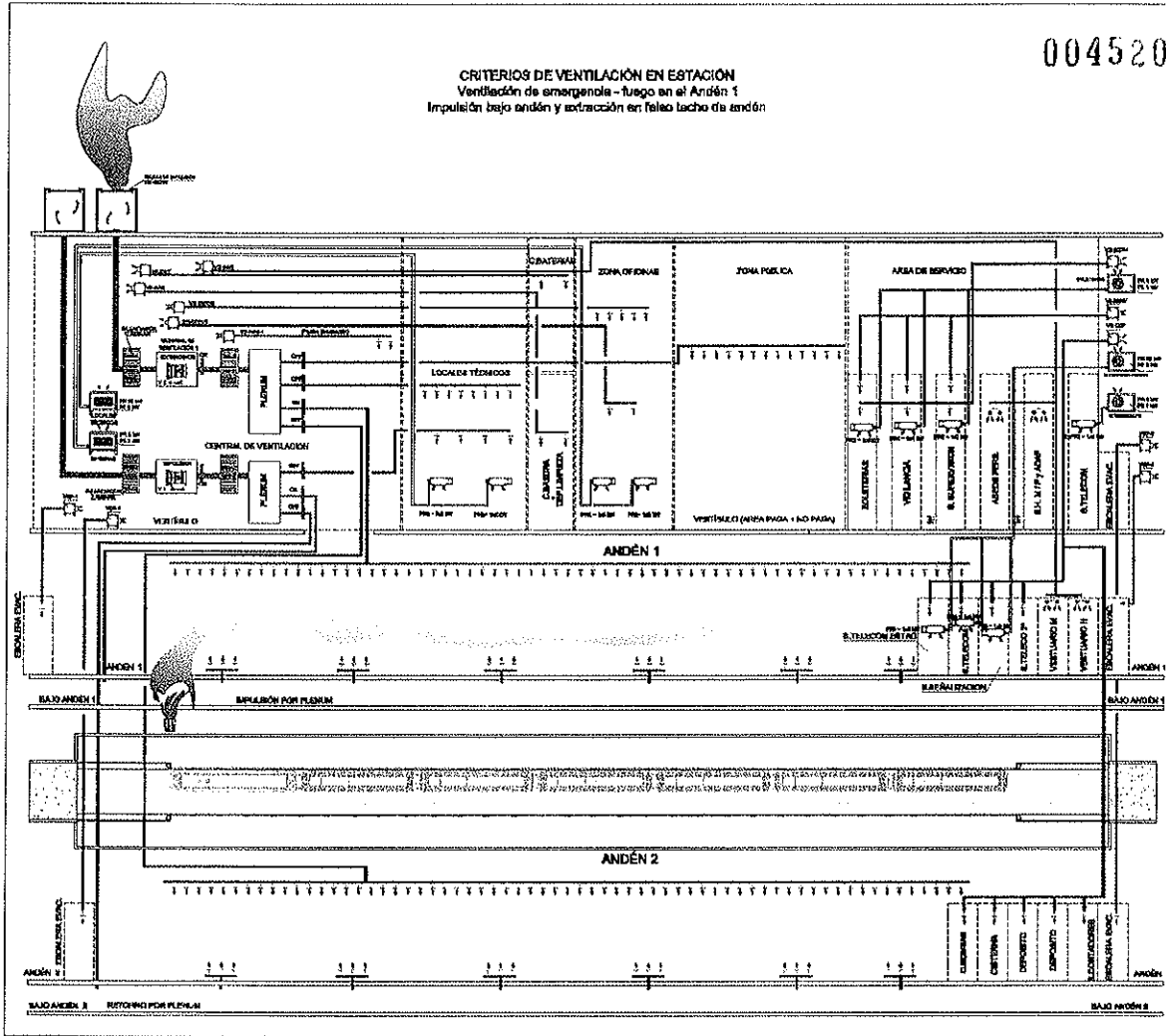
El incendio sería detectado por los detectores instalados en la estación y el humo sería eliminado por los sistemas de ventilación de la estación.

En estas condiciones, se revertirá el funcionamiento de los ventiladores, de manera que se producirá la extracción de los humos desde el falso techo de los andenes y se impulsará bajo andén. Los caudales de ventilación requeridos deben asegurar una renovación del aire de aproximadamente 20 vol/h, de modo que los humos producidos por el incendio sean extraídos y diluidos por el aire exterior.

A su vez, para evitar el paso de los humos al nivel de vestíbulo, se han dispuesto cortinas anti-humos desenrollables de 4,7 x 11m y 2,5m de caída.

De este modo se creará una capa de humos lo suficientemente alta y estable que permita la evacuación segura de los andenes por parte de los usuarios del tren.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

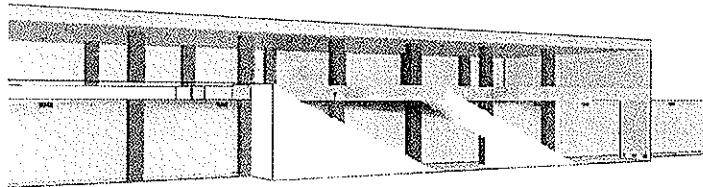


Tal y como se muestra en las imágenes generadas por simulación bajo las condiciones de funcionamiento diseñadas, estos sistemas evitan la propagación del humo a niveles superiores, permitiendo así la evacuación adecuada de la estación manteniendo en todo momento la seguridad de los usuarios.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

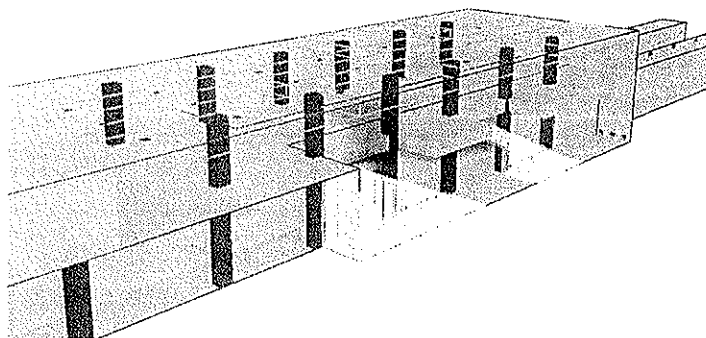
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

004521



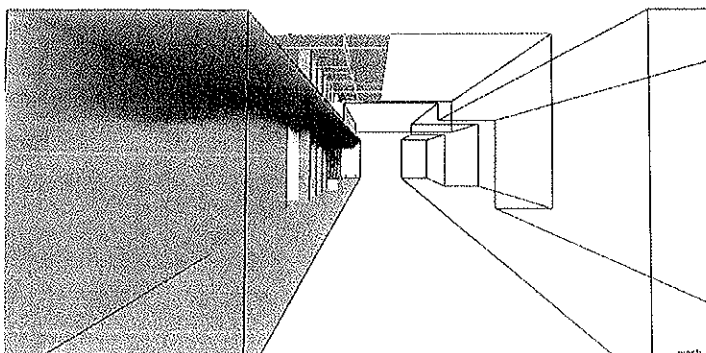
HRR: 1.0 kW
 Time: 60.0
 Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

626 > 142 (kW/m3)



HRR: 1.0 kW
 Time: 60.0
 Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

626 > 142 (kW/m3)



HRR: 1000.0 kW
 Time: 510.0

626 > 142 (kW/m3)

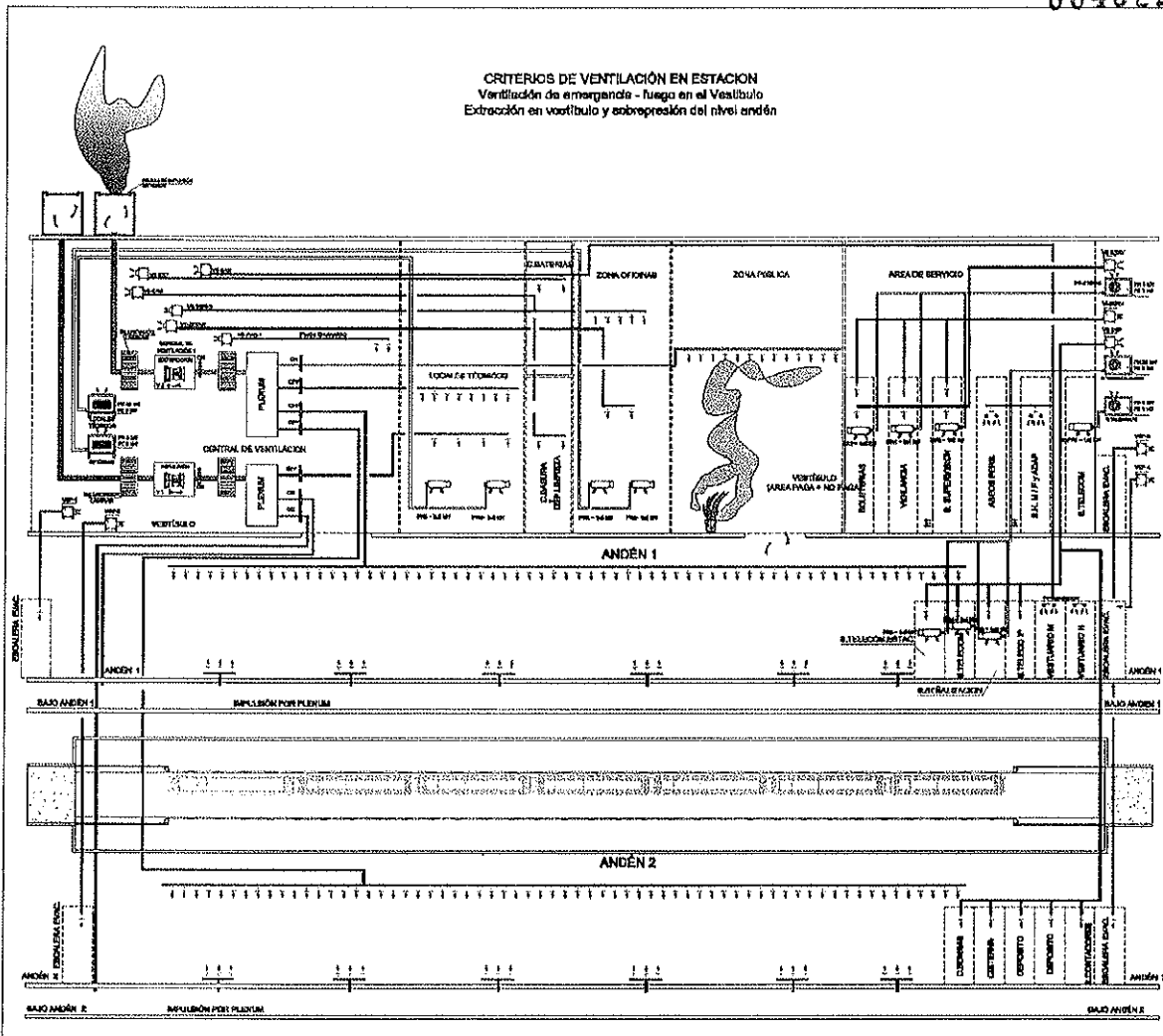
mesh: 1

3. Incendio localizado en vestíbulo.

El incendio sería detectado por los detectores instalados en la estación y el humo sería eliminado por los sistemas de ventilación de la estación.

La extracción de los humos se realizaría a través de los conductos de ventilación del nivel de vestíbulo. No obstante, para asegurar la adecuada evacuación de la estación y evitar que pudiera verse afectado el nivel de andén, se impulsará aire desde el plenum bajo andén, creando de este modo una sobrepresión en esta planta de la estación.

004522



2.1.3 Presurización de las vías de escape

Las escaleras de emergencia de las estaciones, utilizadas como vías de escape para los pasajeros en caso de emergencia, están presurizadas para evitar la propagación de humo en su interior.

Para ello se ha dispuesto de un ventilador de humo dedicado, conectado a la red de suministro eléctrico de emergencia y al interfaz del sistema de detección de incendios.

La toma de aire exterior del ventilador está dispuesta de tal modo que evita la introducción del humo desde el exterior hacia las escaleras, estando por tanto lo suficientemente alejada de las rejillas de los ventiladores de extracción.

El sistema de presurización proporciona un caudal de aire suficiente para mantener una presión diferencial máxima de 25 Pa con las puertas cerradas y para generar una velocidad de aire de 2 m/s a través de la puerta abierta ubicada en el nivel del incendio.

2.1.4 Instalación de ventilación y climatización en locales técnicos de la estación.

Se ha dotado de un sistema de ventilación dedicado para los cuartos técnicos, para garantizar la pureza del aire en los ambientes y eliminar las cargas térmicas producidas por los equipos instalados.

En aquellos locales con cargas térmicas elevadas (cuartos de transformadores, cuadros eléctricos de BT-MT, etc.) se ha previsto la instalación de sistemas de climatización complementarios a la ventilación. Los sistemas serán autónomos tipo Split, de expansión directa, enfriados por aire. De este modo se garantizará la temperatura interna de los cuartos

sea inferior al límite máximo indicado por los fabricantes de los equipos, asegurando así los rendimientos máximos de los mismos.

Las estaciones que disponen de SER tendrán un equipo de refrigeración específico para dicha instalación, con el fin de poder mantener las salas dentro de los parámetros de funcionamiento marcados por los fabricantes.

2.1.5 Instalación de climatización para los locales de la estación con vigilancia permanente

Se ha previsto dotar con un sistema de climatización autónomo tipo Split tanto al cuarto del vigilante de estación como a aquellas salas ocupadas de modo permanente por personal en ejercicio.

A su vez estos locales disponen de un sistema de ventilación que garantiza la renovación del aire y las condiciones de salubridad e higiene adecuadas.

2.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Las estaciones estarán dotadas con los siguientes sistemas de extinción de incendios:

- Sistema de rociadores de tubería mojada para las escaleras mecánicas
- Sistema de rociadores de tubería seca en el andén de las estaciones y vías.
- Red de hidrantes en las estaciones

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

2.2.1 Sistemas de extinción automática mediante rociadores de agua

Se ha previsto la instalación de sistemas de automáticos de extinción en los siguientes lugares:

- Interior de las puertas del andén, para contrastar los efectos de un incendio en el interior de los trenes, de modo que se aumente la resistencia al fuego de las puertas del andén.
- A nivel de andén
- En el nicho del motor bajo las escaleras mecánicas.

Por motivos de seguridad los sistemas de rociadores a nivel de andén deben de ser del tipo seco. Las tuberías estarán vacías, manteniendo su presión por aire. El llenado de los sistemas se produce una vez detectado el incendios en el tren.

Por el contrario, la instalación de rociadores en las escaleras mecánicas debe de encontrarse llena, de agua a presión.

Se realizará el control de la instalación de forma de que en caso de apertura de cualquier rociador, la señal de apertura sea recogida, señalizada y transmitida al Centro de Control remoto y local mediante el panel principal de alarma contra incendios.

El sistema contra incendios estará alimentado desde un aljibe ubicado en el nivel de andén. Su capacidad garantiza una autonomía de 1 hora para el suministro constante de agua al sistema automático de rociadores del andén y a dos mangueras funcionando de forma simultánea.

A su vez este aljibe es el responsable de proveer agua a la red de hidrantes del túnel a presión y caudal adecuado.

2.2.2 Mangueras de bomberos

Todos los niveles abiertos al público están equipados con mangueras contra incendios con tubos flexibles de 30 m de largo, enrollados en pines portamangueras y alojados en gabinetes.

Estos gabinetes se han instalado a distancias adecuadas para garantizar la total cobertura en caso de incendio.

2.2.3 Extintores portátiles

Se ha previsto la dotación de extintores portátiles en todos los niveles de la estación, así como en los espacios comerciales y los locales técnicos.

La dotación de estos extintores vendrá fijada por la naturaleza del posible incendio y la clase de riesgo del local a proteger.

Locales técnicos	Clase C
Locales abiertos a personal técnico	Clase A
Locales técnicos en pozos de bombeo	Clase C

Por tanto, se ha previsto la dotación de extintores portátiles de polvo ABC polivalente (tipo 2-A) de 6 kg en aquellos locales abiertos al público y en todos los niveles de las estaciones a distancias máximas de 23 m.

A su vez todas las salas técnicas y salas de bombeo se encuentran protegidas por extintores de CO₂ (tipo 10-B) de 5 kg, instalados en pared a distancias máximas de 9 m. Así como los pasillos de los locales técnicos se han equipado con carros extintores de CO₂ de 25 kg (tipo 20-B) cada 15 m.

Los extintores se encontrarán ubicados en zonas visibles y de fácil acceso. Se localizarán en zonas cercanas a los hidrantes, cerca de los accesos a los cuartos técnicos y junto a los cuadros eléctricos.

2.2.4 Conexiones para bomberos

Todas las estaciones están equipadas con conexiones para bomberos, previstas para el llenado de la red desde el camión cisterna.

2.3 SISTEMA HÍDRICO SANITARIO

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

2.3.1 Sistema de desagüe y drenaje

Para la instalación de saneamiento se han previsto dos sistemas, con redes independientes para la recogida de aguas residuales procedentes de los sanitarios y un sistema de drenaje de las aguas claras de infiltración, hasta su llegada al pozo de recogida y su bombeo hasta la red de alcantarillado municipal.

Las redes de desagüe de aguas fecales están dirigidas hacia pozos dedicados.

La elevación de las aguas claras de infiltración se realiza mediante 3 bombas sumergibles, activadas de forma alterna mediante un equipo automático o de forma simultánea en caso de que los caudales de infiltración sean superiores a la capacidad de cada una de las bombas.

El sistema está dotado con dos bombas principales y una de reserva.

El funcionamiento de las bombas se realiza por medio de sondas de nivel, que automáticamente accionan la activación o la parada de las mismas (ON/OFF). En cualquier caso está garantizado su accionamiento en modo manual.

2.3.2 Tubería de desagüe

Se ha previsto la recogida de aguas fecales hasta su vertido al pozo y su bombeo hasta la red de alcantarillado municipal.

La recogida de los diferentes aparatos se realizará mediante una red de tubería colgada.

Todos los aparatos sanitarios dispondrán del correspondiente cierre hidráulico; los lavabos dispondrán de sifón individual. Los desagües de los cuartos húmedos se conectarán a bajantes.

Para evitar el sifonamiento en las redes, se dispondrá ventilación secundaria, conectando las bajantes de desagüe en cada una de las plantas con la tubería paralela de ventilación. En cualquier caso, los colectores para aparatos de gran evacuación se han sobredimensionado, de manera que no trabajen a tubo lleno y se evite la succión de los sifones.

Las bajantes y colectores colgados se realizarán con tubería de PVC serie B.

2.3.3 Sistema de agua fría sanitaria

El suministro de agua potable a las diferentes estaciones será proporcionado por la Red municipal mediante una acometida de DN 50 mm conectado al aljibe de almacenamiento, el cual tendrá una capacidad de almacenamiento de 1000 litros.

El abastecimiento de agua se realizará por medio de grupos de bombeo, compuesto por 2 (1+1) bombas centrífugas de alta presión verticales capaces de suministrar 8 m³/h a una presión de 40 m.c.a, desde el aljibe hasta los distintos puntos de consumo de la estación::

- Aseos públicos y privados
- Locales técnicos
- Locales mecánicos
- Áreas públicas y otros servicios

La distribución del agua desde el aljibe se realiza a través de los falsos techos y los patinillos de la estación a los distintos puntos de consumo.

En la base de las columnas se ha previsto la instalación de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento y una llave de paso con grifo de vaciado. Se han situado en zonas de fácil acceso y se señalizarán de forma conveniente.

Así mismo, se han previsto válvulas de corte en la entrada de todos los cuartos húmedos.

Las tuberías de distribución empleadas serán de cobre tanto en agua fría como en agua caliente.

Todas las tuberías que discurran aéreas se calorificarán con coquilla de espuma elastomérica, incluso las de agua fría, para evitar condensaciones (salvo en el interior de la Central Hídrica).

2.3.4 Sistema de agua caliente sanitaria

La producción de agua caliente sanitaria se realizará mediante acumuladores de agua caliente y calentada por bombas de calor para los bloques de vestuarios de hombres y mujeres. En el caso de los aseos, el agua será calentada mediante termos eléctricos. En ambos casos la capacidad de estos acumuladores será de 80 litros

2.4 ASCENSORES Y ESCALERAS MECÁNICAS

El proyecto de las escaleras mecánicas está dimensionado para acoger aproximadamente el 80% del flujo total de pasajeros en las estaciones. Los ascensores serán proyectados con la cabina de pasajeros apta para transportar las personas que no pueden utilizar las escalera mecánicas y las escaleras fijas (por ejemplo. personas mayores, discapacitados, personas que lleven paquetes pesados y similares).

Las dimensiones físicas de las estructuras (escaleras mecánicas y ascensores), serán coordinadas con las interferencias estructurales y arquitectónicas del proyecto y en base a los flujos de pasajeros en cada estación.

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

2.4.1 Escaleras mecánicas

A continuación se muestran las principales características respetadas en el proyecto:

- a) Las escaleras mecánicas deberán ser proyectadas con tipo de infraestructura pesada, para semi-exterior, para un periodo de funcionamiento de 24 horas diarias.
- b) La modalidad de funcionamiento de las escaleras mecánicas será para una velocidad de (0,5 m / s) combinada con una velocidad de espera de (0,2 m / s).
- c) El ancho de escalón es de 1000 mm y su altura es de 400 mm. Esto permite a dos pasajeros adultos de estar en un escalón, para optimizar la capacidad de transporte.
- d) El número de escalones en llano en ingreso y desembarque es de tres. Esto permite a los pasajeros de subir y bajar de manera segura.

004526

- e) El ángulo de inclinación es de 30°, para proporcionar un buen compromiso entre la confortabilidad de los pasajeros, la seguridad y la longitud de las escaleras.
- f) En caso de incendio las escaleras mecánicas en funcionamiento en sentido opuesto al de salida deberán ser paradas e invertidas en sentido hacia la dirección de salida.

Se adjunta una tabla con el número de escaleres mecánicas y los desniveles a salvar por cada una de las estaciones.

Nº	ESTACIÓN	ESCALERAS MECÁNICAS			
		Interior		Exterior	
INICIO		Esc.Vest	h(m)	UDS	A (m)
1	Puerto del Callao	4	7,45	2	9,57
2	Buenos Aires	6	7,45	3	10,87
3	Juan Pablo II	6	7,45	3	10,61
					10,98
4	Insurgentes	4	7,45	3	10,74
					10,39
5	Carmen de la Legua	6	7,45	2	9,88
				2	9,24
				1	9,94
6	Oscar Benavides	4	9,95	1	8,84
				2	9,86
				1	5,10
				2	4,08
7	San Marcos	6	7,45	2	9,72
				2	9,45
8	Elio	4	7,45	1	7,65
				5	6,63
9	La Alborada	4	7,45	1	9,52
				2	9,35
10	Tingo María	4	7,45	3	9,85
11	Parque Murillo	6	7,45	3	10,71
12	Plaza Bolognesi	6	7,45	6	6,63
13	Estación Central	16	7,45	4	6,29
				1	8,16
				1	4,42
14	Plaza Manco Capac	6	7,45	2	10,20
15	Cangallo	4	7,45	2	4,08
				2	7,31
				1	10,71
16	28 de Julio	16	7,45	2	10,88
				2	9,79
	conexión L1	16	11,05	8	9,61
17	Nicolás Ayllón	4	7,45	3	9,01
18	Circunvalación	4	7,45	1	10,42
				2	10,37
19	Nicolás Arriola	4	7,45	3	7,14

				3	5,78
20	Evitamiento	4	9,95	3	8,67
				3	5,78
21	Ovalo Santa Anita	6	7,45	4	7,14
				2	7,65
22	Colectora Industrial	4	7,45	2	12,07
				2	5,78
23	La cultura	4	7,45	2	9,38
				1	10,02
24	Mercado Santa Anita	4	7,45	4	6,68
				4	6,29
25	Vista Alegre	4	7,45	8	6,29
26	Prolong. Javier Prado	4	4,32	3	14,98
		8	4,75	3	15,34
27	Municipalidad de Ate	4	7,45	2	10,43
		7	5,39	1	9,30
		3	9,59	1	10,39
1	Gambetta	4	7,45	3	8,55
2	Canta Callao	4	7,45	3	9,48
3	Bocanegra	4	7,45	3	9,58
4	Aeropuerto	4	7,45	3	10,38
5	El Olivar	4	7,45	3	10,38
6	Quilca	4	7,45	3	9,63
7	Morales Duarez	4	7,45	3	9,63
8	Carmen de la Legua	6	7,45		
		12	4,74		

2.4.2 Ascensores

A continuación se muestran las principales características respetadas en el proyecto:

- Prestaciones, para satisfacer las exigencias de flujo de las personas en las diferentes estaciones.
- La eficiencia en el espacio, la cabina deberá tamaño máximo con dimensiones exteriores mínimas, aumentando la comodidad de los pasajeros, ahorrando los costes de construcción.
- Se prevén ascensores de tipo panorámico para servir los pasajeros con necesidades especiales, discapacitados.
- La capacidad debe ser adecuada para el transporte de pasajeros y de todas formas deben alojar por lo menos 9-12 pasajeros.
- En caso de incendio todos los ascensores se mueven al nivel andén, para el transportes de los discapacitados se toman otras medidas.
- Los motores utilizados serán de alta eficiencia energética y un sistema de control debe prever un completo control central para los ascensores para mejorar las prestaciones.
- El hueco del ascensor es protegido y ventilado. Las bocas de ventilación serán ubicadas de forma que induzcan la ventilación en el hueco del ascensor, mediante una o más aperturas permanentes que tengan una superficie total libre de por lo menos 0,1 m² para cada ascensor. En alternativa, el hueco del ascensor deberá ser equipado con un

A.7.8.1 Instalaciones no ferroviarias

ventilador que introduce aire a través de una superficie libre de por lo menos 0,28 m2 con cierre motorizado conectado a la potencia de emergencia.

Se adjunta tabla de ascensores por estaciones.

004528



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

004529

Nº	ESTACIÓN	ASCENSORES (2 PARADAS)			
		Int.Vest	h(m)	Ext.Calle	A(m)
1	Puerto del Callao	2	7,45	1	9,63
2	Buenos Aires	2	7,45	2	10,87
3	Juan Pablo II	2	7,45	1	10,61
				1	10,98
4	Insurgentes	2	7,45	1	10,74
				1	10,39
5	Carmen de la Legua	2	7,45	1	9,88
				1	9,24
					9,94
6	Oscar Benavides	2	9,95	1	13,46
				1	14,14
7	San Marcos	2	7,45	1	9,72
				1	9,45
8	Élio	2	7,45	1	13,26
				1	13,54
9	La Alborada	2	7,45	1	10,33
				1	10,18
10	Tingo María	2	7,45	2	9,85
11	Parque Murillo	2	7,45	1	10,77
				1	10,73
12	Plaza Bolognesi	2	7,45	2	13,57
13	Estación Central	2	7,45	1	12,40
				1	12,49
14	Plaza Manco Capac	2	7,45	2	10,20
15	Cangallo	2	7,45	1	11,64
				1	10,96
16	28 de Julio	2	7,45	1	10,90
				1	9,80
	conexión L1	2	11,05	2	9,61
17	Nicolás Ayllón	2	7,45	2	9,72
18	Circunvalación	2	7,45	1	10,40
				1	10,37
19	Nicolás Arriola	2	7,45	2	12,48
20	Evitamiento	2	9,95	1	14,45
				1	14,10
21	Ovalo Santa Anita	2	7,45	1	14,23
				1	14,13
22	Colectora Industrial	2	7,45	1	12,07
				1	11,56
23	La cultura	2	7,45	1	9,38

				1	10,02
24	Mercado Santa Anita	2	7,45	1	12,58
				1	12,36
25	Vista Alegre	2	7,45	2	12,28
26	Prolong. Javier Prado	1	4,32	1	14,98
		1	9,50	1	15,34
27	Municipalidad de Ate	2	17,04	1	10,43
				1	9,30
				1	10,39
1	Gambetta	2	7,45	2	8,55
2	Canta Callao	2	7,45	2	9,48
3	Bocanegra	2	7,45	2	9,58
4	Aeropuerto	2	7,45	2	10,38
5	El Olivar	2	7,45	2	10,38
6	Quilca	2	7,45	2	9,63
7	Morales Duarez	2	7,45	2	9,63
8	Carmen de la Legua	2	21,94		

004530

3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ESTACION

La instalación eléctrica proyectada garantizará el correcto funcionamiento de la estación, manteniendo su operatividad en caso de emergencia, teniendo en cuenta la eficiencia de los equipos en general.

Las estaciones estarán dotadas con equipos energéticamente eficientes, considerando que la instalación eléctrica se ha proyectado considerando los costes de mantenimiento, ahorro energético y la redundancia de sistemas y equipos en los puntos críticos.

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

3.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA.

La energía eléctrica proporcionada a las estaciones, para la alimentación de equipos y servicios no ferroviarios, es en media tensión, a la tensión de 20 kV 60 Hz.

La electricidad se transforma en cada una de las estaciones hasta la tensión nominal en baja tensión de 380 / 220 V, frecuencia 60 Hz, 3 fases, y neutro.

3.1.1 Descripción del sistema

La transformación de media a baja tensión, se realiza en cada estación, a través de cabinas eléctricas de MT / BT. La distribución de la energía en media tensión entre las estaciones (que no pertenezca al sistema ferroviario, tan sólo usos propios de la estación y túnel), se realiza a través de un doble anillo de energía, que irá recorriendo todas las estaciones.

Esta doble acometida proporciona a la red un suministro de emergencia en caso de corte eléctrico en la acometida principal. Una de las redes estará en reserva de la otra red, nunca funcionando ambas simultáneamente. Cada red estará diseñada para suministrar energía suficiente a toda la instalación.

El cableado eléctrico de dicho doble anillo, discurrirá por el túnel e irá interconectando las cabinas eléctricas de MT / BT de cada estación.

La red en baja tensión a la tensión de 380 / 220 V de cada estación, proviene de los transformadores ubicados en cada estación, y dará servicio a: cuadros generales (TGBT), cuadros de distribución, cuadros secundarios, iluminación técnica, iluminación decorativa, tomas de usos varios, maquinaria, bombas, escaleras mecánicas, ascensores,...

Además de la duplicidad de suministros, se ha proyectado una red de energía estabilizada proveniente de una S.A.I. (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) con una autonomía de 004531 horas para dar servicio a una parte del alumbrado, además de receptores tales como centralitas, tomas informáticas, racks,...

Estará prevista una red de puesta a tierra, al igual que protecciones contra sobretensiones.

3.1.2 Sistema de distribución de la red de media tensión.

La red de media tensión de las instalaciones civiles (no ferroviarias) de las estaciones proviene de los cuadros de media tensión pertenecientes a la instalación ferroviaria.

El Distribuidor de Electricidad provee la potencia necesaria en Alta Tensión (60 kV) al funcionamiento de la Línea en 4 puntos de entrega para la línea 2, cerca del Patio/taller Santa Anita y de las Estaciones Ovalo Santa Anita, Oscar Benavides, y en 2 puntos de entrega para la línea 4 cerca de las Estaciones Bocanegra y Carmen de la Legua.

La potencia eléctrica de Alta Tensión se transforma en Media Tensión (20 kV) mediante las Subestaciones Eléctricas de Alta Tensión (SEAT), ubicadas fuera del túnel.

Las SEAT consisten en grupos de transformación (TR) en paralelo que alimentan las subestaciones rectificadoras de tracción (SER) y las cabinas eléctricas de las estaciones de pasajeros y de los patios para servicio de las instalaciones no ferroviarias (doble anillo).

3.2 CONSUMOS ELÉCTRICOS

Según las estimaciones y cálculos realizados en cada una de las estaciones y túneles que nos ocupan, hemos obtenido la siguiente tabla distribuida por estaciones tipo y diferentes usos de los receptores.

A.7.8.1 Instalaciones no ferroviarias



ALUMBRADO	85	87	87	82	80	85	116	115	127	104	122	91
TOMAS DE USOS VARIOS	73	74	74	69	76	73	77	78	91	78	94	86
VENTILACION ESTACIONES	68	44	50	68	44	67	74	44	74	118	124	61
SOBREPRESION VIAS EVACUACION	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ESCALERAS MECANICAS	105	105	105	135	135	105	285	300	270	165	270	150
ASCENSORES	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	24	48
DRENAJE, FONTANERIA, TERMOS	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
GRUPO CONTRA INCENDIOS	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
USOS PROPIOS RED ESTABILIZADA	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
VENTILACION POZOS VENTILACION	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
MAQUINARIA	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
POT. TOTAL INSTALADA NORMAL (KW)	808	786	792	831	812	807	1029	1013	1039	942	1063	864
POT. TOTAL DEMANDADA NORMAL (KW)	556	538	543	570	550	555	701	684	706	652	727	586
POT. TOTAL INSTALADA EMERGENCIA (KW)	605	583	589	632	606	604	822	806	818	734	861	649
POTENCIA KVA (INC.20% RESERVA)	908	874	884	948	909	906	1234	1209	1228	1101	1291	973
POTENCIA TRANSFORMADOR	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1600	1600	1600	1250	1600	1250

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



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

La demanda eléctrica de cada estación está calculada según la condición más desfavorable que es la correspondiente a la condición de emergencia.

3.3 APARAMENTA MEDIA TENSIÓN

3.3.1 Cables media tensión

Los cables de media tensión a utilizar serán del tipo seco unipolar, con conductor de cobre electrolítico recocido, con pantalla interna (capa semiconductora), aislamiento en polietileno reticulado (XLP), con pantalla externa (capa semiconductora) y pantalla electrostática con cinta de cobre, con cubierta exterior protectora compuesta EVA color rojo, para una tensión máxima de servicio de 24 KV.

3.3.2 Cabinas de media tensión

Se han proyectado dos grupos de celdas de media tensión para cada una de las dos acometidas a la instalación no ferroviaria de las estaciones (proveniente de los anillos de media tensión redundantes). Cada grupo de celdas está dimensionada para toda la carga de la estación (y galerías adyacentes), incluyendo los sistemas de ventilación de estación y los pozos de ventilación, sea durante el funcionamiento normal o en caso de emergencia.

La aparamenta de media tensión estará ubicada en un local técnico dedicado (ya sea dentro de la SER si existiera, si no es así, en un local de media tensión exclusivo).

El centro de transformación estará formado por los siguientes elementos:

Grupo celdas Línea media tensión 1:

- 1 celda de línea de llegada de media tensión de 20 kV
- 1 celda de línea de salida de media tensión de 20 kV
- 1 celda de protección general
- 1 celda de protección de transformador
- 1 celda de medida
- 1 transformador media tensión / baja tensión

Grupo celdas Línea media tensión 2:

- 1 celda de línea de llegada de media tensión de 20 kV
- 1 celda de línea de salida de media tensión de 20 kV
- 1 celda de protección general
- 1 celda de protección de transformador
- 1 celda de medida
- 1 transformador media tensión / baja tensión

3.3.3 Transformadores

Se han proyectado dos transformadores iguales y en funcionamiento 1+1 (uno en reserva de otro). Los transformadores están dimensionados para una potencia tal que podrán alimentar, en caso de que uno de los transformadores se encuentre fuera de servicio, los servicios de las estaciones, los tramos de túnel adyacentes y un ventilador de cada pozo de ventilación adyacente, tanta aguas arriba como aguas abajo de la estación.

3.4 APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

3.4.1 Paneles de distribución de energía

En cada una de las estaciones se han proyectado un tablero general de baja tensión (TGBT), alimentado desde la red normal proveniente de los transformadores de media tensión. Este cuadro tendrá doble acometida desde ambos transformadores.

Desde el cuadro general TGBT se alimentará a un cuadro general de emergencia (TGBT-S) a través de una SAI-UPS, la cual suministrará una red de energía estabilizada.

Desde estos dos cuadros generales se alimentarán al resto de cuadros secundarios de la estación, distribuidos en función de los usos y receptores: cuadro andén y túnel, cuadro

bombas contra incendio, cuadro drenaje, cuadro vestíbulo, cuadro áreas técnicas, cuadro escaleras mecánicas, cuadro ascensores, cuadro torniquetes y boletería, cuadro ventilación.

3.4.2 Cables de baja tensión

Los cables de baja tensión proyectados para los usos generales provenientes del cuadro general TGBT son no propagadores del incendio, no propagadores de la llama, baja opacidad en la emisión de humos, libre de halógenos, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos, del tipo RZ1-K 0.6/1kV, de cobre flexible con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina termoplástica ignífuga libre de halógenos.

Los cables procedentes del cuadro general de emergencia TGBT-S y sus respectivos cuadros secundarios y receptores de seguridad, además serán resistentes al fuego, del tipo RZ1-K AS+ 0.6/1kV, de cobre flexible con aislamiento de polietileno reticulado con cinta de mica y cubierta de poliolefina termoplástica ignífuga libre de halógenos.

Los cables de las acometidas generales de baja tensión y los cables de alimentación a los cuadros de ventilación de la estación y pozos de ventilación y ventiladores de sobrepresión, serán también resistentes al fuego.

3.4.3 Canalizaciones portacables

Para la distribución de cableado eléctrico en la estación, se han proyectado bandejas metálicas perforadas de acero, galvanizada en caliente de diferentes dimensiones de ancho y ala, según se muestra en planos. Poserán tapa de cierre si se proyectan a una altura inferior a tres metros del nivel de suelo acabado para zonas de paso. Las bandejas discurrirán bajo falso techo en los lugares que lo posean, y en caso de no tenerlo, discurrirán vistas con tapa. Irán ancladas a pared o a techo por medio de soportes galvanizados.

En las zonas donde la canalización sea utilizada para distintos usos (electricidad, telecomunicaciones) se utilizarán láminas de separación para compartimentar los espacios.

Se ha proyectado un conductor de tierra que discurrirá por todas las bandejas, con una conexión a las mismas cada 20 metros.

Canaletas en material plástico

En zonas donde se proyecten puestos de trabajo con uso de ordenador, se instalarán canaletas de plástico para instalación superficial en pared, a una altura de 30cm a nivel de suelo acabado, para la alimentación de dichos puestos de trabajo.

Estas canaletas están constituidas por material plástico rígido libre de halógenos. Se completarán con tapa y se utilizarán como canal para la instalación de los mecanismos. Poseerán láminas de separación en caso de compartir canal las instalaciones eléctricas y de voz/datos.

Tubos bajo prisma de hormigón

En la entrada y salida de la estación, se han proyectado ocho tubos de doble pared de polietileno de alta densidad rojo, dispuestos enterrados en prisma de hormigón según se muestra en planos. En dichos tubos se prevé la instalación de cableado de media tensión, baja tensión, comunicaciones y usos ferroviarios. Estos tubos cumplirán con la norma IEC 423 y poseerán resistencia al aplastamiento.

Tubos de acero galvanizado

En cuartos técnicos y andenes, donde se necesite una estanqueidad, se utilizarán tubos de acero galvanizado para la alimentación de los receptores de tomas de fuerza. Estos tubos discurrirán superficiales y protegerán el cable desde la salida de las bandejas hasta el receptor. Serán tubos tipo Conduit.

En los puntos que se atraviesen muros y sectores contraincendios con bandejas portacables, se utilizarán cortafuegos.

3.4.4 Receptores tomacorrientes

En las diferentes zonas de la estación se han proyectado receptores de tipo tomas de corriente para la alimentación de receptores para el mantenimiento de los sistemas y otros usos de la estación.

Se prevén tomas de corriente de superficie monofásicas individuales 2 polos+ T 16A, cuadros con dos tomas de corrientes monofásicas 2 polos +T 16A y 10A, cuadros con una toma trifásica 3 polos + T 16A y una toma monofásica 2 polos + T 16A.

3.4.5 Sistema de alimentación de los equipos de seguridad – S.A.I.-U.P.S.

En la estación se prevén receptores que requieran una continuidad absoluta del suministro eléctrico, y consideren inaceptable debido a su funcionamiento una posible interrupción en el mismo de unos segundos, ya que supondría un riesgo para la integridad de las personas o pérdida de datos. Para estos receptores se ha proyectado un sistema de alimentación ininterrumpida o S.A.I.

- Iluminación de las vías de evacuación (accesos, escaleras y pasillos)
- Iluminación de seguridad (50% de la iluminación normal)
- Rack de proceso de datos
- Tomas de puestos de trabajo
- Comunicaciones señalización y otros controles ferroviarios

El equipo S.A.I. está proyectado para tener una capacidad suficiente para alimentar todas las cargas.

El sistema UPS será del tipo online trifásico-trifásico con una autonomía de 2 horas a plena carga. Posee una bancada de baterías independiente de acumuladores de plomo estanco / hermético. Se prevé un by pass interno y un by pass externo de mantenimiento.

Será conectado con el centro de control de la estación y al remoto para la monitorización y control de la red estabilizada.

3.5 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Las luminarias proyectadas en las estaciones, se han elegido en función de la sala a iluminar, y el nivel lumínico requerido y la existencia o no de falso techo.

En las zonas de las estaciones accesibles al público tales como vestíbulo, entreplantas, pasillos y escaleras mecánicas, estarán previstos cuerpos equipados con lámparas de halógenos metálicos. En adición, a nivel del andén estará previsto un sistema de iluminación suspendido compuesto de canales portacables con luminarias de fluorescencia adosadas a los mismos.

En las salas y cuartos eléctricos, se prevé el uso de luminarias de fluorescencia estancas. Las salas tipo administrativo, están proyectadas con iluminación empotrada en falso techo con fluorescencia compacta.

La iluminación del andén debe ser proporcionada a lo largo de la longitud del andén y evidenciando las puertas de embarque a los trenes y los desembarques asociados a las escaleras mecánicas, ascensores y escaleras fijas.

Para las zonas donde está prevista la vigilancia mediante tele cámaras, los equipos de iluminación están previstos con lámparas con un índice mínimo de rendimiento cromático de 70.

Los aparatos iluminantes en todos los espacios accesibles al público son de tipo resistente a los actos vandálicos si ubicadas a una altura alcanzable por las personas.

3.5.1 Iluminación de seguridad

Todo el alumbrado de las estaciones funcionará en caso de fallo de uno de los suministros eléctricos en media tensión, puesto que será alimentado por el otro suministro eléctrico en media tensión de reserva. Para esos segundos en los que la segunda acometida entra en

004536

funcionamiento, se ha previsto una iluminación de seguridad, considerando un porcentaje de los equipos iluminantes de la estación.

Esta iluminación de seguridad, ofrecerá un nivel adecuado para la seguridad de los pasajeros y trabajadores durante los segundos del intercambio de la red. Esta iluminación se alimentará desde el equipo S.A.I.

Iluminación autónoma de salidas de emergencia y equipos contra incendios:

Las salidas y la señalización deben ser mantenidas de tipo orientable y estar provistas de una batería individual incluida en la luminaria (luminaria autónoma de iluminación de emergencia)

Los puntos de releve donde es obligatorio que los equipos de iluminación indiquen la vía de evacuación son:

- En cada intersección de pasillos y cada cambio de dirección (diferentes de las de las escaleras)
- En cada puerta de salida
- En cualquier otro cambio de nivel del pavimento.
- Fuera de cada salida final y en su proximidad.
- En cada punto de llamada de alarma contra incendios y equipo contra incendios.

3.5.2 Sistema de control de la iluminación

En cada estación se ha previsto la instalación de sistemas de control de la iluminación para satisfacer los requisitos de eficiencia energética según los modelos de ocupación.

Es posible la reducción del nivel de iluminación de los espacios, en función del uso requerido y ocupación de la misma, gracias a los distintos métodos de control de los encendidos.

Las instalaciones de iluminación en lugares, donde los ocupantes no puedan apagar las luces están equipadas con interruptores automáticos on/off en el propio cuadro eléctrico, con controles mediante interruptores horarios, detectores de movimiento, sensores. El sistema de control de la iluminación está conectado con el Centro de control.

3.6 TOMA DE TIERRA DEL SISTEMA

Un sistema de toma de tierra completo de tipo TN-S está proyectado según las Normas y Reglamentos Peruanos aplicables.

La tierra principal se realiza mediante una malla electrosoldada de varillas metálicas de diámetro 12mm, instalada debajo de la solera de cimentación de la estación, conectado y atado a la propia cimentación. Todos los pilares metálicos se unirán a la red de tierra principal.

Todas las estructuras metálicas de los aparatos (bombas, tubos de agua, pavimentos conductivos en las salas de telecomunicación, etc.) están conectadas al sistema de toma de tierra general.

A su vez, los cuadros generales de cada zona y planta, se conectarán a bornes de puesta a tierra, los cuales se conectarán entre sí y a la red de tierra general de la estación.

3.7 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Una vez analizada la norma aplicable en materia de pararrayos (BS EN 62305) se evalúa el riesgo de caída de rayos. Al ser una instalación enterrada, y proyectarse bajo una zona urbanizada que ya posee en la mayoría de los casos una protección contra la caída de rayos, se considera no obligatoria la instalación de una protección de pararrayos.

Se prevé en cada cuadro eléctrico general, protecciones contra sobretensiones adecuadas.

3.8 INSTALACIONES DE REVELACIÓN DE INCENDIOS

El proyecto de las instalaciones de relevación de incendios será conforme a las Normativa Peruana aplicable. Para el diseño de la instalación se han tenido en cuenta la normativa internacional NFPA.

Siguiendo las indicaciones de la NFPA 130, las estaciones contarán con una instalación de detección de incendios que cubra todas las dependencias del mismo, conforme con la NFPA72.

El sistema tiene como objetivo:

004537

- Favorecer la evacuación temprana de personas
- activar los planes de seguridad
- realizar una serie de maniobras en distintas instalaciones para cumplir de forma segura con los procedimientos de seguridad, por ejemplo: actuación sobre los equipos de ventilación, desbloqueo de tornos de acceso a la estación, actuación sobre escaleras mecánicas y ascensores, actuación sobre puertas con sistema de control de accesos, actuación sobre sistema de megafonía para dar avisos de alarma y evacuación, etc.)

El sistema de detección está basado en tecnología analógica direccionable, con identificación individualizada de los distintos elementos. Todos los elementos cuentan con aislador de cortocircuito. La central prevista tiene capacidad para controlar individualmente todos los equipos con un 20% de reserva mínimo. Es el elemento neurálgico del sistema en el que se recogerán todas las incidencias de la instalación y que gestionará las rutinas a realizar en caso de emergencia, tomando las decisiones de activación de los dispositivos pertinentes.

Las estaciones contarán con un panel de alarma accesible por el personal de emergencia, que avisará mediante alarma sonora de la activación de cualquier alarma de incendio y mostrará la ubicación la alarma.

El sistema estará compuesto por los siguientes elementos de campo:

- Detectores puntuales de humo y termovelocimétricos
- Estaciones manuales de alarma.
- Módulos de supervisión para interruptores de flujo del sistema de extinción, grupo de presión de incendio y aljibe, estado del sistema de evacuación por voz, estado y alarma del sistema de detección de túneles.
- Módulos de control para actuar en caso de alarma sobre ventiladores, compuertas cortafuegos, escaleras mecánicas, ascensores, tornos de acceso a la estación, puertas con control de accesos y salidas de emergencia.
- Sistemas de alerta visual (Flash)
- Teléfonos de bomberos en el cuarto del grupo de presión y las salidas de emergencia.

El sistema de detección de incendio se integrará a través de la red multiservicio con el sistema de megafonía y el sistema de información al viajero, dando los avisos pertinentes para evacuar el edificio de forma segura. También se integrará con el sistema de videovigilancia y con el sistema de gestión de instalaciones.

Todas las centrales de incendio de cada línea estarán conectadas en red (mediante la red multiservicio).

3.9 INSTALACIONES ANTIRROBO

Se ha diseñado una instalación de seguridad antirrobo capaz de controlar los accesos indebidos por todas las posibles entradas a las estaciones y, dentro del edificio, a todas las zonas con control de accesos. El sistema está compuesto por contactos magnéticos antisabotaje y detectores volumétricos conectados a la central de antirrobo. Las centrales antirrobo estarán integradas en el sistema de control a través de la red multiservicio para realizar la gestión global de la seguridad del complejo. La instalación antirrobo será proyectada y realizada en conformidad a las normativas EN 50131.

Se ha previsto un sistema de control de accesos y presencia basado en lectoras magnéticas para controlar el acceso a la zona técnica, boletería, supervisión y túneles. Cada puerta controlada dispondrá de un terminal compacto con conexión a la red multiservicio al que se conectan 2 lectoras. Los controladores funcionarán de forma autónoma en caso de fallo del sistema.

004538

3.10 INSTALACIÓN DE SUPERVISIÓN

La instalación de supervisión de las instalaciones electromecánicas civiles (independiente respecto a la instalación de supervisión ferroviaria) está proyectado en conformidad en primera instancia a las Normas y Reglamentos Peruanos aplicables y de manera complementaria a las Normas Internacionales; si no existieran en el Perú, las Normas Internacionales serían de uso exclusivo:

- IEC 61131-2 Lenguaje de programación
- EN 6024-1 Controladores lógica programable
- IEC 1131-3 Estándares
- IEC/EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética
- IEEE 802.3 Redes locales de transmisión de datos

La instalación de supervisión está articulado en sub sistemas independientes, cada uno a servicio de una instalación específica; los varios sub sistemas están coordinados entre ellos para que, por ejemplo en condiciones de emergencia, revelada por un sub sistema (revelación de incendios), otro sub sistema (instalación de ventilación) se active según los procedimientos de emergencia.

Los sub sistemas de supervisión, realizados en cada estación, mandan y controlan las instalaciones a continuación:

- instalación eléctrica;
- escaleras mecánicas y ascensores;
- instalación de ventilación;
- instalación de revelación de incendios;
- torniquetes, taquillas, cierres motorizados;
- instalación hídrica- contra incendios y de apagado automático a gas ;
- instalación de recogida aguas claras y residuales de los servicios higiénicos;
- instalaciones de enfriamiento y ventilación locales técnicos.

El sistema de supervisión está gestionado por un centro de control puesto en cada estación; a su vez estos envían datos al Puesto de Mando y Control (PMC) de manera que todas las instalaciones en cada estación sean controlables a distancia.

4 INSTALACIONES DE TUNEL

4.1 INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

El sistema de ventilación de la galería está compuesto por centrales de ventilación ubicadas en pozos de ventilación situados entre tramos.

Cada tramo de galería dispone al menos de un pozo de ventilación, a excepción del tramo situado entre las estaciones Nicolás Arriba y Evitamiento, que debido a su longitud se ha previsto de la dotación de dos pozos de ventilación para asegurar el correcto funcionamiento del sistema en caso de incendio.

En cada uno de estos pozos se ha dispuesto de una pareja de ventiladores reversibles, de modo que el funcionamiento de la ventilación de línea sea del tipo push-pull, es decir, la central de ventilación situada en el pozo posterior a la estación de la estación funcionará en modo impulsión, mientras que la central situada en el pozo anterior a la misma funcionará en modo extracción.

Todos los pozos de ventilación dispondrán de silenciadores situados en la zona de admisión y de impulsión de aire de los ventiladores, de modo que se asegure la correcta disipación del ruido obteniendo niveles máximos de 50 dB.

Los criterios de dimensionamiento de las instalaciones de la estación se basan en dos escenarios:

1. Ejercicio normal

2. Situación de emergencia por incendio en el tren

Las dos líneas de metro son del tipo automático, complementado por la presencia de puertas de andén, de modo que el sistema de ventilación de los túneles será completamente independiente del sistema de ventilación de la estación.

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

4.1.1 Ejercicio normal

En condiciones de funcionamiento normal, sólo se activará un ventilador, siendo este caudal suficiente para garantizar las renovaciones de aire. Esta activación se realizará de forma alterna para conseguir un igual desgaste de los ventiladores.

El objeto de la activación del sistema de ventilación es la renovación del aire, normalmente contaminado por la acumulación térmica procedente del frenado de los trenes, de la liberación térmica de los equipos, de la presencia de los viajeros y de la suciedad del polvo y las manchas de aceite debidas a la marcha del tren.

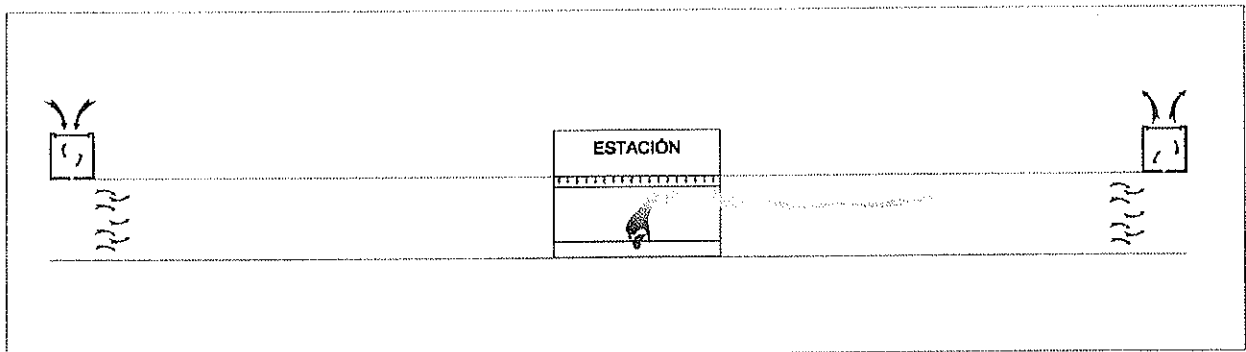
4.1.2 Condiciones de emergencia

En condiciones de emergencia se pueden dar los siguientes escenarios:

1. Tren afectado por un incendio y parado en el andén.

En este supuesto las puertas del andén asegurarán la impermeabilidad de los humos, siendo estos extraídos por medio del sistema de ventilación del túnel.

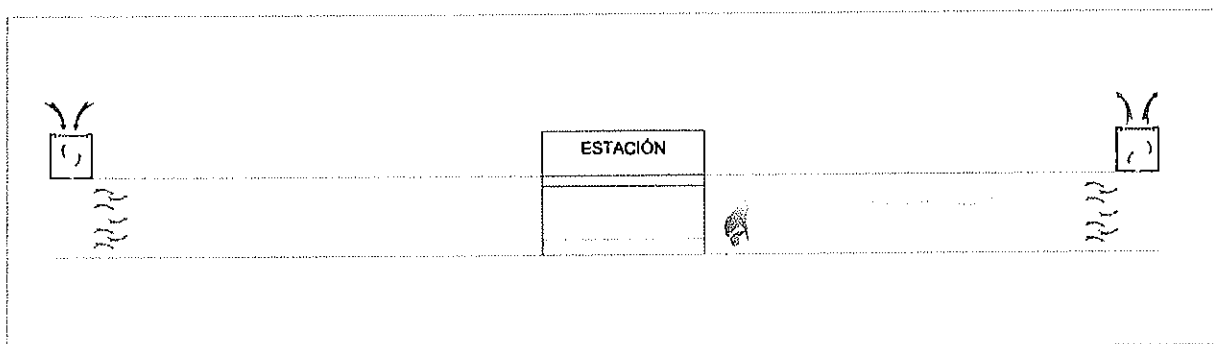
Para ello los ventiladores situados aguas arriba del incendio entrarían a funcionar en modo extracción, mientras que como apoyo a la evacuación de los humos, los ventiladores situados aguas abajo del incendio entrarían en modo impulsión, evitando de este modo la desestratificación de los humos.

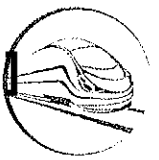


2. Incendio localizado en la galería anterior a la estación (aguas arriba).

En caso de incendio la prioridad es asegurar la seguridad de los pasajeros y de los usuarios de la estación, de modo que en caso de incendio en la galería siempre se debe actuar evitando la propagación de los humos por el túnel a la estación.

Para ello, en caso de incendio en la galería anterior a la estación, los ventiladores situados aguas abajo del incendio (en la galería posterior) impulsarán aire y la extracción se realizará desde los ventiladores situados en los pozos aguas arriba de la estación (galería anterior).

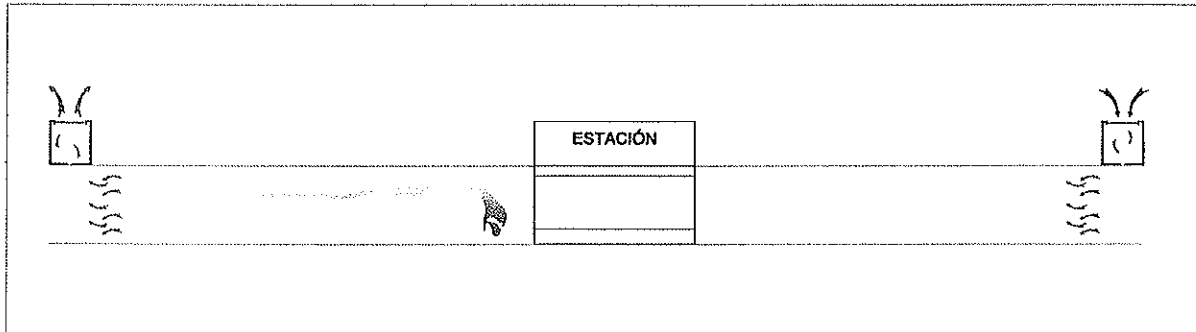




004540

3. Incendio localizado en la galería posterior a la estación (aguas abajo).

Del mismo modo que en el escenario anterior, la prioridad es evitar la propagación del humo a la estación. Por ello se activarán en modo extracción los ventiladores aguas abajo del incendio (en la galería posterior) y se impulsará desde el pozo situado aguas arriba (galería anterior a la estación).



En cualquiera de estos escenarios de incendio es necesario asegurar una caudal de aire fresco en la galería que garantice una velocidad mínima de 2 ms para asegurar la correcta evacuación de los humos evitando la desestratificación de los mismos, manteniendo una altura libre de 2 m desde el nivel de los caminos y evitar el fenómeno back-layering permitiendo la evacuación de los usuarios de forma segura.

Con el objeto de obtener esta velocidad, el caudal de impulsión y extracción de los ventiladores será de 100 m³/s en el caso de las galerías de dos vías, y de 150 m³/s en el caso de las galerías de tres vías de circulación.

La normativa a cumplir para estas instalaciones es igual a aquella descrita en el capítulo correspondiente de las estaciones. (Capítulo 2.1.)

4.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

La protección de incendios se completará con un sistema de extinción en galería dotado de una red de hidrantes dispuestos cada 60 m pareados, tal y como se muestra en el esquema, de modo que se garantiza la cobertura total con agua en caso de incendio.

El suministro de agua desde la central hídrica de la estación a los hidrantes del túnel se realiza por dos tuberías independientes en cada uno de los hastiales del túnel.

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

4.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La documentación correspondiente a los cálculos, normativos y representaciones gráficas de esta instalación se incluyen en el punto C.2.1 Instalaciones no ferroviarias.

4.3.1 Equipamiento

El túnel está equipado con:

- iluminación normal
- iluminación de emergencia
- tomas de corriente para usos de mantenimiento

A su vez, por el túnel discurrirá el cableado de alimentación a los siguientes servicios:

- alimentación eléctrica en baja tensión de los ventiladores axiales en pozos (bajo bandeja de rejilla metálica bajo la pasarela peatonal en ambos hastiales)
- alimentación eléctrica en baja tensión al cuadro general de baja tensión de los pozos de ventilación (bajo bandeja de rejilla metálica bajo la pasarela peatonal en ambos hastiales)
- cableado de media tensión
- cableado de comunicaciones y señalización

004541

Las alimentaciones eléctricas proceden de las estaciones adyacentes a cada tramo de túnel. Cada estación alimentará a los servicios del túnel hasta el pozo de ventilación aguas arriba y a los servicios del túnel hasta el pozo de ventilación aguas abajo.

La alimentación eléctrica, tanto de iluminación normal, emergencia y las tomas de corriente del túnel, proviene de los cuadros CANT (cuadro eléctrico andén y túnel) situados en los andenes de las estaciones.

Las alimentaciones a los cuadros de ventilación (PV) y a los cuadros generales de los pozos (CGBTPV) provienen de los cuadros generales de las estaciones (TGBT). De la misma manera que con el túnel, cada estación alimentará a un ventilador (PV) del pozo de ventilación situado aguas arriba, y al cuadro general del pozo (CGBTPV) situado aguas abajo. Cada pozo de ventilación posee dos ventiladores axiales, cada uno de ellos será alimentado por una estación diferente.

4.3.2 Iluminación y tomas de corriente

Se han previsto luminarias para uso normal de tipo fluorescencia estanca con un tubo de 36W. La iluminación en caso de emergencia se resuelve con luminarias de tipo fluorescencia estanca con dos tubos de 36W. Se situarán luminarias en ambos hastiales con una separación de 10m entre ellas, siendo una de cada cuatro (25%) iluminación normal (1x36W).

El control de las luminarias se realizará mediante pulsadores distribuidos a lo largo del túnel, a un nivel accesible sobre la pasarela peatonal de evacuación, en ambos hastiales.

Las tomas de fuerza motriz para usos varios se han proyectado cada 50 m aproximadamente en ambos hastiales. Poseen una toma de fuerza trifásica 3x16A+N+T 380V y una toma de fuerza monofásica 2x16A+T (220V).

Para la iluminación de los pozos, se han utilizado luminarias fluorescentes estancas de 2x36W. Se han previsto para los pozos, tomas de fuerza motriz para usos varios con cuadros con tomas, una de ellas trifásica 3x16A+N+T 380V y una toma de fuerza monofásica 2x16A+T (220V).

4.3.3 Cableado de baja tensión

El cableado utilizado para la alimentación de los receptores del túnel es no propagador del incendio, no propagador de la llama, de baja opacidad en la emisión de humos, libre de halógenos, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos, de cobre flexible.

En los receptores de alumbrado alimentados desde la red normal (25% de los aparatos), y en las tomas de fuerza motriz, el cableado será no resistente al fuego, del tipo RZ1-K 0.6/1kV AS.

En los receptores de alumbrado alimentados desde la red estabilizada (SAI), los cuáles serán el 75% del alumbrado, se utilizará cableado resistente al fuego, del tipo RZ1-K 0.6/1kV AS+.

Los cables deberán cumplir con las normas IEC 60331, IEC 60332, IEC 60754, IEC 61034.

El cableado empleado para:

- la alimentación de los cuadros eléctricos de los pozos de ventilación (CGBTPV),
- los cuadros eléctricos de protección y maniobra de los ventiladores de los pozos (PV),
- la alimentación a los receptores de los pozos (alumbrado, tomas FM),
- SAI secundaria ubicada en los pozos, será del tipo resistente al fuego, RZ1-K 0.6/1kV AS+.

4.3.4 Consumo eléctrico

Las cargas eléctricas estimadas son:

- Las cargas estimadas de iluminación del túnel son: 12 W / m de longitud
- Estimaciones relativas a las cargas eléctricas para 1000 m de longitud (dos hastiales)

Iluminación de seguridad	2x36W fluorescente	72	140	1	10.08
Iluminación normal	1x36W fluorescente	36	60	1	2.16
Enchufes F.M.	3x16A+N+T 2x16A+T	8000	40	0.04	12.8

Tabla – Cargas eléctricas de un tramo de túnel (1000m)

– Ventiladores túnel.

Ventilador V1	35	300	20	100	500	80
Ventilador V2	35	300	20	100	500	80

Tabla – Cargas eléctricas estimadas para los ventiladores

El consumo eléctrico estimado para los receptores interiores de los pozos (alumbrado, tomas de fuerza, SAI) será de aproximadamente 25 kW y lo absorberá el cuadro eléctrico CGBTPV.

4.3.5 Sistema de alimentación de los equipos de seguridad – S.A.I.-U.P.S.

Los equipos de iluminación del túnel estarán alimentados tanto de red normal como de red de emergencia. La iluminación de emergencia será un 75% de la iluminación del túnel. En condiciones normales, la iluminación del túnel será 1 de cada cuatro luminarias (el 25% restante).

El equipo de SAI utilizado es el mismo del instalado en las estaciones, que es dimensionado para alimentar también las cargas del túnel.

Los estándares de los sistemas de alimentación están proyectados en conformidad con la última edición de las siguientes normas y estándar.

- NFPA 101, Normas de seguridad.
- NFPA 130 sistemas de transporte ferroviario.

Los pozos de ventilación tendrán su propio pequeño SAI para dar servicio al alumbrado (75%) y posibles receptores de seguridad.

4.3.6 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación de los túneles está proyectado para proporcionar una luminosidad suficiente para permitir a los pasajeros de alejarse del túnel en tranquilidad y en seguridad.

Los cuerpos iluminantes están posicionados a intervalos regulares para llegar a los niveles de iluminación requeridos:

- Túnel: en situación normal es necesario garantizar una iluminación media de 10 luxes.
- Pasarelas de servicio: en caso de emergencia será garantizado durante todo el periodo de evacuación una iluminación media de 30 luxes, medida a lo largo del recorrido de salida en el suelo.

4.3.7 Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra de los pozos se resuelve mediante una malla de cobre desnudo instalada debajo de la solera de cimentación, conectado a todos los pilares y la propia cimentación.

Todas las partes metálicas de los aparatos en los pozos, se conectarán a la red de tierra principal.

Por el túnel discurrirá un cable de 120 mm² de cobre desnudo (uno por cada lado) para permitir conectar a tierra todo el equipamiento existente. Este cable se conectará con el mallazo existente en las estaciones.

4.3.8 Instalación de revelación de incendios

Los pozos contarán con un sistema de detección de incendio análogo al de las estaciones. El panel de detección de incendio recogerá las incidencias de los pozos y gestionará las rutinas a realizar en caso de emergencia, tomando las decisiones de activación de los dispositivos pertinentes. Los paneles de detección de incendio de estaciones y pozos están conectados en red para realizar rutinas conjuntas en caso de emergencia. Los pozos contarán con detectores puntuales de humo y termovelocimétricos, estaciones manuales de alarma, módulos de supervisión, módulos de control y estación de teléfono de bomberos.

Para los túneles se ha previsto un sistema de detección de temperatura por cable sensor de fibra óptica insertado en un recubrimiento de acenor inoxidable. Se ha previsto una unidad de control de cable sensor de dos canales por estación. El cable sensor discurrirá por el túnel desde cada estación hasta los pozos de ventilación intermedios. El sistema permite programar zonas de detección y niveles de sensibilidad, se programará cada unidad de control para cumplir las necesidades de alarma de incendio y las señales necesarias para cumplir con el protocolo de ventilación y emergencia.

4.3.9 Instalaciones antirrobo

Se ha previsto un sistema antirrobo análogo al de las estaciones para supervisar el acceso a los pozos. Para la sala técnica de cada pozo se ha previsto un controladro de accesos análogo al de las estaciones.

El sistema antirrobo y de control de accesos estará conectado a la red multiservicio e integrado en el sistema central de control.

004544

<p>A.7.8.2</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.7.8.2 HIDROLOGIA Y DRENAJE

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

200
100
50
25
10
5
2
1
0



0	DETALLE DEL CONTENIDO MÍNIMO	3
1	HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA	4
1.1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	4
1.2	CAUDAL DE AGUAS INFILTRADAS HACIA EL TÚNEL	4
1.3	CAUDAL DE AGUA POR ROTURA DE HIDRANTE	6
1.4	CAUDAL DE AGUA POR CAPTACIÓN DE LLUVIA EN LOS POZOS DE VENTILACIÓN	7
1.4.1	Criterios de diseño para estimar los caudales de Origen Pluvial y Estimación de Intensidades de Lluvia	7
1.4.2	Magnitud de precipitación de diseño	7
1.4.3	Intensidad de la precipitación de diseño	8
1.4.4	Tiempo de concentración	9
1.4.5	Coefficiente de escorrentía y áreas de captación	9
1.4.6	Cálculo de caudales	9
1.4.7	Estimación de Caudales por captación de lluvia en los pozos de ventilación	10
1.5	CAUDAL DE AGUA TOTAL DRENADO POR LA CANALETA CENTRAL DEL TÚNEL	10
1.6	DIMENSIONAMIENTO DE LA CANALETA CENTRAL DEL TÚNEL	12
1.7	CAUDAL DE AGUA DE LLUVIA CAPTADO POR LAS ESTACIONES	13
1.8	VOLUMEN DE AGUA A ALMACENAR EN DEPÓSITO DE ESTACIÓN	15
1.9	DRENAJE DE LOS ACCESOS A LA ESTACIÓN	18
2	BOMBEO DE AGUAS CLARAS	18
2.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS	18
2.2	NORMATIVA APLICADA	18
2.3	CRITERIOS DE DISEÑO	18
2.4	ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	20
2.5	DIMENSIONAMIENTO DEL BOMBEO DE AGUAS CLARAS	21
2.5.1	Pozos de bombeo	21
2.5.2	Selección de los grupos motobomba	23
2.5.3	Arquetas de rotura de carga	25
2.5.4	Pozos drenantes	25

APENDICE 1: PLANOS

0 DETALLE DEL CONTENIDO MÍNIMO

004546

El contenido mínimo del presente documento es el siguiente:

1. Sustento del diseño y la ubicación de las instalaciones No Ferroviarias en el Sistema y su equipamiento.
Se desarrolla en los apartados 1 Hidráulica e Hidrología y 2 Bombeo de Aguas Claras (páginas 4 a 26).
2. Consideraciones técnicas de las instalaciones No Ferroviarias.
Se desarrolla en los apartados 2.3 Criterios de Diseño (páginas 18 y 19) y, 2.5.2 Selección de los grupos motobomba (páginas 23 y 24).

La información que desarrolla el mencionado contenido mínimo es la siguiente:

1. Memoria de cálculo y descriptiva:

La memoria de cálculo y descriptiva se incluye en el documento A.7.8.2, en los apartados 1 y 2, tal y como se indica en los párrafos anteriores.

2. Apéndice 1: Planos

Planos esquemáticos de planta con la disposición de los elementos de drenaje de las secciones típicas de las líneas 2 y 4 (páginas 3 a 8).

Planos con definición geométrica y detalles constructivos de los pozos de bombeo, arquetas de rotura de carga y pozos drenantes, (páginas 9 a 14).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

1 HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

1.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto de este informe es determinar el caudal de infiltración y de aguas pluviales que deberá recogerse en las estaciones del proyecto "Línea 2 y Ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del metro de Lima y Callao".

1.2 CAUDAL DE AGUAS INFILTRADAS HACIA EL TÚNEL

Para el cálculo del caudal de las aguas subterráneas infiltradas hacia el túnel, y que deberá recoger la canaleta central situada entre las vías del metro, se ha tomado el criterio expuesto en el "Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett –Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, Provincias de Lima y Callao, Región Lima" en el que para las secciones realizadas en TBM así como para las secciones realizadas con técnicas de excavación no mecanizada (pozos y estaciones) se estima un caudal igual a 1l/día/m². Este valor máximo de referencia es válido también para aquellas estaciones bajo el nivel freático, ya que se tomarán las medidas constructivas necesarias para mitigar el caudal de infiltración.

Siguiendo este criterio, y en función de las diferentes secciones constructivas que encontramos en cada tramo del túnel (excavación TBM, excavación "cut & cover", excavación en caverna, etc) obtenemos los siguientes caudales de aguas infiltradas hacia el túnel:

Nº estación	Nombre estación	LÍNEA 2		
		Total sección de infiltración (m ²)	Infiltración (l/s/m ²)	Caudal a recoger por infiltración (l/s)
1	PUERTO DEL CALLAO	36,497.21	1,16E-02	0.422
2	BUENOS AIRES	21,180.12	1,16E-02	0.245
3	JUAN PLABLO II	18,655.38	1,16E-02	0.216
4	INSURGENTES	15,858.58	1,16E-02	0.184
5	CARMEN DE LA LEGUA	37,630.05	1,16E-02	0.436
6	OSCAR BENAVIDES	16,463.01	1,16E-02	0.191
7	SAN MARCOS	15,118.19	1,16E-02	0.175
8	ELIO	15,067.84	1,16E-02	0.174

A.7.8.2 Hidrología y drenaje



Nº	Nombre	Total sección de	Infiltración	Caudal a recoger
estación	estación	infiltración (m²)	(l/s/m²)	por infiltración (l/s)
9	LA ALBORADA	14,727.96	1,16E-02	0.170
10	TINGO MARIA	15,592.34	1,16E-02	0.180
11	PARQUE MURILLO	34,010.58	1,16E-02	0.394
12	PLAZA BOLOGNESI	11,016.60	1,16E-02	0.128
13	ESTACION CENTRAL	2,043.03	1,16E-02	0.024
PV13	POZO VENTILACIÓN 13	21,882.14	1,16E-02	0.253
14	PLAZA MANCO CAPAC	13,330.69	1,16E-02	0.154
15	CANGALLO	14,281.09	1,16E-02	0.165
16	28 DE JULIO	16,658.12	1,16E-02	0.193
17	NICOLAS AYLLON	13,001.31	1,16E-02	0.150
18	CIRCUVALACION	14,134.23	1,16E-02	0.164
19	NICOLAS ARRIOLA	52,083.51	1,16E-02	0.603
20	EVITAMIENTO	18,970.12	1,16E-02	0.220
21	OVALO SANTA ANITA	18,764.51	1,16E-02	0.217
22	COLECTORA INDUSTRIAL	22,781.13	1,16E-02	0.264
23	LA CULTURA	31,118.02	1,16E-02	0.360
24	MERCADO SANTA ANITA	35,549.00	1,16E-02	0.411

004548



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



25	VISTA ALEGRE	20,004.43	1,16E-02	0.232
26	PROLONG. JAVIER PRADO	18,825.35	1,16E-02	0.218
27	MUNICIPALIDAD DE ATE	5,597.10	1,16E-02	0.065

004549

LÍNEA 4. RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE RED BÁSICA METRO LIMA Y CALLAO

Nº estación	Nombre estación	Total sección de infiltración (m²)	Infiltración (l/s/m²)	Caudal a recoger por infiltración (l/s)
1	GAMBETTA	25,554.66	1,16E-02	0.296
2	CANTA CALLAO	21,455.73	1,16E-02	0.248
3	BOCANEGRA	19,364.13	1,16E-02	0.224
4	AEROPUERTO	15,749.34	1,16E-02	0.182
5	EL OLIVAR	17,212.55	1,16E-02	0.199
6	EL QUILCA	8,047.24	1,16E-02	0.093
PV6	POZO VENTILACIÓN 6	9,096.77	1,16E-02	0.105
7	MORALES DUAREZ	3,007.53	1,16E-02	0.035
8	CARMEN DE LA LEGUA -L4	22,947.49	1,16E-02	0.266

1.3 CAUDAL DE AGUA POR ROTURA DE HIDRANTE

Desde el punto de vista de contabilizar el total de agua que deberá recoger la canaleta de drenaje situada en el túnel, se ha de tener en cuenta la posibilidad de rotura de un hidrante dentro del túnel a fin de que el sistema de drenaje sea capaz de evacuar el agua provocada por este incidente sin riesgo de anegar el túnel. Así pues, la primera tarea será determinar el caudal dispuesto para los hidrantes en el proyecto.

Según el "Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto: "Construcción de la Línea 2 y Ramal Av. Faucett –Gambetta de la Red Básica del Metro de Lima y Callao, Provincias de Lima y Callao, Región Lima" tenemos que: "[...] El sistema de hidrantes está proyectado para garantizar la presión suficiente para que funcionen mínimo 4 hidrantes contemporáneamente, posicionados a máximo 60 m uno del otro, por lo menos durante una hora con una capacidad de 200 l/min.". No obstante, se propone cumplir la normativa más





exigente de la NFPS (National Fire Protection Association) elevando este caudal hasta los 250 gal/min (equivalentes a 947 l/min).

Una vez determinado el caudal dispuesto para los hidrantes, asociamos un nivel de ~~10~~ 550 aceptable para este sistema consistente en asumir que nuestro sistema de drenaje deberá poder canalizar esos 947 l/min al ocurrir una rotura/fallo de hidrantes en el tramo de túnel entre estaciones. Por lo tanto el caudal de agua asociado al fallo de los hidrantes que deberá recoger la canaleta central será de 15,78 l/s.

1.4 CAUDAL DE AGUA POR CAPTACIÓN DE LLUVIA EN LOS POZOS DE VENTILACIÓN

El tercer aporte de agua que deberá recoger la canaleta central de drenaje del túnel será aquella proveniente de la lluvia captada por los pozos de ventilación. Para calcular este aporte debemos primeramente fijar unos parámetros hidrológicos que hemos extraído de "Estudios básicos de ingeniería para la línea este-oeste del sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao en los ejes viales: Junín-Grau-9 de diciembre-Germán Amezaga-Oscar R. Benavides-Elmer Faucett".

1.4.1 Criterios de diseño para estimar los caudales de Origen Pluvial y Estimación de Intensidades de Lluvia

El Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima Metropolitana y el Callao, llamada también Tren Eléctrico, es una obra de primerísima importancia que no puede colapsar debido al servicio que prestará a la ciudad. Por lo tanto, debe ser diseñado para resistir eventos de muy baja probabilidad de ocurrencia.

Las estaciones del Tren Eléctrico serán subterráneas, de acuerdo a los estudios precedentes. Por lo tanto, no pueden inundarse, sobre todo tomando en cuenta que la energía que se emplea es eléctrica y que la eventual inundación de las estaciones ocasionaría víctimas que podrían electrocutarse o, inhabilitaría las estaciones por un periodo relativamente largo, del orden de semanas. Por lo tanto, se han considerado que las estaciones deben diseñarse para resistir un evento cuyo periodo de retorno es 500 años, es decir que la probabilidad media anual de ocurrencia sería 0.2 %. Se ha tomado en cuenta que en Lima se han presentado precipitaciones relativamente fuertes para la Costa los años 1970 y 2002.

1.4.2 Magnitud de precipitación de diseño

Las estaciones meteorológicas Modelo y Campo de Marte se encuentran en el distrito de Jesús María, provincia de Lima, departamento de Lima. Ambas estaciones se encuentran en la zona de estudio. Según información del SENAMHI, ambas estaciones se encuentran en la misma ubicación (presentan datos de años no superpuestos). La Cuadro 1º 1º 1 muestra la ubicación exacta. Las estaciones han registrado la precipitación máxima en 24 horas los años 1976 – 95, 1997-99, 2000-11. Esta información totaliza 35 años de registro. La máxima precipitación registrada en esta estación fue 3.1 mm, en Enero del 2010.

Cuadro 1.1 - Coordenadas de la Estación Campo de Marte – Modelo

Latitud	12° 4' "S"
Longitud	77° 2' "W"





Altitud (m.s.n.m.) 123

Cuadro 1.2 - Cálculo de precipitaciones para diversos periodos de retorno usando las distribuciones Normal, Log Normal, Log Pearson III y Gumbel.

004551

T (años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
2	1.4	1.2	1.3	1.3
5	2.0	1.9	1.9	2.0
10	2.3	2.4	2.3	2.4
20	2.5	2.9	2.7	2.9
25	2.6	3.0	2.8	3.0
50	2.8	3.5	3.2	3.4
100	3.0	4.0	3.5	3.8
500	3.3	5.3	4.2	4.8

La prueba de Kolmogorov – Smirnov determinó que la distribución Valor Extremo tipo I (Gumbel) tuvo el mejor ajuste. La Tabla 2 resume los cálculos que se hicieron en el Estudio Básico de Ingeniería mencionado anteriormente.

La distribución que mejor ajustó los datos de la Estación Campo de Marte y Modelo fue la distribución Extrema Tipo I (Gumbel). Por lo tanto, esta distribución se empleará para calcular la precipitación de diseño para un período de retorno de 500 años, obteniendo según la tabla anterior un valor de 4,8 mm.

1.4.3 Intensidad de la precipitación de diseño

La precipitación de diseño debe ser calculada para poder discretizar la lluvia que ocurre en intervalos de tiempo definidos. La Costa Peruana se caracteriza por ser muy árida. En algunos años no se registra precipitación alguna, ocurren episodios aislados, sobre todo en los meses de verano, generalmente relacionados a un Niño débil a moderado. El año 1983 se registraron inundaciones alrededor del río Rímac, sobre todo en la cuenca media, pero en los tributarios hubo algunos daños. El año 1987 se registraron deslizamientos de rocas y lodo y fuertes daños a la propiedad en los tributarios Pedregal, Quirio, San José y otros en Chosica, a 1 000 m.s.n.m. Este año se produjo un Niño moderado, sin embargo, los daños fueron mucho más graves que en el año 1983. El 5 de Febrero de 2002 se produjeron lluvias inusuales en Lima, registrándose 11 mm en Lima, 13.4 mm en Ñaña (récord histórico) y hasta 35 mm en Huaral. De acuerdo a la información proporcionada por las autoridades, las lluvias duraron entre 3 y 4 horas, lo que arrojaría precipitaciones cuya intensidad entre 5 y 8 mm/hr, si es que se considera que fue la intensidad se mantuvo constante, lo cual es posible porque de acuerdo a los reportes periodísticos no se advirtió de un campo de intensidad durante el desarrollo de las lluvias. En Enero del año 1970 se produjo en la ciudad de Lima una lluvia de características similares, que totalizó 17 mm en 4 horas. Entonces es posible que la intensidad de la lluvia de diseño se encuentre en el orden de magnitud arriba señalado.

Para la obtención de la intensidad de la precipitación de diseño, seguiremos las recomendaciones del "Manual de hidrología, hidráulica y drenaje" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones referente al cálculo de la intensidad en episodios de tormentas

con similares características a las mencionadas y donde explica que estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke (Guevara, 1991) que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

Pd = Precipitación total (mm)

d = duración en minutos (tiempo de concentración)

P24h = precipitación máxima en 24 horas

1.4.4 Tiempo de concentración

La intensidad de diseño es la tasa promedio de lluvia en mm por hora para una cuenca o subcuenca de drenaje particular. La intensidad de la lluvia se selecciona de acuerdo a la duración de la lluvia de diseño y el periodo de retorno. La duración de diseño es igual al tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración. Como es lógico, para una duración menor la intensidad de cálculo es mayor. En nuestro caso, y dado que se trata de cuantificar el caudal de la lluvia captada directamente por los pozos de ventilación tomaremos un valor muy pequeño para el tiempo de concentración, que por otra parte hará que aumente la intensidad de cálculo y nos encontremos siempre del lado de la seguridad. Como decimos, asignamos un valor mínimo de 5 minutos para el tiempo en que la punta de lluvia acabará llegando a nuestra canaleta central en el túnel.

1.4.5 Coefficiente de escorrentía y áreas de captación

El coeficiente de escorrentía depende de las características y las condiciones del suelo, así como del período de retorno. El valor del coeficiente de escorrentía para zona urbanizada y un período de retorno de cálculo de 500 años es de 1,00 (Fuente: Hidrología Aplicada; Ven Te Chow).

Respeto a las áreas de captación, estas corresponden en cada estación a aquellas superficies abiertas al exterior donde el agua de lluvia que cae entrará en nuestro sistema de drenaje: escaleras de acceso, rejillas de ventilación de estación, pozos de ventilación, etc. En este caso particular nos centramos exclusivamente en el agua captada por los pozos de ventilación.

1.4.6 Cálculo de caudales

Para hallar la descarga máxima de diseño hacemos uso del Método Racional. Este método estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente C (coeficiente de escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Además, se considera que la duración de P es igual a tc. La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

- Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)
 C: Coeficiente de escorrentía
 I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)
 A: Área de la cuenca (km²).

004553

1.4.7 Estimación de Caudales por captación de lluvia en los pozos de ventilación

En función de todos los parámetros mencionados anteriormente, se obtiene finalmente en caudal de lluvia captado por cada uno de los pozos de ventilación que finalmente acabará en nuestra canaleta central del túnel:

Superficie captación (m ²)	P _{max} 24h (mm)	Duración n (min)	Pd máx (mm)	I (mm/h)	C	Q (l/s)
45,24	4,8	5	1,165	13,982	1,000	0,176

1.5 CAUDAL DE AGUA TOTAL DRENADO POR LA CANALETA CENTRAL DEL TÚNEL

Una vez hemos obtenido las tres componentes del caudal de agua que será conducido por la canaleta central del túnel, procedemos a su adición para obtener el caudal total que drenará dicha canaleta para cada tramo entre estaciones.

LÍNEA 2

Nº estación	Nombre estación	caudal infiltración (l/s)	caudal hidrante averiado (l/s)	caudal pozo ventilación (l/s)	Total caudal canaleta central (l/s)
1	PUERTO DEL CALLAO	0.422	15.79	0.176	16.388
2	BUENOS AIRES	0.245	15.79	0.176	16.211
3	JUAN PLABLO II	0.216	15.79	0.176	16.182
4	INSURGENTES	0.184	15.79	0.176	16.150
5	CARMEN DE LA LEGUA	0.436	15.79	0.176	16.402
6	OSCAR BENAVIDES	0.191	15.79	0.176	16.157
7	SAN MARCOS	0.175	15.79	0.176	16.141
8	ELIO	0.174	15.79	0.176	16.140

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

Nº	Nombre	caudal	caudal	caudal	Total
estación	estación	infiltración	hidrante	pozo	caudal
		(l/s)	averiado	ventilación	canaleta
			(l/s)	(l/s)	central
					(l/s)
9	LA ALBORADA	0.170	15.79	0.176	16.136
10	TINGO MARIA	0.180	15.79	0.176	16.146
11	PARQUE MURILLO	0.394	15.79	0.176	16.360
12	PLAZA BOLOGNESI	0.128	15.79	0.176	16.094
13	ESTACION CENTRAL	0.024	15.79	0.176	15.990
PV13	POZO VENTILACIÓN 13	0.253	15.79	0.176	16.219
14	PLAZA MANCO CAPAC	0.154	15.79	0.176	16.120
15	CANGALLO	0.165	15.79	0.176	16.131
16	28 DE JULIO	0.193	15.79	0.176	16.159
17	NICOLAS AYLLON	0.150	15.79	0.176	16.116
18	CIRCUVALACION	0.164	15.79	0.176	16.130
19	NICOLAS ARRIOLA	0.603	15.79	0.176	16.569
20	EVITAMIENTO	0.220	15.79	0.176	16.186
21	OVALO SANTA ANITA	0.217	15.79	0.176	16.183
22	COLECTORA INDUSTRIAL	0.264	15.79	0.176	16.230
23	LA CULTURA	0.360	15.79	0.176	16.326
24	MERCADO SANTA ANITA	0.411	15.79	0.176	16.377
25	VISTA ALEGRE	0.232	15.79	0.176	16.198
26	PROLONG. JAVIER PRADO	0.218	15.79	0.176	16.184
27	MUNICIPALIDAD DE ATE	0.065	15.79	0.176	16.031

004554



004555

LÍNEA 4. RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE RED BÁSICA METRO LIMA Y CALLAO

Estación	Nombre	caudal	caudal hidrante	caudal pozo	Total caudal
	estación	infiltración (l/s)	averiado (l/s)	ventilación (l/s)	canaleta central (l/s)
1	GAMBETTA	0.296	15.79	0.176	16.262
2	CANTA CALLAO	0.248	15.79	0.176	16.214
3	BOCANEGRA	0.224	15.79	0.176	16.190
4	AEROPUERTO	0.182	15.79	0.176	16.148
5	EL OLIVAR	0.199	15.79	0.176	16.165
6	EL QUILCA	0.093	15.79	0.176	16.059
PV6	POZO VENTILACIÓN 6	0.105	15.79	0.176	16.071
7	MORALES DUAREZ	0.035	15.79	0.176	16.001
8	CARMEN DE LA LEGUA -L4	0.266	15.79	0.176	16.232

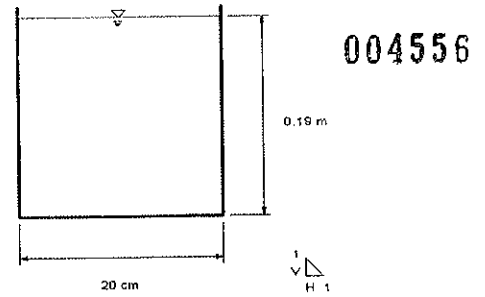
1.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA CANALETA CENTRAL DEL TÚNEL

Una vez obtenido el dato del caudal de agua que deberá drenar la canaleta central de túnel, procedemos a su dimensionamiento hidráulico. En vista de la homogeneidad de los datos de caudales entre tramos de estación, tomaremos el dato del mayor caudal para proceder a un único dimensionamiento. El caudal de diseño será por tanto de 16,569 l/s. La pendiente de diseño será la menor que se encontrará esta canaleta, que para los tramos horizontales de la vía deberá tener un pendiente mínima del 2 por mil.

Respecto a la sección de la canaleta, se propone una sección rectangular de hormigón de base 20 cm, que a su vez estará cubierta por una malla pisable tipo "tramex" metálico de 30 cm de ancho.

Con esos datos, el resultado del dimensionamiento hidráulico se muestra a continuación:

Mannings Coefficient: 0.017		Flow Area: 0.04 m ²
Channel Slope: 0.002000 m/m		Wetted Perimeter: 0.59 m
Depth: 19.3 cm		Top Width: 0.20 m
Bottom Width: 20 cm		Critical Depth: 0.09 m
Discharge: 16.57 l/s		Critical Slope: 0.014822 m/m
		Velocity: 0.43 m/s
		Velocity Head: 0.01 m
		Specific Energy: 0.20 m
		Froude Number: 0.31
		Flow is subcritical.



Como vemos, el caudal de cálculo produce una elevación de la lámina de agua de 19,3 cm.

1.7 CAUDAL DE AGUA DE LLUVIA CAPTADO POR LAS ESTACIONES

Siguiendo la metodología propuesta en el punto 4 para el cálculo del caudal de agua de lluvia captado por los pozos de ventilación, procedemos al cálculo del caudal de agua de lluvia captado por las estaciones, que se muestra en la tabla siguiente:

LÍNEA 2							
Nº	Nombre	Superficie	Duración	Pd	I	C	Q
estación	estación	captación (m ²)	(min)	máx (mm)	(mm/h)		(l/s)
1	PUERTO DEL CALLAO	186.24	5	1.165	13.982	1.00	0.724
2	BUENOS AIRES	157.23	5	1.165	13.982	1.00	0.611
3	JUAN PLABLO II	169.25	5	1.165	13.982	1.00	0.658
4	INSURGENTES	157.40	5	1.165	13.982	1.00	0.612
5	CARMEN DE LA LEGUA	229.80	5	1.165	13.982	1.00	0.893
6	OSCAR BENAVIDES	164.86	5	1.165	13.982	1.00	0.641
7	SAN MARCOS	184.46	5	1.165	13.982	1.00	0.717
8	ELIO	160.92	5	1.165	13.982	1.00	0.626
9	LA ALBORADA	161.09	5	1.165	13.982	1.00	0.626
10	TINGO MARIA	166.56	5	1.165	13.982	1.00	0.647
11	PARQUE MURILLO	164.85	5	1.165	13.982	1.00	0.641

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

Nº	Nombre	Superficie	Duración	Pd máx	I	C	Q (l/s)
estación	estación	captación (m2)	(min)	(mm)	(mm/h)		004557
12	PLAZA BOLOGNESI	177.33	5	1.165	13.982	1.00	0.689
13	ESTACION CENTRAL	173.26	5	1.165	13.982	1.00	0.673
14	PLAZA MANCO CAPAC	172.26	5	1.165	13.982	1.00	0.670
15	CANGALLO	175.48	5	1.165	13.982	1.00	0.682
16	28 DE JULIO	183.84	5	1.165	13.982	1.00	0.715
17	NICOLAS AYLLON	169.67	5	1.165	13.982	1.00	0.660
18	CIRCUVALACION	170.67	5	1.165	13.982	1.00	0.663
19	NICOLAS ARRIOLA	170.77	5	1.165	13.982	1.00	0.664
20	EVITAMIENTO	172.56	5	1.165	13.982	1.00	0.671
21	OVALO SANTA ANITA	169.67	5	1.165	13.982	1.00	0.660
22	COLECTORA INDUSTRIAL	167.67	5	1.165	13.982	1.00	0.652
23	LA CULTURA	170.77	5	1.165	13.982	1.00	0.664
24	MERCADO SANTA ANITA	172.67	5	1.165	13.982	1.00	0.671
25	VISTA ALEGRE	169.67	5	1.165	13.982	1.00	0.660
26	PROLONG. JAVIER PRADO	148.31	5	1.165	13.982	1.00	0.576
27	MUNICIPALIDAD DE ATE	204.36	5	1.165	13.982	1.00	0.794

LÍNEA 4. RAMAL AV. FAUCSET - AV. GAMBETTA DE RED BÁSICA METRO LIMA Y CALLAO

Nº	Nombre	Superficie	Duración	Pd máx	I	C	Q (l/s)
estación	estación	captación (m2)	(min)	(mm)	(mm/h)		
1	GAMBETTA	164.30	5	1.165	13.982	1.00	0.639

2	CANTA CALLAO	175.25	5	1.165	13.982	1.00	0.681
3	BOCANEGRA	186.30	5	1.165	13.982	1.00	0.724
4	AEROPUERTO	194.24	5	1.165	13.982	1.00	0.755
5	EL OLIVAR	189.35	5	1.165	13.982	1.00	0.736
6	EL QUILCA	155.30	5	1.165	13.982	1.00	0.604
7	MORALES DUAREZ	189.25	5	1.165	13.982	1.00	0.736
8	CARMEN DE LA LEGUA -L4	194.25	5	1.165	13.982	1.00	0.755

004558

1.8 VOLUMEN DE AGUA A ALMACENAR EN DEPÓSITO DE ESTACIÓN

Determinados los caudales de aportación de agua infiltrada y captada por la lluvia que irán a parar a los depósitos bajo andén de las estaciones, se procede al cálculo del volumen total de agua que será necesario almacenar en el caso de una falla del sistema de bombeo de estos depósitos durante 24 horas.

El criterio para determinar el caudal de aportación durante esas 24 horas de falla del sistema de bombeo será el de contabilizar el máximo de agua de filtración a través del túnel que llegará al depósito por la canaleta central y el agua captada por la precipitación de diseño por las bocas libres de estaciones y pozos de ventilación. El agua proveniente de la rotura de un hidrante no se contabiliza en este cálculo pues se entiende que es un fallo que se puede subsanar rápidamente mediante el corte de la válvula de la tubería que sirve a ese hidrante, y por lo tanto dimensionar un depósito capaz de albergar durante 24 horas toda el agua causada por la pérdida del hidrante originaría unos sobrecostes excesivos para una situación difícilmente contemplable.

Con estos criterios el cálculo del volumen de agua acumulado tras 24 horas en los depósitos de las estaciones es el siguiente:

LÍNEA 2						
Nº	Nombre	caudal	caudal	total	Volumen agua	
estación	estación	canaleta	lluvia (l/s)	a	depósito tras	
		central (l/s)		depósito	24 h (m³)	
				(l/s)		
1	PUERTO DEL CALLAO	0.598	0.724	1.322	114.250	
2	BUENOS AIRES	0.421	0.611	1.032	89.191	

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

004559

3	JUAN PLABLO II	0.392	0.658	1.050	90.703
4	INSURGENTES	0.360	0.612	0.971	83.926
5	CARMEN DE LA LEGUA	0.612	0.893	1.505	130.012
6	OSCAR BENAVIDES	0.367	0.641	1.500	129.600
7	SAN MARCOS	0.351	0.717	1.068	92.274
8	ELIO	0.350	0.626	0.976	84.318
9	LA ALBORADA	0.346	0.626	0.973	84.035
10	TINGO MARIA	0.356	0.647	1.004	86.736
11	PARQUE MURILLO	0.570	0.641	1.210	104.580
12	PLAZA BOLOGNESI	0.304	0.689	0.993	85.778
13	ESTACION CENTRAL	0.200	0.673	0.873	75.437
PV13	POZO VENTILACIÓN 13	0.429	0.000	0.429	37.088
14	PLAZA MANCO CAPAC	0.330	0.670	1.000	86.389
15	CANGALLO	0.341	0.682	1.023	88.421
16	28 DE JULIO	0.369	0.715	1.083	93.605
17	NICOLAS AYLLON	0.326	0.660	0.986	85.190
18	CIRCUVALACION	0.340	0.663	1.003	86.658
19	NICOLAS ARRIOLA	0.779	0.664	1.443	124.641
20	EVITAMIENTO	0.396	0.671	1.066	92.129
Nº estación	Nombre estación	caudal aportado canaleta central (l/s)	caudal captado lluvia (l/s)	total caudal a depósito (l/s)	Volumen agua en depósito tras 24 h (m³)

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

21	OVALO SANTA ANITA	0.393	0.660	1.053	90.953
22	COLECTORA INDUSTRIAL	0.440	0.652	1.091	94.298
23	LA CULTURA	0.536	0.664	1.200	103.676
24	MERCADO SANTA ANITA	0.587	0.671	1.259	108.745
25	VISTA ALEGRE	0.408	0.660	1.067	92.193
26	PROLONG. JAVIER PRADO	0.394	0.576	0.970	83.840
27	MUNICIPALIDAD DE ATE	0.241	0.794	1.035	89.436

004560

LÍNEA 4. RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE RED BÁSICA METRO LIMA Y CALLAO

Nº estación	Nombre estación	caudal aportado canaleta central (l/s)	caudal captado lluvia (l/s)	total caudal a depósito (l/s)	Volumen agua en depósito tras 24 h (m³)
1	GAMBETTA	0.472	0.639	1.110	95.939
2	CANTA CALLAO	0.424	0.681	1.106	95.518
3	BOCANEGRA	0.400	0.724	1.124	97.137
4	AEROPUERTO	0.358	0.755	1.113	96.189
5	EL OLIVAR	0.375	0.736	1.111	96.010
6	EL QUILCA	0.269	0.604	1.500	129.600
PV6	POZO VENTILACIÓN 6	0.281	0.736	1.017	87.861
7	MORALES DUAREZ	0.211	0.755	0.966	83.451
8	CARMEN DE LA LEGUA -L4	0.442	0.000	0.442	38.154

1.9 DRENAJE DE LOS ACCESOS A LA ESTACIÓN

004561

En las escaleras de acceso a la estación, y para conducir el agua de lluvia hacia el pozo de bombeo situado bajo el andén, se ha dispuesto el siguiente sistema de drenaje:

Reja interceptora al pie de la escalera de accesos, en el vestíbulo de la estación. Capta toda el agua de lluvia que cae sobre las escaleras.

Tubería de PVC de 110 mm de diámetro, desde el foso de las escaleras hasta el pozo de bombeo bajo andén. Conduce el agua captada en la reja interceptora hacia el pozo de bombeo, estando embebida en la losa del vestíbulo y bajando hacia el nivel de andenes.

2 BOMBEO DE AGUAS CLARAS

2.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos de este apartado es el dimensionamiento volumétrico y el prediseño de los equipos de bombeo necesarios para drenar el caudal de infiltraciones acumulado en túneles de línea, estaciones, cañones de acceso, pozos de bombeo y todas las obras subterráneas necesarias para el diseño del tramo de metro en proyecto.

2.2 NORMATIVA APLICADA

La normativa empleada en el diseño del sistema de drenaje del tunel es la que se indica a continuación.

Norma a aplicar para Bombeos: Highway Stormwater Pump Station Design, Hydraulic Engineering Circular No.24 (HEC-24) de la FHWA.

Norma drenaje: OS.060 Drenaje pluvial urbano

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

De las cuales la primera es la aplicada específicamente para el diseño del sistema de bombeo de aguas claras.

2.3 CRITERIOS DE DISEÑO

Se han adoptado como criterios de diseño los contenidos en las especificaciones técnicas de los bombeos incluidas en el contrato de este proyecto, y en la información referencial. Los criterios de diseño incluidos en el contrato son exhaustivos y en muchos casos detallan las especificaciones técnicas necesarias para la fase de instalación en obra de los equipos propuestos.

Los criterios de diseño del contrato finalmente aplicados para el diseño de pozos y grupos motobomba de esta fase, complementados con estándares internacionales, son los siguientes:

Ubicación de los pozos de bombeo:

Se prevé un pozo por estación a nivel de andén (no hay en vestíbulo), así como pozos de bombeo adicionales en los puntos bajos de los alzados de ambas línea. Un punto bajo en alzado por línea, en ambos casos coincidentes con pozos de ventilación.

- *Diseño volumétrico:*

Las vascas de bombeo deberán tener capacidad suficiente para almacenar el agua de infiltración durante un periodo de no funcionamiento de las bombas de 24 h. La contribución

004562

superficial considerada para las secciones realizadas en TBM así como para las secciones realizadas con técnicas de excavación no mecanizada (pozos y estaciones), es igual a 1 l/m²/día. Este es un valor máximo de referencia también válido para las estaciones bajo nivel freático, pues las soluciones constructivas adoptadas mitigarán el valor de la infiltración.

- **Tipo de bombas:**

Todos los pozos de bombeo se diseñan con 3 electrobombas de las cuales 2 son para funcionamiento normal y la tercera es de emergencia. Todas las bombas dispondrán de motor eléctrico y serán sumergibles de tipo centrífugas monobloque con eje vertical. Las bombas se instalarán sobre una bancada de hormigón en masa de 30 cm de altura, realizadas para evitar la transmisión de las vibraciones a la estructura.

- **Escenario pésimo. Caudal máximo a bombear:**

El apartado 7.10.1.1 de la norma NFPA 14 comenta que la tasa de flujo mínima será de 500 gpm (1.895 l/min) (2 hidrantes) y, en caso de suplir 3 o más hidrantes en la misma planta, se debe aumentar este caudal hasta 750 gpm (2.842 l/min) (3 hidrantes). La instalación se ha diseñado con hidrantes a 60 metros de distancia ubicados a tresbolillo, lo que permite atacar un fuego en un tren desde tres puntos y con un caudal unitario de 250 galones/min (947 l/min). La normativa obliga a almacenar el volumen equivalente a 3 hidrantes funcionando durante 1 h, el volumen almacenado será por tanto de 171 m³.

Como escenario pésimo para el dimensionamiento de las bombas, se considera la avería de un hidrante. El caudal de diseño para el dimensionamiento de las bombas, será por tanto de 250 gpm (15.79 l/s).

No se considera económicamente viable el dimensionamiento de los grupos motobomba para el caudal correspondiente al funcionamiento de 2 o 3 hidrantes, ya que si se produjese esta situación durante un incendio, el accidente sería de tal magnitud que lo razonable sería dejar que se inunde parcialmente la línea y achicar el volumen resultante poco a poco.

- **Alimentación eléctrica y equipamiento eléctrico mínimo:**

La alimentación eléctrica a los pozos de bombeo es redundante, desde dos subcentrales eléctricas. Adicionalmente y para casos de emergencia se ha dispuesto un grupo electrógeno en cada una de las estaciones.

El equipamiento mínimo de los pozos será el siguiente:

3 equipos de bombeo de pluviales, en configuración 2 + 1.

1 bomba de achique.

4 sondas de nivel tipo flotador.

1 sonda de nivel analógica.

1 cuadro de bombeo.

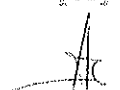
1 cuadro de PLC y comunicaciones.

1 cuadro de servicios auxiliares.

Alumbrado interior y tomas de corriente.

- **Evacuación de los caudales bombeados:**

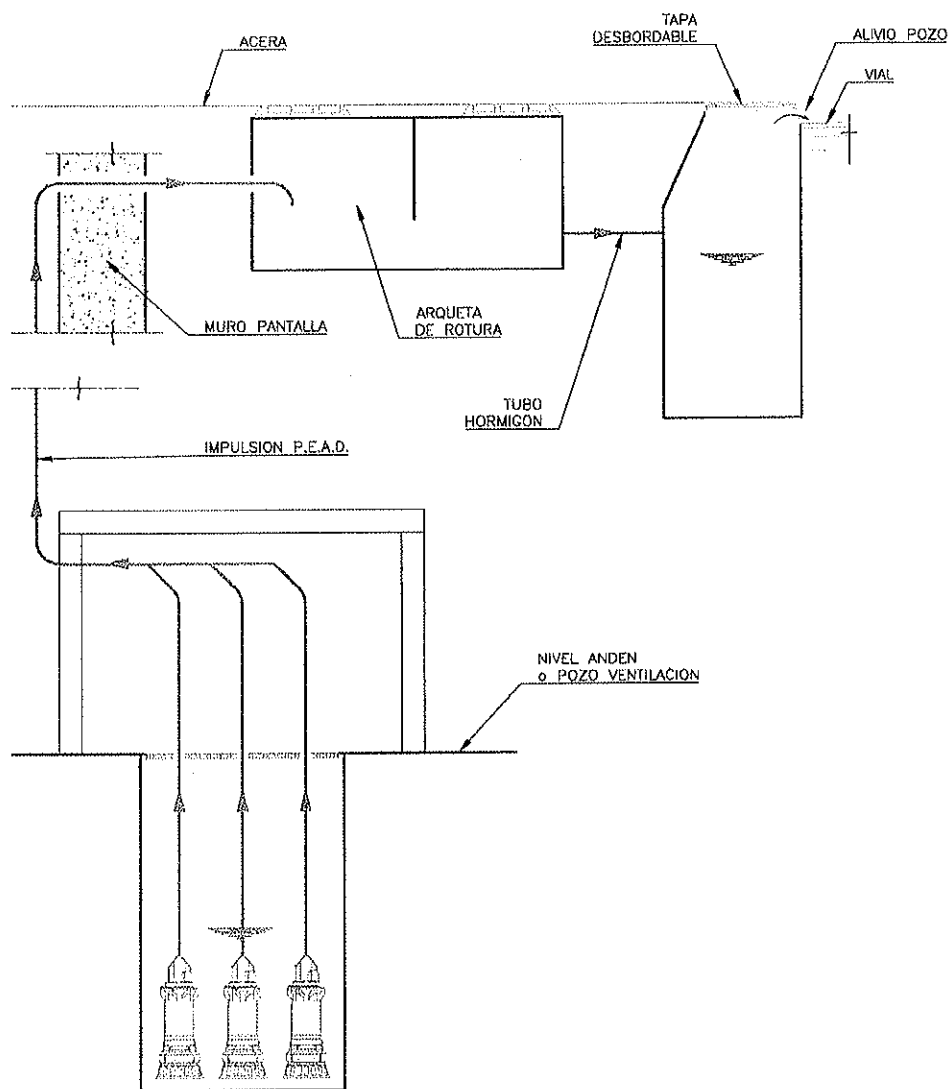
En la ciudad de Lima no hay red de pluviales a la que poder conectar y evacuar los caudales bombeados. Por este motivo se prevén pozos drenantes dispuestos en superficie bajo las aceras, en las proximidades de las calzadas con objeto de poder evacuar mediante un



aliviadero a la calzada los excesos de caudal no absorbidos por el terreno. Estos pozos se situarán en las proximidades de los accesos peatonales a las estaciones, por los que subirán las tuberías de impulsión desde los pozos de bombeo 084563 previstos.

2.4 ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El esquema funcional de la solución propuesta para los bombeos de aguas claras es el siguiente:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

2.5 DIMENSIONAMIENTO DEL BOMBEO DE AGUAS CLARAS

004564

2.5.1 Pozos de bombeo

Son necesarios 37 pozos de bombeo, de los cuales: 35 están situados bajo andenes de cada una de las estaciones de las dos líneas en proyecto, y los 2 restantes se sitúan en los puntos bajos en alzado coincidentes con los pozos de ventilación PV 13 de la L2 y el PV 6 de la L4.

Se han previsto dos tipos de pozo de bombeo básicos, tanto en el caso de pozos de bombeo asociados a estaciones como en pozos de bombeo asociados a puntos bajos en alzado (Pozos de Ventilación).

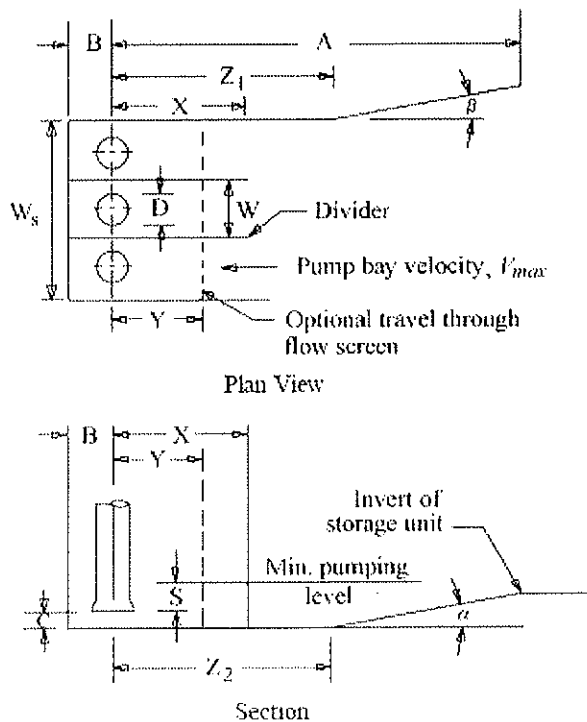
- Tipo 1. Pozo de bombeo estándar.
- Tipo 2. Pozo de bombeo con depósito anexo.

Los pozos de bombeo propuestos disponen de dos niveles en todos los casos: nivel bajo andén y nivel sobre andén. En el bajo andén es donde se sitúan las bombas con las cámaras húmeda y tranquilizadora y, donde por necesidades de almacenamiento ha sido necesario, la cámara anexa separada de la cámara húmeda por un muro partididor. En el nivel sobre andén se sitúa el cuarto técnico con los cuadros eléctricos, autómata programable (PLC), luminarias, etc. Ambos niveles se comunican mediante trampas de acceso con las dimensiones necesarias para el paso de hombre y las operaciones de mantenimiento de las bombas.

En los pozos de bombeo de estación (35), se drenan las pluviales de los accesos peatonales, pozos de ventilación, emergencia, etc, la infiltración del tramo de túnel entre estaciones y el agua procedente de baldeos. En las estaciones bajo nivel freático se han tomado las medidas constructivas necesarias para que no existan infiltraciones. Los 2 pozos de bombeo asociados a pozos de ventilación recogen las infiltraciones de los dos tramos de túnel que vierten al punto bajo y el caudal infiltrado en el propio pozo de ventilación.

Para el dimensionamiento de los pozos de bombeo estándar se ha empleado la siguiente normativa del ejército de los Estados Unidos de América: HEC-24. Highway Stormwater Pump Station Design.

Se incluyen a continuación un gráfico y una tabla con las dimensiones del pozo rectangular de acuerdo a la publicación citada:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

Figura 2.1: Dimensiones recomendadas para pozo rectangular.
Adaptado de la referencia 15.

004565

Dimension	Description	Recommended Value
A	Distance from centerline of pump inlet bell/volute to sump entrance	5D
a	Length of constricted bay section at pump	2.5D
B	Clearance from back wall to centerline of pump inlet bell/volute	0.75D
C	Clearance between pump inlet bell and sump floor	0.3D - 0.5D
D	Outside diameter of pump inlet bell/volute	See 8.3.14 Pump Bell/Intake Diameter
H_{min}	Minimum water depth in sump	S + C
h	Minimum height of constricted bay section	Greater of H or 2.5D
S	Minimum pump inlet bell submergence	See Equation 9-1
W	Pump inlet bay width	$\geq 2D$
w	Minimum width of constricted bay section	2D
X	Pump inlet bay length	$\geq 5D$
Y	Distance from centerline of pump inlet bell/volute to screen	$\geq 4D$
Z_1	Distance from centerline of pump inlet bell/volute to diverging walls	$\geq 5D$
Z_2	Distance from centerline of pump inlet bell/volute to sloping floor	$\geq 5D$
θ	Angle of floor slope	0 – 10 degrees
ϕ	Angle of wall convergence	0 – 10 degrees
ψ	Angle of convergence from constricted area to pump bay walls	10 degrees max.

Cuadro 2.1: Dimensiones de pozo rectangular. Adaptado de la referencia 15.

De acuerdo a la tabla y gráfico anteriores, las dimensiones mínimas en planta de los elementos que forman el pozo son las siguientes:

Elemento	A+B	3*W
Dimensiones pozo (m):	1.80	1.80
Cámara tranquilizadora (m):	1.00	1.80
Depósito anexo (m)	3.10	X

La dimensión 3*W de los depósitos anexos es variable y depende del volumen a almacenar en cada caso.

Tabla 2.1: Dimensiones en planta de las cámaras de los pozos de bombeo.

004566

El criterio para el dimensionamiento volumétrico de los pozos ha sido el comentado en apartados anteriores de capacidad de almacenamiento del caudal infiltrado en 24 h. sin funcionamiento de las bombas. De acuerdo a este criterio se han añadido cámaras tranquilizadoras anexas al cuerpo principal del pozo en aquellos casos en los que el volumen de estos es insuficiente para almacenar el volumen de diseño.

A continuación se incluyen las tablas con los cálculos realizados para el dimensionamiento volumétrico de los pozos. Los cálculos volumétricos se han hecho descontando los espesores de los muros partidores internos, los volúmenes definidos en el documento "Planos" son iguales o superiores a los volúmenes totales útiles presentados a continuación.

IDENTIFICACIÓN DEL POZO				VOLUMEN DE INFILTRACIONES A RECOGER EN POZOS DE BOMBEO			DIMENSIONAMIENTO VOLUMÉTRICO DEL POZO					
ID	Nº POZO	Nº EST/PV	NOMBRE POZO	caudal a recoger	Vol. acum. 24h	Vol. acum. 24h	Vol. total útil pozo				V. Almac. en pozo (m³)	CUMPLE (SI/Rev)
				infiltrado l/s	(l)	(m³)	L mín (m)	A mín (m)	Sup. (m²)	h útil (m)		
1	L2/1	1	PUERTO DEL CALLAO	0.422	36,496.98	36.497	4.50	4.50	20.25	2.00	40.500	Si
2	L2/2	2	BUENOS AIRES	0.245	21,179.98	21.180	3.50	3.50	12.25	2.00	24.500	Si
3	L2/3	3	JUAN PLABLO II	0.216	18,655.26	18.655	3.00	3.50	10.50	2.00	21.000	Si
4	L2/4	4	INSURGENTES	0.184	15,858.48	15.858	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
5	L2/5	5	CARMEN DE LA LEGUA - L2	0.455	39,329.11	39.329	4.50	4.50	20.25	2.00	40.500	Si
6	L2/6	6	OSCAR BENAVIDES	0.202	17,412.44	17.412	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
7	L2/7	7	SAN MARCOS	0.185	15,982.30	15.982	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
8	L2/8	8	ELIO	0.185	15,983.00	15.983	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
9	L2/9	9	LA ALBORADA	0.181	15,641.78	15.642	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
10	L2/10	10	TINGO MARIA	0.186	16,038.59	16.039	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
11	L2/11	11	PARQUE MURILLO	0.439	36,237.72	36.238	4.00	4.50	18.00	2.50	45.000	Si
12	L2/12	12	PLAZA BOLOGNESI	0.144	12,402.49	12.402	2.00	2.50	5.00	2.50	12.500	Si
13	L2/13	13	ESTACION CENTRAL	0.014	1,219.62	1.220	1.80	1.80	3.24	2.00	6.480	Si
14	L2/14	PV13	POZO VENTILACIÓN 13	0.245	21,202.66	21.203	3.50	3.50	12.25	2.00	24.500	Si
15	L2/15	14	PLAZA MANCO CAPAC	0.165	14,246.16	14.246	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
16	L2/16	15	CANGALLO	0.176	15,196.42	15.196	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
17	L2/17	16	28 DE JULIO	0.203	17,577.38	17.577	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
18	L2/18	17	NICOLAS AYLLO	0.180	15,534.09	15.534	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
19	L2/19	18	CIRCUVALACION	0.174	15,048.15	15.048	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
20	L2/20	19	NICOLAS ARRIOLA	0.642	55,496.39	55.496	4.50	5.00	22.50	2.50	56.250	Si
21	L2/21	20	EVITAMIENTO	0.231	19,966.23	19.966	3.00	3.50	10.50	2.00	21.000	Si
22	L2/22	21	OVALO SANTA ANITA	0.228	19,678.16	19.678	3.00	3.50	10.50	2.00	21.000	Si
23	L2/23	22	COLECTORA INDUSTRIAL	0.274	23,695.49	23.695	3.50	3.50	12.25	2.00	24.500	Si
24	L2/24	23	LA CULTURA	0.319	27,585.77	27.586	4.00	4.00	16.00	2.00	32.000	Si
25	L2/25	24	MERCADO SANTA ANITA	0.370	31,974.88	31.975	4.00	4.00	16.00	2.00	32.000	Si
26	L2/26	25	VISTA ALEGRE	0.242	20,919.24	20.919	3.00	3.50	10.50	2.00	21.000	Si
27	L2/27	26	PROLONG. JAVIER PRADO	0.206	17,803.48	17.803	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
28	L2/28	27	MUNICIPALIDAD DE ATE	0.095	8,223.33	8.223	2.00	2.50	5.00	2.00	10.000	Si
29	L4/1	1	GAMBETA	0.296	25,554.50	25.555	4.00	4.00	16.00	2.00	32.000	Si
30	L4/2	2	CANTA CALLAO	0.248	21,455.59	21.456	3.50	3.50	12.25	2.00	24.500	Si
31	L4/3	3	BOCANEGRA	0.224	19,364.01	19.364	3.00	3.50	10.50	2.00	21.000	Si
32	L4/4	4	AEROPUERTO	0.182	15,749.24	15.749	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
33	L4/5	5	EL OLIVAR	0.199	17,212.44	17.212	3.00	3.00	9.00	2.00	18.000	Si
34	L4/6	6	EL QUILCA	0.093	8,047.18	8.047	1.80	1.80	3.24	2.50	8.100	Si
35	L4/7	PV6	POZO VENTILACIÓN 6	0.105	9,096.71	9.097	2.00	2.50	5.00	2.00	10.000	Si
36	L4/8	7	MORALES DUAREZ	0.235	20,295.60	20.296	3.00	3.50	10.50	2.00	21.000	Si
37	L4/9	8	CARMEN DE LA LEGUA - L4	0.066	5,659.25	5.659	1.80	1.80	3.24	2.00	6.480	Si

NOTAS:
El volumen total útil del pozo no tiene en cuenta espesores de muros partidores intermedios.
Las dimensiones acotadas de los pozos se presentan en el documento "Planos".

Tabla 2.2: Dimensionamiento volumétrico de los pozos de bombeo.

Las dimensiones acotadas de las arquetas de rotura de carga se incluyen en el documento: "Planos".

2.5.2 Selección de los grupos motobomba

Para la selección de las bombas se consideran tres escenarios de funcionamiento:



- Situación extraordinaria 1. Caudal máximo a cántara: infiltración más rotura de 1 hidrante.
- Situación extraordinaria 2: infiltración más volumen recogido en accesos peatonales durante la tormenta de diseño.

Funcionamiento habitual (caudales medios): infiltración.

A la salida de cada bomba se dispone una tubería vertical de acero helicosoldado de 100 mm de diámetro, con válvulas de retención y de compuerta de 100 mm. Estas tuberías se unen en la principal de impulsión del mismo material y 150 mm de diámetro. Para el paso del tabique del cuarto técnico se prevé un carrete pasamuros, a partir del cual y hasta la llegada a la arqueta de rotura de carga en superficie se instala tubería de polietileno de alta densidad de 150 mm. de diámetro. La tubería de impulsión conduce los caudales drenados hasta la arqueta de rotura de carga y el pozo drenante situados en superficie.

La potencia necesaria de estos grupos vendrá dada por la expresión:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot r}$$

donde:

- P = potencia del grupo motobomba, en CV
- Q = caudal bombeado, en l/s
- H = altura manométrica en m.c.a.
- r = rendimiento del grupo motobomba

Las bombas se han dimensionado para el caso más desfavorable que se produce en la estación Carmen de la Legua de la L4. En la altura manométrica se considera la altura geométrica más unas pérdidas de carga localizadas y por fricción en torno al 15% de la altura geométrica. Para esta estación, la altura geométrica de elevación se considera la diferencia entre el nivel de agua máximo en la arqueta de salida y el nivel de agua mínimo en el pozo de bombeo, de forma que dicha altura geométrica es de aproximadamente 42,00 m. Los

Bombeo	Caudal (l/s)	Altura manométrica (m.c.a.)	Potencia (cv)
Todos	15.79	53.0	28

rendimientos de los grupos motobomba a instalar están en torno al 40-45%.

En base a lo expuesto se obtienen las siguientes características y potencias de los grupos de bombeo.

Tabla 2.2: Potencia de los grupos motobomba.

Para minimizar los caudales bombeados a los pozos drenantes, se simula con apoyo de hoja de cálculo un ciclo de 24 h de funcionamiento de las bombas: 2 funcionando y 1 en reserva en todos los casos.

Se incluye a continuación a modo de resumen los parámetros de funcionamiento de la simulación realizada.

- Arranques/h = 12 (1 a 12 arranques)
- Func. Hidrantes = SI (SI/NO)
- Vol. inicio = 3/5 VOL .UTIL
- Inicio 1ª bomba = 1/4 VOL .UTIL

A.7.8.2 Hidrología y drenaje

- Inicio 2ª bomba = 2/3 VOL .UTIL
- Func. bombas = 2.8 2.8 min.
- Q Bombas 1 y 2 = 15 15 l/s.

004568

2.5.3 Arquetas de rotura de carga

Previamente a la conexión al pozo drenante se han previsto unas arquetas para rotura de la carga hidráulica. A ellas llega la tubería de impulsión y sale el colector por gravedad que desagua en el pozo drenante.

Estas arquetas se diseñan de hormigón armado, enrasadas con la acera y con acceso mediante una tapa de fundición dúctil desde la misma. Las dimensiones interiores libres en planta de la arqueta son 3.00 x 1.70 m y con una altura libre de 1.30 m. Las arquetas disponen de pates para acceso y un muro partidior.

Las dimensiones acotadas de las arquetas de rotura de carga se incluyen en el documento: "Planos".

2.5.4 Pozos drenantes

Al no existir red de alcantarillado de pluviales en la ciudad de Lima, se ha previsto un pozo drenante asociado a cada bombeo para infiltrar los caudales drenados de la infiltración de las obras del metro.

En las investigaciones geotécnicas realizadas por Vera y Moreno en el año 2012 e incluidas en el Estudio de Factibilidad, se ha determinado con el apoyo de sondajes que en los dos tramos de línea en estudio la permeabilidad se puede considerar en general buena, con tramos puntuales de *permeabilidad buena a regular* y sondeos aislados con *permeabilidad muy buena o permeabilidad mala*.

De acuerdo a los datos de permeabilidad en los estratos superiores del terreno, y para el dimensionamiento de los pozos drenantes se ha adoptado el valor medio de permeabilidad $k = 7.71 \text{ E-}03$, correspondiente a una *permeabilidad buena a regular*.


Se incluye a continuación una tabla con el cálculo realizado para el dimensionamiento de los pozos drenantes asociados a cada uno de los pozos de bombeo y sus dimensiones.

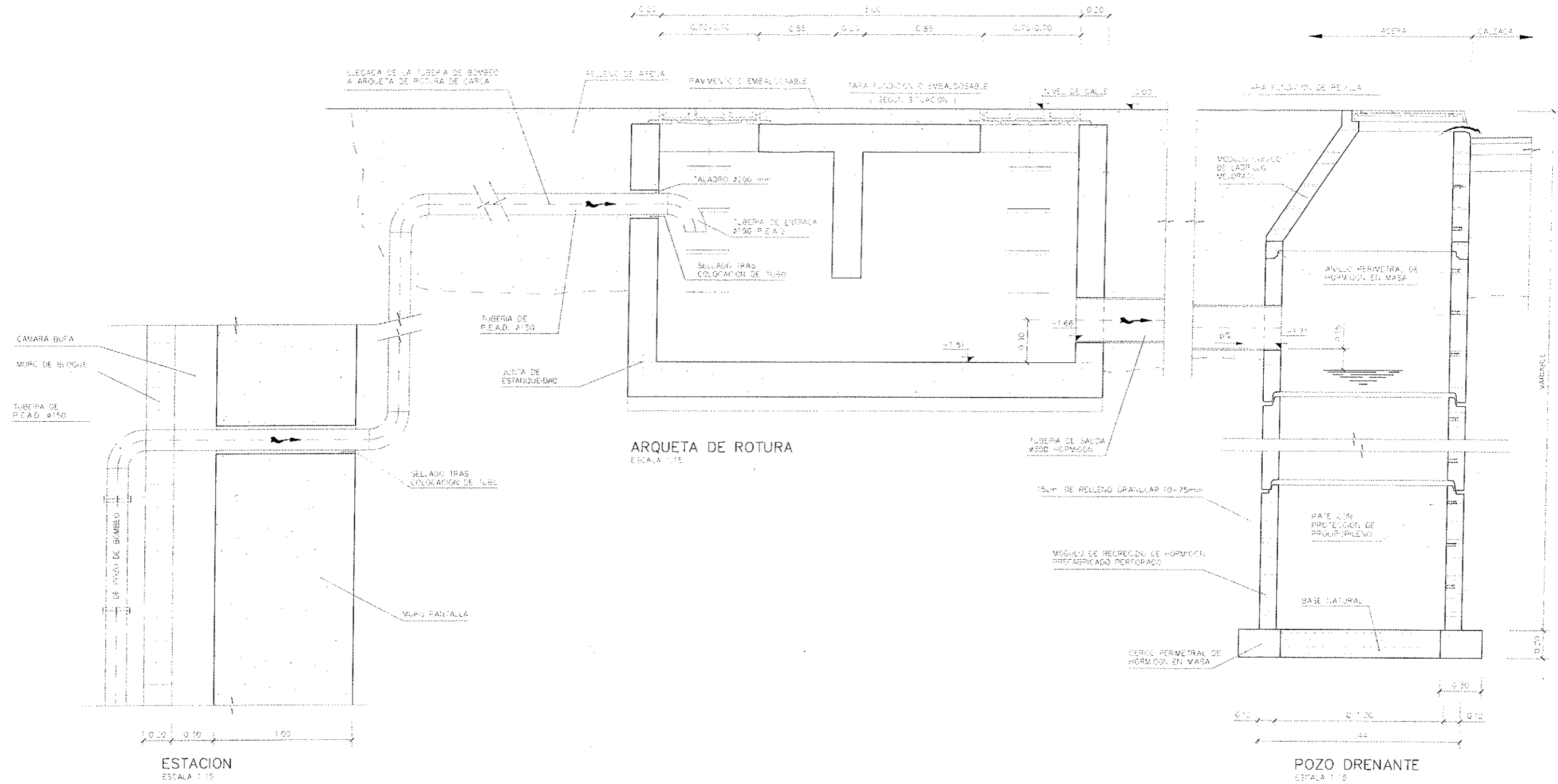


004569

NOMBRE POZO BOMBEO	MUNICIPALIDAD DE ATE	VIARIOS POZOS	VIARIOS POZOS	VIARIOS POZOS	VIARIOS POZOS	PUERTO DEL CALLAO	NICOLAS ARRIOLA
CAUDALES Y VOLÚMENES:							
ID BOMBEO	27	4, 9, 12, 14, 15, 17, 18 y 23	3, 6, 7, 8, 10, 16, 20, 21, 24	2, 13, 22 y 25	5 y 11	1	19
VOL.TOTAL [l/día]	5,761.64	-	-	-	-	35,862.61	46,218.03
VOL.UTIL POZO [m3]	6.00	15.00	19.00	23.00	29.00	36.00	47.00
Q MEDIO [l/s]	0.07	0.17	0.22	0.26	0.34	0.42	0.53
Q MEDIO HIDR. [l/s]	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83
VOLUMEN MAX/h [l]	1,266.00	1,854.00	2,169.00	2,325.00	3,327.00	4,545.00	4,590.00
DIMENSIONAMIENTO VOLUMÉTRICO:							
VOL. ENTRADA [m3/h]	1.3	1.9	2.2	2.4	3.4	4.6	4.6
FORMA POZO	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico
DIAMETRO POZO [m]	1.00	1.00	1.20	1.20	1.50	1.50	1.50
SUPERFICIE POZO [m]	0.79	0.79	1.13	1.13	1.77	1.77	1.77
H útil POZO [m]	1.70	2.50	2.00	2.20	2.00	2.70	2.70
H 1 [m]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H real POZO [m]	2.70	3.50	3.00	3.20	3.00	3.70	3.70
VOLUMEN POZO [m]	1.34	1.96	2.26	2.49	3.53	4.77	4.77
VÁLIDO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DIMENSIONAMIENTO INFILTRACIÓN:							
Qs = Area x k							
Qs = Perímetro x H útil x k							
DIAMETRO POZO [m]	1.00	1.00	1.20	1.20	1.50	2,50 x 6,00	1.80
PERÍMETRO [m]	3.14	3.14	3.77	3.77	4.71	17.00	5.65
N FREÁTICO [-m]	17.00	13.50	17.00	4.00	Sin Freático	2.00	Sin Freático
H útil GEOMETRICA [m]	1.70	2.50	2.00	2.20	2.00	2.70	2.70
H útil INFILTRAC. [m]	1.70	2.50	2.20	2.30	2.60	1.00	3.00
k [cm/seg]	7.71E-03	7.71E-03	7.71E-03	7.71E-03	7.71E-03	7.71E-03	7.71E-03
Qs [l/s]	0.412	0.606	0.639	0.669	0.945	1.311	1.308
Qs [l/h]	1,482.37	2,179.95	2,302.03	2,406.67	3,400.72	4,718.52	4,708.69
VÁLIDO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DIMENSIONES DEL POZO:							
ID BOMBEO	27	4, 9, 12, 14, 15, 17, 18 y 23	3, 6, 7, 8, 10, 16, 20, 21, 24	2, 13, 22 y 25	5 y 11	1	19
TIPO DE POZO:	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7
FORMA POZO	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Rectangular	Cilíndrico
DIAMETRO POZO [m]	1.00	1.00	1.20	1.20	1.50	2,50 x 6,00	1.80
H útil INFILTRAC. [m]	1.70	2.50	2.20	2.30	2.60	1.00	3.00
H real POZO [m]	2.70	3.50	3.20	3.30	3.60	2.00	4.00
H diseño POZO [m]	3.00	3.50	3.50	3.50	3.60	2.00	4.00

Tabla 2.3: Dimensionamiento y tipologías de pozos drenantes.


 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



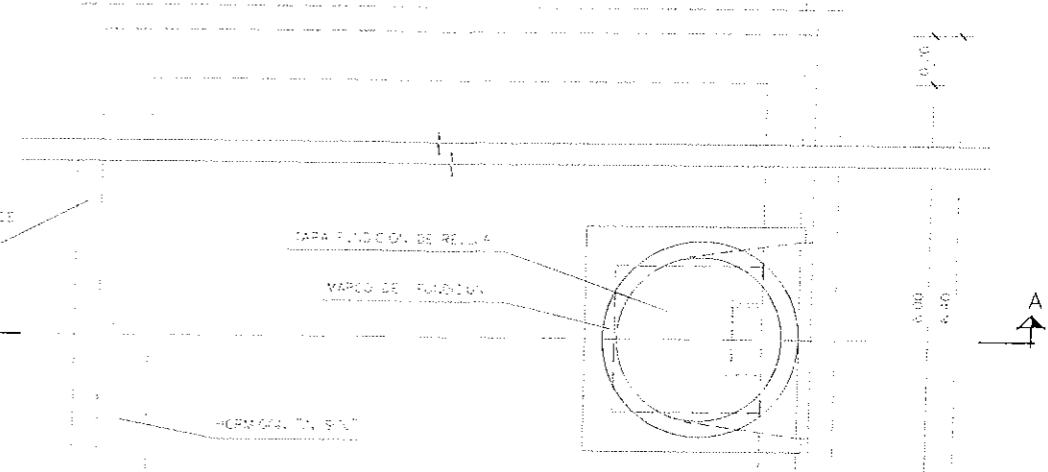
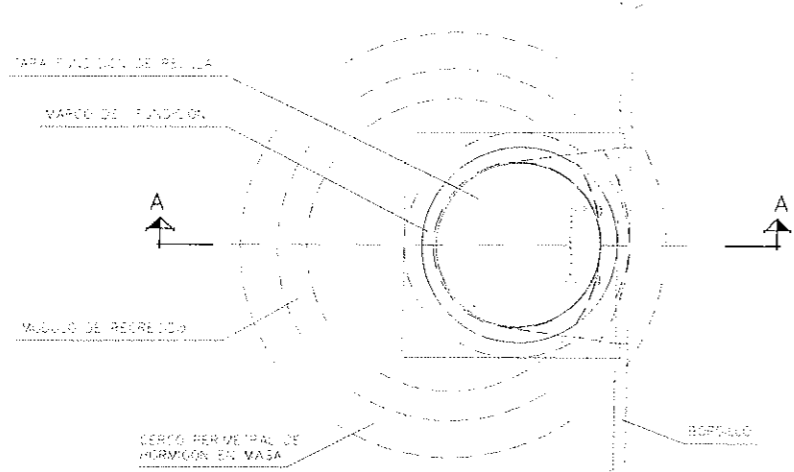
c:\trabajos\linea maestronuevo lima\ploc\concesion 013 planos y figuraciones\planos rev_2009\planos\epv\p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 13:39



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

POZO DRENANTE CIRCULAR

POZO DRENANTE RECTANGULAR

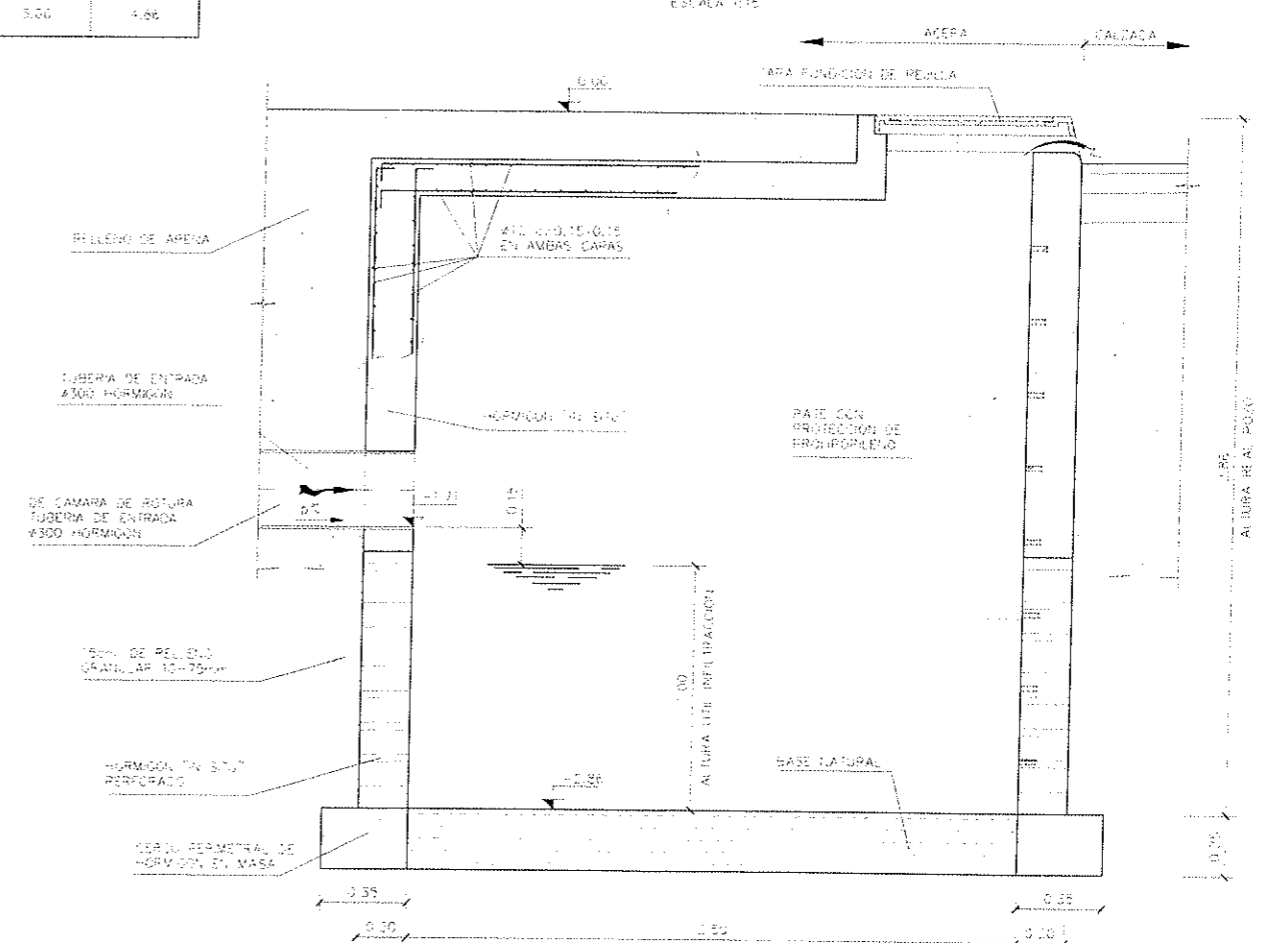
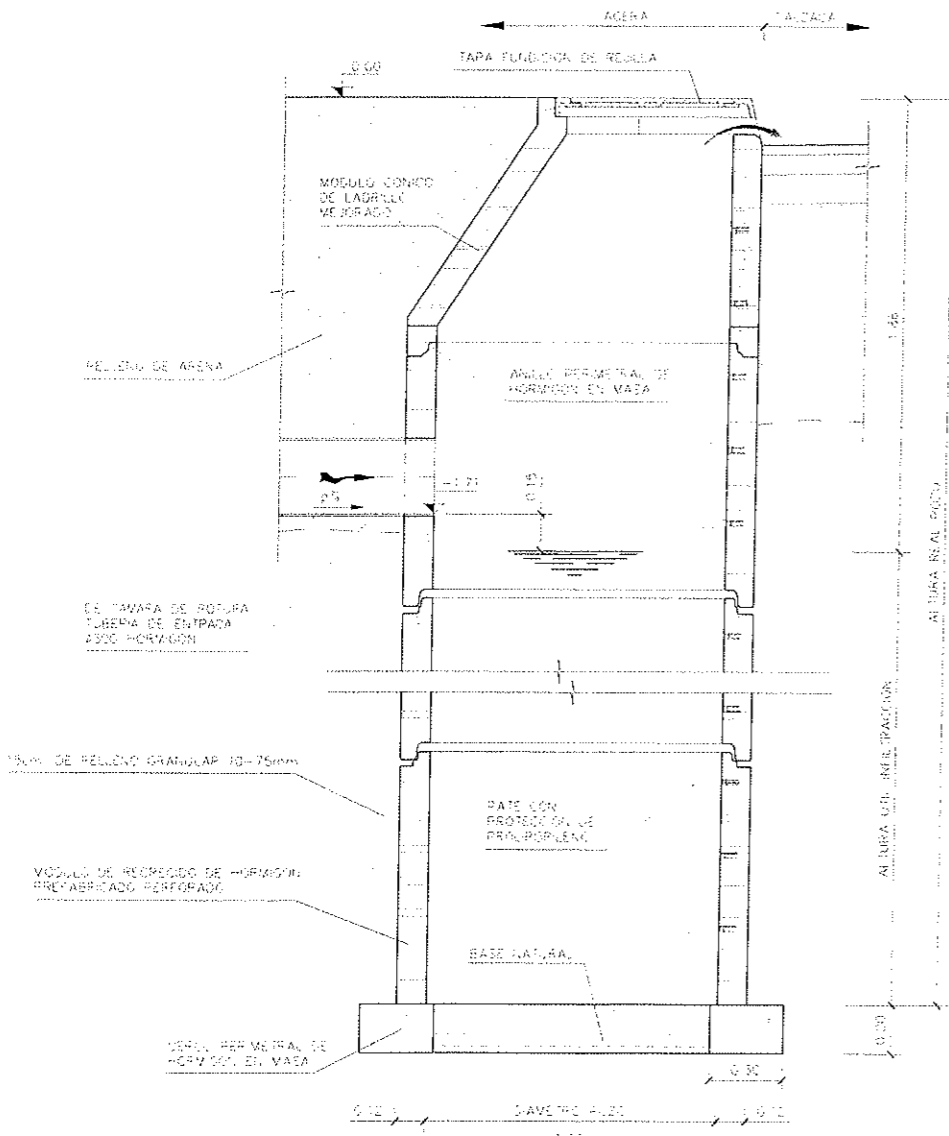


DEFINICION GEOMETRICA DE POZOS DRENANTES

ID. BOMBEO	GEOMETRIA POZO	DIAMETRO POZO	ALTURA DEL INFILTRADOR	ALTURA REAL POZO
27	CILINDRICO	1.00	1.70	3.98
4,9,12,14,15,17,18 y 23	CILINDRICO	1.00	2.50	4.58
3,6,7,8,10,16,20,21,24 y 26	CILINDRICO	1.20	2.20	4.08
2,13,22 y 25	CILINDRICO	1.20	2.40	4.16
5 y 11	CILINDRICO	1.50	2.60	4.48
1	RECTANGULAR	0.50-0.90	1.00	1.98
19	CILINDRICO	1.80	3.00	4.88

PLANTA
ESCALA 1/15

PLANTA
ESCALA 1/15



SECCION A-A
ESCALA 1/15

SECCION A-A
ESCALA 1/15

z:\trabajos\inmunicacion\par-metro\matp. licitacion\edificion 03 -planos y figuras\autobos\planos_rev_2014\doc-genera\p001-p001.dwg - 07/02/2014 - 13:38



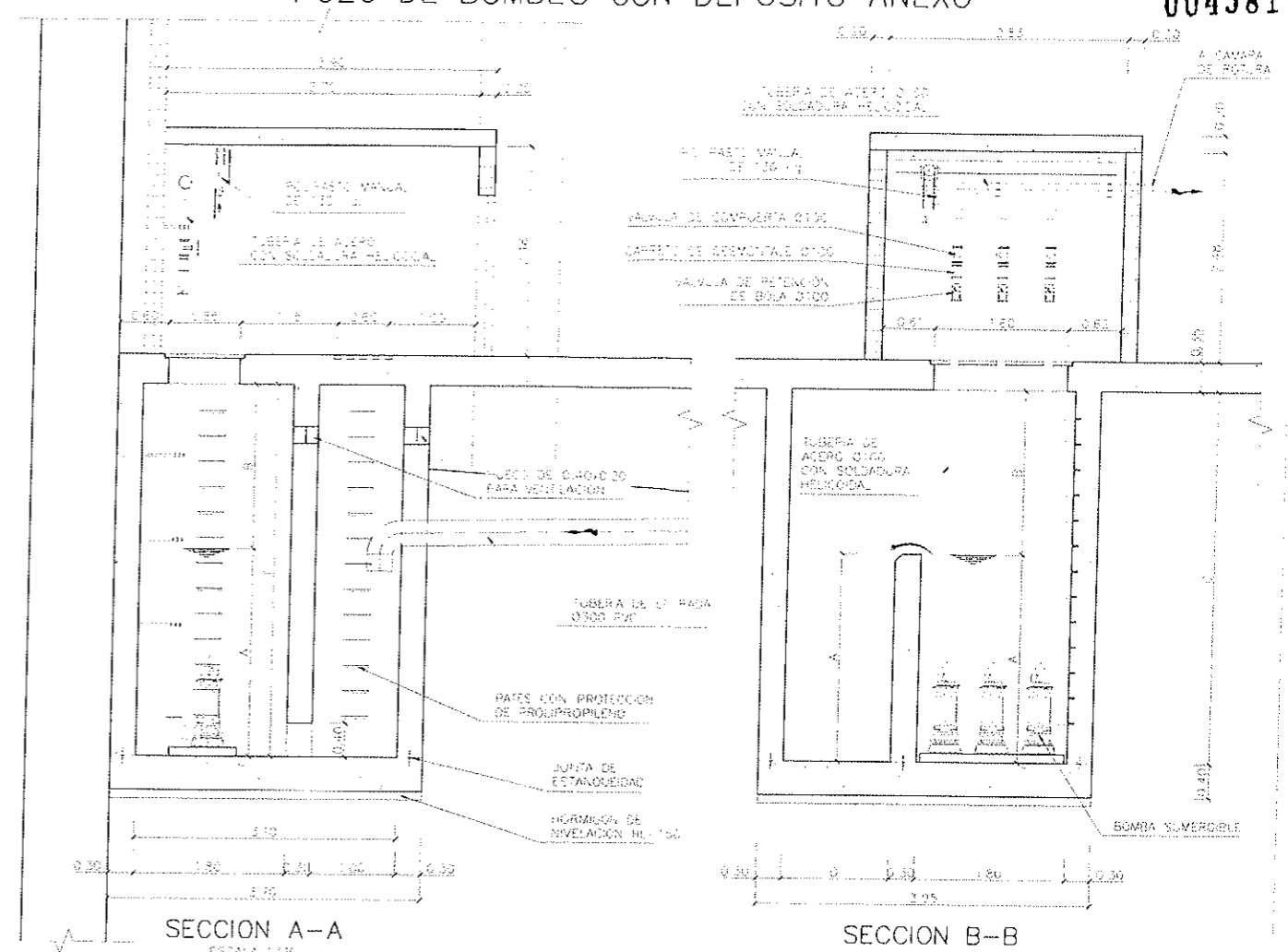
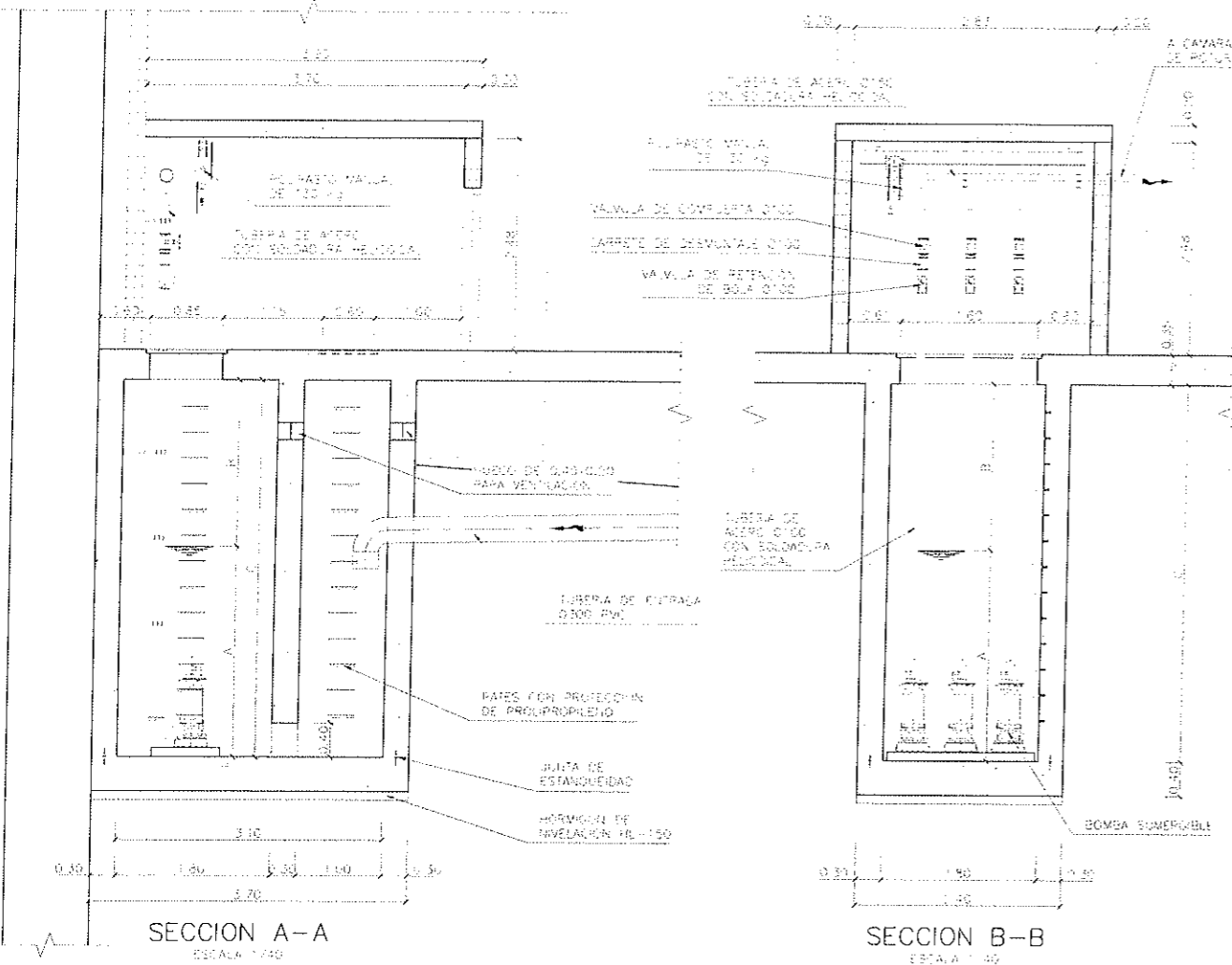
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA: 1/15
FECHA: FEBRERO 2014
PLANO Nº: POC-GEN-DR-PD-P-001
H01A: 01 de 01
REVISIÓN: 2
POZOS DRENANTES
H01A: 01 de 01
REVISIÓN: 2
0904-PLOC-GEN-DR-PD-P001-P001.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

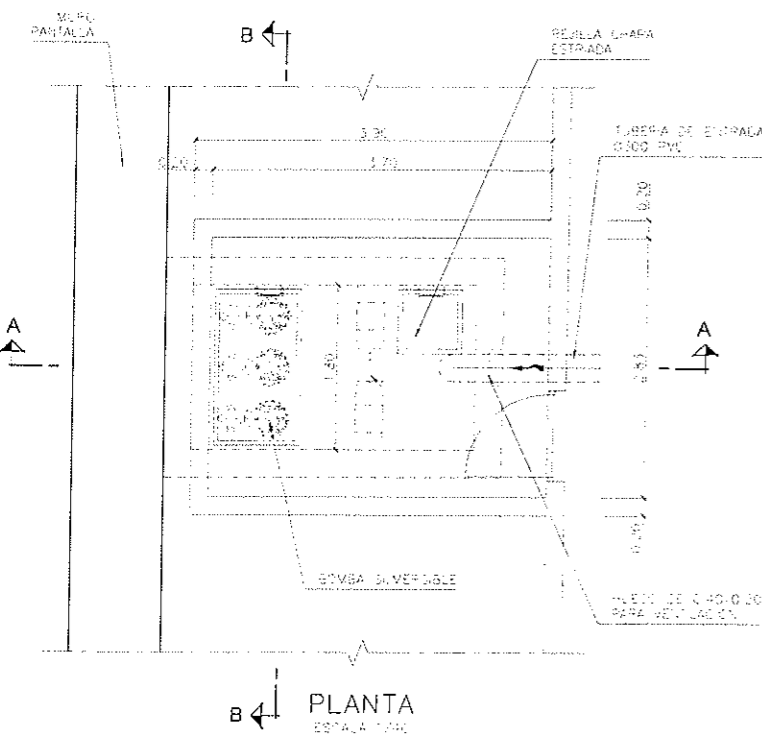
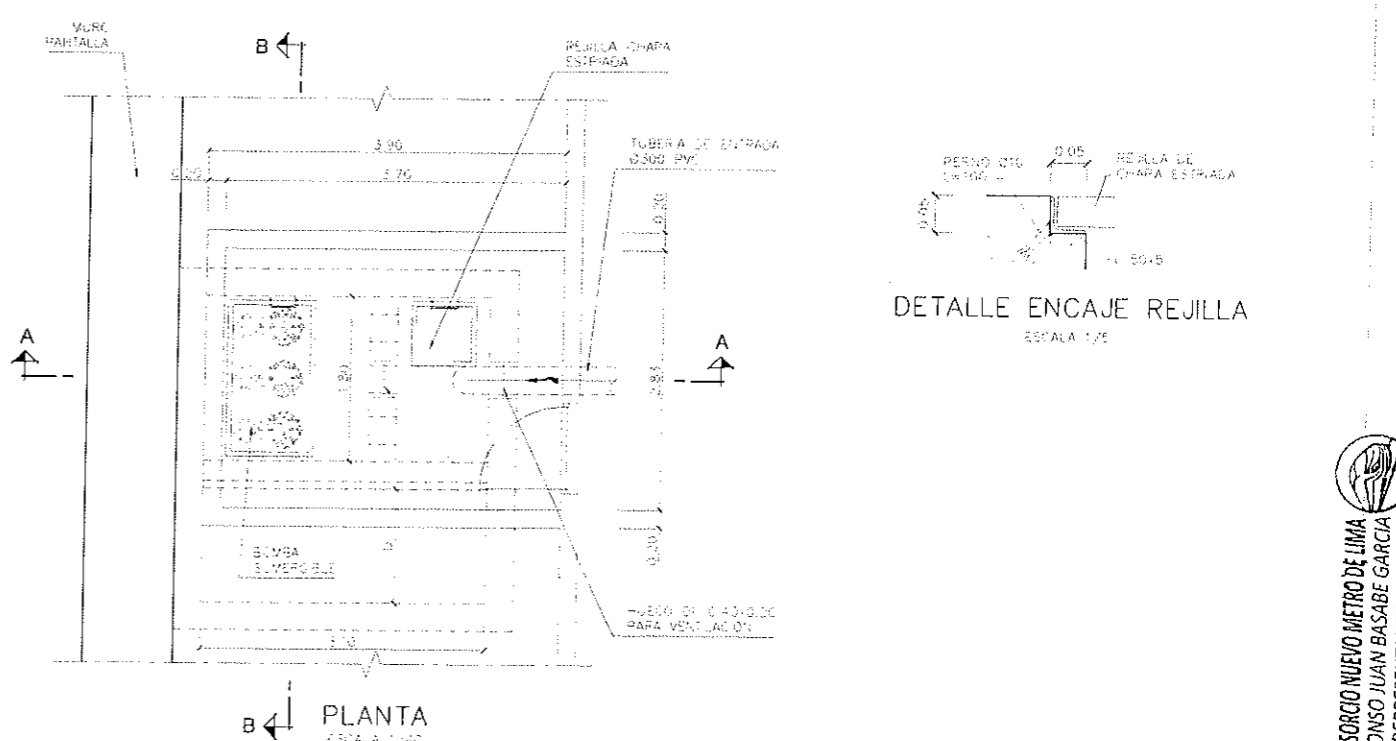
POZO DE BOMBEO

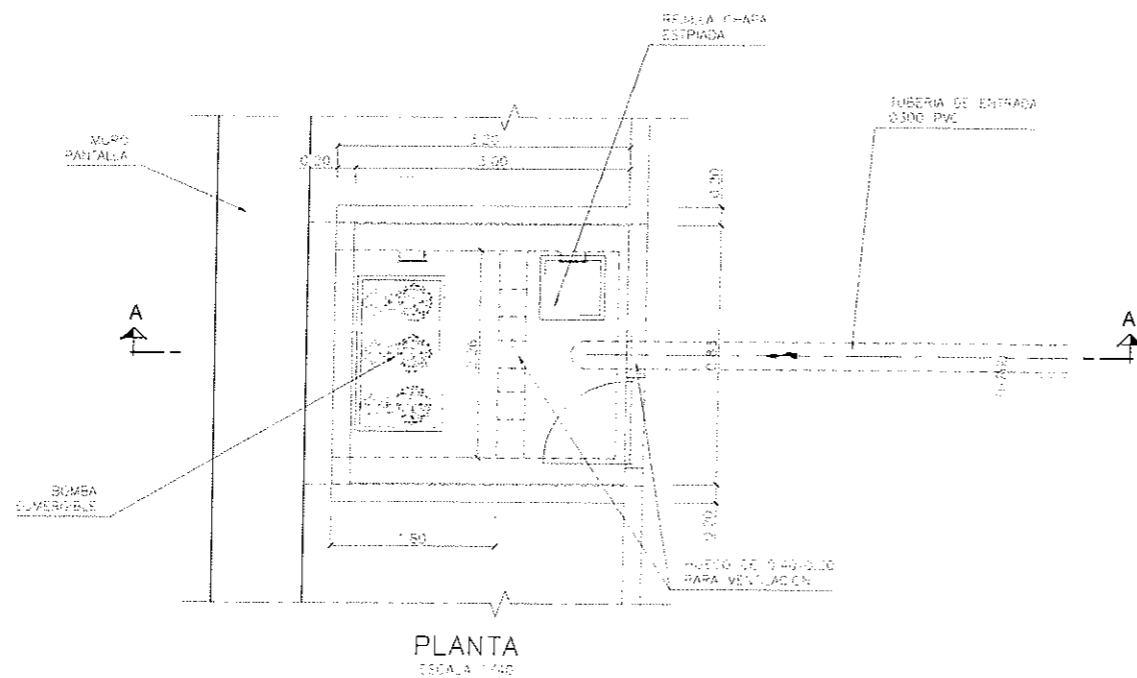
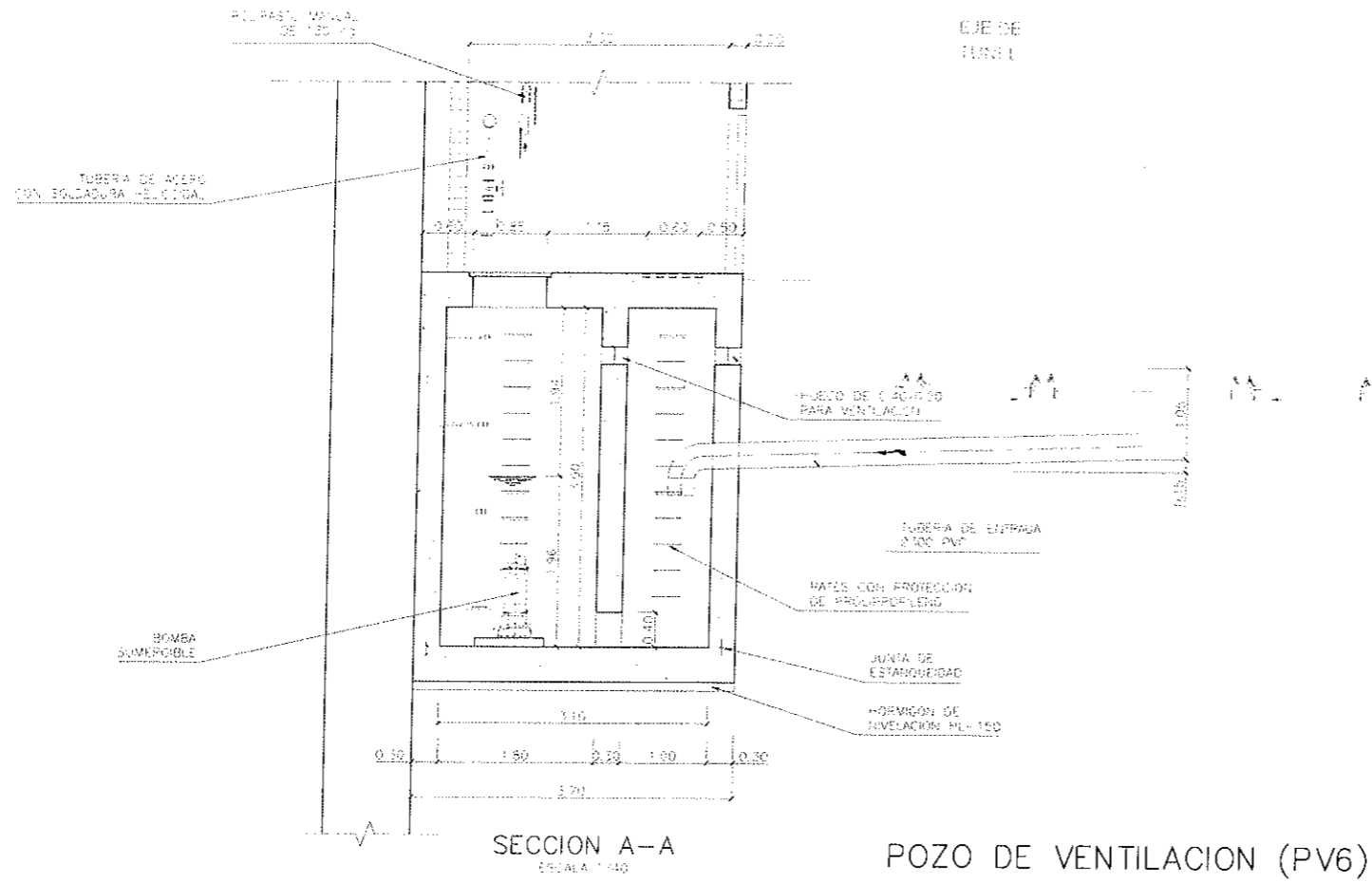
POZO DE BOMBEO CON DEPOSITO ANEXO



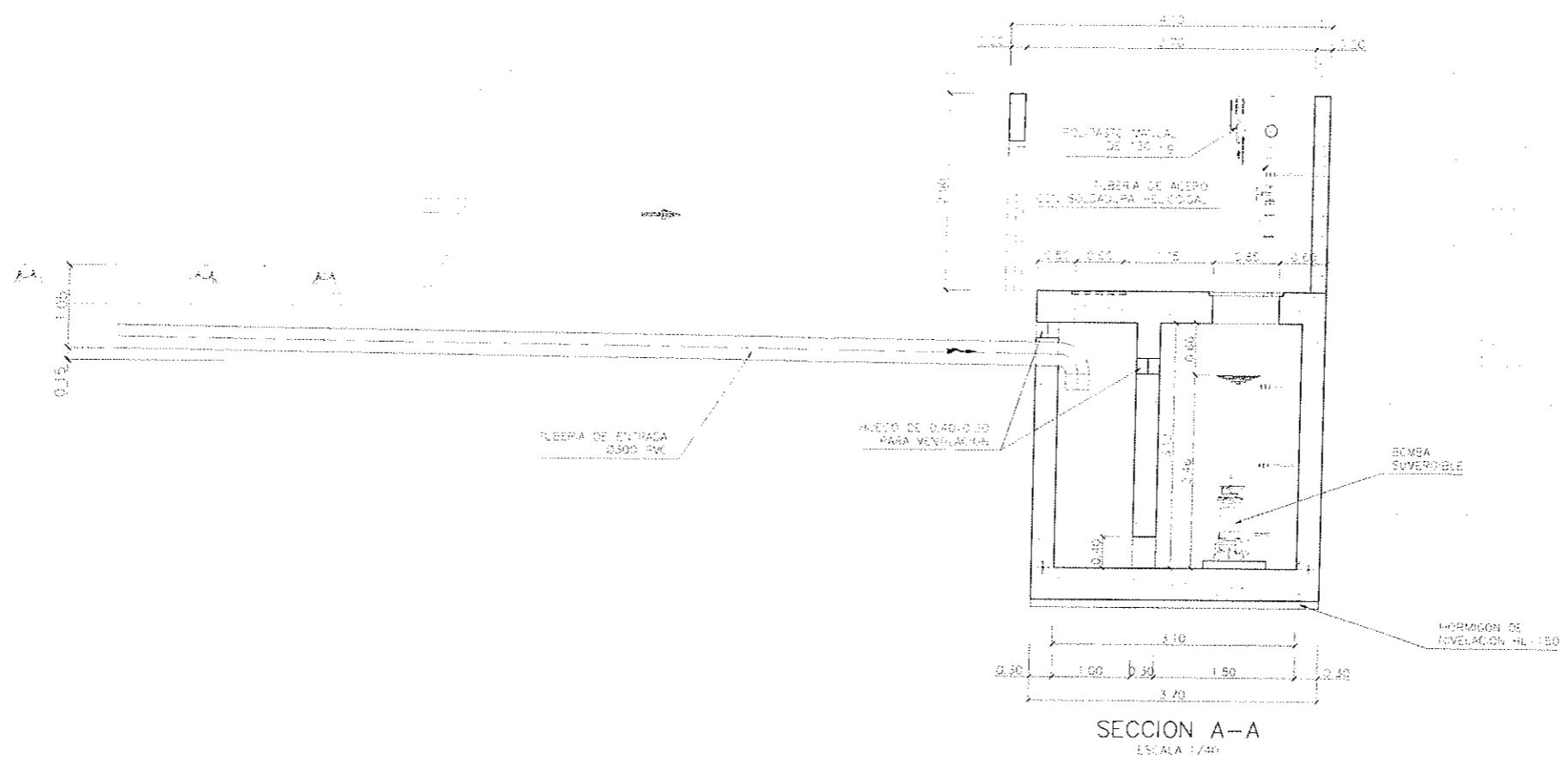
DEFINICION GEOMETRICA DE POZOS DE BOMBEO

ID	N° POZO	N°EST/PV	NOMBRE POZO	A [m]	B [m]	C [m]	D [m]
13	12/13	13	- ESTACION CENTRAL	3.48	1.94	4.40	-
17	14/ 9	8	- CARVEN DE LA LEGUA	3.48	1.94	4.40	-
28	10/28	17	- MUNICIPALIDAD DE ATE	3.48	1.94	4.40	-
15	14/ 7	PV6	- POZO DE VENTILACION E	1.98	1.94	3.90	-
11	12/ 6	8	- EL COLTA	3.96	1.94	4.00	-
12	10/12	12	- PLAZA BOLDOGIES	3.96	1.94	4.00	-
18	12/15	14	- PLAZA MANO CARAC	3.96	1.94	4.00	-
19	12/13	8	- CRENSWACION	3.96	1.94	4.00	-
16	12/ 6	15	- CARACALC	3.96	1.94	4.00	-
18	12/ 8	17	- NICOLAS ALEXON	3.96	1.94	4.00	-
12	12/ 3	9	- LA ALBERADA	3.96	1.94	4.00	-
17	12/ 4	4	- AEROPUERTO	3.96	1.94	4.00	-
17	12/ 4	4	- INDEPENDENCIA	3.96	1.94	4.00	-
9	12/ 8	7	- SAN MARTIN	3.96	1.94	4.00	1.00
10	12/10	6	- LAGO VARA	3.96	1.94	4.00	-
12	12/ 5	8	- EL CAYAR	3.96	1.94	4.00	-
6	12/ 6	6	- OSMAR BELAVADES	3.96	1.94	4.00	-
17	12/ 7	18	- DE TOLDO	3.96	1.94	4.00	-
17	12/ 7	18	- PRODIGIO JAVIER PRADO	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- JUAN PABLO	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- ESTACION	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- PAVAN SANTI ALTA	3.96	1.94	4.00	1.75
15	12/ 3	3	- SY AMBROSIO	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- VERALES JUANES	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- VISTA ALEGRE	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- BUENOS AIRES	3.96	1.94	4.00	3.00
15	12/ 3	3	- SANTA CALLAO	3.96	1.94	4.00	-
15	12/ 3	3	- INDUSTRIA INDUSTRIAL	3.96	1.94	4.00	-
14	12/ 4	PV 5	- POZO VENTILACION TE	2.98	0.86	3.12	-
19	12/ 1	11	- GAMBETA	3.96	1.94	4.00	3.55
19	12/ 1	11	- LA SANTI	3.96	1.94	4.00	-
19	12/ 1	11	- VERONES SANTI ALTA	3.96	1.94	4.00	-
11	12/ 1	11	- PARQUE MURILLO	1.98	1.94	4.00	4.15
1	12/ 1	1	- PUERTO DEL CALLAO	3.96	1.94	4.00	1.75
1	12/ 1	1	- CARVEN DE LA LEGUA	3.96	1.94	4.00	1.75
20	12/ 1	18	- NICOLAS ALEXON	3.96	1.94	4.00	3.15

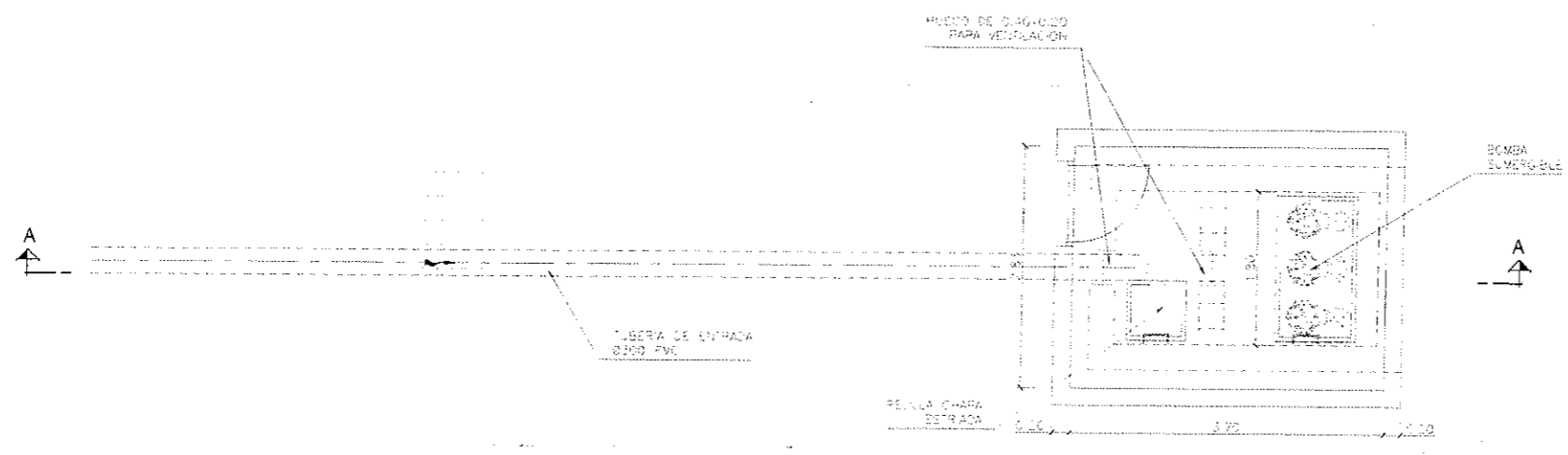




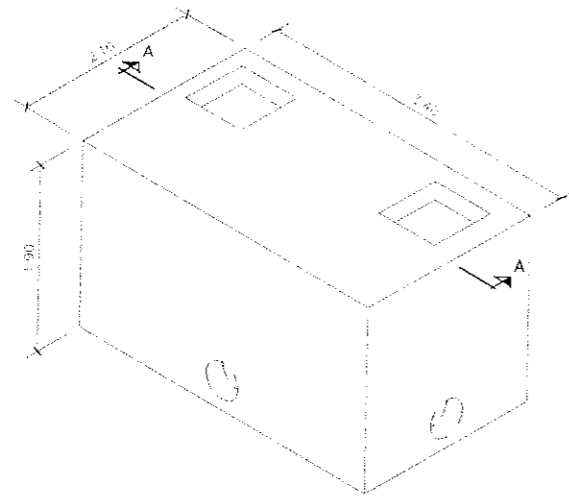
z:\trabajo\interior\peru-metro lima\p. licitacion\medicun 03 - planos y figuras\voce\estados rev. 2020\abc-genera-p-3002-000.dwg 07/02/2014 - 13:41



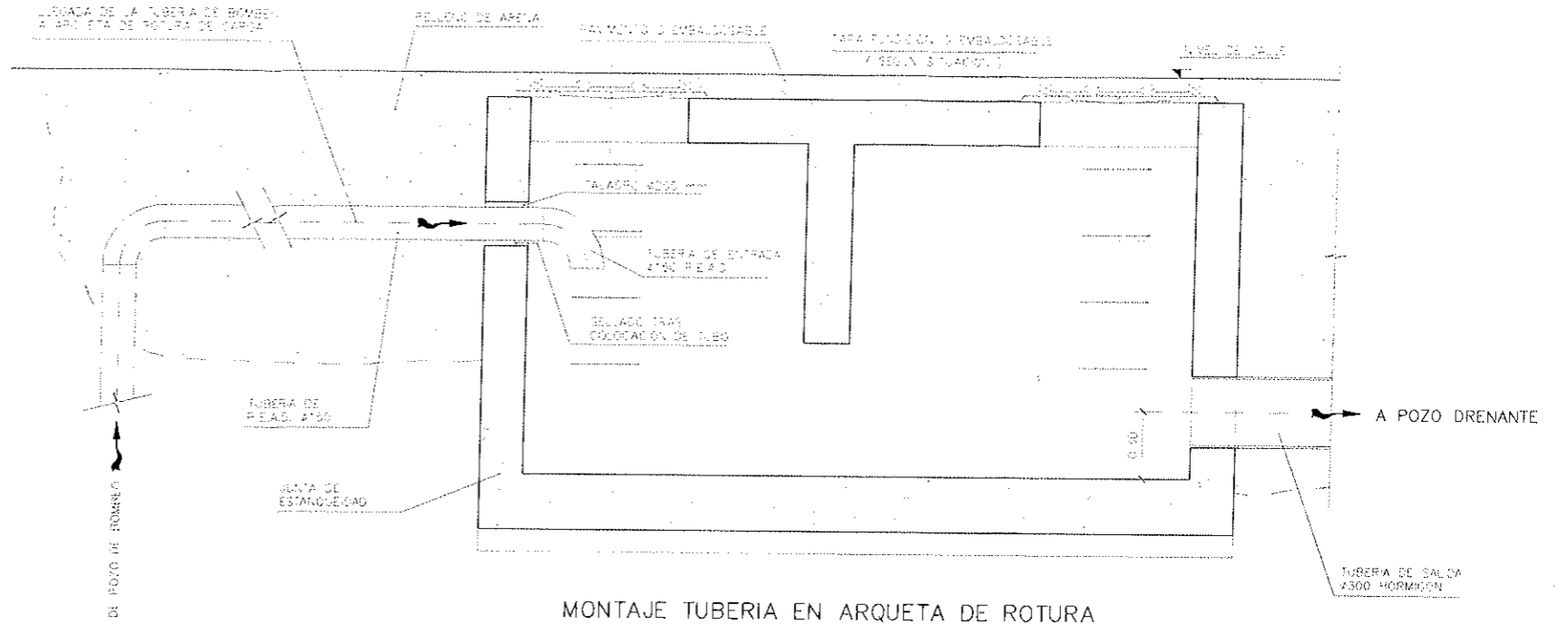
POZO LATERAL (PV13)



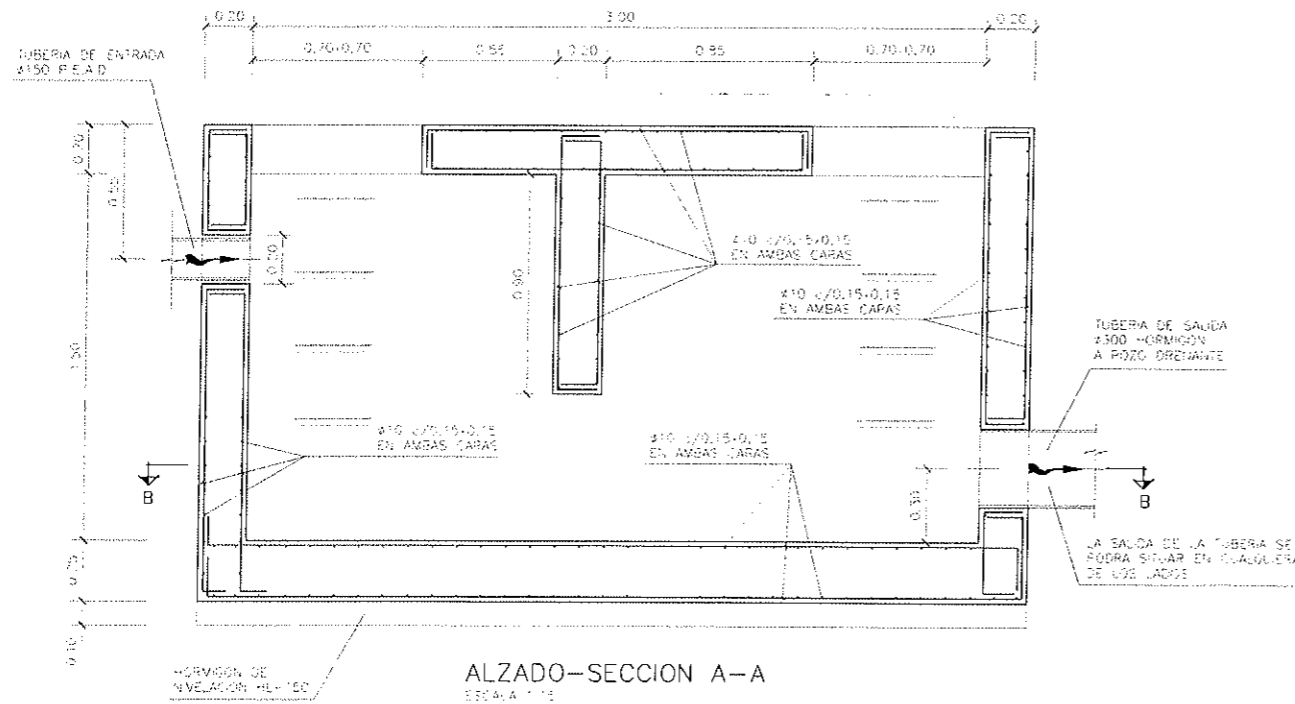
2:trabajosinternacional/peru-metro limao- licitacionmedicion 03-planos y figurasactivalesplanos rev. 20504-04e-02n-003-003.dwg - 07/02/2014 - 13:41



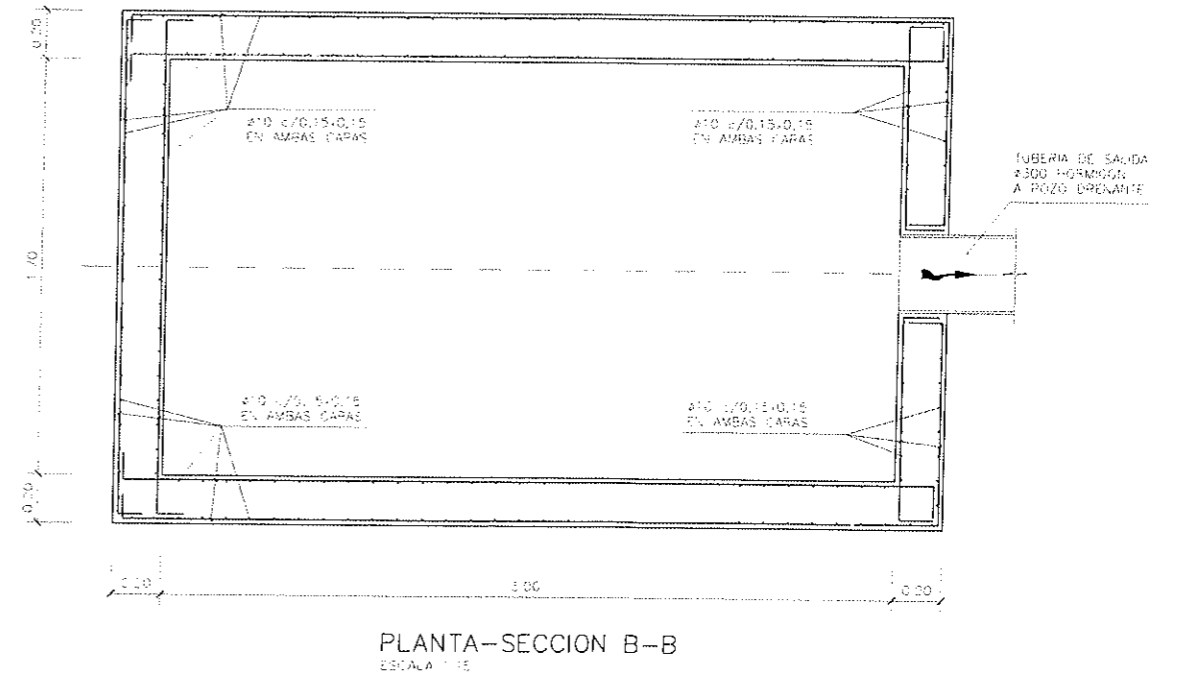
CAMARA DE ROTURA
SIN ESCALA



MONTAJE TUBERIA EN ARQUETA DE ROTURA
ESCALA 1/15

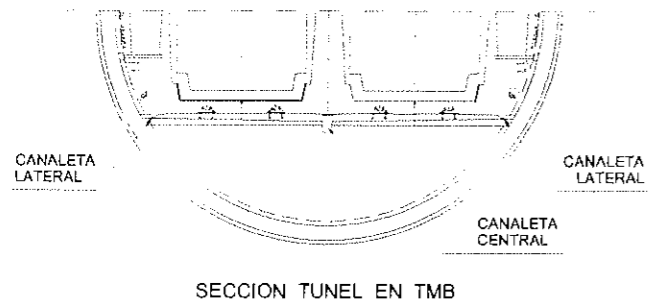
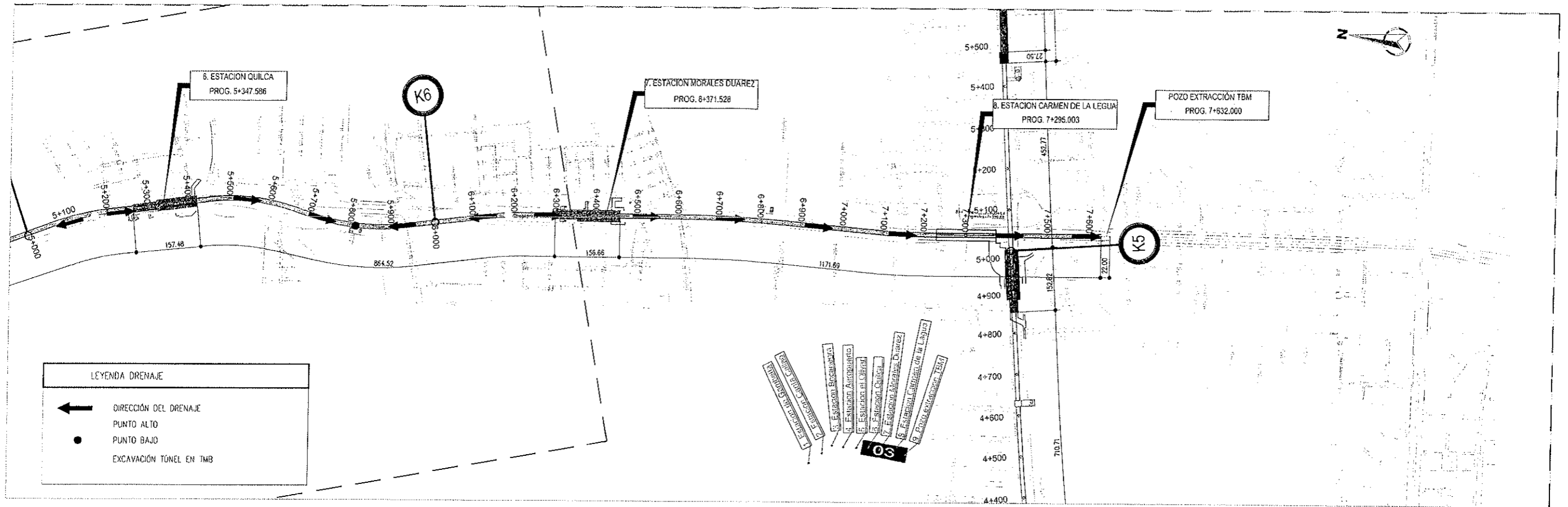


ALZADO-SECCION A-A
ESCALA 1/15



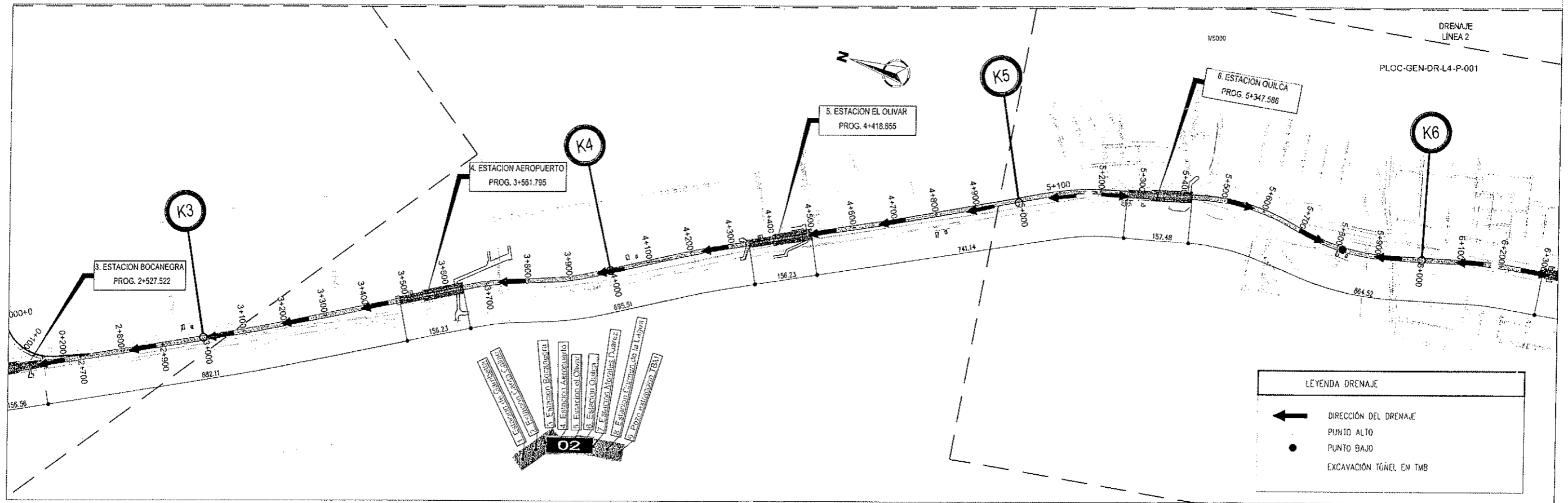
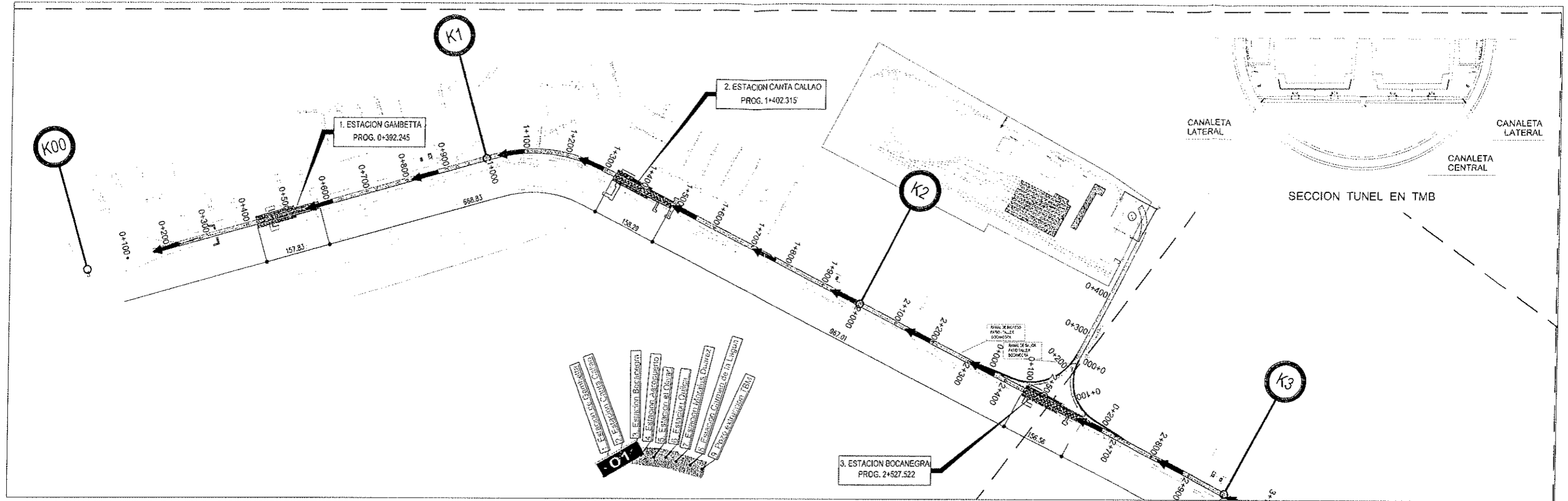
PLANTA-SECCION B-B
ESCALA 1/15

Trabajos de consultoría para el Metro de Lima - Planos y figuras de las tuberías y planchas, Lev. 2004-PLOC-GEN-DR-AR-P001-REV. 07/02/2014 - 19/37

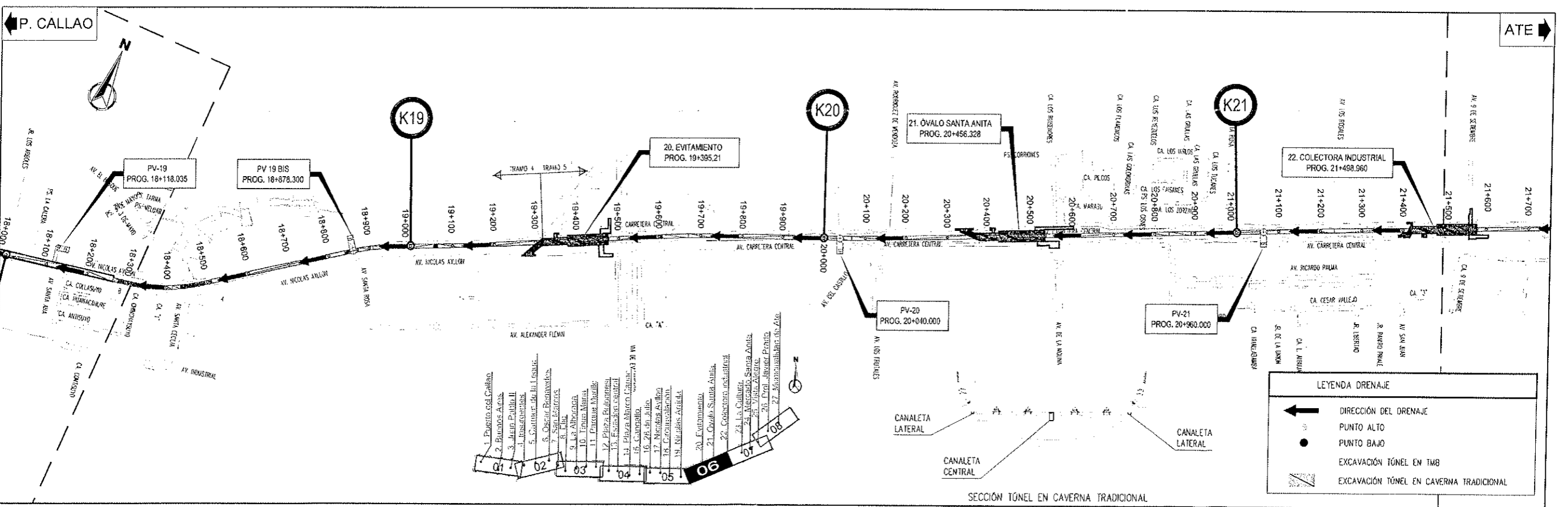
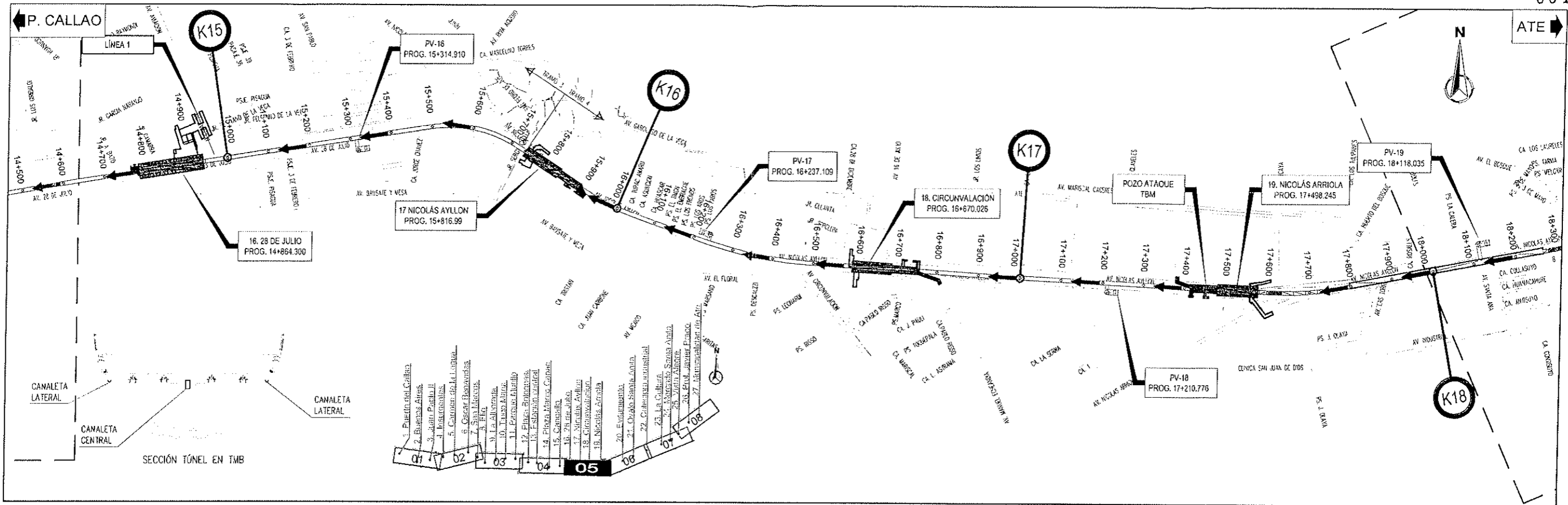


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

Z:\trabajos\internacional\peru-metro firmap. licitacion\medicion 03-planes y figuras\edificables\cauzos_rev_200902.pbc-gen-cl-4-p002-p002.dwg - 07/02/2014 - 13:34



Z:\trabajo\informacion\peru\metro\map..._estacion\lineacion_03-planos_y_figuras\diagramas\planos_12_02_2014 - 17.28



LEYENDA DRENAJE

- ← DIRECCIÓN DEL DRENAJE
- PUNTO ALTO
- PUNTO BAJO
- ▨ EXCAVACIÓN TÚNEL EN TMB
- ▨ EXCAVACIÓN TÚNEL EN CAVERNA TRADICIONAL

0:1903:262908 tablay2020.dwg documentación g:\calca09_plac-gen-dr-drenaje\0901-plac-gen-dr-l2-p001-p004.dwg - 12/02/2014 - 17:17



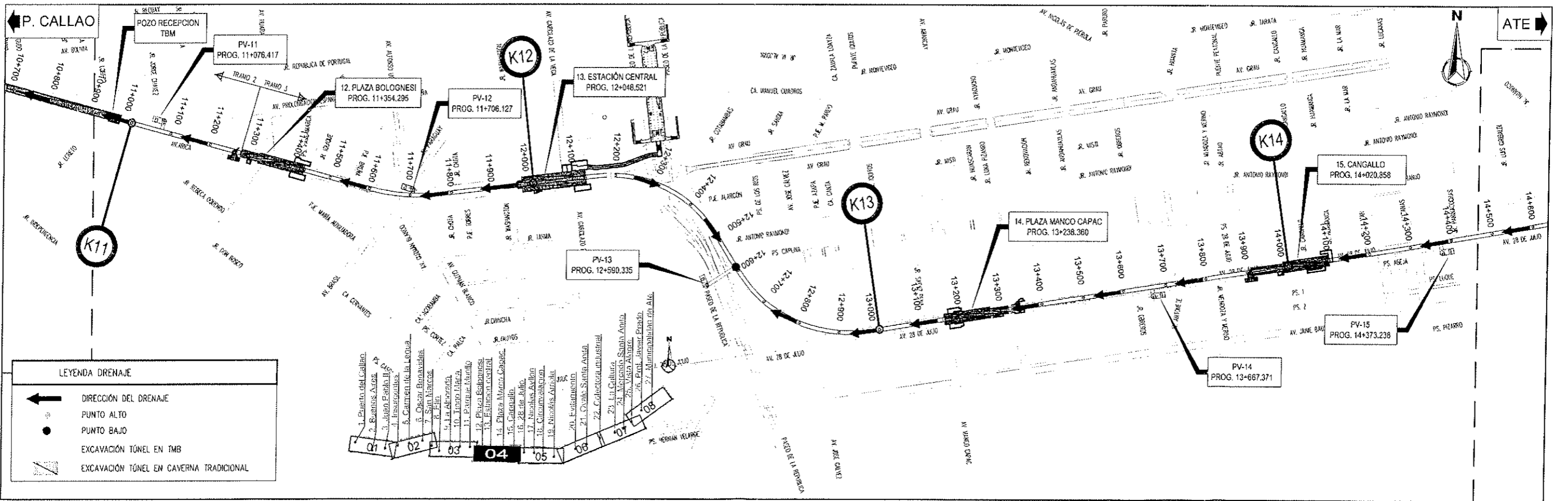
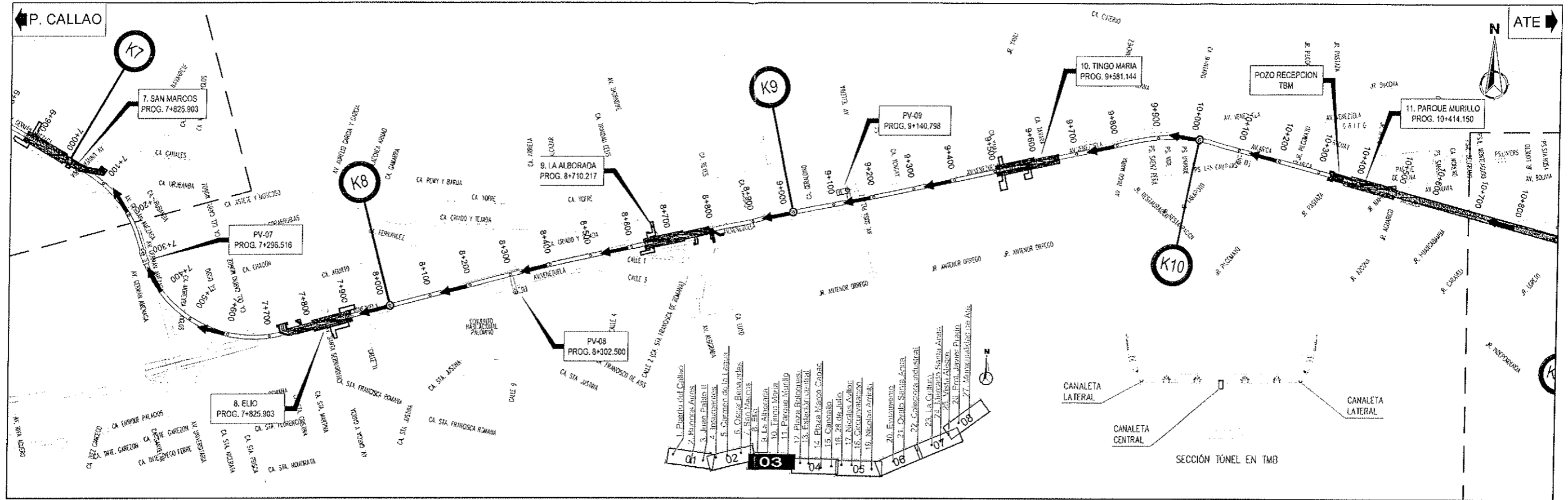
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

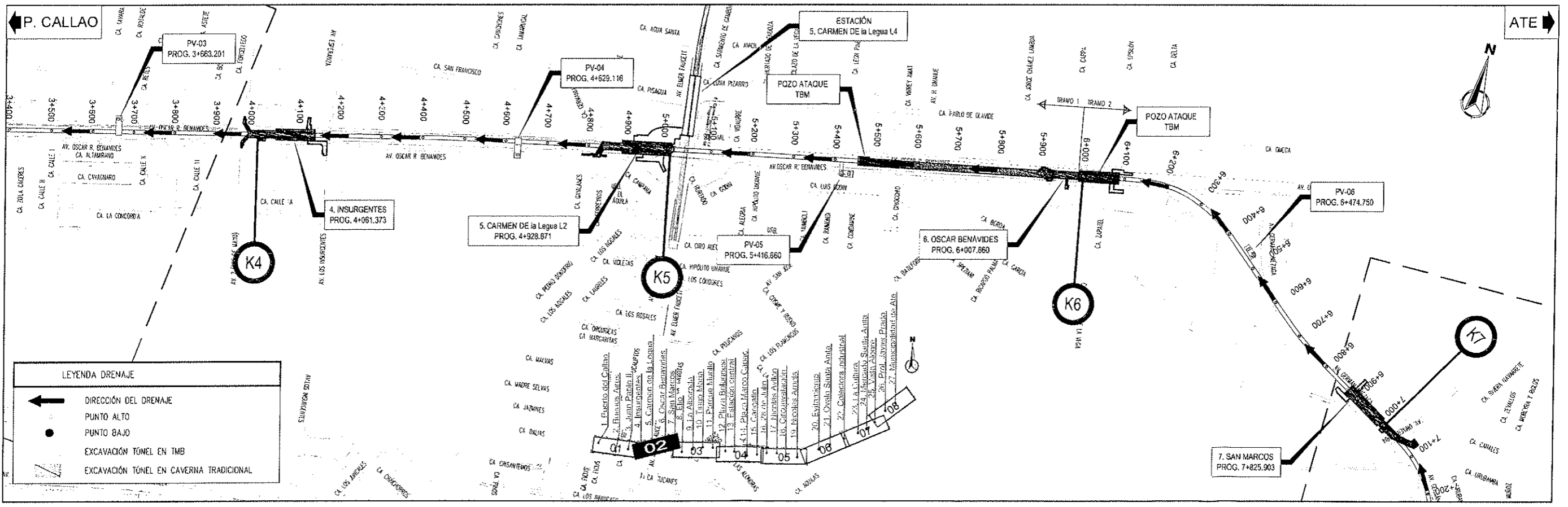
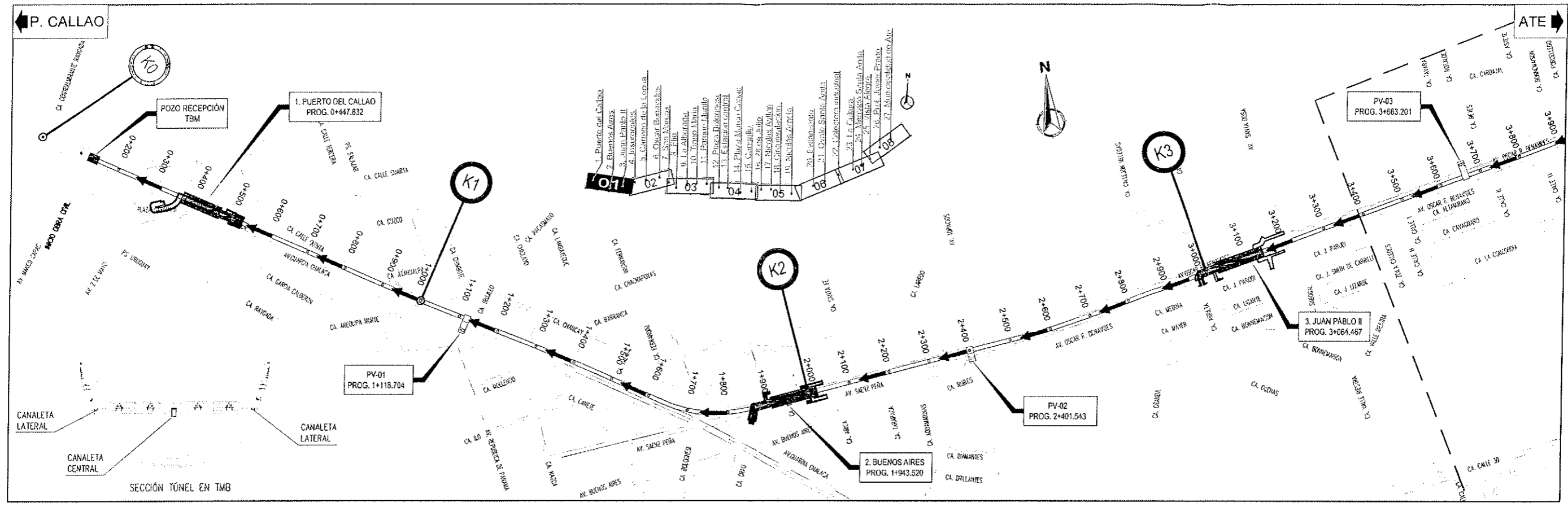
ESCALA (M) 1/5000
FECHA FEBRERO 2014

DRENAJE Y BOMBEO
LÍNEA 2 PLANO ESQUEMÁTICO DE DRENAJE
PLOC-GEN-DR-L2-P-003
HOJA 03 de 04
REVISIÓN 2

0901-PLOC-GEN-DR-L2-P001-P004.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL





LEYENDA DRENAJE

	DIRECCIÓN DEL DRENAJE
	PUNTO ALTO
	PUNTO BAJO
	EXCAVACIÓN TÚNEL EN TMB
	EXCAVACIÓN TÚNEL EN CAVERNA TRADICIONAL

0901-PLOC-GEN-DR-L2-P001-P004.dwg - 17/02/2014 - 17:16

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES
ayesa **IT**

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

ESCALA (M)
 1:5000
 FECHA
 FEBRERO 2014

DRENAJE Y BOMBEO
 LÍNEA 2. PLANO ESQUEMÁTICO DE DRENAJE
 PLANO N
 PLOC-GEN-DR-L2-P-001
 HOJA
 01 DE 04
 REVISIÓN
 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-DR-L2	Drenaje. Línea 2. Esquemático	1:5000	4
PLOC-GEN-DR-L4	Drenaje. Línea 4. Esquemático	1:5000	2
PLOC-GEN-DR-AR	Arquetas de rotura de carga.	1:15	1
PLOC-GEN-DR-EPV	Solución descarga bombeos.	1:15	1
PLOC-GEN-DR-PD	Pozos drenantes.	1:15	1
PLOC-GEN-DR-PV	Pozos de bombeo.	1:40	3

A.7.8.2 Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------	--

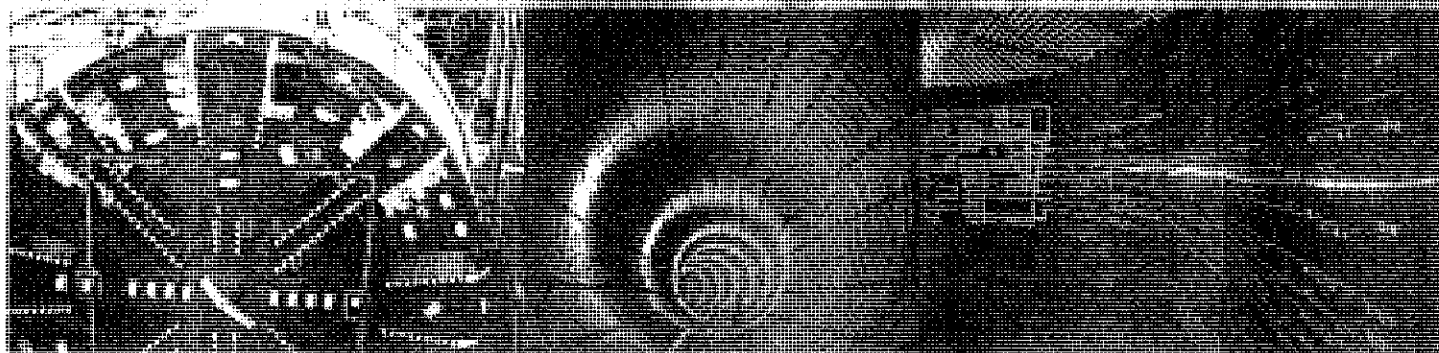
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

A.7.8.2 HIDROLOGIA Y DRENAJE APÉNDICE 1. PLANOS



004564

A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA



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

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



004585

A.8 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.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA

Índice

004586

1. <i>Introducción</i>	3
2. <i>Filosofía de la Propuesta Técnica</i>	4
2.1. <i>Expropiaciones</i>	4
2.2. <i>Desvíos de tráfico</i>	4
2.3. <i>Reposiciones e integración urbana</i>	5
3. <i>Estaciones</i>	6
3.1. <i>Accesos peatonales a la estación</i>	6
3.1.1. <i>Accesibilidad</i>	6
3.1.2. <i>Visibilidad</i>	7
3.2. <i>Rejillas y ductos de servicio</i>	7
3.3. <i>Salidas de emergencia y acceso área técnica</i>	7
3.4. <i>Bicicletarios</i>	9
3.5. <i>Zonas afectadas por riesgo Tsunami: Puerto de Callao</i>	10
3.5.1. <i>Accesos</i>	10
3.5.2. <i>Rejillas de ventilación</i>	10
4. <i>Pozos de ventilación y salidas de emergencia</i>	12
5. <i>Patios taller</i>	13
6. <i>Criterios para el desarrollo de un proyecto de integración urbana</i>	15
6.1. <i>Consideraciones generales</i>	15
6.2. <i>Integración urbana de la estación L2 Tingo María</i>	17

Apéndice 1 – Matriz de alteración del Entorno Urbano

MEMORIA DESCRIPTIVA

004507

1. INTRODUCCION

En el caso de esta obra de infraestructura destinada al transporte público, los aspectos funcionales, íntimamente relacionados con la utilidad pública son asumidos desde el origen del proyecto como prioritarios, son una de las bases fundamentales sobre la que se desarrolla la presente propuesta.

La conectividad que se consigue con una red de metro entre distintas partes de la ciudad potencia su actividad económica y social permitiendo una considerable mejora de las condiciones de vida de la ciudad. La inserción de una línea de metro en la ciudad significa para los habitantes de ésta una nueva forma de vivirla y experimentarla, produciendo a su vez un impacto en el entorno en el que se inserta.

Funcionalmente, la rapidez y seguridad del viaje son los valores que definen la bondad del sistema.

Por otra parte, una de las principales condicionantes que tiene una obra subterránea urbana radica precisamente en el ámbito en el que se desarrolla: entorno urbano altamente densificado, con alto grado de ocupación y con un valor del suelo muy elevado.

Todos aquellos elementos de la infraestructura que tienen, ya sea durante la ejecución o en fase de servicio, una "huella" en superficie, generan unas ocupaciones de suelo que deben gestionarse y resolverse adecuadamente.

Dentro de estos elementos, los principales "generadores" de ocupación son las estaciones, sin olvidarnos de los pozos de ventilación y de forma provisional los obradores necesarios durante la construcción.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 

2. FILOSOFÍA DE LA PROPUESTA TÉCNICA

Además de los aspectos sociales y de transporte, para el posicionamiento preliminar de las estaciones, en LA Propuesta Técnica se consideran tres aspectos principales relacionados con la fase de realización de la obra:

- Expropiaciones
- Desvíos de tráfico
- Reposiciones e integración urbana

2.1. EXPROPIACIONES

Un criterio básico a la hora de trazar las nuevas líneas de Metro es, por cuestiones de seguridad, minimizar los tramos bajo edificaciones y estructuras, procurando llevar el trazado por ejes viarios o zonas no edificadas. El hecho de construir las estaciones desde superficie (también por seguridad, entre otros factores) incide aún más en esa recomendación. Este hecho supone una ventaja a la hora de las expropiaciones, puesto que gran parte de las ocupaciones (temporales o definitivas) se harán en suelo de titularidad pública, limitando así al mínimo la expropiación de áreas privadas.

Cuando los elementos que interactúan con la superficie han tenido que ser ubicados en predios privados debido a la falta de espacio público disponible, en todos los casos se han insertado al conjunto respetado los anchos de acera, de manera que permitan un fluido recorrido tanto para los transeúntes de la zona como para los usuarios de la estación. Estas medidas han sido tomadas en todas las estaciones en las que se insertan elementos en el interior de las manzanas por falta de espacio público libre.

En el caso de las ocupaciones de gran envergadura como por ejemplo las estaciones se aprovecha para actuar sobre el entorno urbano mejorando su aspecto, al realizar la reposición de la zona. Esta acción de actuación urbana de integración y mejora siempre estará supeditada a lo determinado en el estudio de factibilidad, a los Planes de Desarrollo Urbano y Plan de Proyectos Estratégicos de la ciudad.

2.2. DESVÍOS DE TRÁFICO

El posicionamiento de las estaciones y, en particular, de todos los cuerpos emergentes (accesos a la estación, salidas de emergencia, accesos al área técnica, rejillas de ventilación y ductos de servicio) está diseñado para evitar la necesidad de hacer modificaciones permanentes sobre la trama vial existente, por lo que los desvíos serán solo ejecutados durante la fase de construcción de las infraestructuras.

En el planteamiento de estos desvíos de tráfico provisionales, se ha tenido en cuenta el mantenimiento de la circulación de las vías principales con al menos un carril por sentido, limitar al mínimo el corte de calles adyacentes, permitir los accesos a viviendas y locales, garantizar el tránsito seguro tanto de peatones como de conductores, así como una adecuada señalización de las obras y de las vías alternativas, prestando especial atención a Hospitales, Escuelas y sus Planes de Emergencia.

2.3. REPOSICIONES E INTEGRACIÓN URBANA

Una vez acabadas las ocupaciones temporales sufridas durante las obras, se debe acometer la reposición de uso del espacio ocupado.

El alcance de esta reposición es muy variable, pudiendo ir desde la mera reposición al estado previo en el que se encontraba al inicio de las obras, con una serie de medidas de integración puntuales en la infraestructura del Metro que quede permanente en el entorno (accesos, rejillas de ventilación, salidas de emergencia), hasta el desarrollo de un proyecto de integración urbana que involucra a la nueva infraestructura ejecutada y a todo el entorno en el que se ubica.

Esta última opción se ha de revisar en función de los Planes Estratégicos de Desarrollo Vigentes siempre que se pueda alterar el uso actual y futuro del entorno y que pueda asumirse el coste económico de las obras.

3. ESTACIONES

3.1. ACCESOS PEATONALES A LA ESTACIÓN

Los accesos peatonales a las estaciones de Metro son el elemento identificativo y representativo del nuevo sistema de transporte público, especialmente si es subterráneo. Por lo tanto, su diseño debe cumplir con criterios de acceso y visibilidad.

3.1.1. Accesibilidad

Los accesos están ubicados en la proximidad de las intersecciones de vías principales, de manera que sean accesibles y funcionen también como cruce subterráneo, por lo que las estaciones poseen como mínimo un acceso a cada lado de la vía en la que se ubican.

Se propone, como en el Estudio de Factibilidad, una conformación estándar para todas las tipologías de estación, a excepción de algunos casos donde se presentan situaciones especiales que se definen más adelante.

La configuración tipo de los accesos para cada estación es la siguiente:

- Un acceso peatonal abierto, compuesto por una escalera fija y dos escaleras mecánicas. En este caso el espacio de ocupación de la estructura en la superficie es de 11.50 x 7.00 m con un espacio libre en la zona previa al acceso de 6.00 m a partir del punto final de la escalera mecánica, por lo que el espacio total del que se dispone en la superficie es de 16.00 x 7.00 m.
- Otro acceso peatonal abierto al otro lado de la vía principal constituido por una escalera fija y una escalera mecánica, con una ocupación superficial de 11.50 x 5.10 m y un requerimiento total de espacio de 16.00 x 5.10 m.
- Cada una de las estaciones dispone como mínimo de dos (2) elevadores para atender a los usuarios con discapacidad. Esta disposición de doble elevador permite además un paso seguro en las avenidas donde se ubican las estaciones. Las dimensiones aproximadas externas son de 3.30 x 3.00 m, más un área libre frente a éste de 2.50 m de longitud, resultando en este caso de un total de 5.80 x 3.00 m.
- En la Estación de Municipalidad de Ate (L2) y Aeropuerto (I4) se disponen de forma excepcional 3 elevadores
- En las estaciones de Puerto del Callao y Prolongación de Javier Prado se dispone un único elevador debido a la configuración excepcional de sus salidas y su relación con el entorno urbano

Los accesos peatonales estándar están configurados por un peto de hormigón, con revestimiento de travertino y con barandilla de acero, sin cobertura, disponiéndose la puerta de cerramiento nocturno en el fondo de la escalera.

El acceso al elevador marcará fuertemente la localización de la estación del Metro, proponiéndose un cerramiento en vidrio y acero cuya principal característica sea la transparencia.

3.1.2. Visibilidad

El objetivo es crear una identidad clara y fuerte de la línea de Metro.

Para lograr este objetivo todos los accesos deben estar caracterizados por los mismos elementos estilísticos y geométricos.

Esta imagen se desarrolla ampliamente en el Anejo 7.1_Capítulo 4 ACABADOS.

3.2. **REJILLAS Y DUCTOS DE SERVICIO**

Cada estación posee una rejilla de expulsión y una de inmisión de aire para su ventilación. Cada rejilla con una ocupación total en la superficie de 5.60 x 4.10 m. La separación mínima entre ambas es de 5.00 m.

La altura de estas rejillas dependerá de su función y del entorno en el que se ubiquen. Las de inmisión deben tomar el aire más puro posible, por lo que deben tener una altura de 2.00 a 2.50 m cuando el entorno urbano lo permita.

Las de expulsión deben tener una separación mínima del suelo de 0.50 m. aunque en general la posición de la rejilla es a nivel del pavimento para evitar elementos salientes que afecten la circulación de peatones.

Cada estación cuenta con un ducto para la impulsión de equipos.

El espacio que ocupa en la superficie es de 5.30 x 3.80 m. Este espacio puede ser transitado normalmente, a excepción de los casos eventuales en los que ubica carga o descarga de equipos, ya que la compuerta de acceso a éste se coloca al nivel del suelo.

3.3. **SALIDAS DE EMERGENCIA Y ACCESO ÁREA TÉCNICA**

Todas las estaciones están equipadas con dos salidas de emergencia en cada uno de sus extremos que conectan el nivel del andén con el nivel de la calle.

La solución técnica que se ha adoptado en la propuesta es el sistema de Metro de Madrid mediante sistemas hidráulicos a nivel de pavimento que tiene la ventaja de no ser invasivo en el tejido urbano, sin además, alterar las características funcionales de la salida.

La única precaución a tomar en la implementación de este sistema de salidas, es la instalación de bolardos fijos en 3 de sus 4 lados, de manera que se evite el estacionamiento de vehículos sobre la dicha puerta.

004592

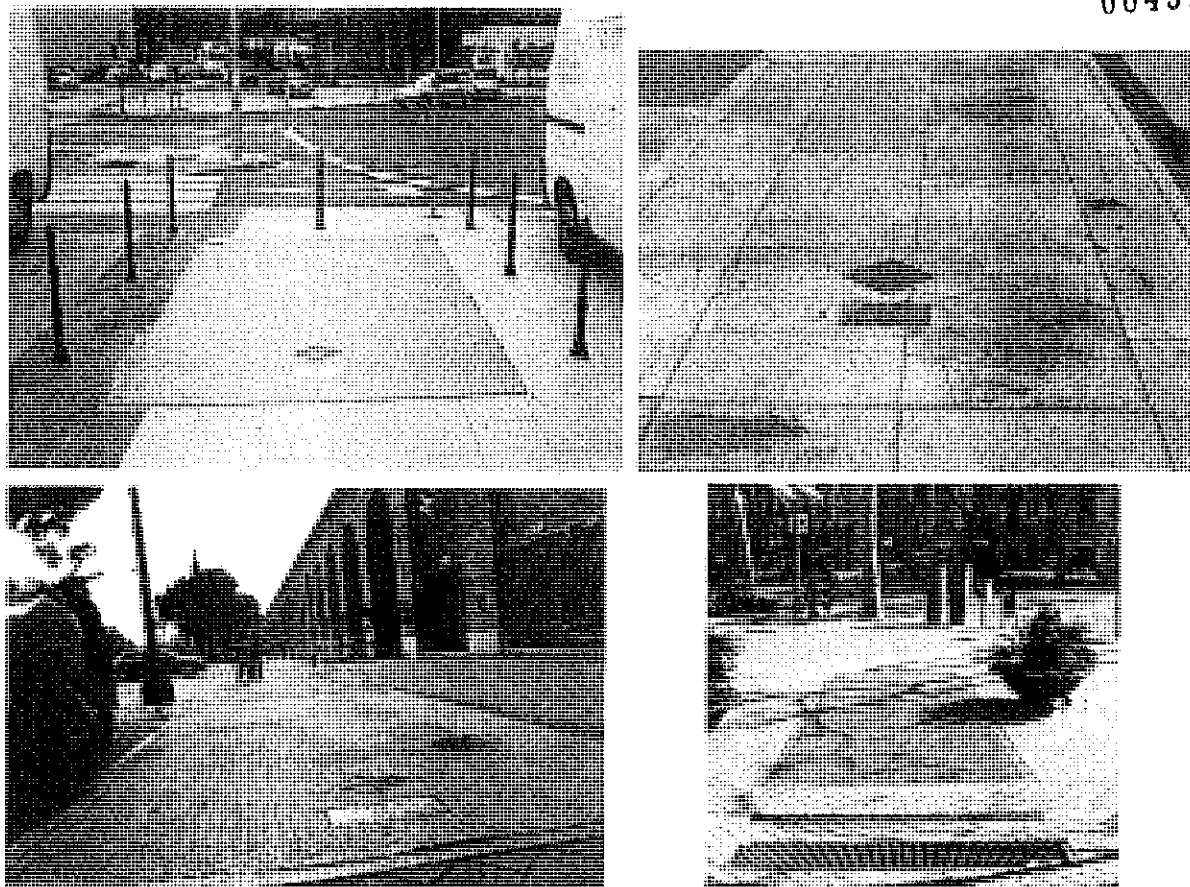


Figura 1. Ejemplos de ocupación de salidas de emergencia en el Metro de Madrid

Dichas salidas se materializarán con un portón horizontal hidráulico de accionamiento interior (o tele comandado desde el puesto central de control) que da paso a las escaleras. La "huella" de salida en superficie de este portón, tiene un tamaño variable de 4.20 m x 1.50 m. Se considera un espacio libre frente a la entrada de la escalera de 4.00 m, por lo que el espacio libre total del que se dispone es de 8.20 x 1.50 m.

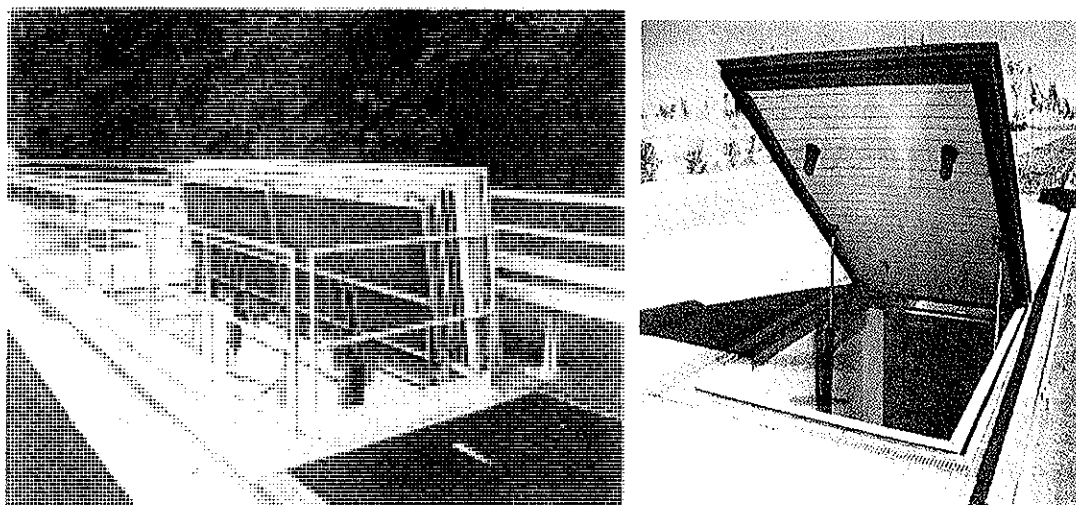
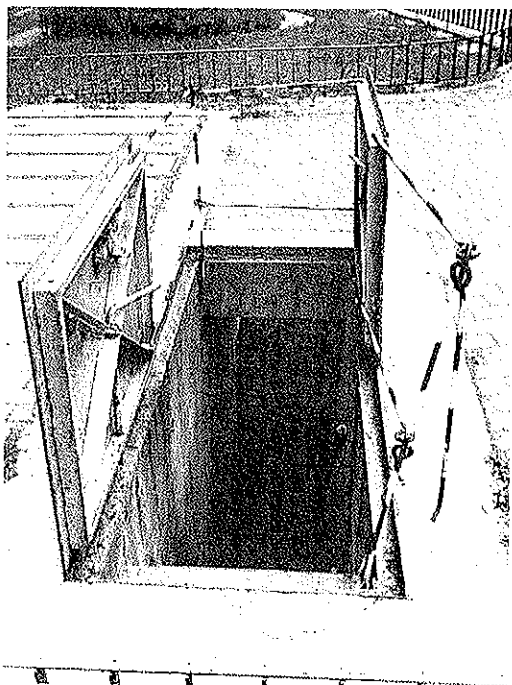


Figura 2. Ejemplos de mecanismo de apertura hidráulico

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

El acceso al área técnica es una escalera fija con la misma configuración que las salidas de emergencia, ya que hace también la función de éstas para la zona técnica.



3.4. BICICLETARIOS

La ciudad de Lima posee una red de ciclovías (aún en desarrollo), que coincide en algunos de los puntos de su recorrido con el trazado del Metro.

En todas las estaciones se ha tomado en cuenta el espacio para la ubicación de un estacionamiento para bicicletas o "bicicletario" próximo a uno de los accesos a la estación.

Estos estacionamientos serán de uso exclusivo de los usuarios del metro.

El espacio tomado en cuenta para el emplazamiento de los bicicletarios, tiene como mínimo la disponibilidad para 32 unidades con una ocupación en superficie aproximada de 15.50 x 5.00 m.

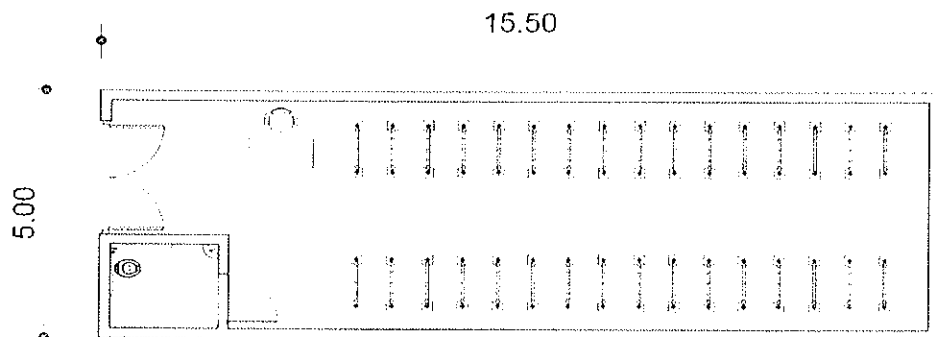


Figura 3. Configuración tipo Bicicletario

004594



3.5. ZONAS AFECTADAS POR RIESGO TSUNAMI: PUERTO DE CALLAO

Todas las estaciones ubicadas en el Ramal Av. Faucett-Gambetta (Línea 4) tiene su acceso por sobre los 6.8 m.s.n.m, por lo que no se verán afectadas en el caso de que ocurra un tsunami, de acuerdo con la altura del run-up de la ola fijada para un sismo de magnitud 8.2 del documento "MICROZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, CAPITULO III - CARACTERIZACIÓN DEL ESCENARIO FÍSICO, párrafo 3.7.3 INUNDACIÓN POR TSUNAMI"

Sin embargo, en la Línea 2, se observa que únicamente la primera estación (Puerto Callao) que puede ser afectada por el ingreso de la ola del Tsunami. La altura de la ola por sobre el nivel del acceso sea de aproximadamente 2,8 m. por lo que es imprescindible adoptar una serie de medidas encaminadas a minimizar los impactos y tiempos de interrupción del servicio que podrá tener como consecuencia de un sismo de la magnitud considerada.

3.5.1. Accesos

El único acceso de Puerto del Callao está cerrado en tres de sus cuatro lados con la apertura orientada hacia el Este (opuesto a la dirección desde la cual podría llegar el Tsunami). La forma de la estructura será de tipo "aerodinámica" para reducir al máximo el impacto de la ola sobre la estructura.

El sistema de cierre del acceso se ha previsto con puertas herméticas de forma que se cree un ulterior obstáculo a la infiltración del agua.

3.5.2. Rejillas de ventilación

Las rejillas de ventilación representan el segundo elemento sensible a un posible tsunami. Se consideran chimeneas de ventilación elevadas (de 5.00 a 6.00 m) con bocas de expulsión e inmisión de aire direccionadas hacia el Este y con dotación de sistemas de cierre tipo "cortinas venecianas" automatizadas que, en caso de alarma de tsunami, puedan ser accionadas para cerrar la apertura.

004595

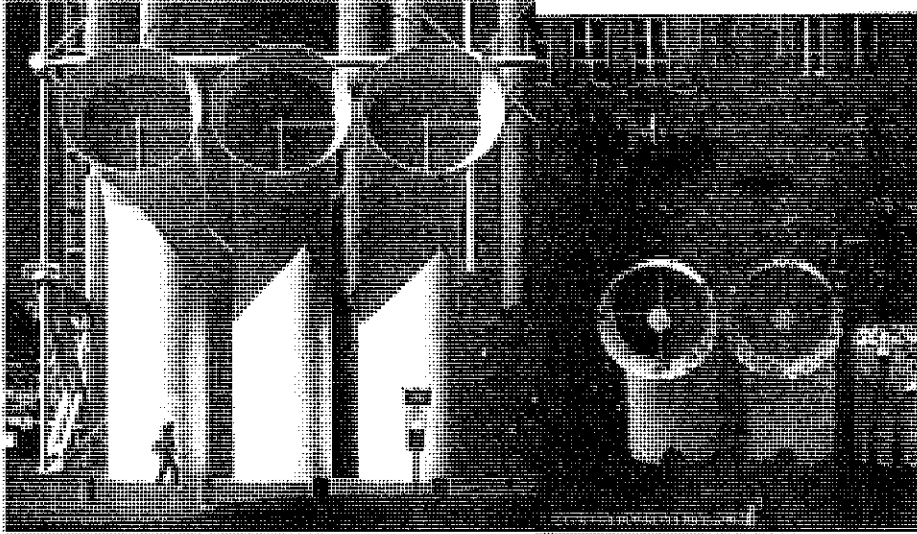


Figura 4: ejemplo de rejillas de ventilación
Centre Georges Pompidou, Paris. France

4. POZOS DE VENTILACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIA

Los pozos de ventilación y de salida de emergencia son parte integrante del sistema del metro.

Están localizados a mitad de camino entre dos estaciones, según las distancias previstas en los requisitos de la NFPA130 (National Fire Protection Association) y se activan en situaciones de emergencia, permitiendo la gestión de los posibles humos y garantizando a los pasajeros una segura vía de escape.

A nivel de la calle los únicos elementos emergentes son la rejilla de impulsión / extracción de aire y el edificio de acceso al hueco de las escaleras.

El impacto sobre el entorno urbano es limitado ya que las rejillas pueden disponerse a nivel de suelo y la salida de emergencia se resuelve mediante una pequeña caseta que aloja el último tramo de las escaleras y el hueco de evacuación de camillas.

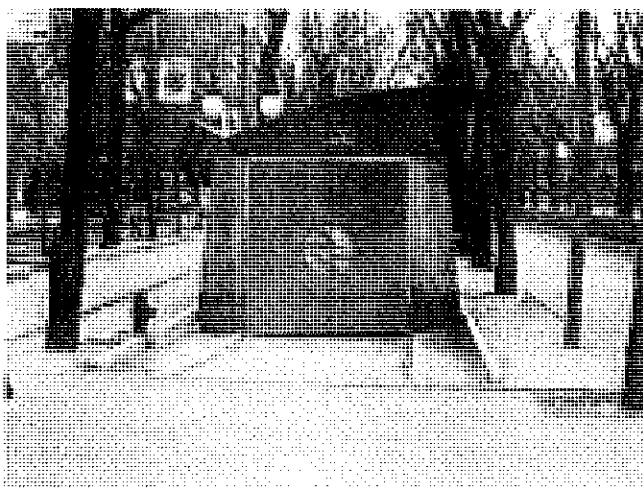


Figura 3. Ejemplo de salida de emergencia

En el caso de que este volumen incida negativamente sobre el entorno se podrá optar por una solución de cierre hidráulico dejando la salida a nivel del pavimento, como se ha propuesto para las salidas de emergencia de estaciones que se ubican en viales, con las debidas precauciones para evitar el aparcamiento de vehículos.

En los casos en los que estos elementos aislados se ubican en zonas verdes se propone la reposición en la zona de las especies vegetales afectadas y ocultando estos elementos con setos o especies trepantes que “camuflen” su presencia

En el caso en que estas se ubican dentro de un predio expropiado que se incorpora a los espacios urbanos adyacentes (viales principalmente) se propone la pavimentación de la zona con incorporación de especies vegetales y mobiliario urbano si así fuera preciso. Estas zonas deben ser objeto de un estudio más pormenorizado en función de su ubicación y sus dimensiones para evitar que se conviertan en “rincones” poco seguros.

5. PATIOS TALLER

004597

En el diseño de los patios de Santa Anita y Bocanegra se ha considerado la integración urbana de las instalaciones, a la hora de dar acceso a ambas parcelas y para evitar el impacto de las mismas con el entramado existente. El diseño respeta la estructura del tejido urbano que circunda el emplazamiento seleccionado, evitando edificios de elevada altura.

La actividad se desarrolla a la vista de calle, separándose de la misma con una valla metálica, lo que permite integrar la imagen novedosa y sugerente de los trenes que luego circularán ocultos a la actividad de la ciudad.

En el caso del Patio de Santa Anita la implantación se realizará en dos fases, por lo que ha sido necesario considerar este hecho para proceder a la ubicación de las diversas áreas y para la reorganización de los viales.

Para la puesta en servicio de la Fase I, se ejecutará el área suroeste de la parcela seleccionada. Dado el desnivel existente entre la cota de la calle y la cota a la que se ubica el patio para el acceso viario, se ha dispuesto una rampa de acceso al 7%, que comunica con la calle Nicolás Ayllón.

En la Fase II se ejecutarán todas las vías de estacionamiento, así como el edificio de limpieza. Para evitar el cruce del viario principal del patio con la vía de acceso a las vías de estacionamiento, se realizará un nuevo acceso a través de la calle La Cultura (eliminandose el acceso original).

En ambas fases se instalará un cerramiento perimetral, para evitar el acceso de personal no autorizado, a base de tubos de acero galvanizado conformado por tubos de diferentes diámetros, que constituyen paneles de 6 m, y estos implantados a los largo de toda la parcela anclados a un muro de hormigón armado de 1,50 m de altura por 0,30 m, de manera que todo el cerramiento con la zona urbana exterior mantiene una altura de 3,00 m. En cuanto a los accesos de personal del metro y suministros de mantenimiento se han localizado convenientemente en calles adyacentes con un menor impacto en el tráfico de la ciudad.

En el caso del patio taller de Bocanegra, el acceso se realiza a través de la Avenida Japón, al existir 2,50 m de desnivel entre el nivel de calle y el patio, es necesario por un lado, bordear la explanación del patio con un muro que evite el derrame de las tierras en el área del patio y por otro lado, realizar una rampa de acceso.

En ambos casos la urbanización interior se ha diseñado mediante viales de 7,50 m de ancho con un firme de base de zahorra artificial y mezcla bituminosa en caliente, marcas viales y señalización, 300 plazas de aparcamiento para los vehículos, siendo al menos 10 de ellas de dimensiones especiales para camionetas utilitarias, acerados mediante solería de baldosas y bordillos de hormigón gris prefabricado de 15x30 cm, Áreas verdes, con tierra vegetal, césped y diversos árboles y arbustos, áreas verdes, con tierra vegetal, césped y diversos árboles y arbustos, cerramientos para las vías con sistema de conducción automática, andenes mediante entramado metálico tipo trámex y pilares metálicos.

En el desarrollo de las edificaciones del patio-taller se opta por un diseño unitario respondiendo de forma particular a las necesidades precisas que surgen para cada uso.

Los edificios que se diseñan según el programa funcional se resumen en:

- o Talleres
- o Edificio administrativo
- o Edificio para material rodante auxiliar

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



La ordenación del espacio a la que se da lugar establece una diferenciación entre las zonas libres, de accesos y edificada respecto al resto de superficie destinada al tránsito de trenes.

Dicha zona se conecta directamente con el viario de acceso en superficie. El resultado final es una segregación de usos y una ordenación equilibrada de los mismos que permite conseguir una cualificación de los espacios abiertos, las edificaciones de carácter más industrial, la zona administrativa y el ámbito ferroviario.

6. CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE INTEGRACIÓN URBANA

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El impacto que una línea de metro produce en el plan urbano de la ciudad debe ser estudiado desde los puntos de vista de los principios de movilidad y de la renovación urbana.

Más allá de un correcto diseño de la red de transporte público y sus frecuencias, es necesario también considerar la accesibilidad a sus paraderos, ya que la cobertura que ofrezcan dentro del territorio donde se asientan es un factor fundamental para el éxito de la planificación. Así, el acceso a las paradas de transporte público se configura como un eje clave en la promoción de una movilidad razonable, sostenible y permisible a todos los usuarios.

Una línea de metro tiene un papel clave en el modelo de movilidad sostenible para reducir la dependencia respecto al automóvil y poder absorber la demanda prevista en los nuevos desarrollos. Para que ello ocurra resulta imprescindible vincular la modelación de los espacios urbanos y sus equipamientos para privilegiar el desplazamiento hacia las estaciones, ya sea a pie o en bicicleta.

En la propuesta que se ha estudiado se han tenido en cuenta la información disponible. No obstante para un correcto desarrollo de un proyecto de Integración Urbana del Metro de Lima se deberá disponer de la estrategia de transporte que la municipalidad correspondiente tiene intención de adoptar.

En primer lugar se ha realizado un **Análisis de la alteración del entorno urbano** siguiendo la Matriz que se propone en el estudio de Factibilidad, estudiándose al menos lo siguientes apartados:

a) Tipología y función

Definiendo la categoría de cada estación en función de su situación dentro de la red de metro y su interacción con las demás redes de transporte

Terminal / Paso / Transferencia / Integración Modal / Otro

b) Forma urbana

Analizando la afección a distintos elementos de la ciudad y la posible generación de nuevos espacios:

- Ensanche vial
- Afectación de predios
- Alteración de la densidad y del Perfil Urbano
- Se Generan Nuevas Áreas Libres por afectación de predios
- Se Generan Espacios Receptores
- Se prevé espacios para Paraderos

c) Sección vial en el contexto

Analizando la afección al sistema viario tanto de vehículos como peatonal

- Se Reduce número de Carriles o espacio de circulación
- Se Mantiene número de Carriles
- En áreas de acceso se ensanchan las Veredas
- Mala ubicación del cruce peatonal a Nivel
- Se Cruza la Circulación de Vehículos de alto flujo para Ingresar a la Estación

d) Acceso y salida de las Estaciones

Analizando la situación relativa entre el acceso a las estaciones y otros elementos urbanos existentes y/o futuros:

- El ingreso es seguro al área de acceso a la estación
- El acceso amplio permite un ingreso y salida fluida
- Los accesos generan problemas de circulación en el Espacio Público
- Se deberá afectar predios para los espacios de acceso a la Estación
- La ubicación de las salidas de la Estación se orientan al Transporte Público
- Existen espacios receptores en los accesos a la Estación

e) Tratamiento Ambiental del entorno

Realizando propuestas de intervención paisajística que identifiquen el entorno de la Estación y sus accesos

- Correcto tratamiento de pisos, señalización y acceso universal a la Estación
- Se protege zonas de espera a conexión con alimentadores y otros
- Identidad de estaciones con diseño paisajístico del área de acceso a la Estación
- Se propone jardineras, vegetación u otros
- Se incorpora la arborización como elemento de paisaje

f) Mobiliario

Complementando el tratamiento paisajístico con elementos de mobiliario urbano que aporten beneficios en el uso del espacio público

- Se utilizan paneles u otros para información y orientación
- Se utiliza mobiliario urbano en espacios de recepción (bancos, papeleras, vallas, etc)

g) Subsistema de alimentación

Estudiando en cada Estación un plan de acceso que dependerá de la ubicación de cada estación, la historia, el entorno, los usos del suelo y la densidad.

- Establecimiento de áreas para la integración física de los buses alimentadores.

- Definiendo la circulación peatonal como un elemento de alimentación. 004601
- Las ciclovías constituyen parte del sistema de alimentación
- Facilitando la integración de la infraestructura con el paisajismo
- Facilitando la operación complementaria de taxis

h) Otros modos de transporte urbano

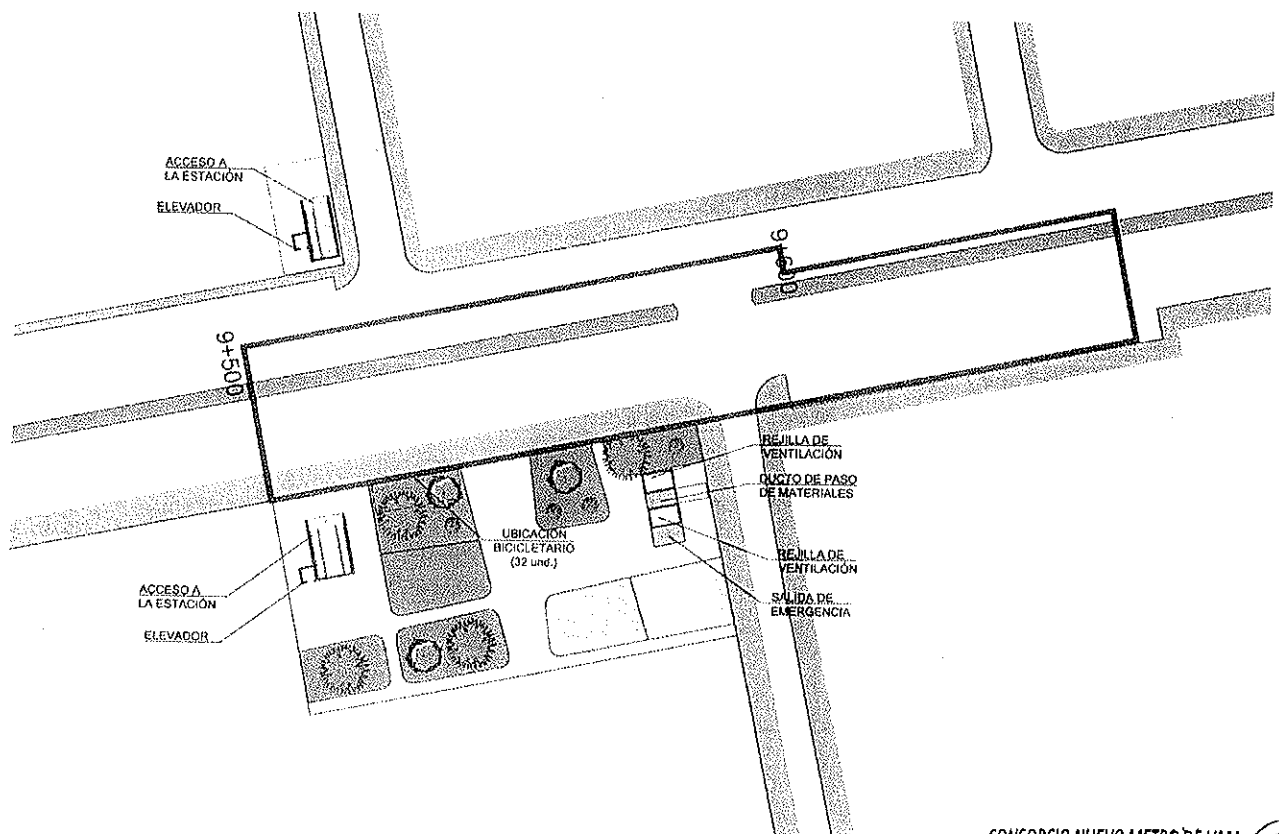
Analizando y solucionando la integración con otros sistemas de transporte urbano

- Conexión con alguna línea del sistema BRT u otros de las ciudades de Lima y Callao
- Propuesta de implementar Park and Ride en el área próxima a la Estaciones
- Previsión de un lugar para abordar o estacionar taxis
- Previsión y solución de áreas de integración modal
- Definición de áreas para ciclo-parqueaderos

Se ha realizado un análisis de estos parámetros para las estaciones de manera que se pueda tener una visión aproximada de la afección de la nueva línea de metro al entorno urbano y las medidas que se pueden implementar para la integración del nuevo medio de transporte con la ciudad. El resultado se ha materializado en la matriz de alteración del entorno que se adjunta como apéndice 1

A modo de ejemplo se analiza la estación de Tingo María en la línea 2

6.2. INTEGRACION URBANA DE LA ESTACION L2 TINGO MARIA



Implantación Estación Tingo María

La estación está ubicada en la Avda. Venezuela entre la calle Yauli y la calle Juan Manuel del Mar y Bernedo. Se encuentra próxima al cruce con la Avenida de Tingo María (aprox. 300 metros) y al cruce con la Avenida de Naciones Unidas (aprox. 100 metros)

La Avenida de Venezuela cuenta con 4 carriles por sentido y una mediana de separación de direcciones, contando con veredas en ambos lados de la avenida u parqueaderos en línea.

Se disponen dos accesos:

Acceso 1: en la esquina noroeste del cruce de la Av. Venezuela con la calle Yauli,

Acceso 2: se encuentra al lado contrario del primer acceso mencionado, en la Av. Venezuela

a) Tipología y función

La estación de Tingo María es una estación de Paso.

Se sitúa en un tramo de la Línea 2 quedando próximo al Coliseo Amauta que tiene una capacidad de hasta 20.000 espectadores.

b) Forma urbana

- **Ensanche vial:**
 - No se produce ninguna ampliación del viario adyacente
- **Afectación de predios:**
 - Se precisa reacondicionar dos zonas en la Avd. de Venezuela para la ubicación de los accesos ya que las aceras son demasiado estrechas:
 - En la esquina con la calle Yauli se ubica el acceso 1
 - En la avenida de Venezuela, frente a la anterior, se ubica el acceso 2, una salida de emergencia y las tomas de aire de ventilación.
- **Alteración de la densidad y del Perfil Urbano:**
 - La ubicación se encuentra en una zona desarrollada dentro de la ciudad y no se espera una modificación de la densidad urbana ni cambio en el uso de los terrenos.
- **Se generan nuevas áreas libres por afectación de predios:**
 - El reacondicionamiento de al menos una zona genera la oportunidad de desarrollar una pequeña área libre con un tratamiento paisajístico adecuado.
- **Se generan espacios receptores:**
 - Las zonas reacondicionadas para ubicar los accesos se convierten en espacios receptores del tráfico peatonal.
- **Se prevé espacios para paraderos:**
 - No se prevén paraderos próximos a los accesos de la estación

c) Sección vial en el contexto

Analizando la afección al sistema viario tanto de vehículos como peatonal

- **Se reduce número de carriles o espacio de circulación:**
 - NO
- **Se mantiene número de Carriles:**
 - SI

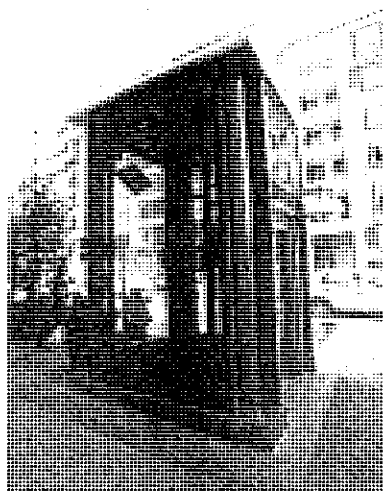
- En áreas de acceso se ensanchan las Veredas:
 - NO
- Mala ubicación del cruce peatonal a Nivel:
 - NO
- Se cruza la circulación de vehículos de alto flujo para ingresar a la Estación:
 - No porque se dispone un acceso a cada lado de la Avenida de Venezuela.

d) Acceso y salida de las Estaciones

- El ingreso es seguro al área de acceso a la estación:
 - Si ya que se ha dispuesto de una zona reacondicionada como Espacio Receptor para recibir el tráfico peatonal.
- El acceso amplio permite un ingreso y salida fluida:
 - Si por el mismo motivo anterior
- Los accesos generan problemas de circulación en el Espacio Público:
 - No por el mismo motivo anterior
- Se deberá afectar predios para los espacios de acceso a la Estación:
 - Sí, es necesaria la expropiación de estas zonas para su reacondicionamiento en espacios asociados a los accesos a la estación.
- La ubicación de las salidas de la Estación se orientan al Transporte Público:
 - Sí, ambas salidas se sitúan próximas a la Avenida de Venezuela
- Existen espacios receptores en los accesos a la Estación:
 - No existen espacios suficientes por lo que se precisa el reacondicionamiento de predios.

e) Tratamiento Ambiental del entorno

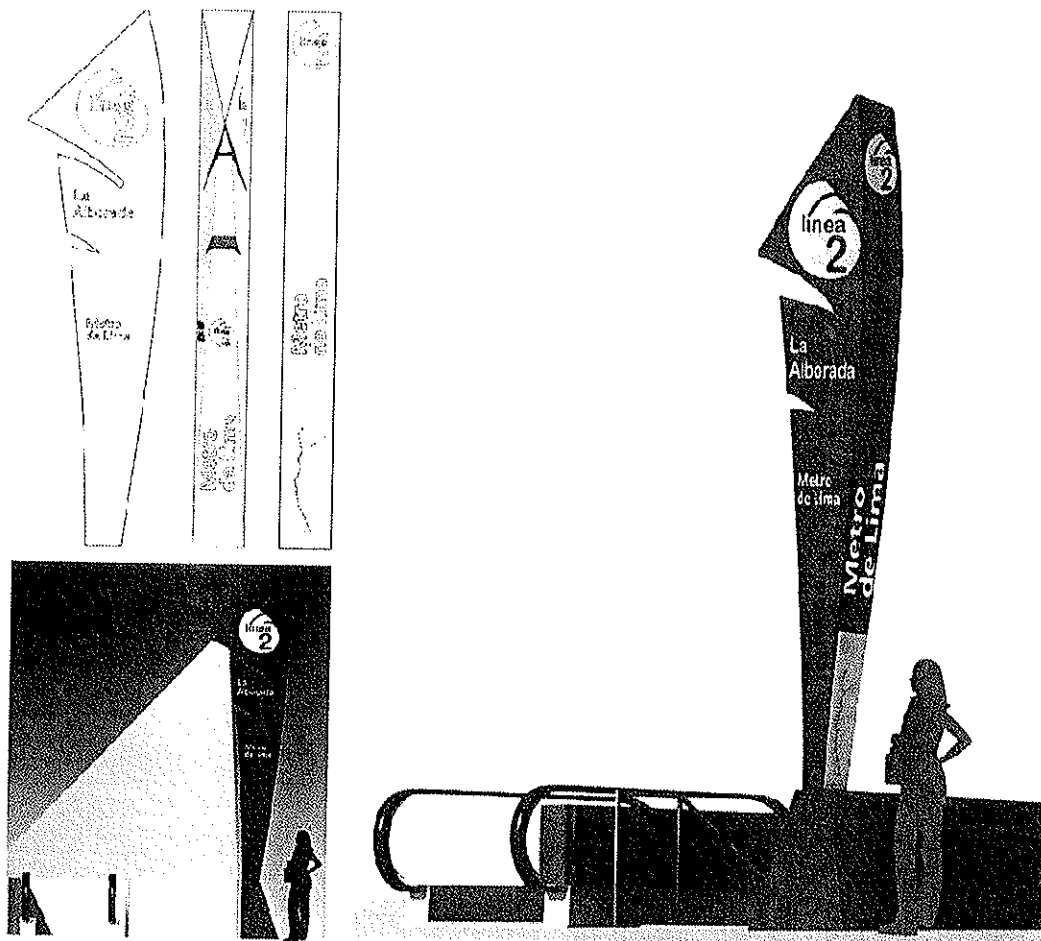
- Correcto tratamiento de pisos, señalización y acceso universal a la Estación:
 - Se han empleado materiales adecuados para la pavimentación de los alrededores de los accesos que además estarán convenientemente señalizados.
 - Se procurará incorporar los conceptos de accesibilidad universal evitando escalones y obstáculos que limiten los movimientos de personas de movilidad reducida.
 - En cada acceso se dispone de un ascensor con acceso al vestíbulo para personas de movilidad reducida.





004604

- Se protege zonas de espera a conexión con alimentadores y otros:
 - No existe este tipo de zona de espera en la superficie.
- Identidad de estaciones con diseño paisajístico del área de acceso a la Estación:
 - Se ha propuesto un diseño específico de los accesos a las estaciones que permitan su identificación y sirviendo de referencia en la trama urbana.



- Se propone jardineras, vegetación u otros:
 - Se proponen zonas ajardinadas en los entornos de los accesos, sobre todo en el área reacondicionada como espacio receptor del tránsito peatonal.
- Se incorpora la arborización como elemento de paisaje:
 - Se introducen especies arbóreas en las zonas a reacondicionar como espacios receptores.

f) Mobiliario

- Se utilizan paneles u otros para información y orientación:
 - Se incorporaran paneles informativos aislados tanto para la información de líneas, horarios y tarifas
 - Se utilizan señales de diseño exclusivo para la orientación en el acceso de la estación.
- Se utiliza mobiliario urbano en espacios de recepción:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



004605

- Se incorporan en estos espacios bancos, papeleras, vallas, etc. que mejoren la funcionalidad del espacio.
- Se desarrolla una zona recreativa en el Espacio Receptor del Acceso 2 donde pueden incorporarse columpios para niños.

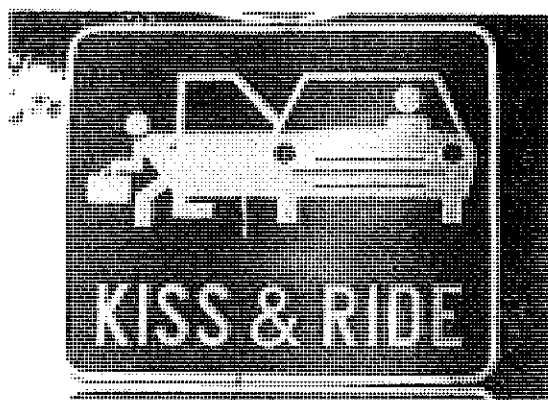
g) Subsistema de alimentación

- Establecimiento de áreas para la integración física de los buses alimentadores:
 - Dada la amplitud de carriles (4) de la avenida de Venezuela no se considera necesario habilitar nuevas áreas para los buses ya que la parada del Autobús en uno de los carriles no provocará previsiblemente especiales dificultades al tráfico.
- Definiendo la circulación peatonal como un elemento de alimentación.
 - Se implementa un nuevo paso peatonal en la calle Yauli que permite el acceso seguro a la Estación.
- Las ciclovías constituyen parte del sistema de alimentación:
 - No se identifica ninguna ciclovía en los alrededores de esta Estación.
- Facilitando la integración de la infraestructura con el paisajismo
 - El diseño propuesto para la identificación de los accesos de las estaciones se ha realizado buscando la integración paisajística de los nuevos elementos.
- Facilitando la operación complementaria de taxis:
 - En la zona reservada a aparcamiento de vehículos en línea puede habilitarse una parada de taxi

h) Otros modos de transporte urbano

Se analiza a continuación la posible integración con otros sistemas de transporte urbano

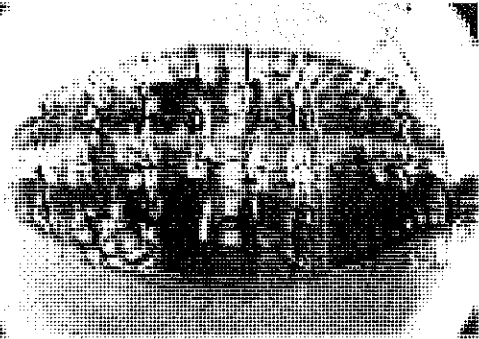
- Conexión con alguna línea del sistema de Autobuses de Transito Rápido BRT u otros de las ciudades de Lima y Callao:
 - No se localizan conexiones con el sistema Metropolitano.
- Propuesta de implementar Park and Ride en el área próxima a la Estaciones
 - No se considera una situación adecuada para implementar un área de "Park&ride".
 - Sin embargo si puede ser útil la señalización y reserva de un espacio para el "Kiss and Ride" como zona segura para la bajada de pasajeros que harán uso de la línea de metro.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

004606

- Previsión de un lugar para abordar o estacionar taxis:
 - Se propone la reserva de espacio en el parqueadero lineal de la Avenida de Venezuela para uso de estacionamiento de taxis
- Previsión y solución de áreas de integración modal
 - No se prevé en esta estación áreas de integración modal con el sistema de autobuses
- Definición de áreas para ciclo-parqueaderos
 - Se propone la construcción de un bicicletario para 32 unidades de bicicletas en dentro del espacio receptor del acceso 2



004607

A.8.	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.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN
URBANA**
**APÉNDICE 1 – MATRIZ DE ALTERACIÓN DEL
ENTORNO URBANO**

ANEXO INTEGRACIÓN FÍSICA E
INTEGRACIÓN URBANA

APÉNDICE 1 – MATRIZ DE ALTERACIÓN DEL ENTORNO URBANO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



ProInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

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





#	Estaciones	METRO DE LIMA L2 Y RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETTA										Observaciones											
		ALTERACIÓN DEL ENTORNO URBANO																					
		Tratamiento Ambiental del entorno		Mobiliario		Integración al transporte público						Total											
		Correcto tratam. de piscos, señalización y acceso universal a la Estación	Se protegen zonas de espera a conet. con alimentadores y otros	Identidad de estaciones con diseño paisaj. del área de acceso a la Estac.	Se propone jardines, vegetación u otros	Se incorpora la arboriz. como elemento de paisaje	Se utiliza parkes u otros para infom y orientación	Se utiliza mobiliario urbano en espacios de recepción	Subsistema de alimentación			Otros modos de transp. urbano											
									Se están áreas para la integración física de los buses alimentadores.	La orientación peatonal consti. un elem. de alm.	Las ciclovías contribuyen parte del sistema de alimentación	Se dan facilidades de infraestructura para la alimentación con pasaj.	Se facilita la operación complementaria de taxis	Se conecta con alguna línea del sistema ERT y otros de los cuartos de Lima y Callao	Este la propuesta de implementar Park and Ride en área próxima a la Estac.	Se provee un lugar para abordar o estacionar taxis	Se previene y resuelve áreas de integración modal	Se definen áreas para ciclo-parqueaderos					
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+	14	20	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16	18	
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		14	20	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16	18	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		12	22	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		14	20	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		12	22	
	14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		14	20	
	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		14	20	
	28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		15	19	
	29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16	18	
	30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16	18	
	32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		29	5	
	33	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16	18	
	34	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		14	20	
	35	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		14	20	

NOTA:
Color negro: Valoración positiva, no afecta.
Color rojo: Valoración negativa, si afecta.





004611

A.8.1. 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.8.1. ESTACIONES LÍNEA 2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





Índice

004612

1. Estaciones LINEA 2	3
1.1. Puerto del Callao	5
1.2. Buenos Aires	6
1.3. Juan Pablo II	7
1.4. Insurgentes	8
1.5. Carmen de la Legua - L2	9
1.6. Oscar Benavides	10
1.7. San Marcos	11
1.8. Elio.....	12
1.9. La Alborada.....	14
1.10. Tingo María.....	15
1.11. Parque Murillo	15
1.12. Plaza Bolognesi	17
1.13. Estación Central.....	17
1.14. Plaza Manco Capac.....	18
1.15. Cangallo.....	19
1.16. 28 de Julio - L2/L1	20
1.17. Nicolás Ayllón	22
1.18. Circunvalación	23
1.19. Nicolás Arriola.....	24
1.20. Evitamiento.....	25
1.21. Óvalo Santa Anita	26
1.22. Colectora Industrial	27
1.23. La Cultura.....	28
1.24. Mercado Santa Anita.....	29
1.25. Vista Alegre	30
1.26. Prolongación Javier Prado.....	31
1.27. Municipalidad de Ate	32

Apéndice 1. Planos. Inserción urbana Línea 2

 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL


1. ESTACIONES LINEA 2

004613

La propuesta respeta la posición de las estaciones determinada en el Estudio de Factibilidad realizado como consecuencia de los criterios de accesibilidad establecidos a través de los tiempos de recorrido del trayecto total.


No obstante se han tenido en cuenta al menos otros cuatro criterios, si cabe, de igual importancia:

- 1) Los parámetros de trazado tanto en planta como en elevación.
- 2) Las estaciones y el túnel serán construidos sin riesgos y con el esfuerzo económico y constructivo adecuado al beneficio social obtenido.
- 3) La profundidad de las estaciones será menor que en el Estudio de Factibilidad. En el equilibrio entre la profundidad de las estaciones y la ejecución racional del túnel reside el éxito del proyecto.
- 4) En las estaciones en general, y especialmente en aquellas en las que se van a producir intercambios con otros modos de transporte, el diseño y concepción de los espacios interiores permitirá el tránsito seguro, rápido, cómodo y natural de los viajeros. La adecuada integración espacial y funcional mejorará notablemente la utilización del sistema.

La propuesta respeta totalmente el número y ubicación de las estaciones establecidas en el Estudio de Factibilidad

La Línea 2 del Metro de Lima que conecta los distritos del Este de Lima (Ate, Santa Anita) con los del centro de Lima y Callao (eje Este-Oeste), sirve de complemento y se integra a la Línea 1 del Metro de Lima (Villa El Salvador - San Juan de Lurigancho) y Línea 1 del Metropolitano (Chorrillos - Independencia) que tiene recorridos Sur-Norte.

El trazo comprende el siguiente trayecto: Av. Víctor Raúl Ulica de la Torre (Carretera Central), Av. Nicolás Ayllón, Av. 28 de Julio, Av. Paseo de la República, Av. Arica, Av. Venezuela, Av. Germán Amezaga, Av. Oscar R. Benavides (Colonial) y la Av. Guardia Chalaca, con una longitud total aproximada de 27.00 km y se conectará con la Línea 1 del Metropolitano y futura Línea 3 del Metro en la estación Central, con la Línea 4 en la Estación Carmen de la Legua - L2, y con la existente Línea 1 del Metro de Lima en la Estación 28 de Julio-L2, para lo cual se ha proyectado una estación adicional sobre la Línea 1 existente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL 



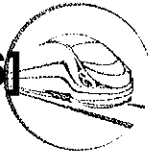
004614

La línea 2 se compone de un total de 27 estaciones, 5 se ubican en Callao y 22 en Lima.

1	Puerto del Callao	Av. Guardia	Ovalo Garibaldi	
2	Buenos Aires	Av. Sáenz Peña	Av. Buenos Aires	
3	Juan Pablo II	Av. Oscar	Av. Santa Rosa	Callao
4	Insurgentes	Av. Oscar	Av. Los Insurgentes	
5	Estación Carmen de la Legua - L2	Av. Oscar Benavides	Av. Elmer Faucett	
6	Oscar Benavides	Av. Oscar	Ca. Ricardo Palma	
7	San Marcos	Av. Germán	Av. Universitaria	
8	Elio	Av. Venezuela	Av. Santa Bernardita	
9	La Alborada	Av. Venezuela	Av. La Alborada	
10	Tingo María	Av. Venezuela	Av. Tingo María	
11	Parque Murillo	Av. Arica	Av. Bolivia	
12	Plaza Bolognesi	Av. Arica	Pz. Bolognesi	
13	Estación Central	Paseo de Colón	Paseo de la República	
14	Plaza Manco	Av. 28 de Julio	Av. Manco Capac	
15	Cangallo	Av. 28 de Julio	Jr. Cangallo	Lima
16	28 de Julio	Av. 28 de Julio	Av. Aviación	
17	Nicolás Ayllón	Av. Nicolás	Av. Riva Agüero	
18	Circunvalación	Av. Nicolás	Av. Circunvalación	
19	Nicolás Arriola	Av. Nicolás Ayllón	Clínica San Juan de Dios	
20	Evitamiento	Av. Nicolás	Av. Evitamiento	
21	Ovalo Santa Anita	Av. Carretera	Av. La Molina	
22	Colectora Industrial	Av. Carretera	Av. 9 de Setiembre	
23	La Cultura	Av. Carretera Central	Hospital Emilio Valdizán	
24	Mercado Santa	Av. Carretera	Av. La Cultura	
25	Vista Alegre	Av. Carretera	Av. Las Azucenas	
26	Prolong. Javier	Av. Carretera	Prolong. Javier Prado	
27	Municipalidad de	Av. Carretera	Municipalidad de Ate	

Tabla 1. Estaciones Línea 2





1.1. PUERTO DEL CALLAO

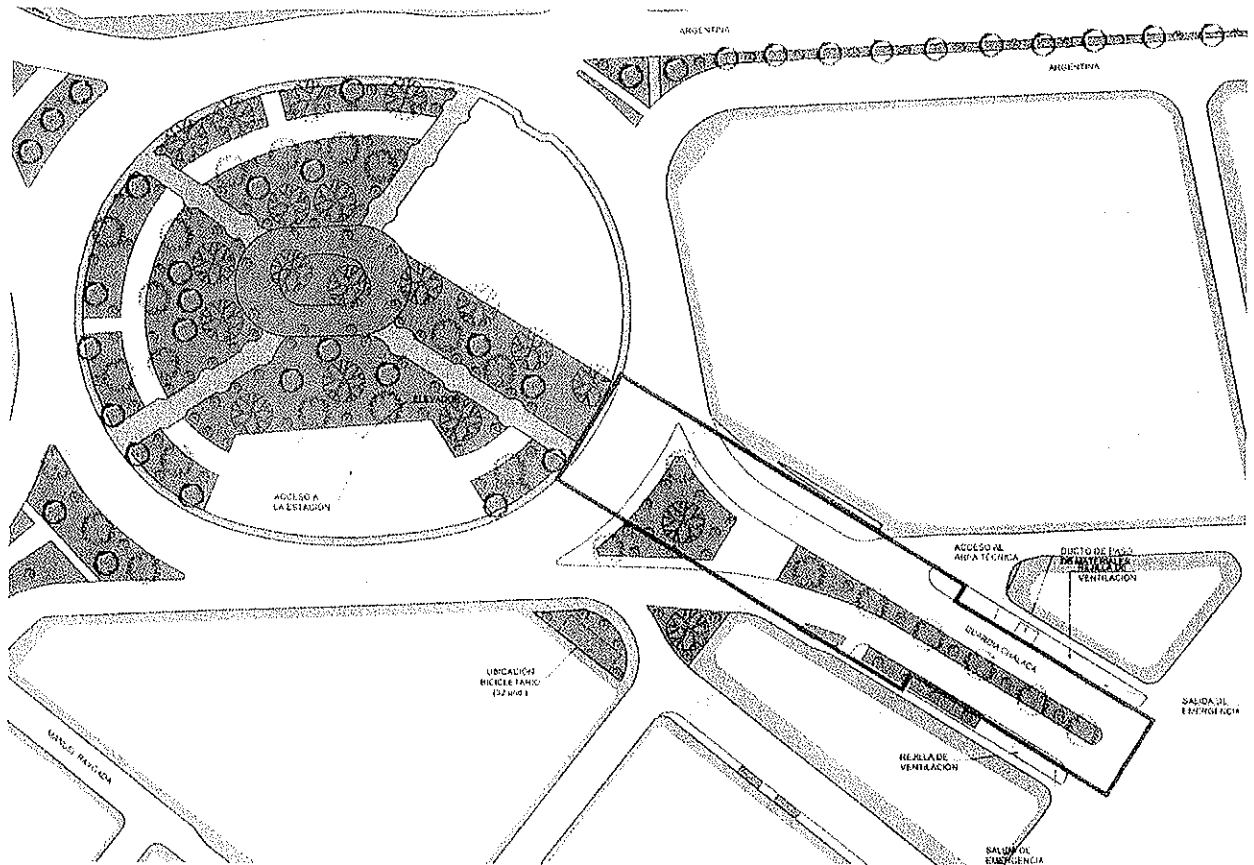


Figura 1. Implantación Estación Puerto del Callao

<p><u>Ubicación:</u></p>	<p>Av. Guardia Chalaca en su cruce con la Av. 2 de Mayo, en las inmediaciones de la Plaza Garibaldi, también conocida como Óvalo Garibaldi.</p>
<p><u>Accesos:</u></p>	<p>Posee un acceso con doble escalera mecánica y un elevador que se encuentran en la plaza, orientados al sur de ésta. La propia plaza sirve como distribuidor hacia las calles confluentes hacia la misma.</p>
<p><u>Salidas de emergencia:</u></p>	<p>Posee dos salidas de emergencia, situadas en las aceras laterales de la Av. Guardia Chalaca al sureste de la Plaza Garibaldi.</p>
<p><u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u></p>	<p>Cuenta con una escalera de acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran en el los laterales de la Avda. Guardia Chalaca, al igual que dos rejillas de ventilación que han sido ubicadas en la berma central de la Av. Guardia Chalaca, ubicada al sureste del Óvalo Garibaldi.</p>
<p><u>Bicicletarios:</u></p>	<p>Posee un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado al sureste del Óvalo Garibaldi.</p>
<p><u>Cruce peatonal:</u></p>	<p>Se realiza la señalización de los cruces peatonales en la Av. Guardia Chalaca.</p>



157

1.2. BUENOS AIRES

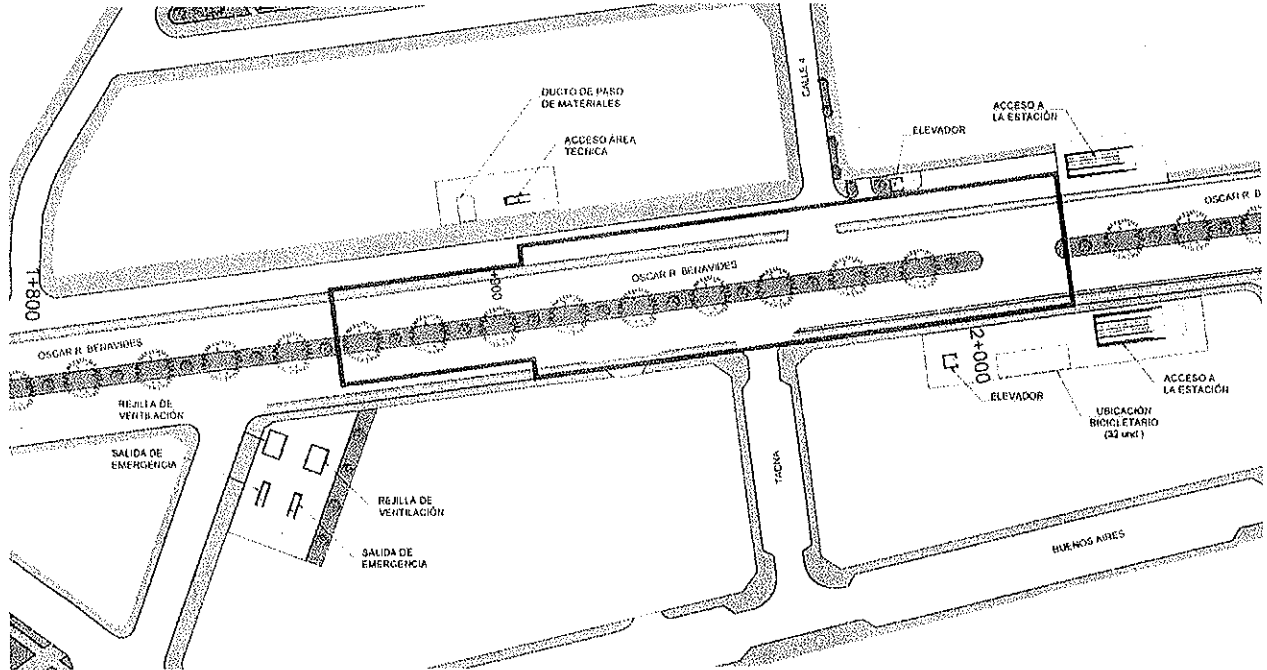


Figura 2. Implantación Estación Buenos Aires

Ubicación:

Av. Oscar R. Benavides en el tramo paralelo a la Av. Buenos Aires entre la Av. Guardia Chalaca y la calle Arica.

Accesos:

Posee dos accesos y dos elevadores orientados a ambos lados de la Av. Oscar Benavides.

- El primer acceso dispone de dos escaleras mecánicas y se localiza en su cruce con la Calle 4
- El otro acceso, entre la calle Tacna y la Calle Arica dispone de una escalera mecánica

También dispone de dos elevadores en cada acceso

Salidas de emergencia:

Posee dos salidas de emergencia que se encuentran en la esquina de la Av. Oscar Benavides con la calle Grau.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales se localizan en una manzana al lado norte de la Av. Oscar Benavides, en el tramo mencionado en la ubicación de la estación.

Dos rejillas de ventilación se ubican en la misma zona que las salidas de emergencia.

Bicicletarios:

Posee un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado entre la calle Tacna y la calle Arica.

1.3. JUAN PABLO II

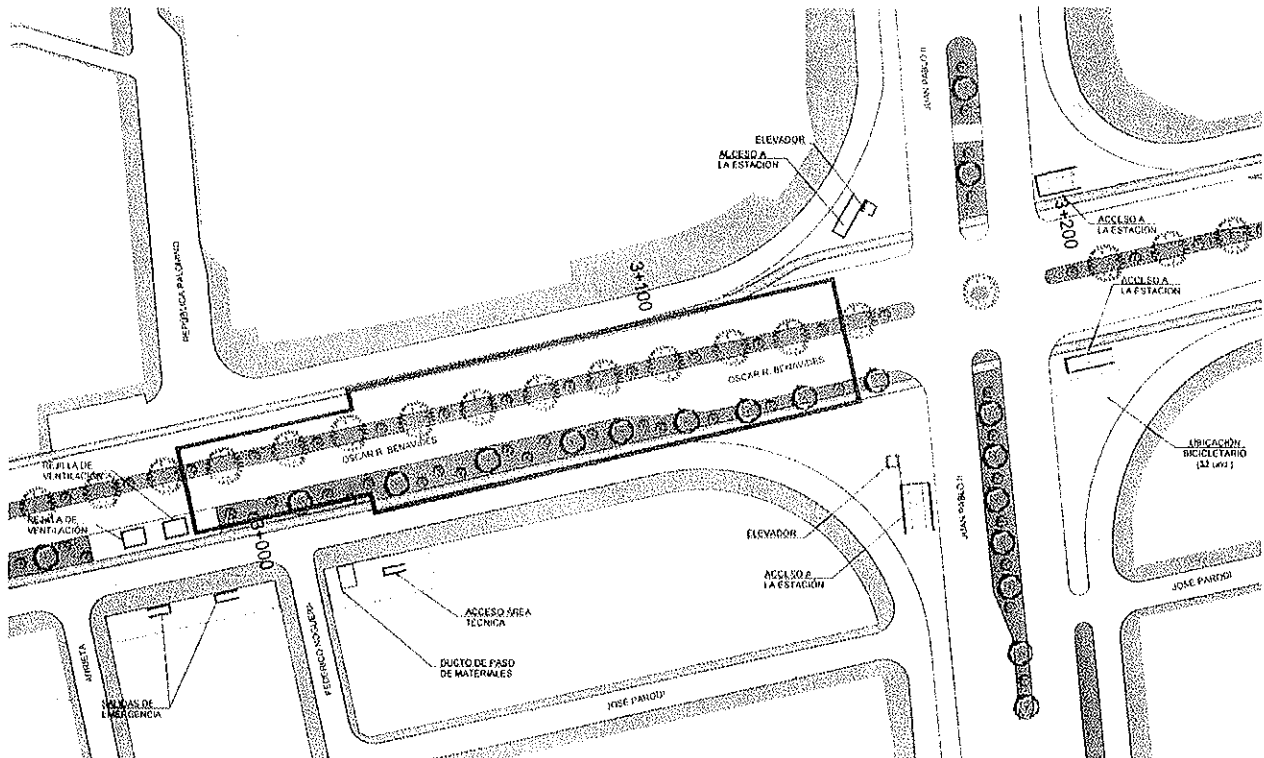


Figura 3. Implantación Estación Juan Pablo II

Ubicación:

Av. Oscar R. Benavides en su cruce con la Av. Juan Pablo II.

Accesos:

Debido a que se encuentra en el cruce de dos avenidas, esta estación es una excepción a la configuración general de los accesos, donde se tiene un acceso a cada lado de la estación. En este caso se cuenta con 4 accesos, que funcionan también como cruces soterrados de las avenidas antes mencionadas:

- En el lado norte de la Av. Oscar Benavides un acceso con una escalera fija al lado oeste la Av. Juan Pablo II
- Al lado este otro acceso compuesto por una escalera fija y una mecánica
- En el lado sur de Oscar Benavides se ubica un tercer acceso con una escalera fija y dos escaleras mecánicas
- En el lado opuesto se encuentra el cuarto acceso con una escalera fija.

Cuenta además con dos elevadores ubicados en la intersección de la Av. Oscar R. Benavides y la Av. Juan Pablo II

Salidas de emergencia:

Dos salidas de emergencia están orientadas hacia el lado sur de la Av. Oscar Benavides en la manzana comprendida entre las calles Arrieta y Federico Noguera.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Dos rejillas de ventilación de sitúan en la berma central, un ducto de paso de materiales y una escalera de acceso al área técnica, se ubican en el cruce de la Av. Oscar Benavides con la calle Federico Noguera.



004618

<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Juan Pablo II.
<u>Cruce peatonal:</u>	Se repone la señalización de cruce peatonal en las intersecciones de la Av. Oscar R. Benavides con la Calle Arrieta y con la Av. Juan Pablo II.

1.4. INSURGENTES

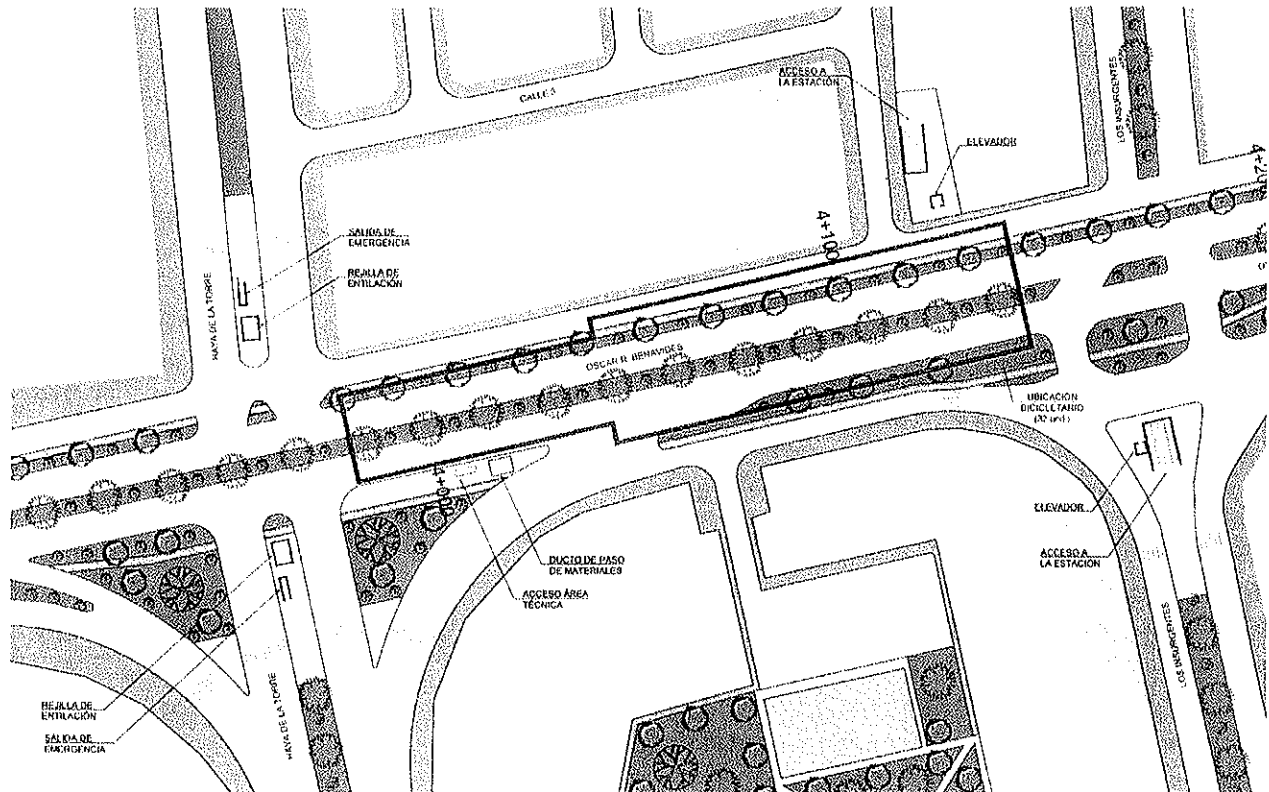


Figura 4. Implantación Estación Insurgentes

Ubicación: Av. Oscar R. Benavides entre las Avenidas Los Insurgentes y Haya de la Torre.

Accesos: Cuenta con dos accesos:

- El primer acceso está en la berma central de la Av. Los Insurgentes al sur de la Av. Oscar Benavides,
- El segundo acceso se encuentra en la esquina de la Av. Oscar Benavides con la Calle 1.

También cuenta con dos elevadores ubicados cerca de los accesos.

Salidas de emergencia: Posee dos salidas de emergencia: una se sitúa en la berma central de la Av. Haya de la Torre, orientada al norte de la Av. Oscar Benavides y la segunda también en la berma central de la Av. Haya de la Torre pero en el lado opuesto de la avenida,

Rejillas, accesos Cuenta con dos rejillas de ventilación ubicadas cerca de las


 10
 00
 00



004619

<u>de servicio y ductos:</u>	escaleras de emergencia, también con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se sitúan en la berma que se forma en el tramo entre las avenidas Haya de la Torre y Los Insurgentes al lado sur de la Av. Oscar Benavides.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado la berma en la intersección de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Los Insurgentes.
<u>Cruce peatonal:</u>	79.80 ml. de señalización de cruce peatonal en las intersecciones de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Haya de la Torre y con la Av. Los Insurgentes.

1.5. CARMEN DE LA LEGUA - L2

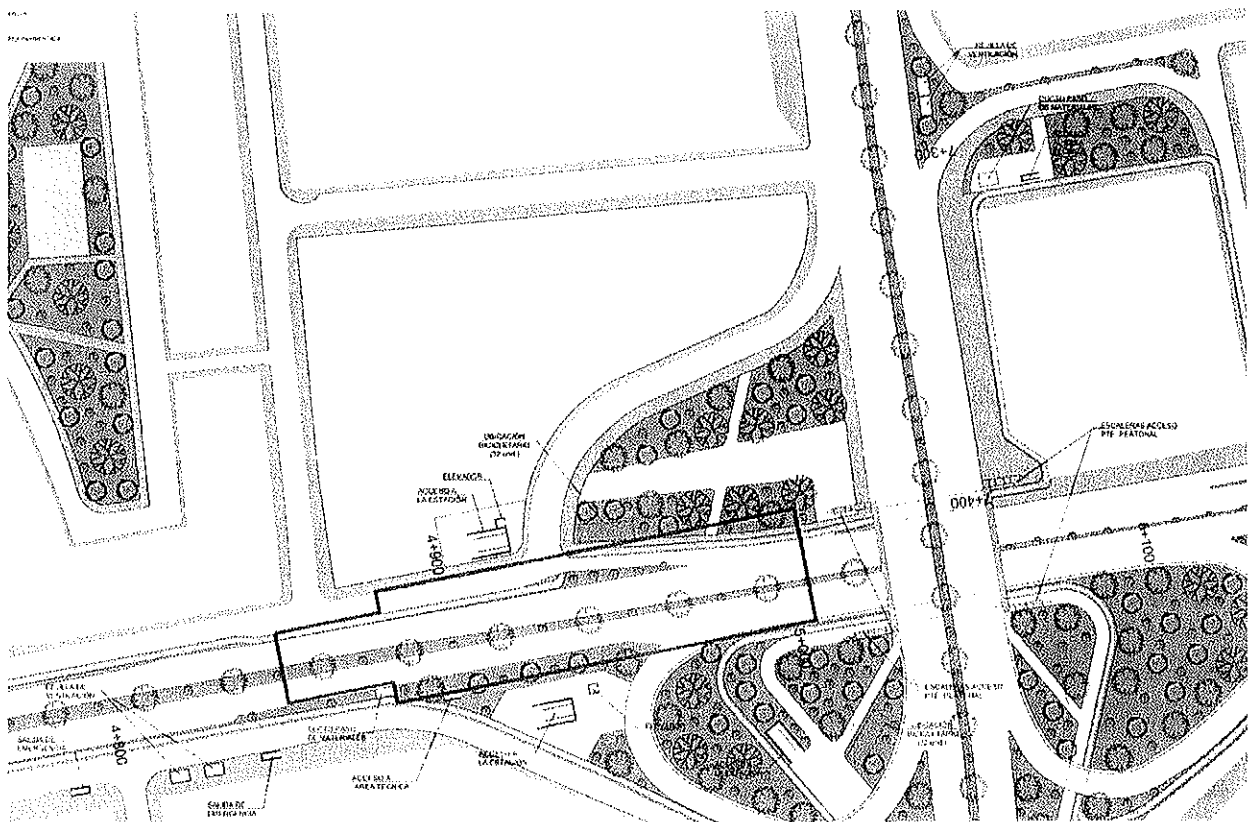


Figura 5. Implantación Estación Carmen de la Legua - L2

Ubicación:

Oscar R. Benavides en su cruce con la Av. Elmer Faucett.

Accesos:

En esta estación se realiza el intercambio de la Línea 2 con el Ramal Faucett-Gambetta del Metro, por lo que comparte los accesos con la Estación Carmen de la Legua - L4 que es la estación correspondiente al Ramal Faucett-Gambetta para realizar la conexión. Posee tres accesos:

- El primero del lado norte de Oscar Benavides con una escalera fija y dos mecánicas,
- El segundo de igual configuración en el lado sur de la misma avenida



10/11/2011

	<p>- Y un tercer acceso compuesto por una escalera fija y una mecánica, en la rotonda suroeste del "trébol" que se forma en el cruce de la Av. Benavides, la cual pasa por debajo de la Av. Faucett.</p> <p>También cuenta con dos elevadores ubicados cerca del primer y del segundo acceso.</p> <p>En esta zona se encuentra una escalera peatonal y una rampa que comunican el nivel inferior con el puente peatonal sobre la Av. Elmer Faucett.</p>
<p><u>Salidas de emergencia:</u></p>	<p>Dos escaleras de emergencia se emplazan en las aceras de las esquinas de las dos cuadras ubicadas en el cruce de la Av. Oscar Benavides con la calle Gavilanes</p>
<p><u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u></p>	<p>Dos rejillas de ventilación se ubican en la misma zona que las salidas de emergencia. Un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales se ubican en el área verde de la cuadra noroeste en el cruce de las avenidas Benavides y Faucett. En esta cuadra se construirá el pozo de conexión de las estaciones antes mencionadas, por lo que debe ser reacondicionada después de las obras de construcción del pozo.</p>
<p><u>Bicicletarios:</u></p>	<p>Cuenta con dos biciletarios para 32 unidades de bicicletas cada uno ubicados en el trébol formado en la intersección de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Elmer Faucett.</p>
<p><u>Cruce peatonal:</u></p>	<p>12.80 ml. de señalización de cruce peatonal en las intersecciones de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Elmer Faucett.</p>

1.6. OSCAR BENAVIDES

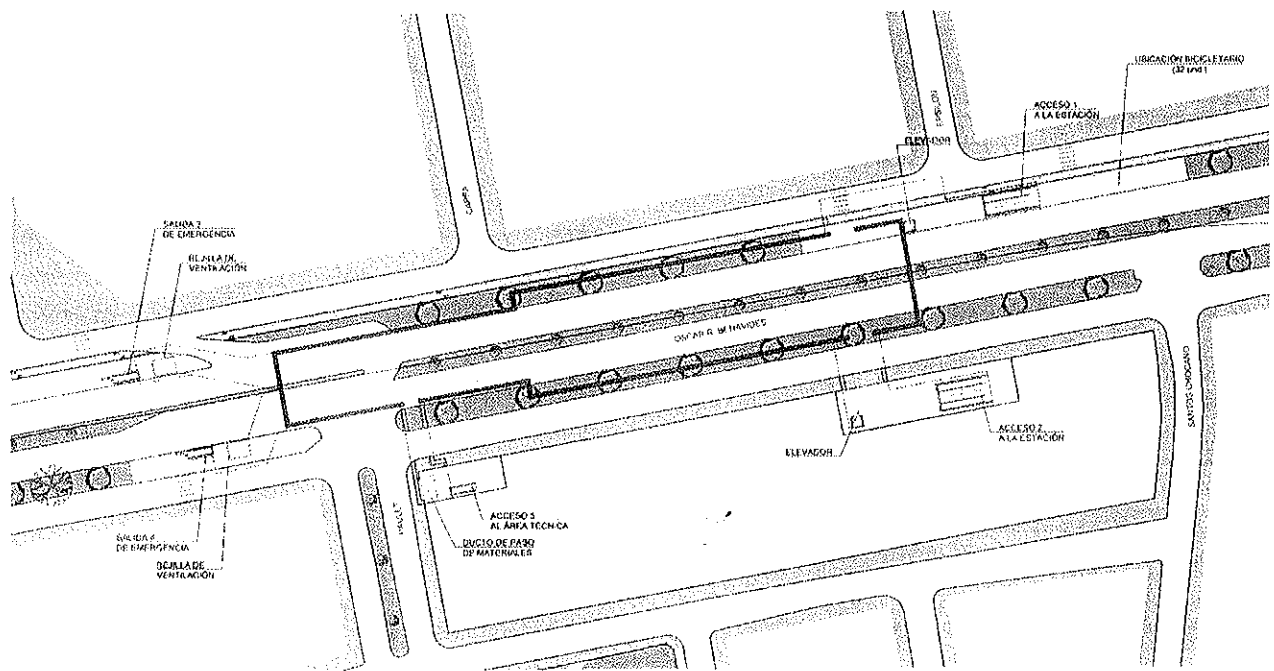
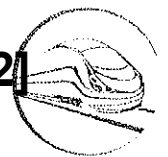


Figura 6. Implantación Estación Oscar Benavides



Handwritten signature and date: 17/02/2011



<u>Ubicación:</u>	Av. Oscar Benavides entre las calles Paulet y Santos Chocano.
<u>Accesos:</u>	Cuenta con dos accesos: <ul style="list-style-type: none"> - El primero se ubica en la berma orientada al norte de la Av. Oscar Benavides entre las calles Epsilon y Santos Chocano - El segundo en la manzana al lado sur de dicha avenida próximo a la calle Santos Chocano. <p>Cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Las dos salidas de emergencia se encuentran en dos bermas en la Av. Oscar Benavides, una orientada al norte y otra al lado sur de ésta en el tramo comprendido entre las calles Lambda y Paulet.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Dos rejillas de ventilación se encuentran en la misma zona de las escaleras de emergencia. Un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales se ubican en la esquina de la Av. Oscar Benavides con la calle Paulet.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado cerca del acceso norte en la Av. Oscar R. Benavides.
<u>Cruce peatonal:</u>	24.40 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Oscar R. Benavides.

1.7. SAN MARCOS

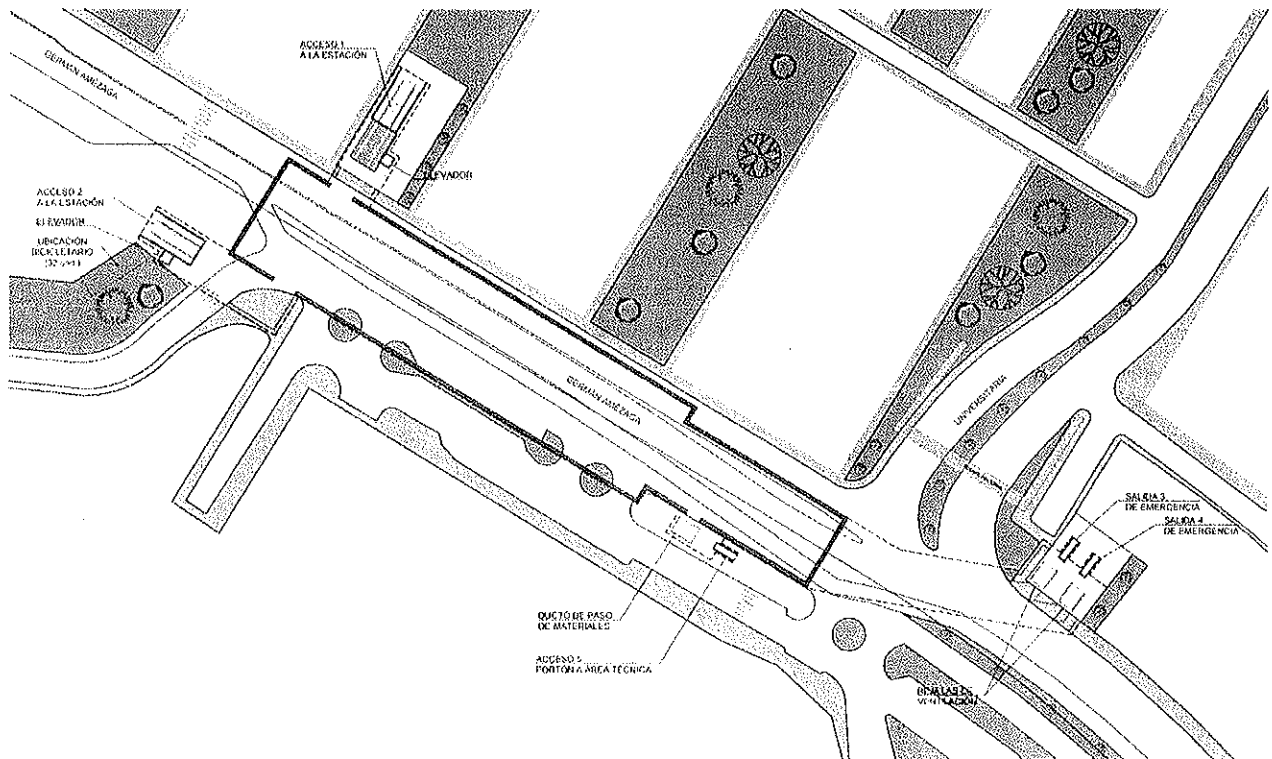


Figura 7. Implantación Estación San Marcos



P. 23
 11/05/2011
 11/05/2011



004622

<u>Ubicación:</u>	Av. Germán Amézaga en su cruce con la Av. Universitaria.
<u>Accesos:</u>	<p>Dado que la estación se encuentra en las inmediaciones de la Universidad San Marcos donde además se encuentra el estadio, se ha dotado de dos accesos con una escalera fija más dos escaleras mecánicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El primero se encuentra en el lado sur de la Av. Germán Amézaga, del lado de la universidad, en la plaza de acceso a ésta, - El segundo en el lado contrario de la avenida. <p>También cuenta con dos elevadores ubicados cerca de los accesos.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Dos salidas de emergencia se ubican en la esquina noreste de las avenidas Germán Amézaga y Universitaria.
<u>Rejillas, accesos y ductos de servicio:</u>	<p>Dos rejillas de ventilación se encuentran en la misma zona de las escaleras de emergencia.</p> <p>Un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales en la berma orientada al lado sur de la Av. Germán Amézaga donde se ubica la Universidad de San Marcos.</p>
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado cerca de los accesos en la Av. Oscar R. Benavides.
<u>Cruce peatonal:</u>	26.70 ml. de señalización en la Av. Oscar R. Benavides.

1.8. ELIO



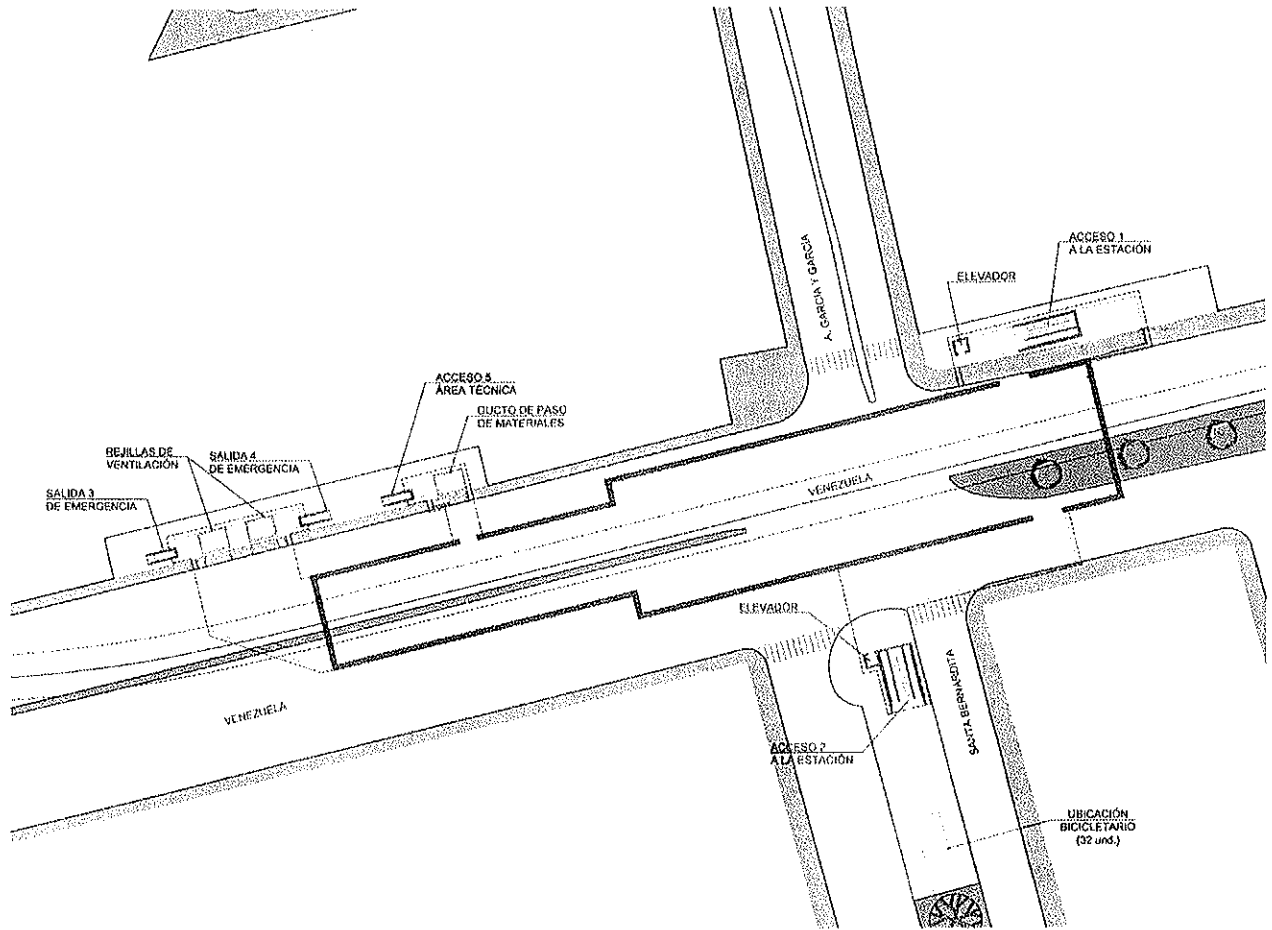


Figura 8. Implantación Estación Elio

Ubicación:

Av. Venezuela en su cruce con la Av. García y García.

Accesos:

Posee dos accesos:

- Uno en la esquina de la Av. Venezuela con la calle García y García
- El otro acceso en la berma central de la Av. Santa Bernardita orientada al lado sur de la Av. Venezuela.

Salidas de emergencia:

Dos salidas de emergencia se encuentran en la cuadra orientada al lado norte de la Av. Venezuela entre las calles Aristides del Carpio Muñoz y Av. García y García.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales están en la misma ubicación que las salidas de emergencia.

Bicicletarios:

Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la berma central de la Av. Santa Bernardita.

Cruce peatonal:

24.80 ml. de señalización en la Av. Venezuela.

1.9. LA ALBORADA

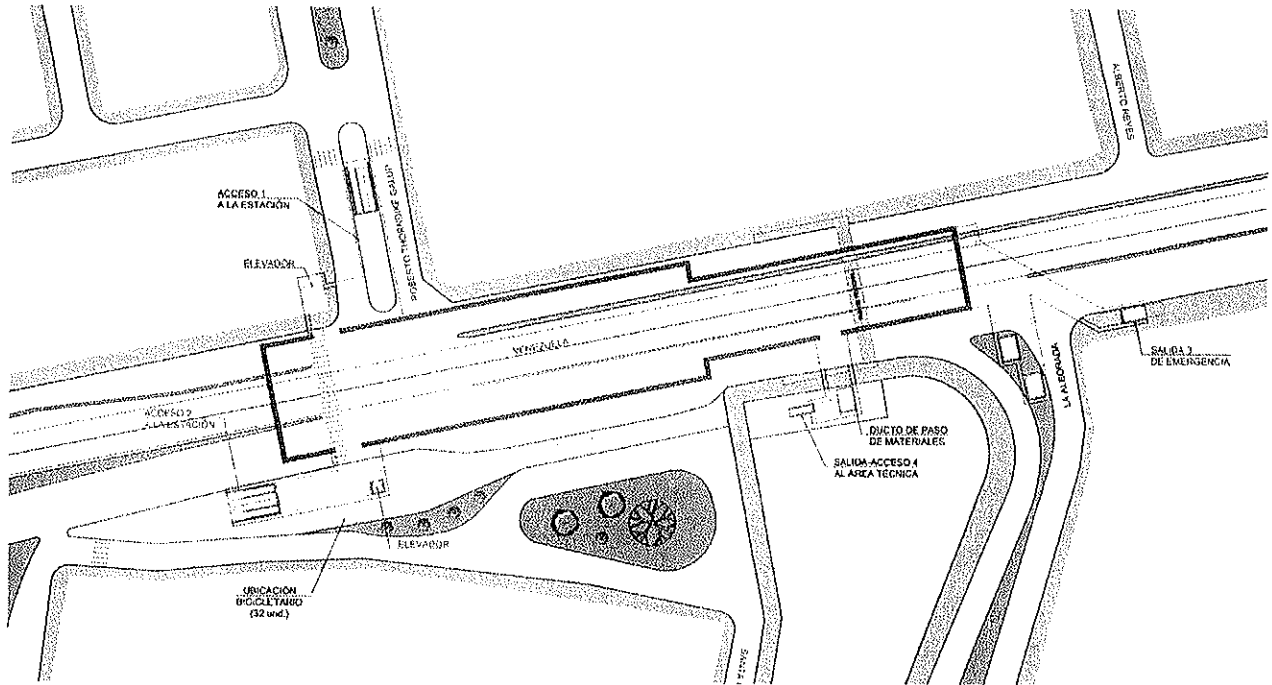


Figura 9. Implantación Estación La Alborada

Ubicación:

En la Av. Venezuela, próximo a la Av. La Alborada.

Accesos:

Cuenta con dos accesos:

- Un acceso en la berma central de la calle Roberto Thorndike Galup orientada al lado norte de la Av. Venezuela
- Un segundo acceso en la berma ubicada al lado contrario sobre la Av. Venezuela.

También cuenta con dos elevadores.

Salidas de emergencia:

Posee dos salidas de emergencia, unidas soterradamente y salen por la esquina sureste del cruce de las avenidas Venezuela y La Alborada.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación que se encuentran en la berma central de la Av. La Alborada, orientadas al lado sur de la Av. Venezuela.

También con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se ubican en la Av. Venezuela entre la calle Santa Francisca Romana y la Av. La Alborada.

Bicicletarios:

Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la berma de la Av. Venezuela, cerca de la calle Santa Francisca Romana.

Cruce peatonal:

48.60 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Venezuela y en la calle Roberto Thorndike Galup.



Handwritten signature and date: 10/11/2011

1.10. TINGO MARÍA

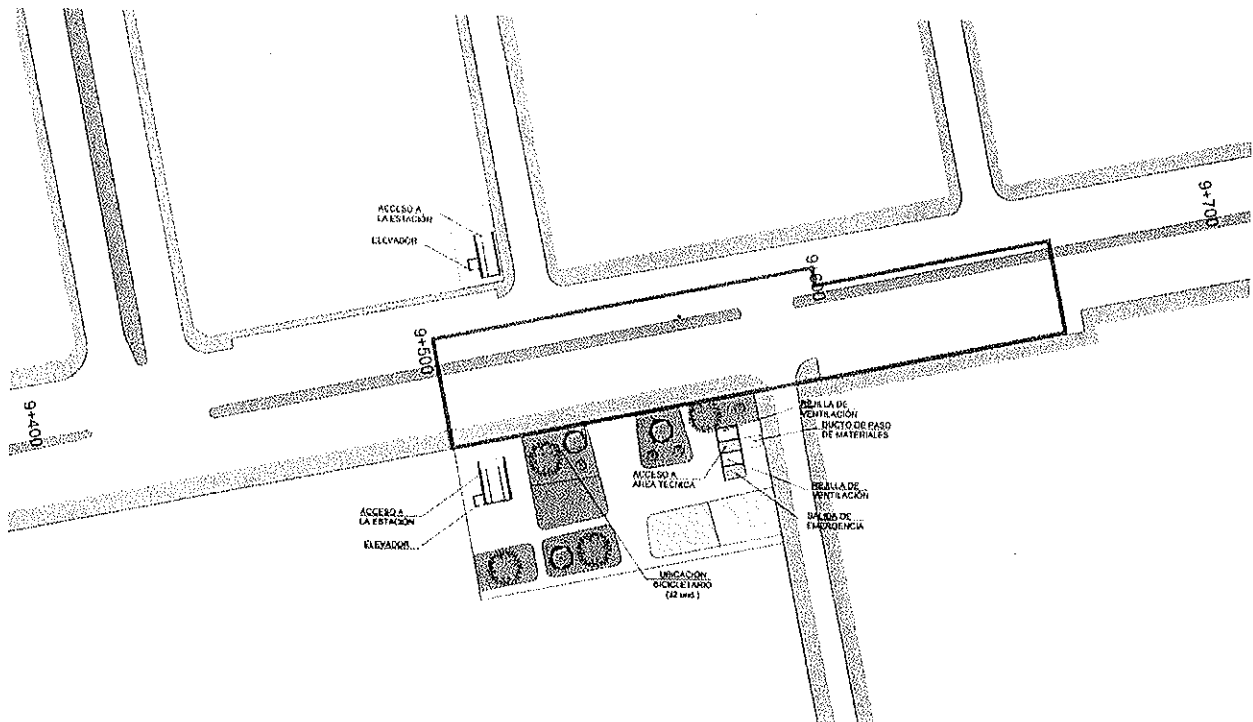


Figura 10. Implantación Estación Tingo María

<u>Ubicación:</u>	En la Av. Venezuela entre la calle Yauli y la calle Juan del Mar y Belmedo.
<u>Accesos:</u>	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uno en la esquina noroeste del cruce de la Av. Venezuela con la calle Yauli, - El segundo acceso se encuentra al lado contrario del primer acceso mencionado, en la Av. Venezuela; <p>Además cuenta con dos elevadores.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con una salida de emergencia. Las escaleras de emergencia llegan hasta el nivel del vestíbulo, donde los usuarios se distribuyen a los accesos y salen a la superficie.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se ubican en la zona que debe ser reacondicionada en la Av. Venezuela entre la calle Juan del Mar y Belmedo y la Av. Tingo María.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Venezuela, cerca de uno de los accesos.
<u>Cruce peatonal:</u>	7.70 ml. de señalización de cruce peatonal en la calle Yauli.

1.11. PARQUE MURILLO



004626

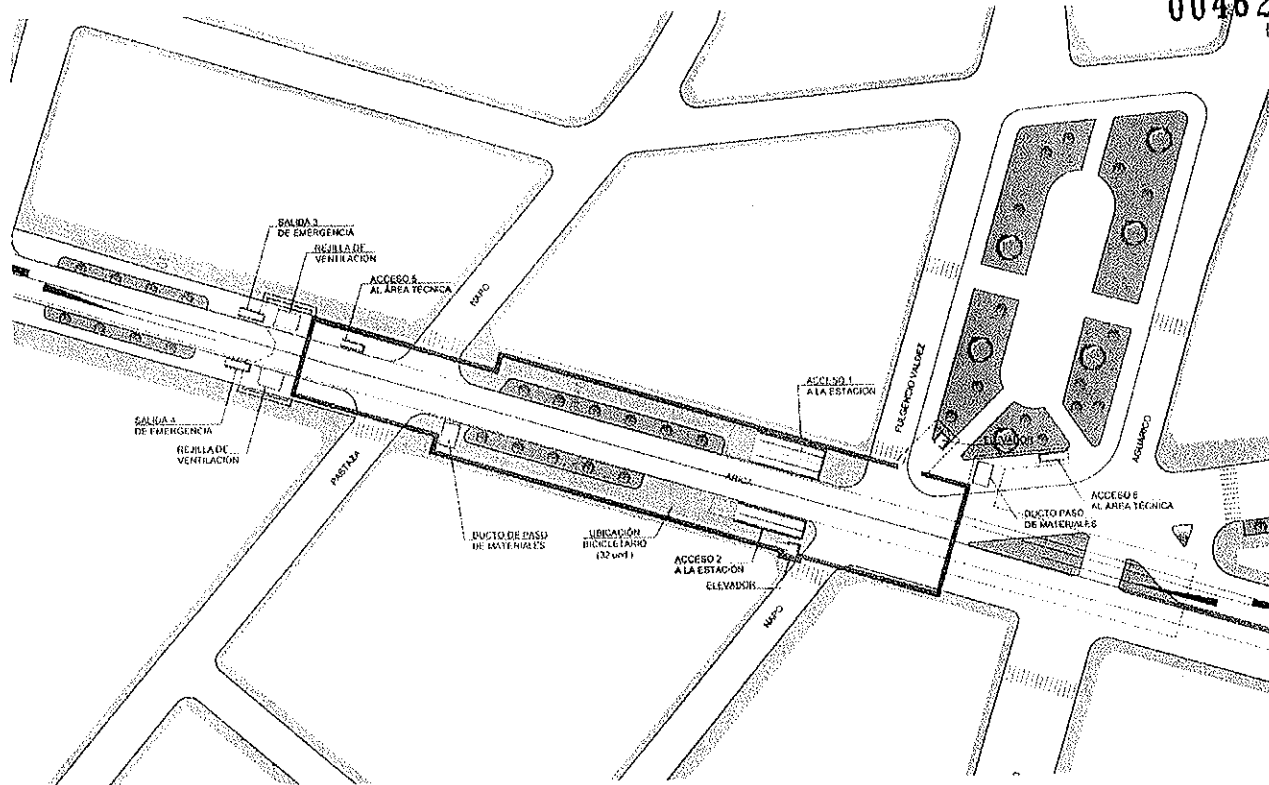


Figura 11. Implantación Estación Parque Murillo

<u>Ubicación:</u>	Av. Arica en las proximidades del Parque Murillo.
<u>Accesos:</u>	<p>La estación posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un primer acceso en la esquina oeste de la Av. Arica en su cruce con la calle Fulgencio Valdez. - Otro en la esquina oeste del cruce de la misma avenida con la calle Napo. <p>También cuenta con dos elevadores, uno de los cuales sale directamente al Parque Murillo.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Se ubican dos salidas de emergencia: una salida en la esquina oeste del cruce de la Av. Arica con la calle Pastaza y otra en la esquina oeste del cruce de dicha avenida con la calle Napo.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	<p>Dos rejillas de ventilación ubicadas cerca de las salidas de emergencia.</p> <p>Cuenta con dos accesos al área técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uno se encuentra en la esquina oeste del cruce de Av. Arica con la calle Napo y un ducto de paso de materiales que se ubica en la esquina de la Av. Arica con la calle Pastaza. - El segundo se encuentra situado en el Parque
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Venezuela, cerca del acceso sur.
<u>Cruce peatonal:</u>	46.20 ml. de señalización de cruce peatonal en las calles Fulgencio Valdez, Napo, Aguarico y Bolivia.



30
31
32
33

1.12. PLAZA BOLOGNESI

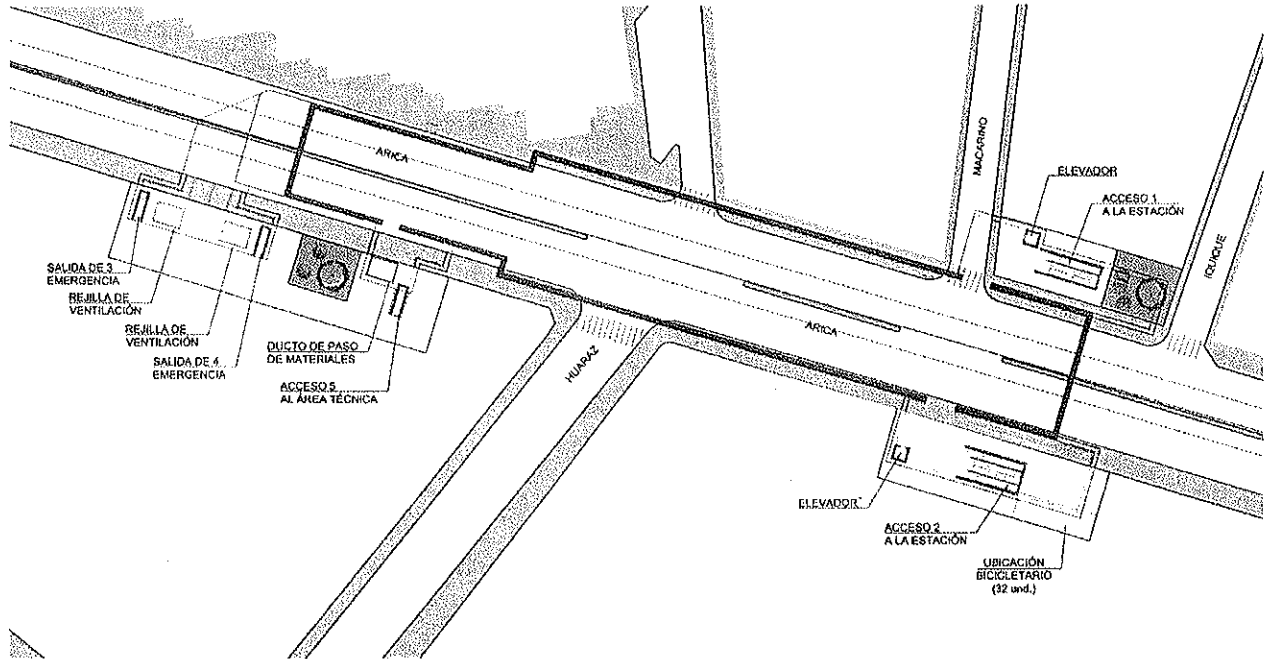
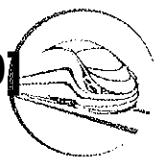


Figura 12. Implantación Estación Plaza Bolognesi

<u>Ubicación:</u>	Av. Arica entre las calles Varela y Iquique.
<u>Accesos:</u>	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un acceso en la cuadra de la Av. Arica entre las calles Macarino e Iquique, al lado norte de la avenida - Otro en el lado opuesto entre las calles Huaraz y Breña. Además posee dos elevadores cerca de los accesos.
<u>Salidas de emergencia:</u>	Dos salidas de emergencia que se ubican en la cuadra orientada al lado sur de la Av. Arica entre las calles Varela y Huaraz.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales ubicados en la misma zona que las salidas de emergencia.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Arica, cerca del acceso sur.
<u>Cruce peatonal:</u>	15.00 ml. de señalización de cruce peatonal en las calles Macarino e Iquique.

1.13. ESTACIÓN CENTRAL



004628

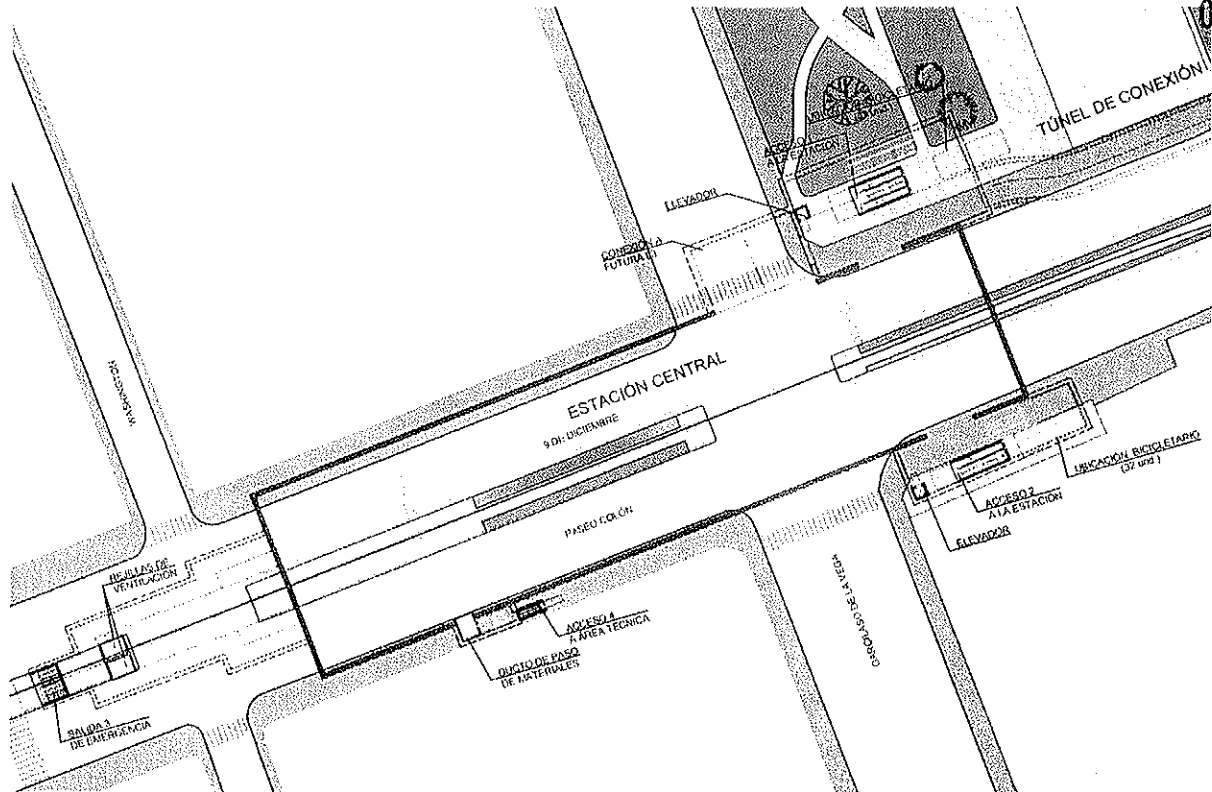


Figura 13. Implantación Estación Central

Ubicación:	Av. Paseo Colón próximo a la Av. Paseo de la República.
Accesos:	Cuenta con dos accesos: <ul style="list-style-type: none"> - El primer acceso se ubica en la cuadra en la que se ubican los museos Militar y de Arte Italiano en la esquina noreste del cruce de las avenidas Paseo Colón y Garcilaso de la Vega, - Otro acceso se encuentra en la cuadra del lado opuesto de la avenida.
Salidas de emergencia:	Dos salidas de emergencia que se ubican en la berma central de la Av. Paseo Colón orientadas a la calle Washington.
Rejillas, accesos de servicio y ductos:	Dos rejillas de ventilación que, al igual que las escaleras de emergencia, se encuentran en la berma central; y un acceso peatonal al área técnica se produce por las escaleras de emergencia.
Bicicletarios:	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. 9 de Diciembre (Paseo Colón) con la Av. Garcilaso de la Vega.
Cruce peatonal:	82.90 ml. de señalización de cruce peatonal en las Av. Paseo Colón y la Av. Garcilaso de la Vega.

1.14. PLAZA MANCO CAPAC



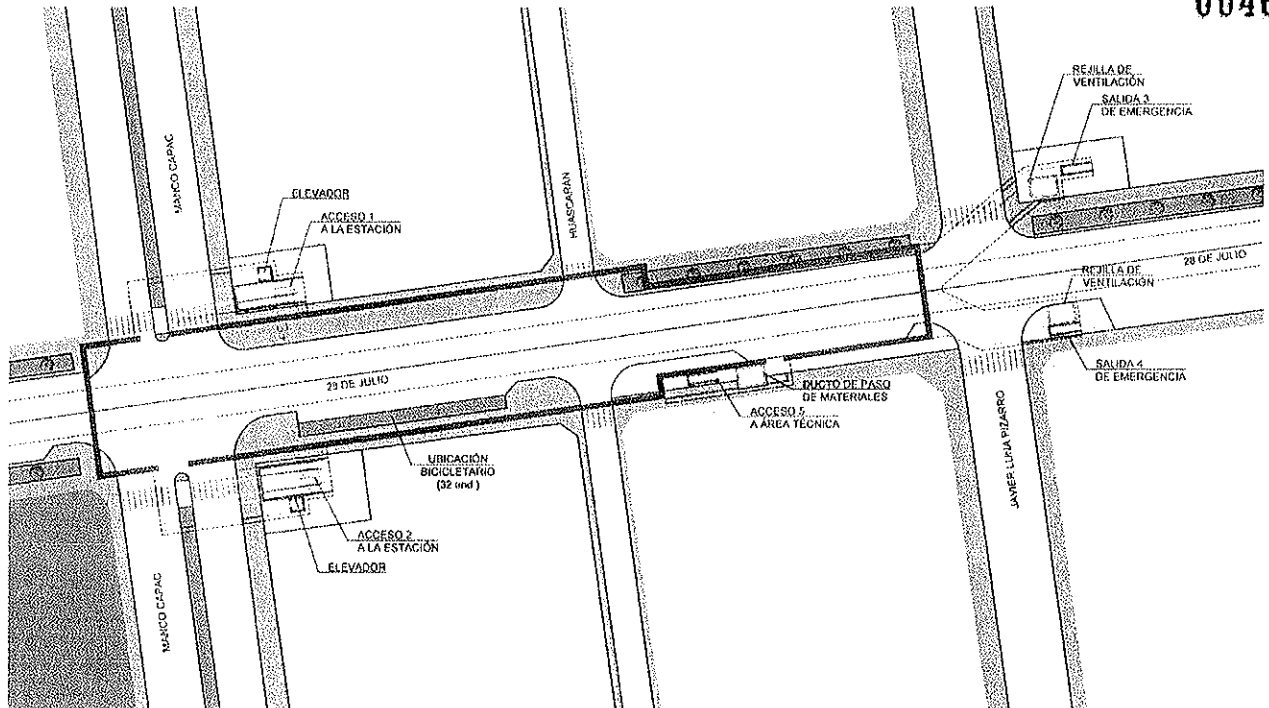


Figura 14. Implantación Estación Plaza Manco Capac

<u>Ubicación:</u>	Av. 28 de Julio en su cruce con la Av. Manco Capac, en las proximidades de la plaza con este mismo nombre.
<u>Accesos:</u>	Cuenta con dos accesos: <ul style="list-style-type: none"> - Un acceso ubicado en la esquina noreste - Otro en la esquina sureste del cruce de las avenidas 28 de Julio y Manco Capac. <p>Cuenta además con dos elevadores al lado de cada uno de los accesos.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Posee dos salidas de emergencia: una en la esquina noreste y la otra en la esquina sureste del cruce de la Av. 28 de Julio con la calle Javier Luna Pizarro.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Dos rejillas de ventilación emplazadas cerca de las salidas de emergencia, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran en la cuadra orientada al lado sur de la Av. 28 de Julio entre las calles Huascarán y Javier Luna Pizarro.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. 28 de Julio.
<u>Cruce peatonal:</u>	37.90 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Manco Cápac, en la intersección con la Av. 28 de Julio.

1.15. CANGALLO

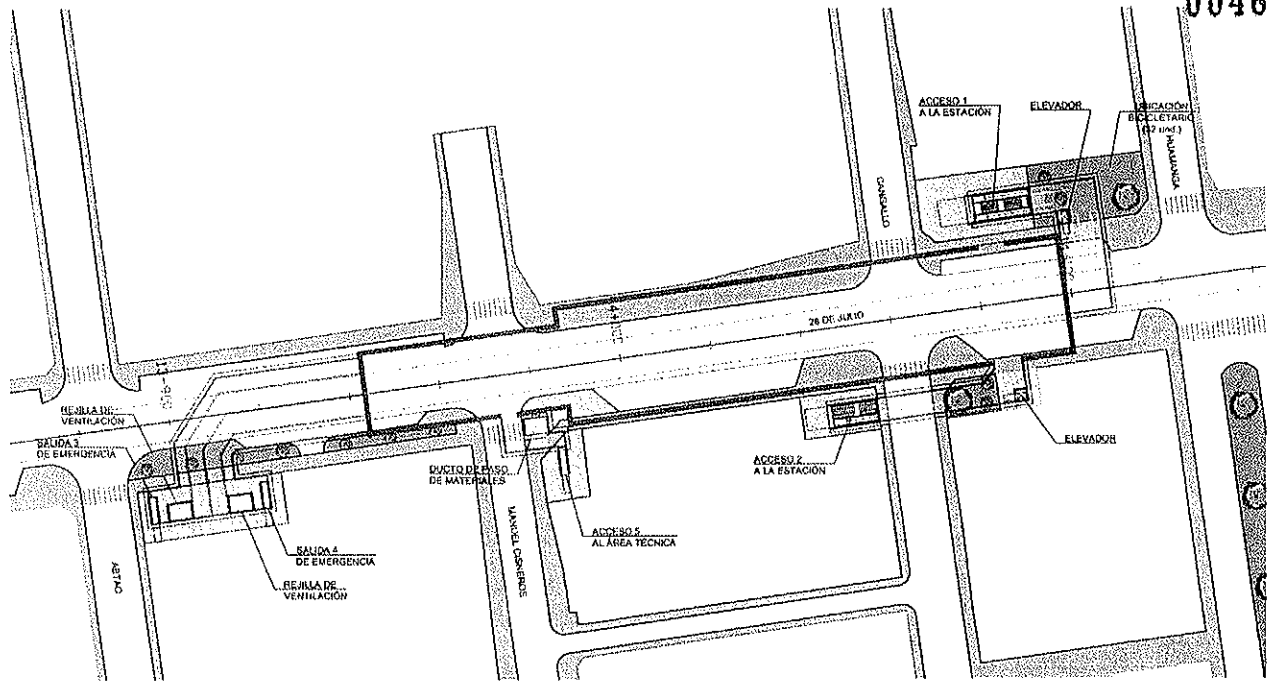


Figura 15. Implantación Estación Cangallo

<u>Ubicación:</u>	Av. 28 de Julio en su cruce con la Av. Cangallo.
<u>Accesos:</u>	<p>Cuenta con dos accesos</p> <ul style="list-style-type: none"> - El primer acceso se ubica en la cuadra al norte de la Av. 28 de Julio entre la Av. Cangallo y la calle Huamanga, - El segundo se encuentra en la esquina suroeste del cruce de las avenidas 28 de Julio con Cangallo. <p>Cuenta además con dos elevadores.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Posee dos salidas de emergencia que se encuentran en la esquina sureste del cruce de la Av. 28 de Julio con la calle Abtao.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	<p>Cuenta con dos rejillas de ventilación que se ubican en la misma zona que las salidas de emergencia.</p> <p>También cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran en la esquina sureste del cruce de 28 de Julio con la calle Manuel Cisneros.</p>
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. 28 de Julio.
<u>Cruce peatonal:</u>	53.50 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Cangallo y en la calle Abtao.

1.16. 28 DE JULIO - L2/L1

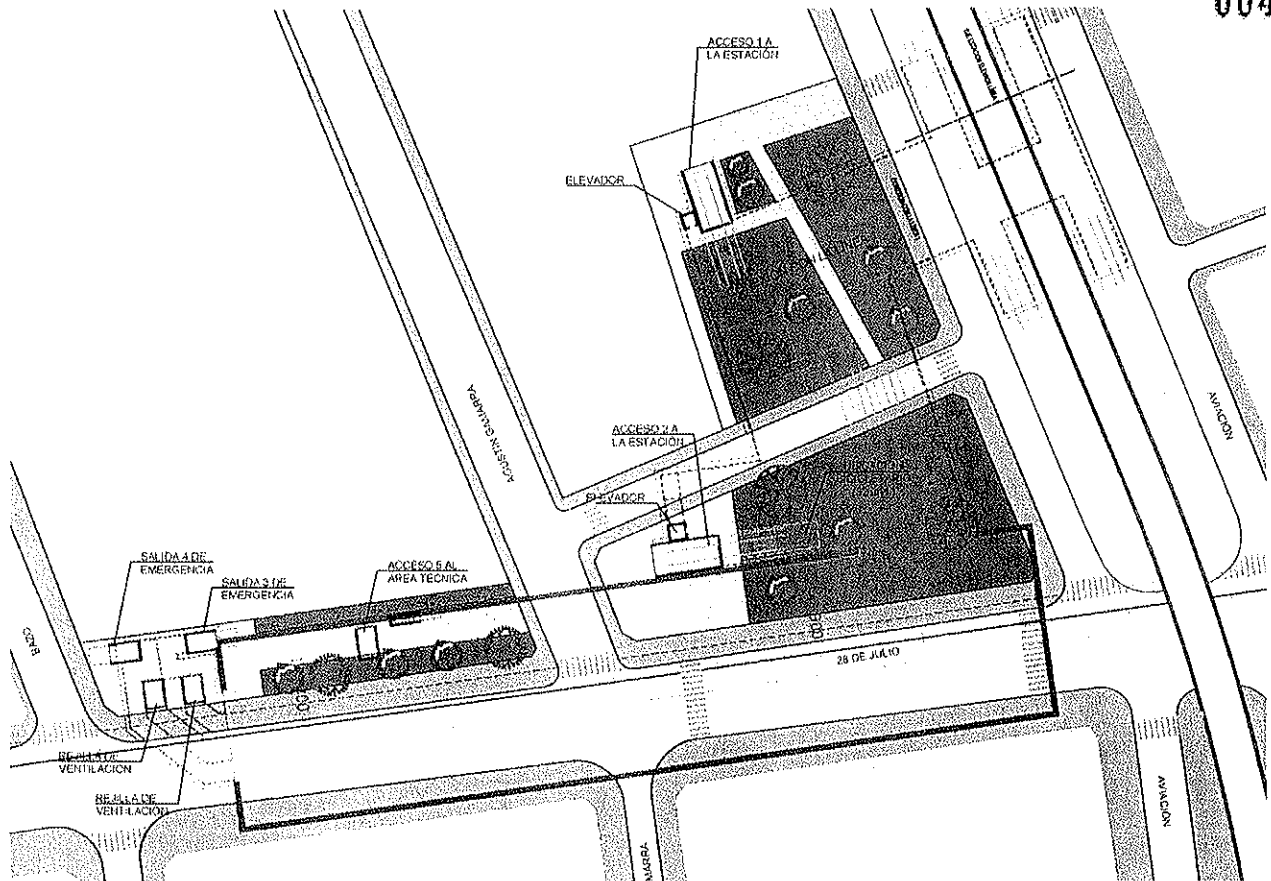
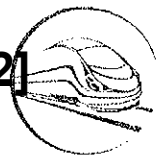


Figura 16. Implantación Estación 28 de Julio-L2

Ubicación:

Av. 28 de Julio en su cruce con la Av. Aviación.

Accesos:

En esta estación se produce el intercambio de la Línea 2 con la Línea 1 del Metro. Cuenta con dos accesos, que se insertan en áreas que deben ser readecuadas luego de la construcción de la estación.

- Al primero se accede por la Av. Aviación
- El segundo se encuentra en la esquina sureste del cruce de las avenidas Agustín Gamarra y 28 de Julio.

También cuenta con dos elevadores, junto a los accesos.

Salidas de emergencia:

Cuenta con dos salidas de emergencia que se sitúan en la zona de la cuadra orientada al lado norte de la Av. 28 de Julio entre la calle Bazo y la Av. Agustín Gamarra.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación y un acceso al área técnica que se encuentran en la misma ubicación que las escaleras de emergencia.

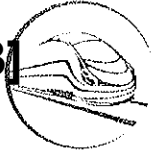
Bicicletarios:

Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. 28 de Julio con la calle Agustín Gamarra.

Cruce peatonal:

52.30 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. 28 de Julio, Av. Aviación y la calle Agustín Gamarra.





1.17. NICOLÁS AYLLÓN

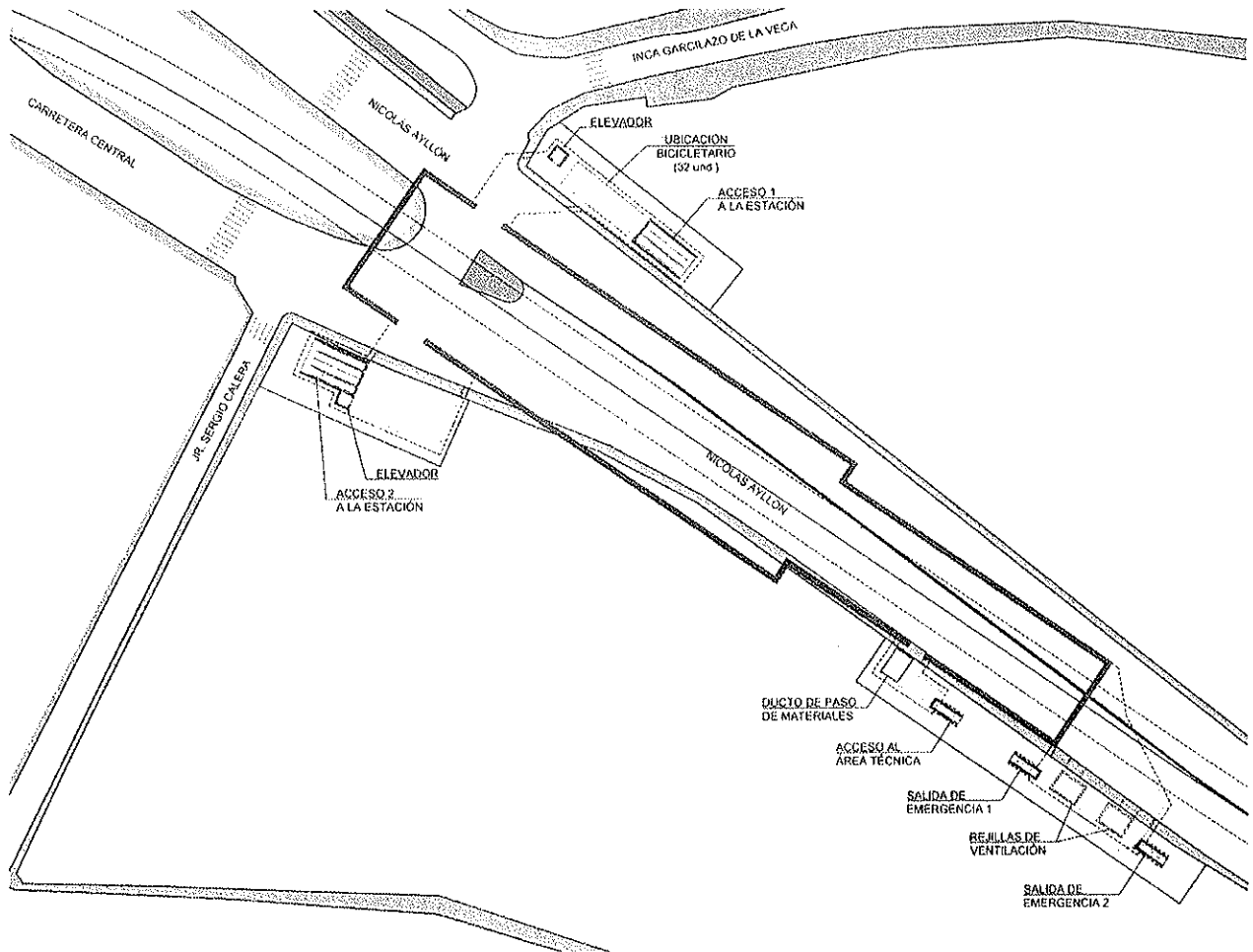


Figura 17. Implantación Estación Nicolás Ayllón

<u>Ubicación:</u>	Av. Nicolás Ayllón próximo al inicio de la Carretera Central.
<u>Accesos:</u>	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El primer acceso se sitúa en la esquina de la Av. Nicolás Ayllón con la calle Inca Garcilazo de la Vega - El segundo en la esquina sureste de la Av. Nicolás Ayllón con el Jr. Sergio Galera. <p>Además cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con dos salidas de emergencia que se encuentran al sur de la Av. Nicolás Ayllón entre el Jr. Sergio Galera y la calle Tristán.
<u>Rejillas, accesos y ductos de servicio:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales se encuentran en la misma ubicación que las escaleras de emergencia.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. Nicolás Ayllón y la calle Inca Garcilazo

de la Vega.

Cruce peatonal: 39.20 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Nicolás Ayllón y en las calles Sergio Calera e Inca Garcilaso de la Vega.

1.18. CIRCUNVALACIÓN

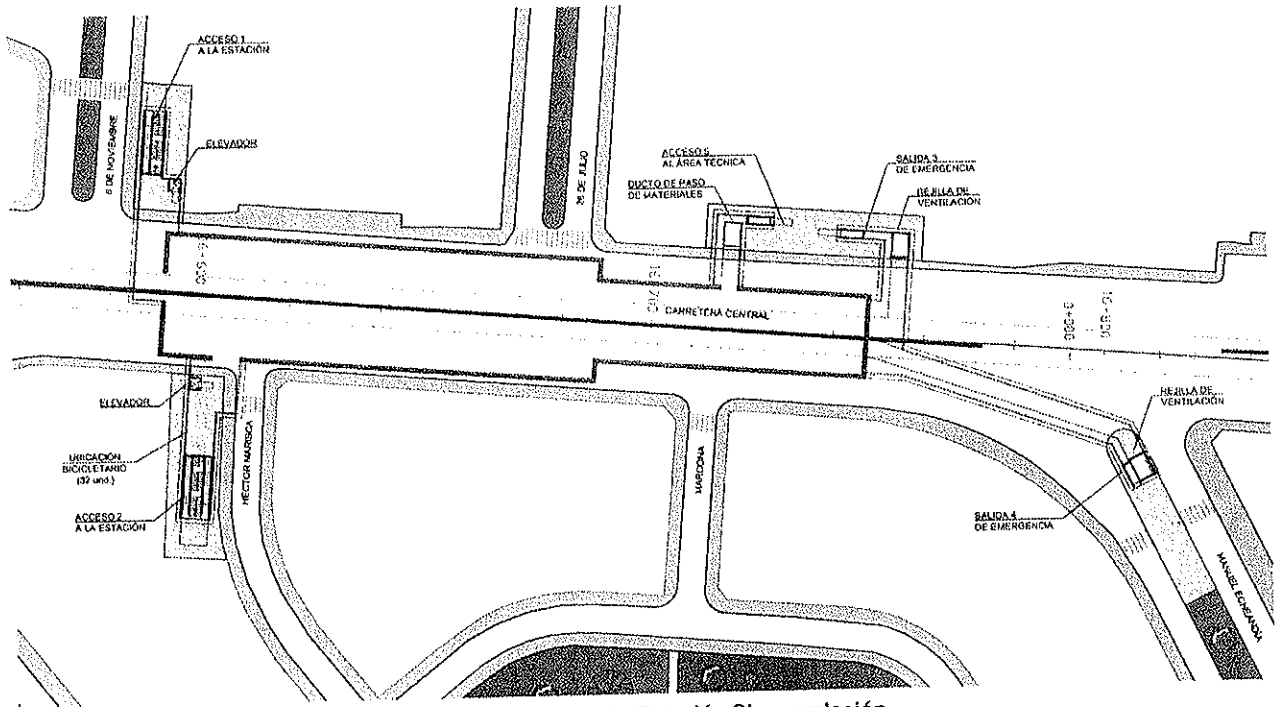


Figura 18. Implantación Estación Circunvalación

Ubicación: Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Circunvalación.

Accesos: Posee dos accesos:

- Uno en la esquina este del cruce de la Carretera Central con la calle 6 de Noviembre
- El segundo acceso en la esquina oeste de la Carretera Central con la calle H. Marisca.

Salidas de emergencia: Posee dos salidas de emergencia:

- Una salida en la esquina oeste del cruce de la Carretera Central con la calle 26 de Julio.
- La segunda salida está en la berma central de la calle Manuel Echeandía en el tramo orientado a la Carretera Central.

Rejillas, accesos de servicio y ductos: Cuenta con dos rejillas de ventilación distribuidas en la misma zona que las salidas de emergencia. También cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran cerca de la esquina este del cruce de la Carretera Central con la calle 28 de Julio.

Bicicletarios:	Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. Nicolás Ayllón con la calle Héctor Marisca.
Cruce peatonal:	13.40 ml. de señalización de cruce peatonal en las calles Héctor Marisca y Manuel Echeandía.

1.19. NICOLÁS ARRIOLA

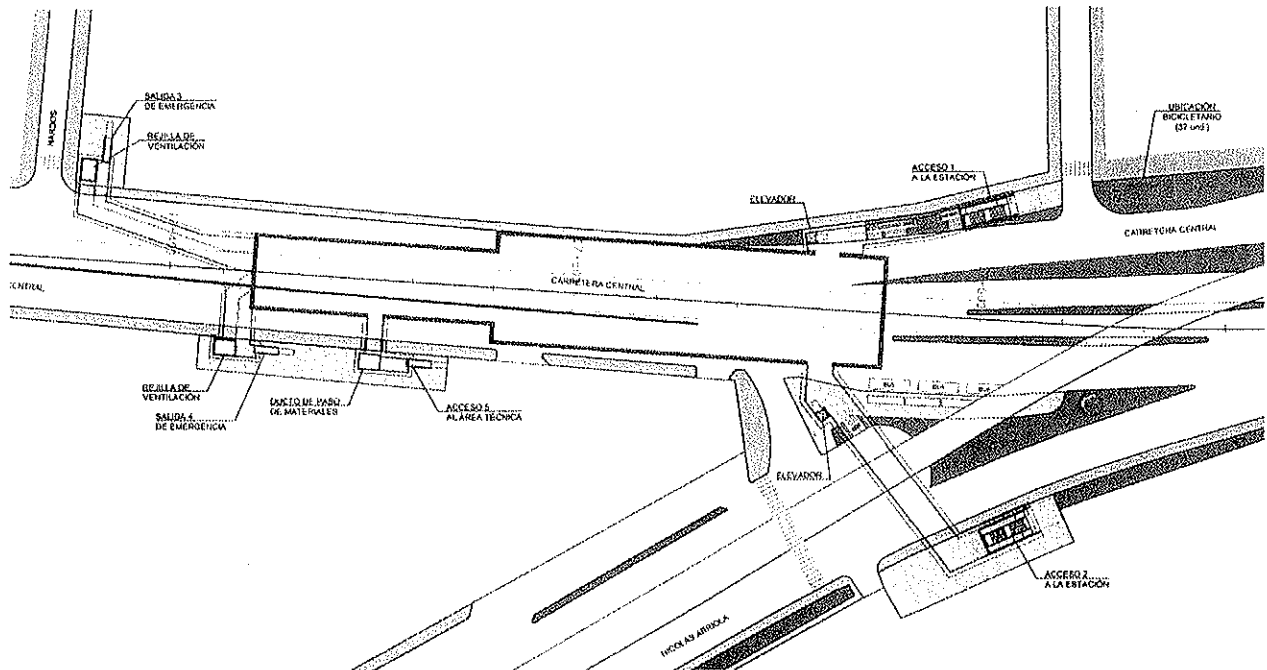


Figura 19. Implantación Estación Nicolás Arriola

Ubicación:	Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Nicolás Arriola.
Accesos:	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El primer acceso se ubica en la Carretera Central, orientada al lado norte de ésta - El segundo en la Av. Nicolás Arriola, próximo a la entrada de la Clínica San Juan de Dios. <p>Además cuenta con dos elevadores cercanos a los accesos.</p>
Salidas de emergencia:	<p>Cuenta con dos salidas de emergencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - La primera salida de emergencia se sitúa en la esquina de la Carretera Central con la calle Nardos - La otra en el lado opuesto de la avenida, próximo a su cruce con la Av. Nicolás Arriola.
Rejillas, accesos de servicio y ductos:	<p>Cuenta con dos rejillas de ventilación que poseen la misma distribución que las salidas de emergencia.</p> <p>Cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran al lado oeste de la Carretera Central, próximo a su cruce con la Av. Nicolás Arriola.</p>

<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Nicolás Ayllón (Carretera Central), cerca de un acceso.
<u>Cruce peatonal:</u>	37.10 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Nicolás Arriola.

1.20. EVITAMIENTO

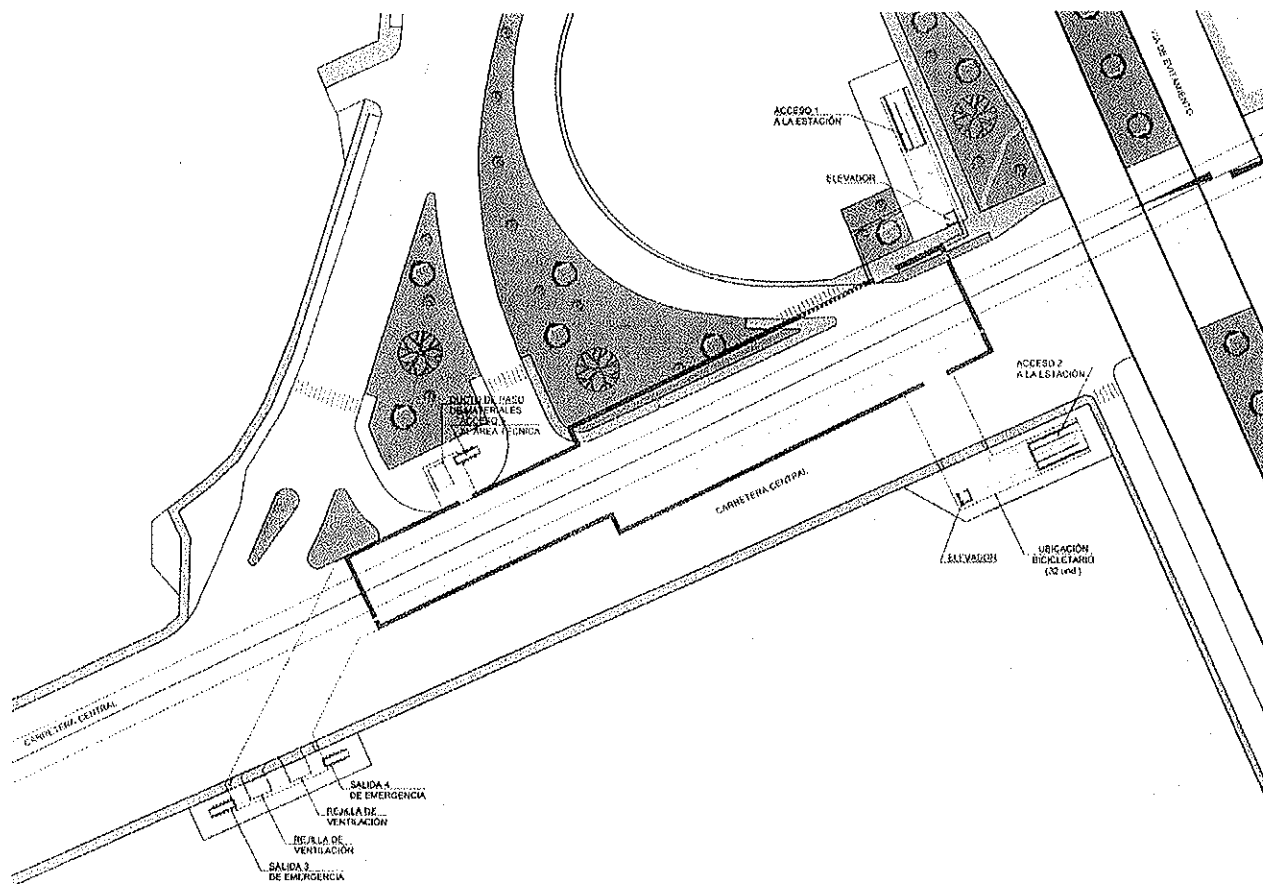
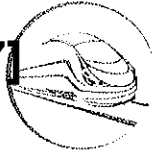


Figura 20. Implantación Estación Evitamiento

<u>Ubicación:</u>	Av. Carretera Central en su cruce con la Vía de Evitamiento.
<u>Accesos:</u>	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uno en la esquina suroeste de la Carretera Central con la Vía de Evitamiento - El otro se encuentra en el lado opuesto de la avenida, en una de las rotondas del "trébol" que se forma en la intersección de ambas avenidas.
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con dos salidas de emergencia, ambas se encuentran en la Carretera Central entre la calle Tomas Alva Edison y la Vía de Evitamiento.



004636

<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación que poseen la misma ubicación que las salidas de emergencia. Tiene un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran en la berma de uno de los tramos de acceso desde la Vía de Evitamiento a la Carretera Central.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. Carretera Central y la Av. vía de Evitamiento.
<u>Cruce peatonal:</u>	25.30 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Carretera Central.

1.21. ÓVALO SANTA ANITA

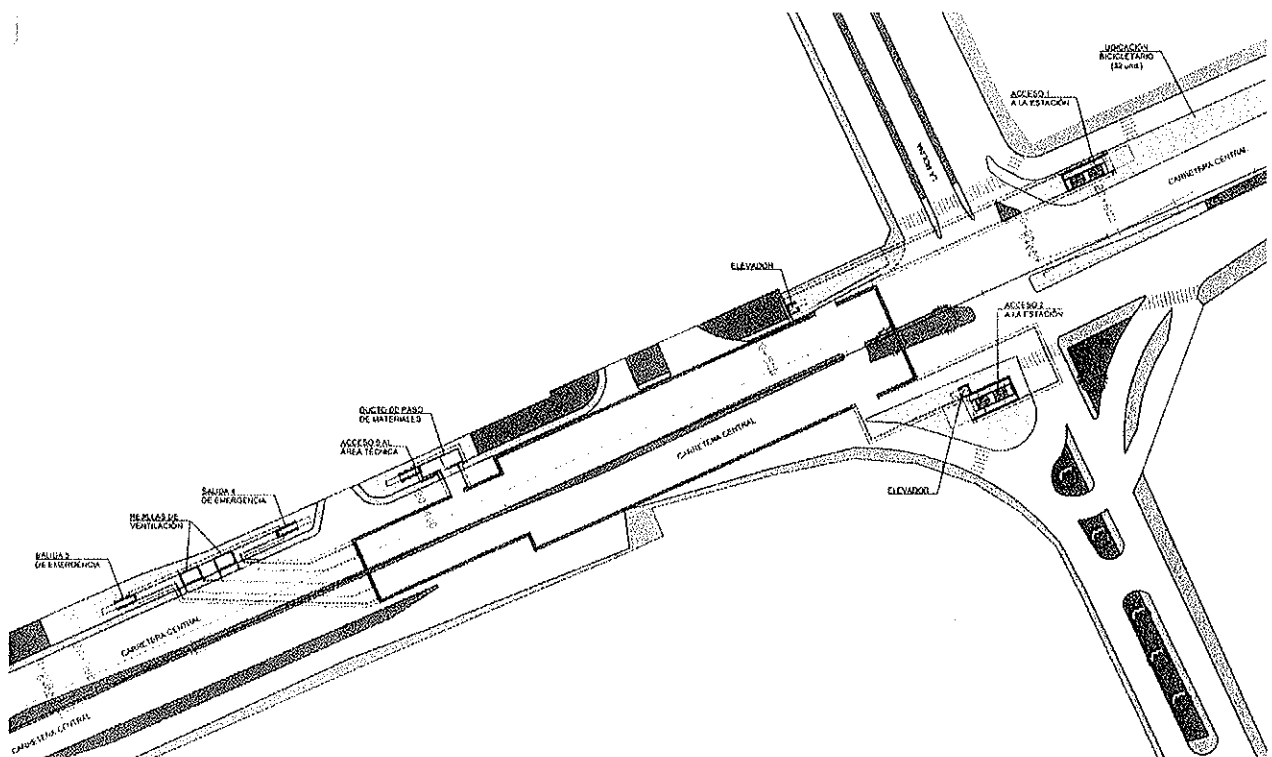


Figura 21. Implantación Estación Ovalo Santa Anita

<u>Ubicación:</u>	Av. Carretera Central en su cruce con la Av. La Molina, en las inmediaciones del Óvalo Santa Anita.
<u>Accesos:</u>	Posee dos accesos: - El primer acceso en la berma ubicada en la esquina suroeste del cruce de la Carretera Central con la Av. la Molina, - El segundo está en el tramo de la berma orientado al noreste del cruce ante mencionado. También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con dos salidas de emergencias que se ubican en la cuadra orientada al lado norte de la Carretera Central entre la



17/03/2011

Calle Rodríguez de Mendoza y la Av. La Molina.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Posee dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales ubicadas en la misma zona que las salidas de emergencia.

Bicicletarios:

Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Carretera Central, cerca de la Av. La molina.

Cruce peatonal:

23.30 ml. de señalización de cruce peatonal en las Avenidas La Molina y Carretera Central.

1.22. COLECTORA INDUSTRIAL

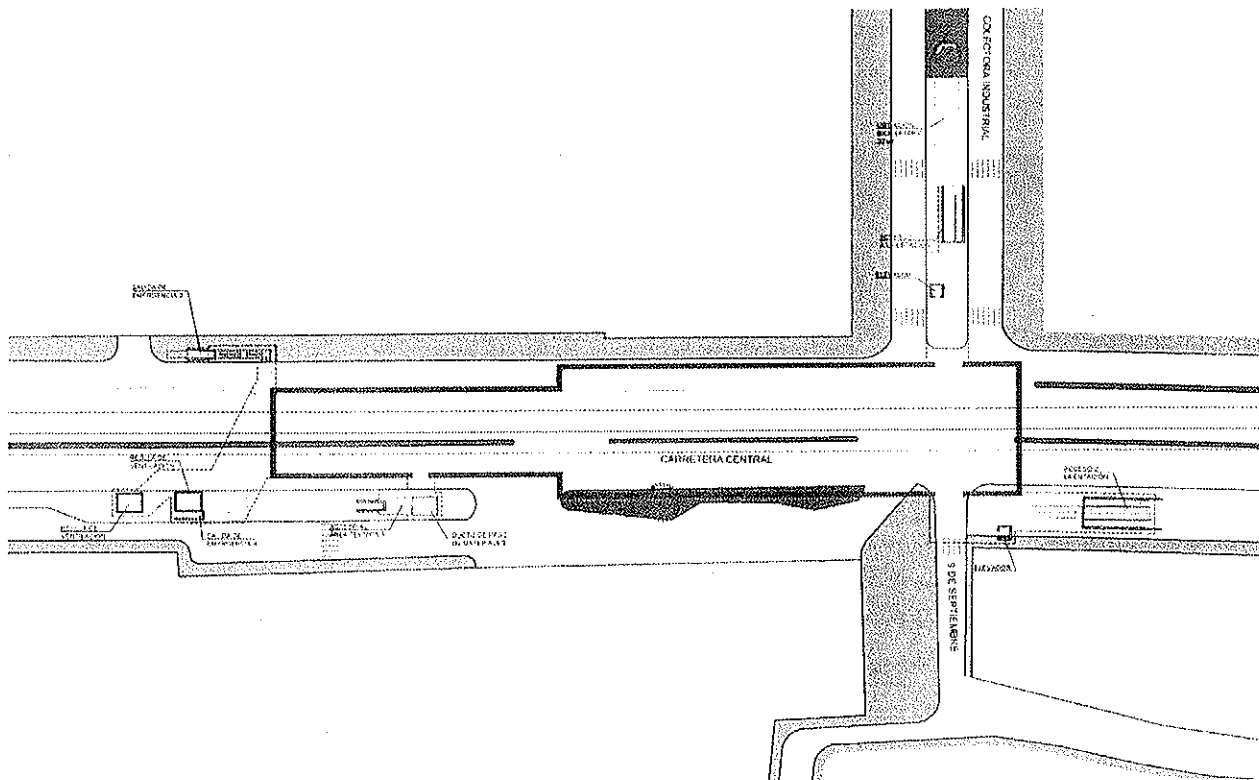


Figura 22. Implantación Estación Colectora Industrial

Ubicación:

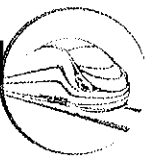
Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Colectora Industrial.

Accesos:

Posee dos accesos:

- El primer acceso se ubica en la berma central de la Av. Colectora Industrial al norte de la Carretera Central
- El otro acceso en la esquina oeste de la carretera Central con la calle 9 de Septiembre.

También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.



004638

Salidas de emergencia:

Posee dos salidas de emergencia,

- Una en la cuadra orientada al norte de la Carretera Central entre la calle Los Rosales y la Av. Colectora Industrial
- La segunda en la berma orientada al lado sur de la Carretera Central en el tramo entre las calles Ramiro Prialé y 9 de Septiembre.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que están situados en la berma orientada al lado sur de la Carretera Central en el tramo entre las calles Ramiro Prialé y 9 de Septiembre.

Bicicletarios:

Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Colectora Industrial, cercano a la Av. Carretera Central.

Cruce peatonal:

33.80 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Carretera Central y en la Av. Colectora Industrial.

1.23. LA CULTURA

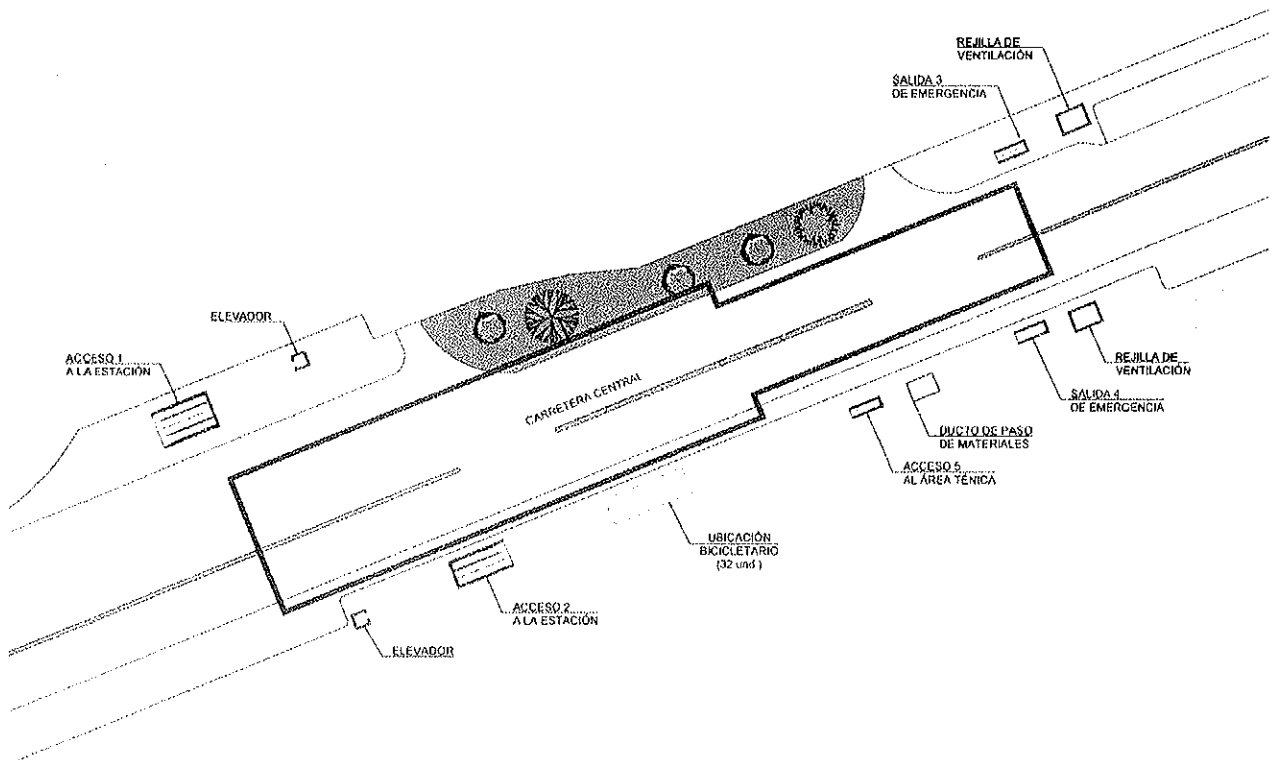


Figura 23. Implantación Estación La Cultura

Ubicación:

Av. Carretera Central en su cruce con la Av. La Cultura.



Handwritten signature and initials.

<u>Accesos:</u>	Posee dos accesos:
	<ul style="list-style-type: none"> - El primer acceso se ubica en la cuadra orientada al norte de la Carretera Central entre la calle Huarochiri y la Av. La Cultura. - El segundo acceso, en la cuadra orientada al sur de la Carretera Central en el mismo tramo que el anterior.
	También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con dos salidas de emergencia ubicadas en el extremo opuesto al de los accesos.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación que tienen la misma ubicación de las salidas de emergencia. También cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, situados en la cuadra orientada al sur de la Carretera Central entre la calle Huarochiri y la Av. La Cultura.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Carretera Central cerca de uno de los accesos.

1.24. MERCADO SANTA ANITA

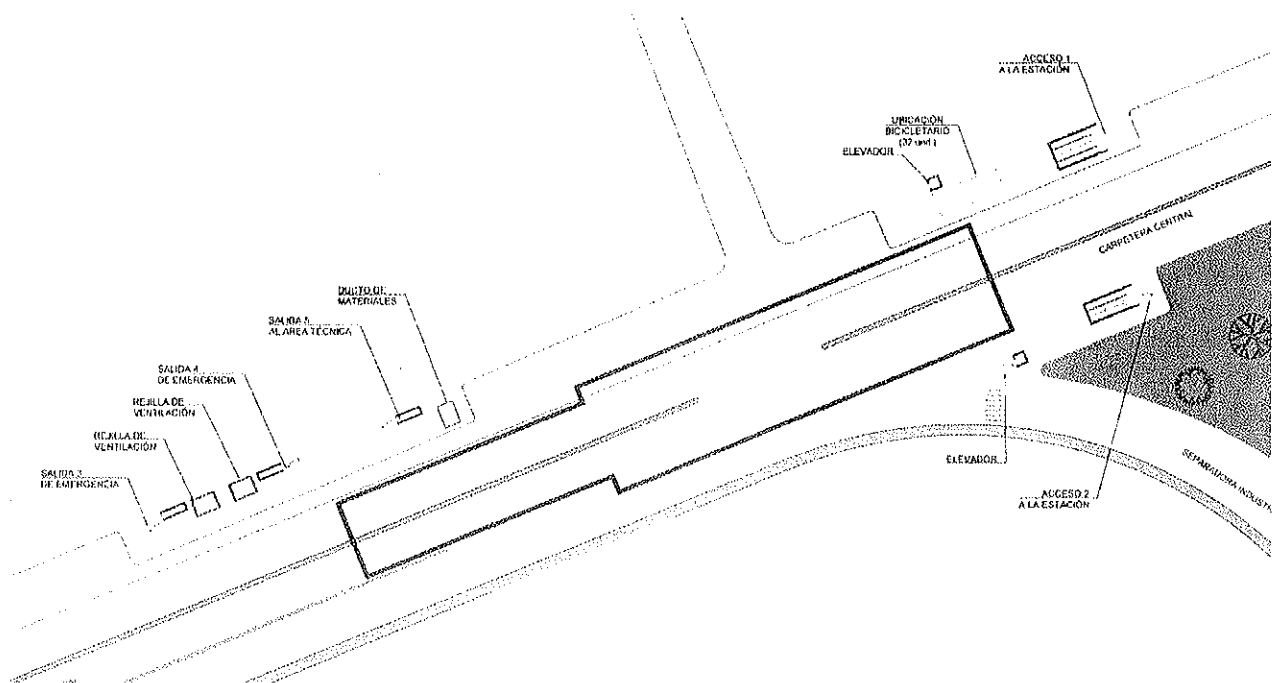
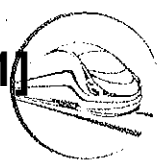


Figura 24. Implantación Estación Mercado Santa Anita

<u>Ubicación:</u>	Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Separadora Industrial, en las proximidades del Mercado Santa Anita.
<u>Accesos:</u>	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uno en la cuadra orientada al norte de la Carretera Central, próximo a su cruce con la calle 22 de Junio, - Otro en la berma que se forma en la intersección del cruce de las avenidas Carretera Central y Separadora Industrial.



004640

	También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con dos salidas de emergencia, ubicadas al lado norte de la Carretera Central, en la cuadra al noroeste de la Av. Separadora Industrial.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Posee dos rejillas de ventilación que tienen la misma ubicación de las salidas de emergencia. Cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, situados cerca a las salidas de emergencia al lado norte de la Carretera Central.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la intersección de la Av. Carretera Industrial con la Av. Separadora Industrial, cercano a uno de los accesos.
<u>Cruce peatonal:</u>	6.70 ml. de señalización de cruce peatonal en la intersección de la Av. Carretera Central con la Av. Separadora Industrial.

1.25. VISTA ALEGRE

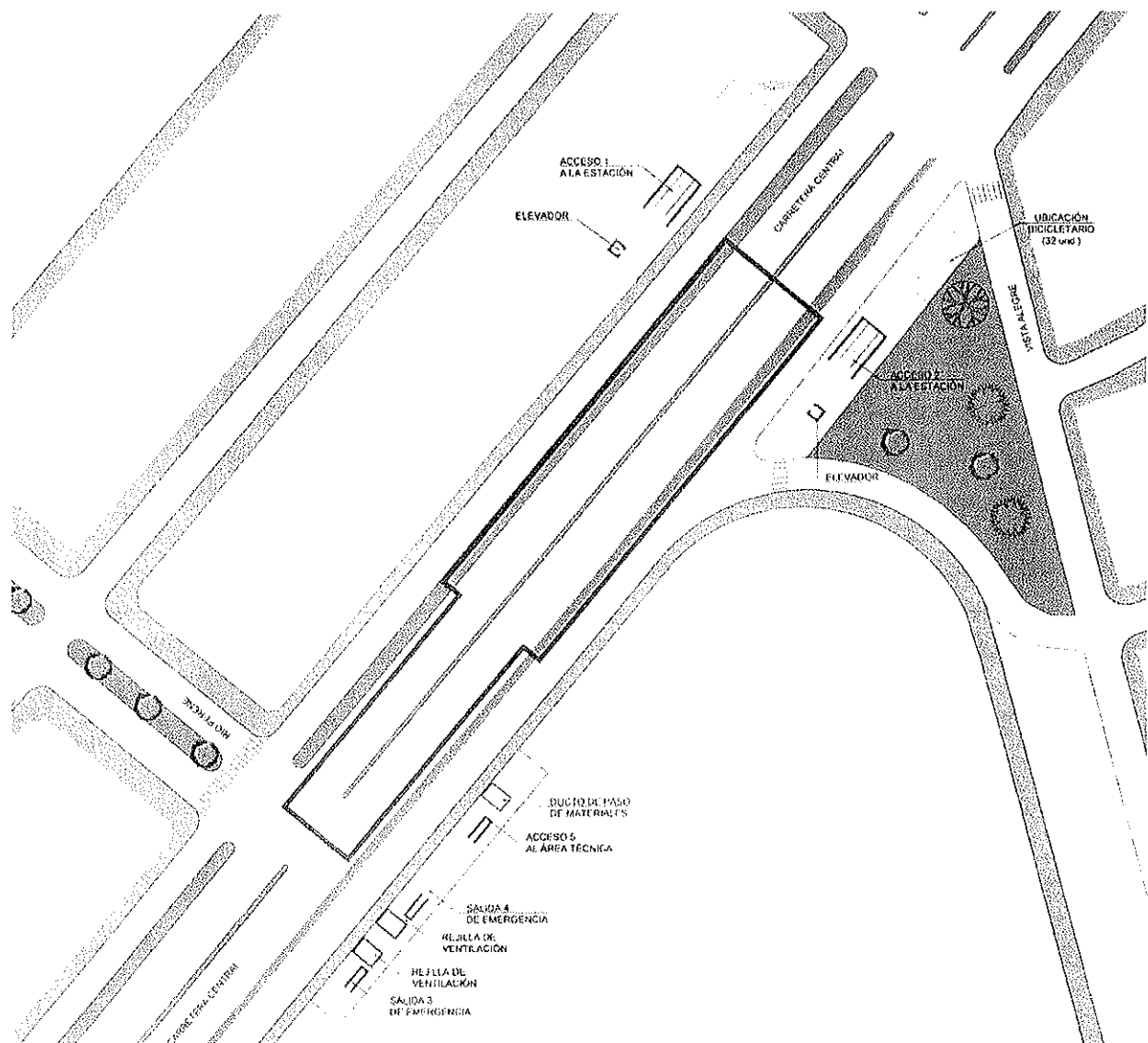


Figura 25. Implantación Estación Vista Alegre





004641

<u>Ubicación:</u>	Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Vista Alegre.
<u>Accesos:</u>	<p>Cuenta con dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El primer acceso se sitúa en la cuadra al norte de la Carretera Central, - El segundo en el espacio público al lado opuesto de la avenida, próximo a la Av. Vista Alegre. <p>También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	Cuenta con dos salidas de emergencia, ambas se ubican en la cuadra al sur de la Carretera Central próximo a la Av. Vista Alegre.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que poseen la misma ubicación de las salidas de emergencia.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en el espacio público de la intersección de la Av. Carretera Centra y la Av. Vista Alegre.
<u>Cruce peatonal:</u>	14.5 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Vista Alegre.

1.26. PROLONGACIÓN JAVIER PRADO

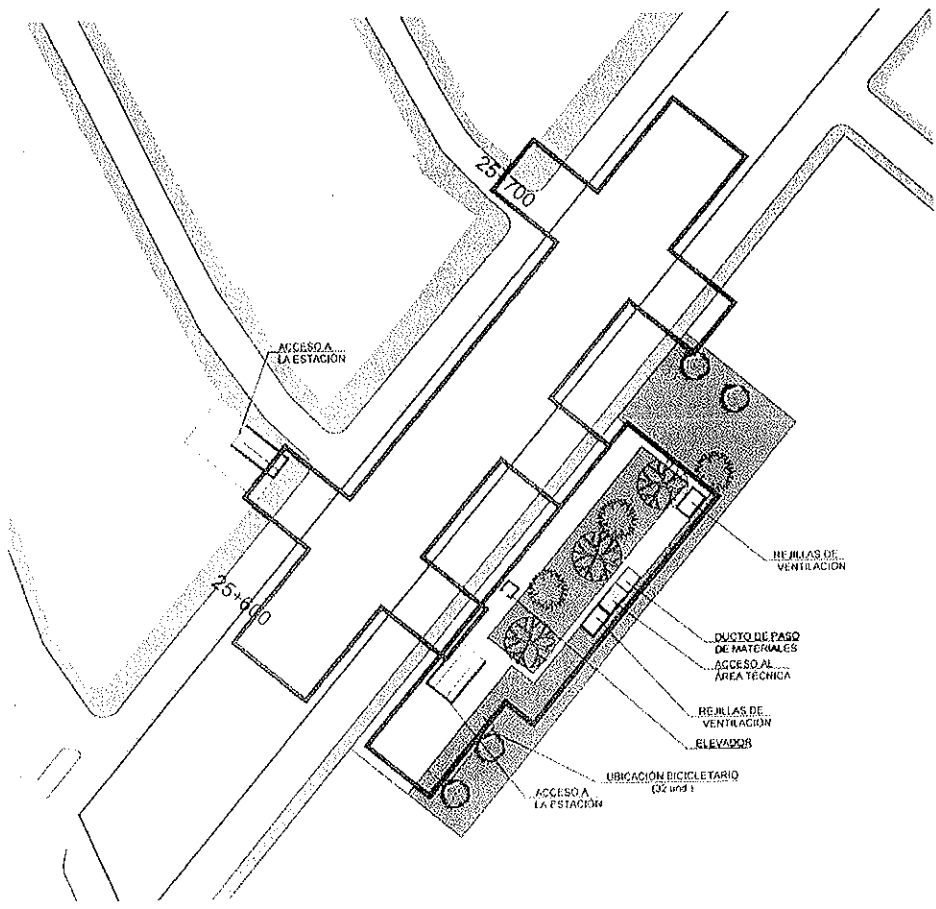


Figura 26. Implantación Estación Prolongamiento Javier Prado

004642

<u>Ubicación:</u>	Av. Carretera Central en su cruce con la Av. Javier Prado.
<u>Accesos:</u>	<p>Posee dos accesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uno en la cuadra al sur de la Av. Carretera Central después de la Av. Javier Prado - El segundo se encuentra en el lado opuesto de la avenida en la cuadra entre la Av. Javier Prado y la Calle Húsares de Junín. <p>También cuenta con un elevador cerca del acceso de la Avda. Carretera central.</p>
<u>Salidas de emergencia:</u>	En esta tipología de estación (en caverna) las salidas de emergencia llegan hasta el nivel del vestíbulo, donde los usuarios se distribuyen y salen a la superficie por los accesos.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales que se encuentran en la misma zona de ubicación del segundo acceso mencionado.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la zona del segundo acceso mencionado, en la Av. Carretera Central.

1.27. MUNICIPALIDAD DE ATE

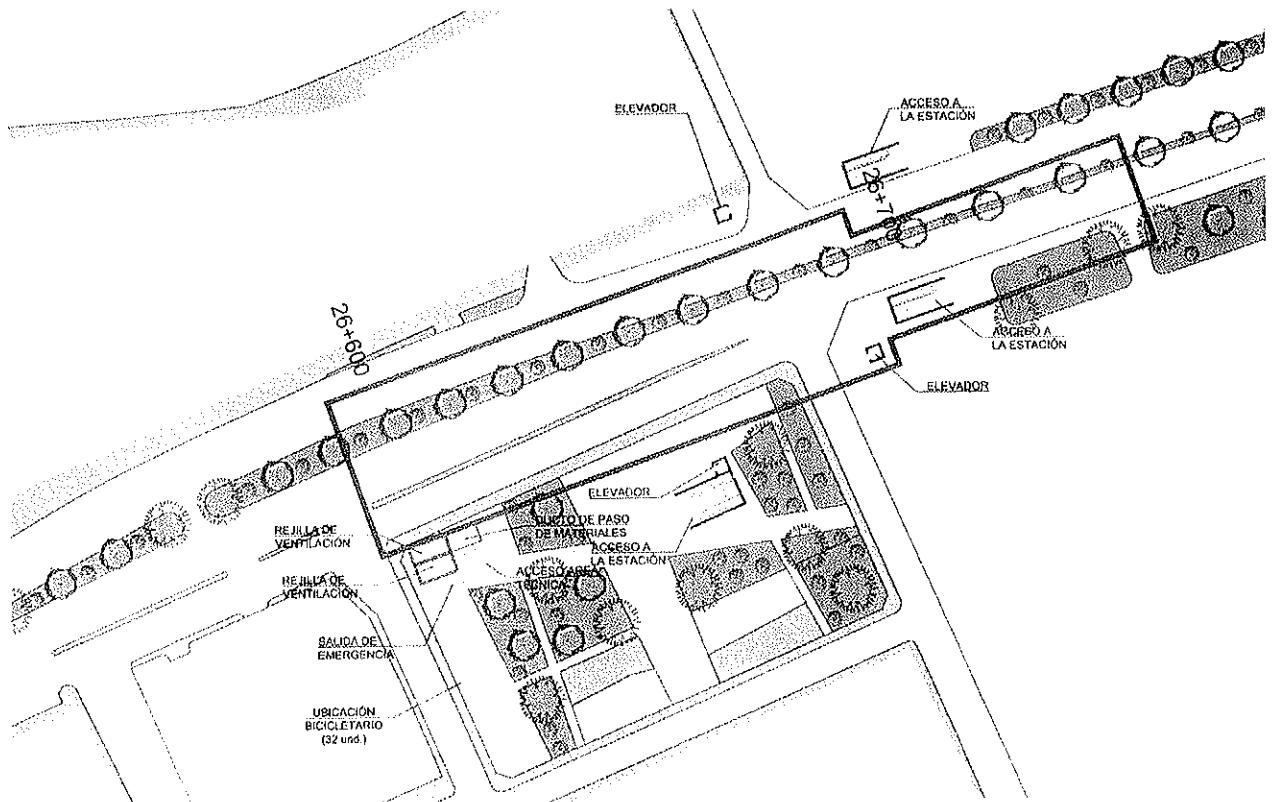


Figura 27. Implantación Estación Municipalidad de Ate



Handwritten signature and initials in the bottom right corner.

<u>Ubicación:</u>	Av. Carretera Central en las inmediaciones de la Plaza de la Municipalidad de Ate.
<u>Accesos:</u>	En esta estación hay dos accesos a los lados norte y sur de la Carretera Central que además de ingreso, actúan en sustitución de un puente peatonal, por lo que funcionan como cruce soterrado. Posee también un tercer acceso dentro de la plaza. Cuenta también con tres elevadores cercanos a las estaciones.
<u>Salidas de emergencia:</u>	Dispone de una salida de emergencia situada en la plaza. En esta estación las escaleras de emergencia llegan hasta el nivel del vestíbulo, donde se unifican y salen a la superficie por una única salida.
<u>Rejillas, accesos de servicio y ductos:</u>	Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, ubicados en la plaza.
<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Plaza.







A.8.1. Nº DOCUMENTO	A) DISEÑO DE INGENIERÍA TIPO DE DOCUMENTO
-------------------------------	---

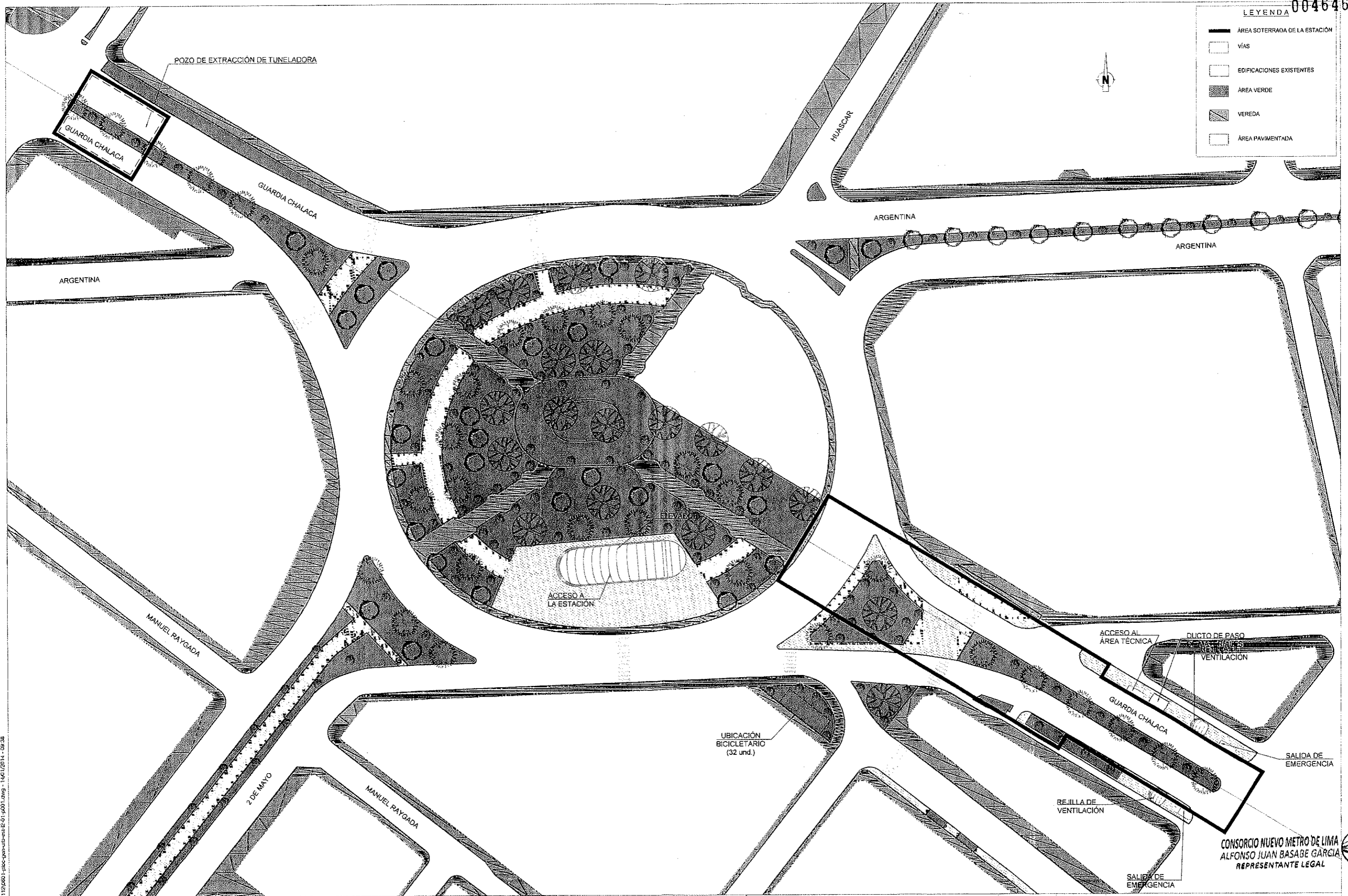
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

A.8.1. ESTACIONES LÍNEA 2 APÉNDICE 1. PLANOS INSERCIÓN URBANA LÍNEA 2

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-URB-EST-L2-01	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 01 - PUERTO DEL CALLAO. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-02	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 02 - BUENOS AIRES. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-03	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 03 - JUAN PABLO II. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-04	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 04 - INSURGENTES. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-05	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 05 - CARMEN DE LA LEGUA. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-06	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN OSCAR BENAVIDES. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-07	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN SAN MARCOS. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-08	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN ELIO. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-09	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN LA ALBORADA. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-10	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 10 - TINGO MARÍA. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-11	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN PARQUE MURILLO. PLANTA DE IMPLANTACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-12	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN PLAZA BOLOGNESI. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-13	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN CENTRAL. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-14	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN PLAZA MANCO CAPAC. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-15	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN CANGALLO. PLANTA DE IMPLANTACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-16	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN 28 DE JULIO. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-17	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN NICOLAS AYLLON. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-18	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN CIRCUNVALACIÓN. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-19	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN NICOLAS ARRIOLA. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-20	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN EVITAMIENTO. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-21	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-22	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-23	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN LA CULTURA. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-24	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-25	LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA. ESTACIÓN VISTA ALEGRE. PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-26	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 26 - PROLONGACIÓN JAVIER PRADO. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L2-27	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 2. ESTACIÓN 27 - MUNICIPALIDAD DE ATE. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1

LEYENDA

-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA



d:\Contratos\02\0112\0601-plac-gen-urb-est-l2-01-p001.dwg - 14/01/2014 - 09:38

 **ProlInversión**
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

 **CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA**

CONSULTORES
  

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

ESCALA(1)	1/500
ESCALA(2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014



INSERCIÓN URBANA
 LÍNEA 2. ESTACIÓN 01 - PUERTO DEL CALLAO
 PLANTA DE URBANIZACIÓN
 PLANO N° 0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-01
 HOJA 01 de 01
 REVISIÓN 1
 0801-PLOC-GEN-URB-EST-L2-01-P001.dwg

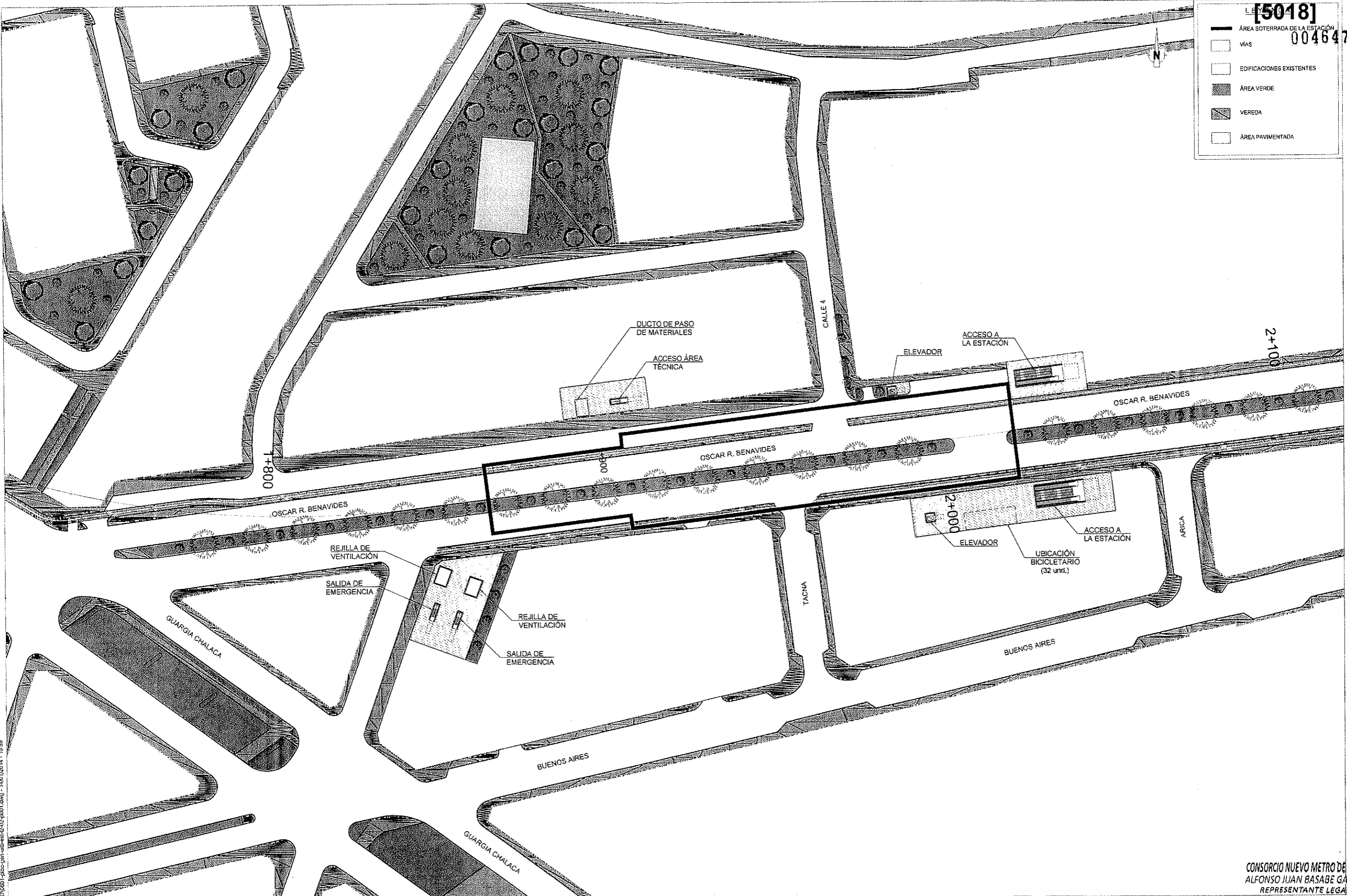
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



150181

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA

004647



c:\p\basabg\027015705601-ploc-gen-urb-est-l2-02-p001.dwg - 14/01/2014 - 10:39

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSULTORES
CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

ayesa **euroestudios** **2iT**
 INGENIERIA

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







ESCALA (M): 1/500
 ESCALA (P): 1/1000
 FECHA: FEBRERO 2014

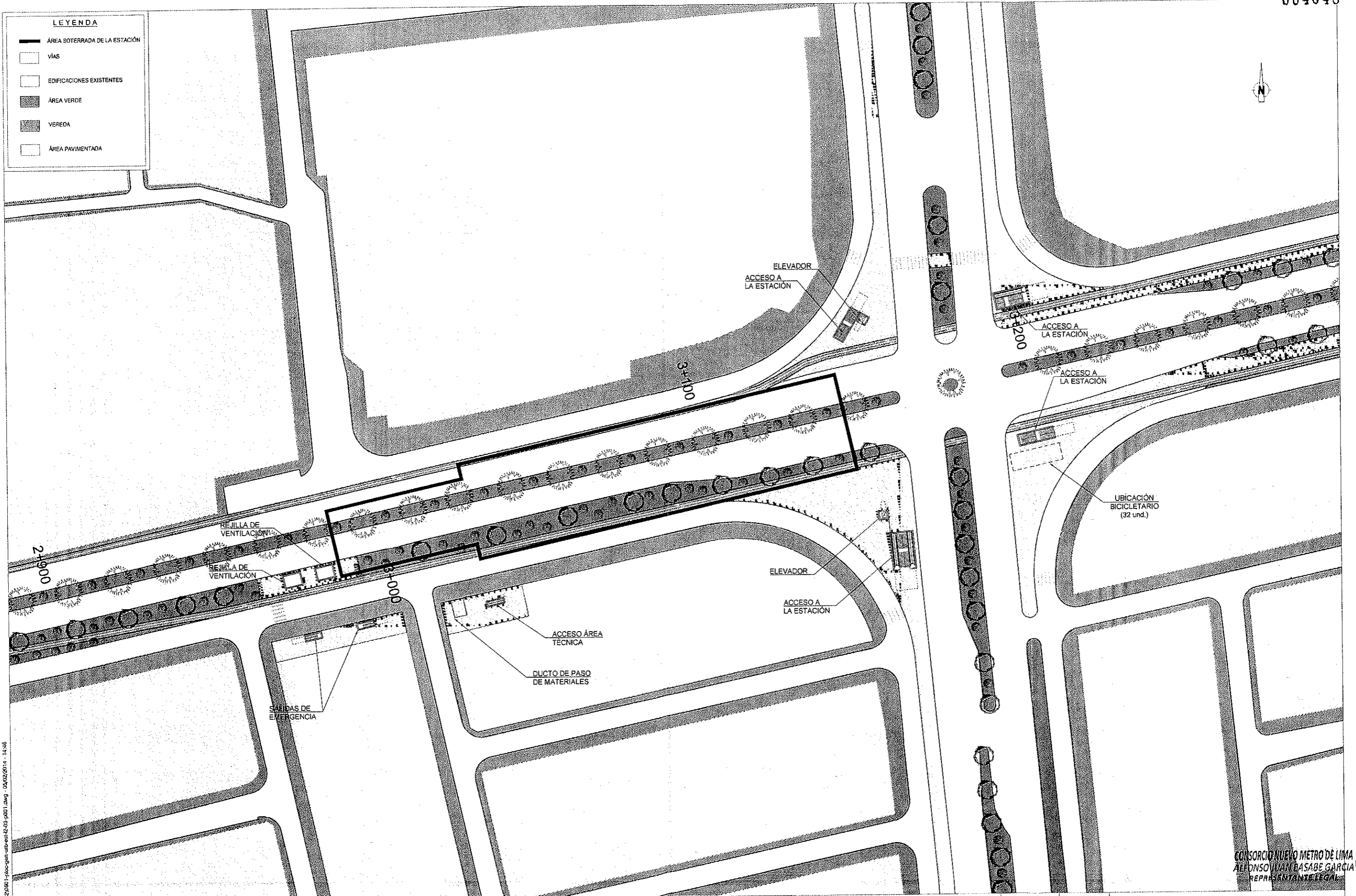
INSERCIÓN URBANA
 LÍNEA 2. ESTACIÓN 02 - BUENOS AIRES
 PLANTA DE URBANIZACIÓN

PLANO N° 0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-02
 HOJA 01 de 01
 REVISIÓN 1

0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-02-P001.dwg

LEYENDA







-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA

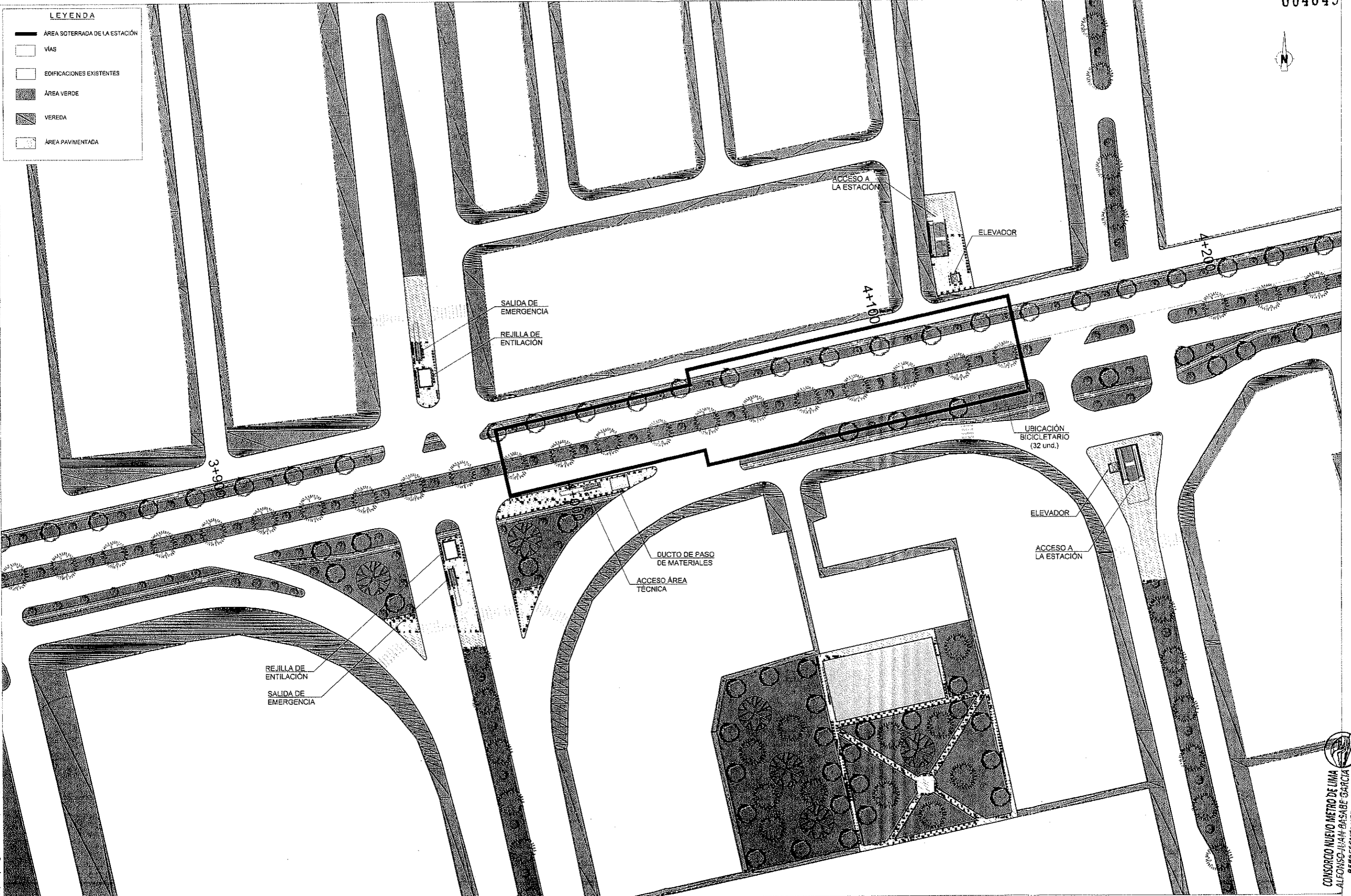


C:\p\trabajo\0273632\0811-ploc-gen-urb-est-03-001.dwg - 04/02/2014 - 14:46



LEYENDA

-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA



c:\trabajo\0273833\0801-ploc-gen-urb-est-04-p001.dwg - 05/02/2014 - 13:20

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa   

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

ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

INSERCIÓN URBANA
LÍNEA 2. ESTACIÓN 04 - INSURGENTES
PLANTA DE URBANIZACIÓN

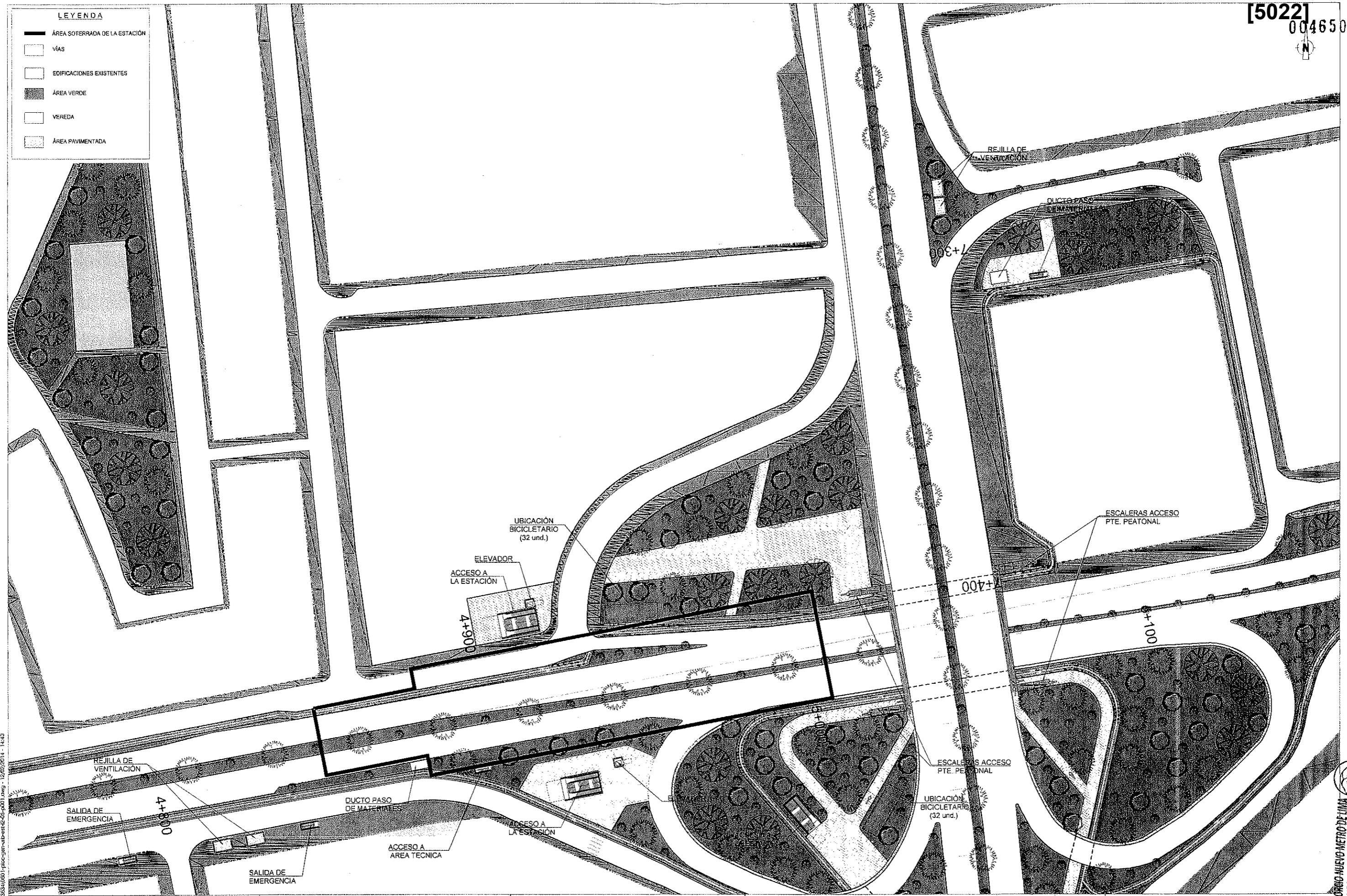
PLANO N° 0501-PLOC-GEN-URB-EST-L2-04

HUZA	01 de 01
REVISIÓN	

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO HUAN BARRERA GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



UBICACIÓN BICICLETARIO (32 und.)

ELEVADOR ACCESO A LA ESTACIÓN

4+900

REJILLA DE VENTILACIÓN

DUCTO PASO DE MATERIALES

003+1

ESCALERAS ACCESO PTE. PEATONAL

004+00

+100

ESCALERAS ACCESO PTE. PEATONAL

UBICACIÓN BICICLETARIO (32 und.)

REJILLA DE VENTILACIÓN

SALIDA DE EMERGENCIA

4+800

DUCTO PASO DE MATERIALES

SALIDA DE EMERGENCIA

ACCESO A AREA TECNICA

ACCESO A LA ESTACIÓN

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)	1/500
ESCALA (A2)	1/100
FECHA	FEBRERO 2014



INSERCIÓN URBANA
LÍNEA 2. ESTACIÓN 05 - CARMEN DE LA LEGUA
PLANTA DE URBANIZACIÓN

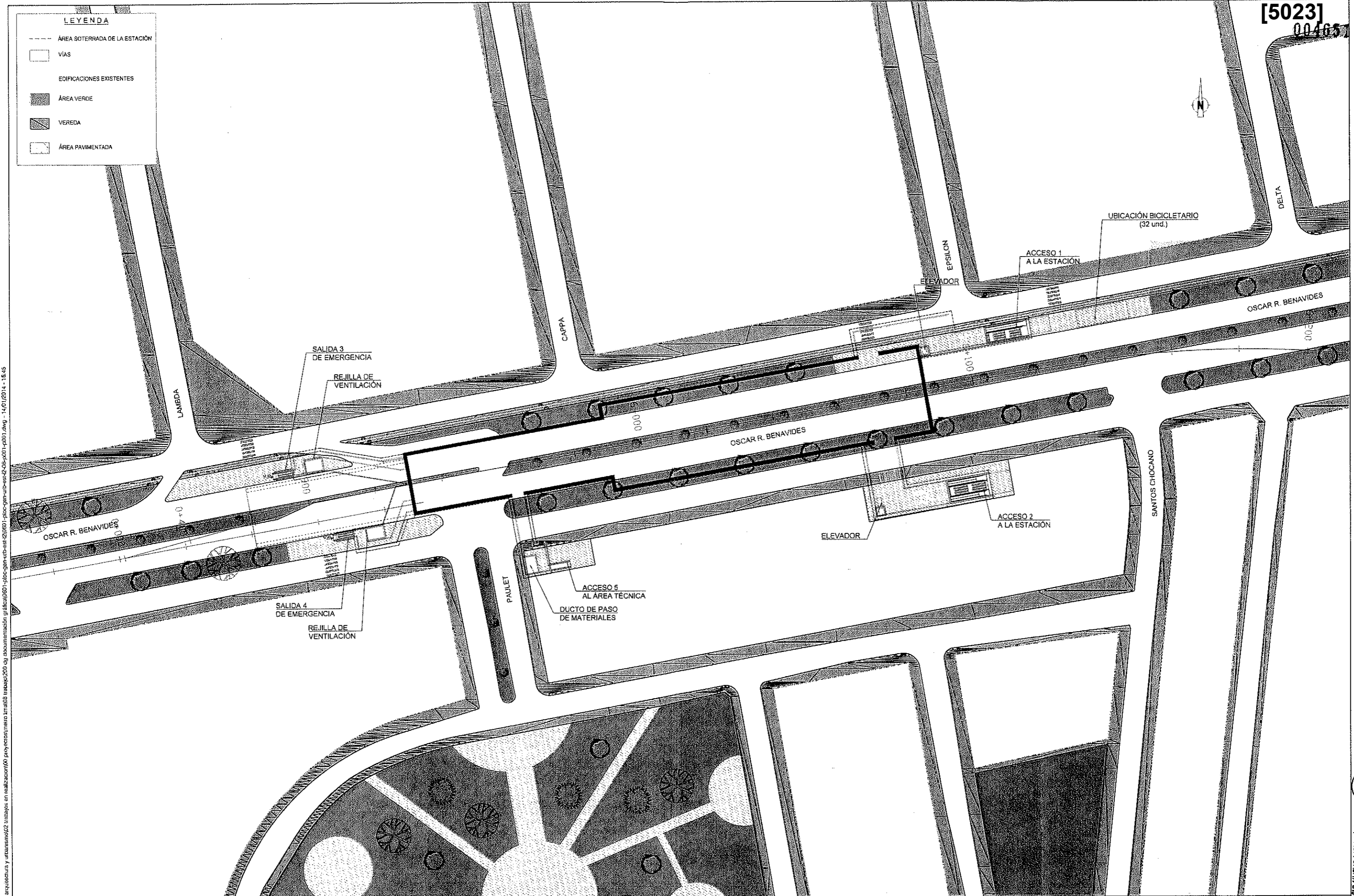
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-05	Hoja	01 de 01	2
REVISIÓN				

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

[5023]
00465

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VIAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



\\davinchi\arquitectura\urbanismo\trabajos en realizacion\0601-ploc-gen-urb-est-2\0601-ploc-gen-urb-est-2-06-p001-p001.dwg - 14/01/2014 - 18:45

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 (A3)	1/500
ESCALA (A4)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

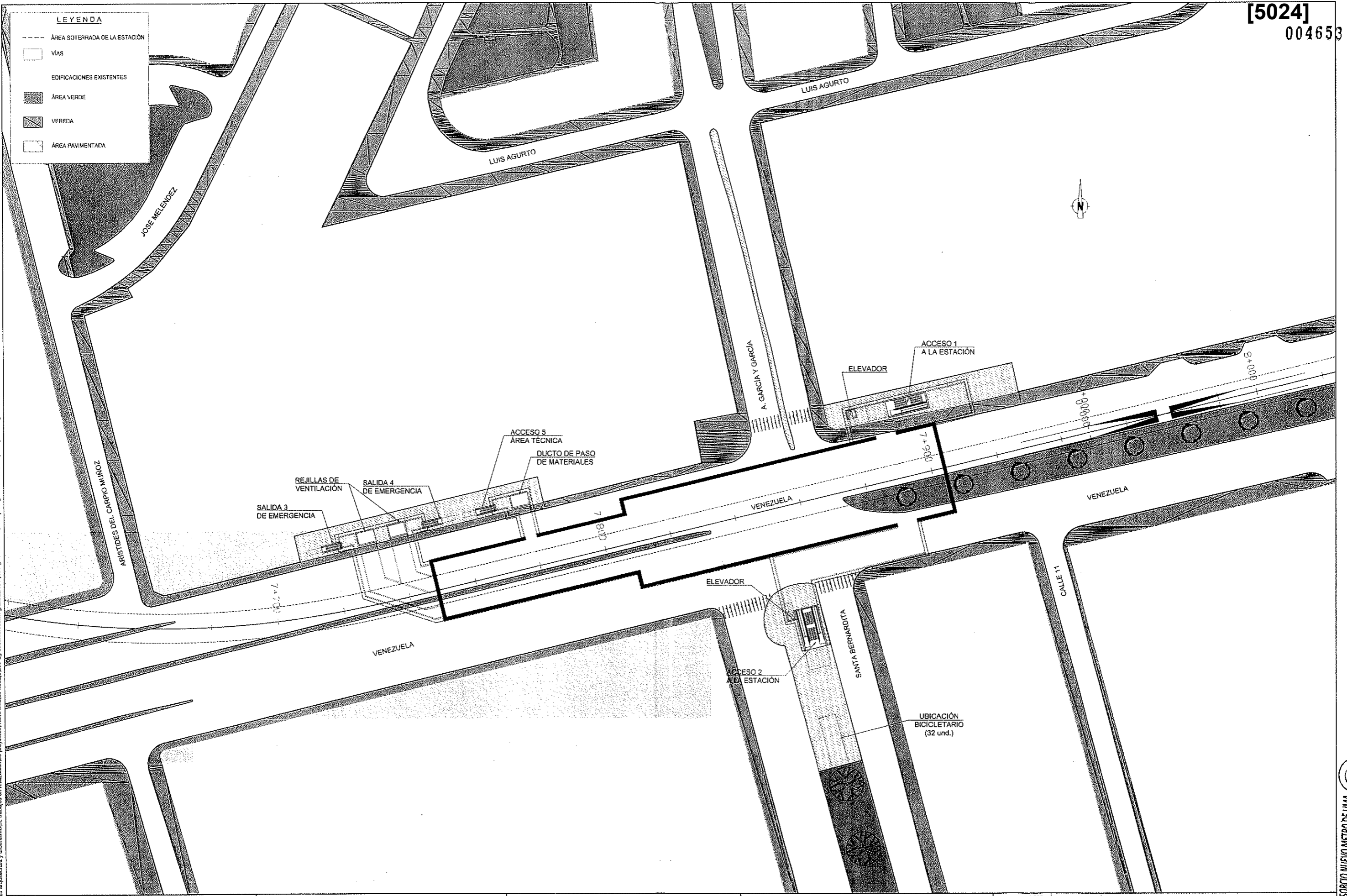
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN OSCAR BENAVIDES	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-06
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	02

0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-06-P001-P001.dwg

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VIAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



\\dava\arq\alvarez25\arquitectura y urbanismo\02\tabajos en realizacion\00\documentacion\grafica\0601-ploc-gen-urb-est-l2-08-p001-p001.dwg - 14/01/2014 - 16:40

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"

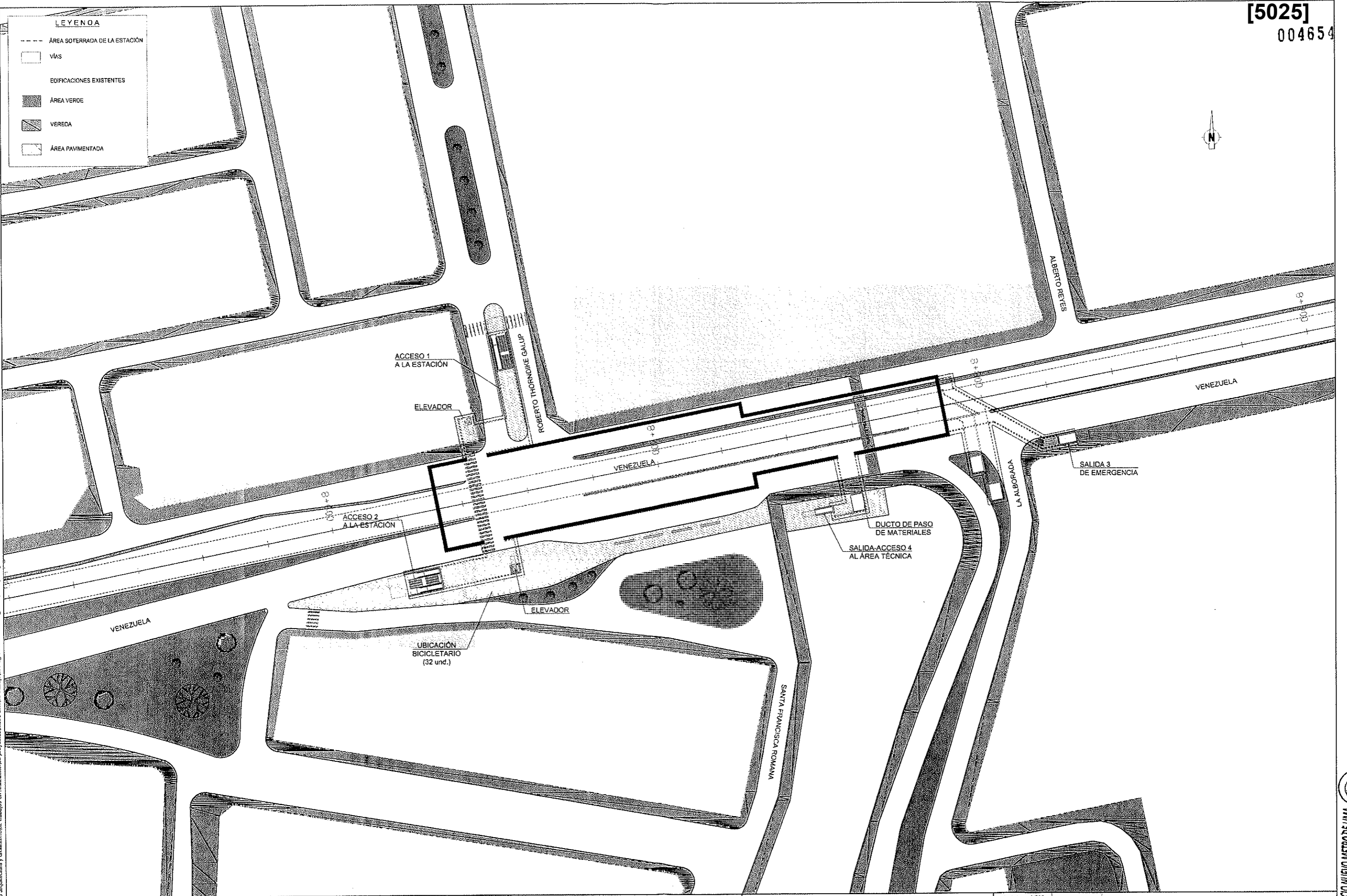
ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN ELIJO	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-08
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO HUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



\\dibvna\lauca\025_arquitectura y urbanismo\02_trabajos en restauración\00_proyectos\metro lima\08_lalap\200_dij_documentación_grafica\0601-ploc-gen-urb-est-l2-09-p001-p001.dwg - 14/07/2014 - 17:13

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

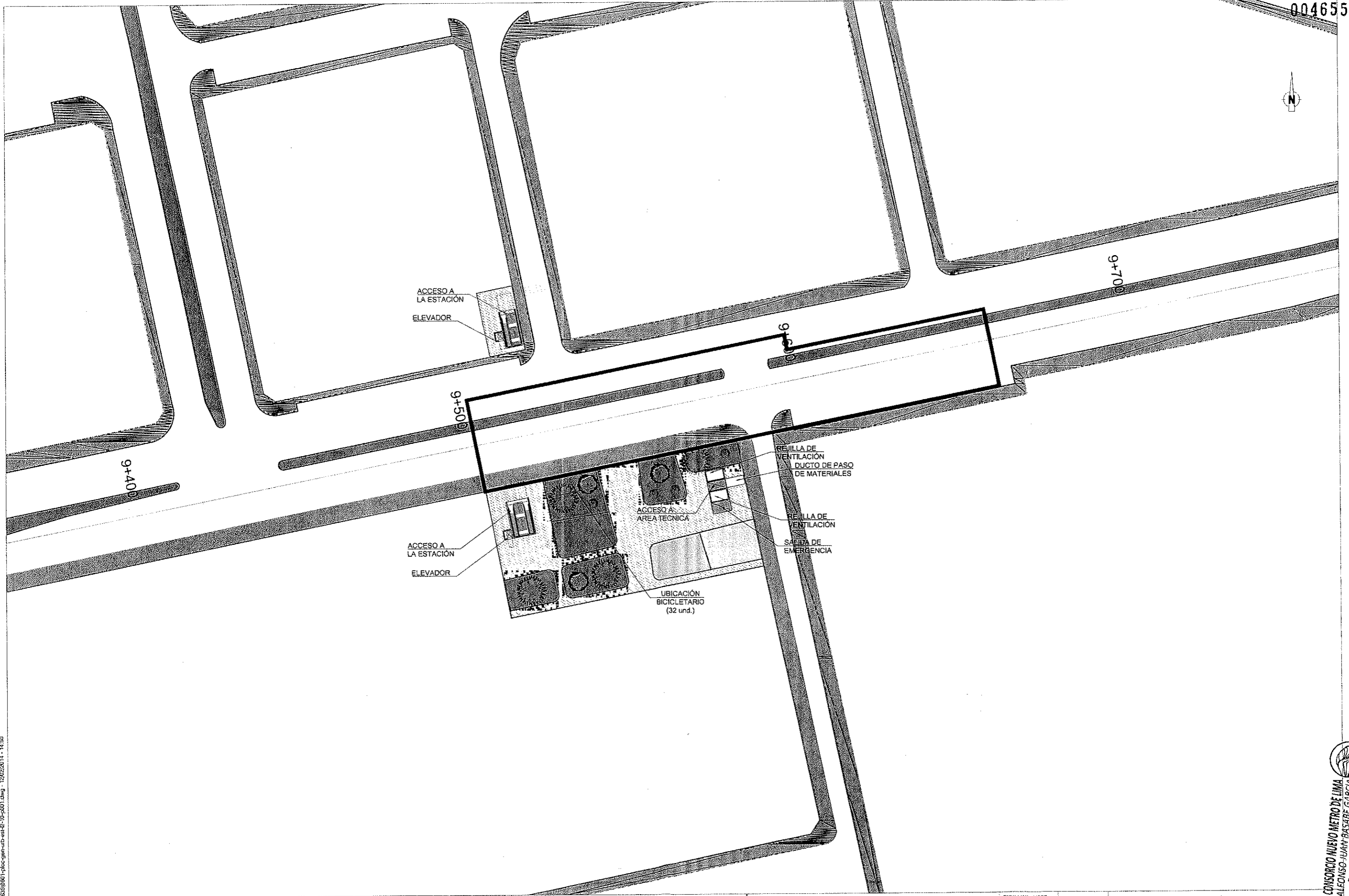
ayesa **eurcestudios** **IT**

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

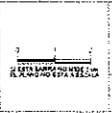
ESCALA (A):	1/500
ESCALA (B):	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN LA ALBORADA	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-09
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

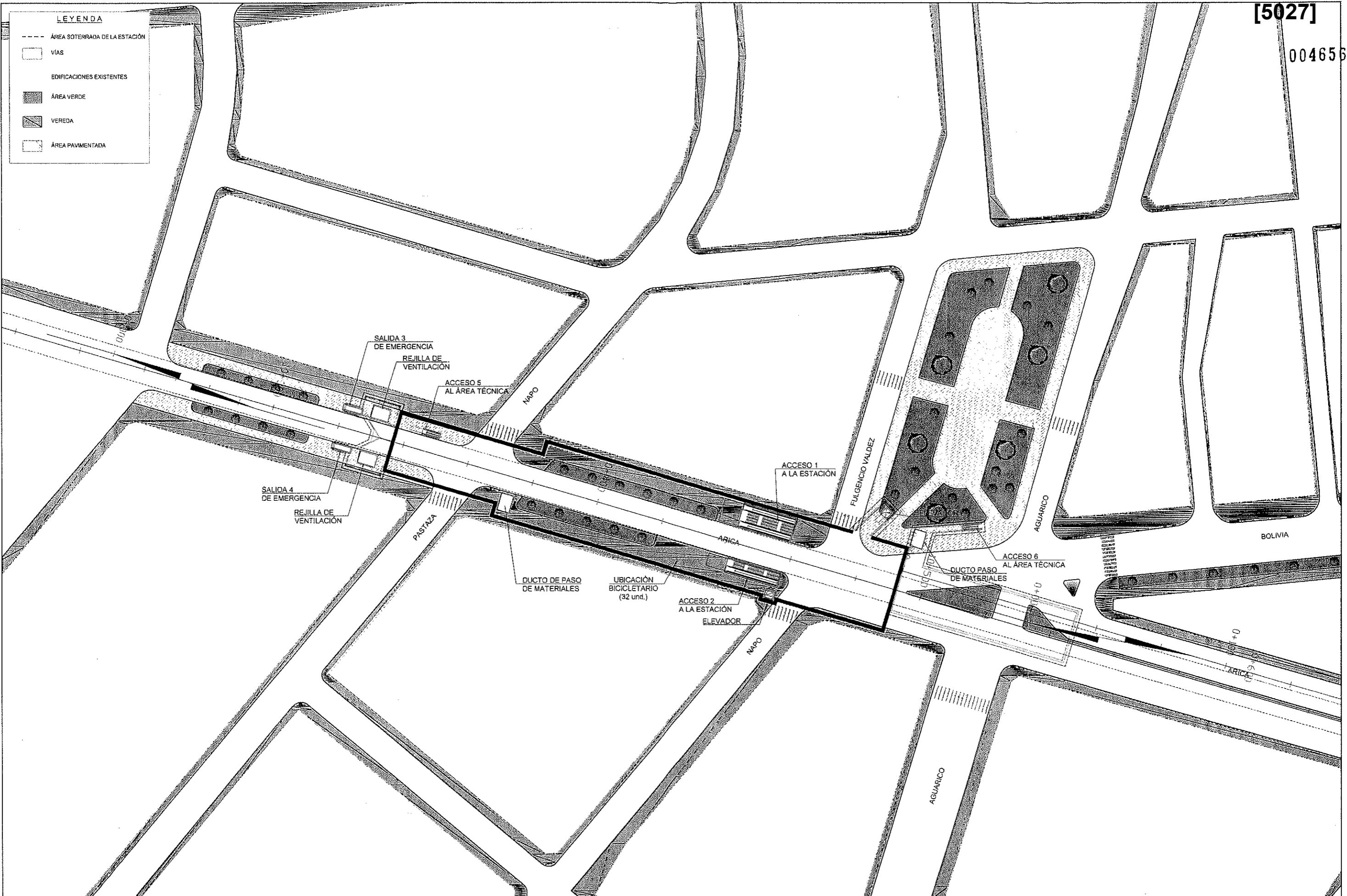


d:\p\trabajo\0273635\0801-ploc-gen-urb-est-10-p01.dwg - 12/02/2014 - 14:50



LEYENDA

- - - - - ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VIAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



Unidad Ejecutora: SUTRAM - Subterráneos y Troncales S.A. - Proyecto: Línea 2 del Metro de Lima - Fase: Estudios Preliminares - Documento: Plan de Implantación - Fecha: 14/01/2014 - 17:26

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa • **euroestudios** • **rit**

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

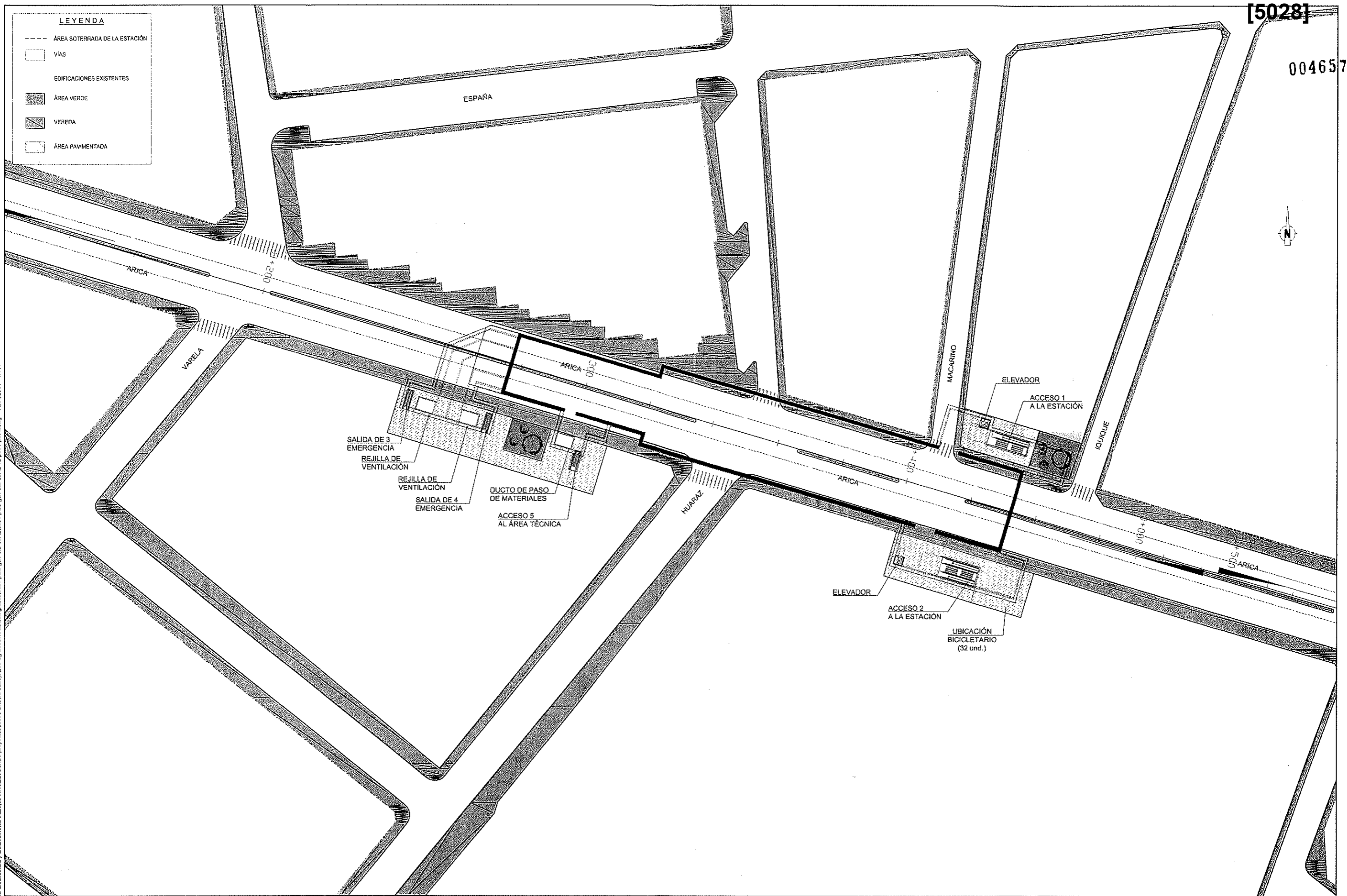
ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A3)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN PARQUE MURILLO	
PLANTA DE IMPLANTACIÓN	
PLANO Nº	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-11
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VIAS
- ▨ EDIFICACIONES EXISTENTES
- ▩ ÁREA VERDE
- ▧ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



\\dava\cva\06\arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\01 proyectos\metro limas\01 trabajos\0201 - ploc-gen-urb-est-l2-12-p001-p001.dwg - 14/01/2014 - 17:41

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa • **euroestudios** • **PIT**

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

ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA ESTACIÓN PLAZA BOLOGNESI PLANTA DE INSERCIÓN URBANA					
PLANO N°	0602-PLOC-GEN-URB-EST-L2-12	HOJA	01 de 01	REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

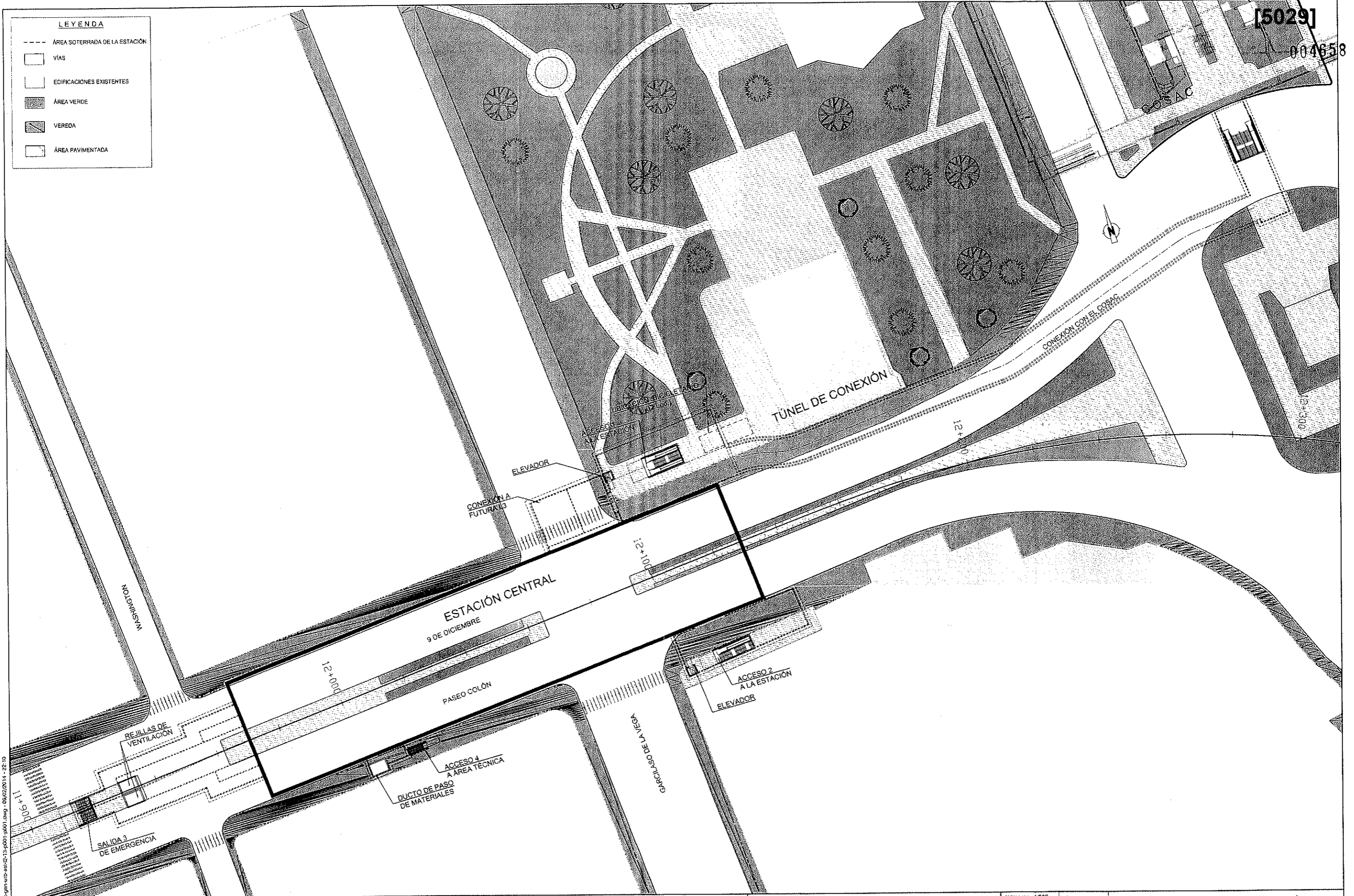
[Handwritten signature]

[5029]

004658

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



L:\lima\p001\0601-ploc-gen-urb-est-13-p001-p001.dwg - 09/02/2014 - 02:10

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

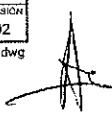
ayesa **euroestudios** **pit**

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

ESCALA (A1):	1/500	0 5 10
ESCALA (A3):	1/1000	0 5 10 20
FECHA:	FEBRERO 2014	

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA		
ESTACIÓN CENTRAL		
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA		
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-13	REVISIÓN
		01 de 01 02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- ▨ EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▤ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA

\\c:\informacion\planos\trabajo\02 trabajos en realizacion\02 proyectos\metro lima\02 trabajos en realizacion\02 planos\0601-ploc-gen-urb-est-l2-14-p001-p001.dwg - 14/07/2014 - 18:12

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa **euroestudios** **IT**

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

ESCALA (A1)	1/500	0 1 2
ESCALA (A2)	1/1000	0 1 2
FECHA	FEBRERO 2014	

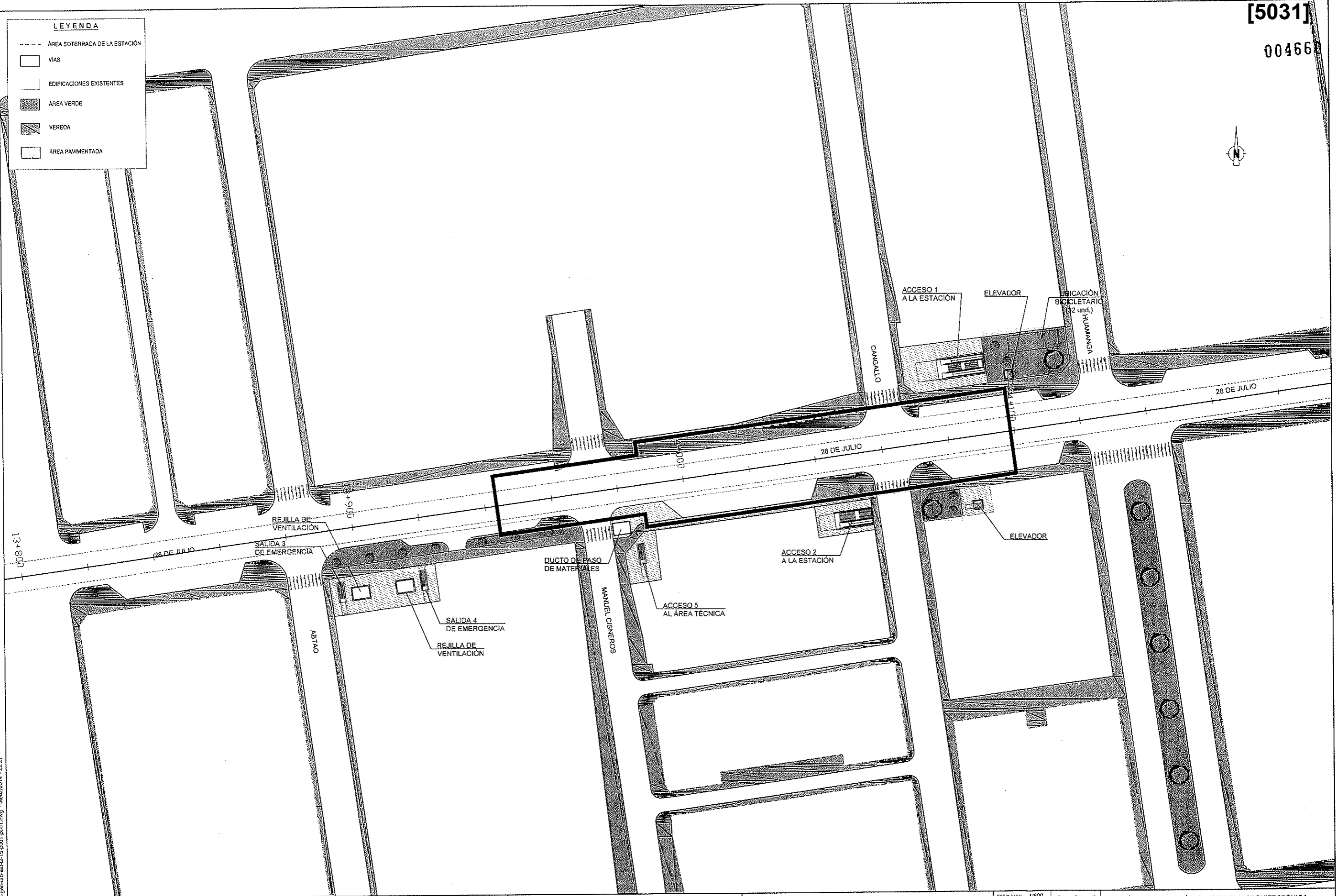
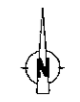
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA		
ESTACIÓN PLAZA MANCO CAPAC		
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA		
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-14	HOJA
REVISIÓN	01 de 01	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

A

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- ▭ EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



I:\img\p001-ploc-gen-urb-est-15-p001-p001.dwg - 09/02/2014 - 22:27

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

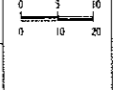
CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa • **euroestudios** • **2IT**
ingeniería

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

ESCALA (A1):	1/500
ESCALA (A3):	1/1000
FECHA:	FEBRERO 2014



LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN CANGALLO	
PLANTA DE IMPLANTACIÓN	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-15
HOLIA	01 de 01
REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL



LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VIAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



I:\ma_p0601-ploc-gen-urb-est-16-p001-p001.dwg - 06/02/2014 - 22:52

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

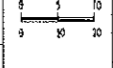
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa • **euroestudios** • **PIT**

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

ESCALA (A): 1/500
ESCALA (B): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014



LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA		HOJA	REVISIÓN
ESTACIÓN 28 DE JULIO		01 de 01	02
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA			
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-18		

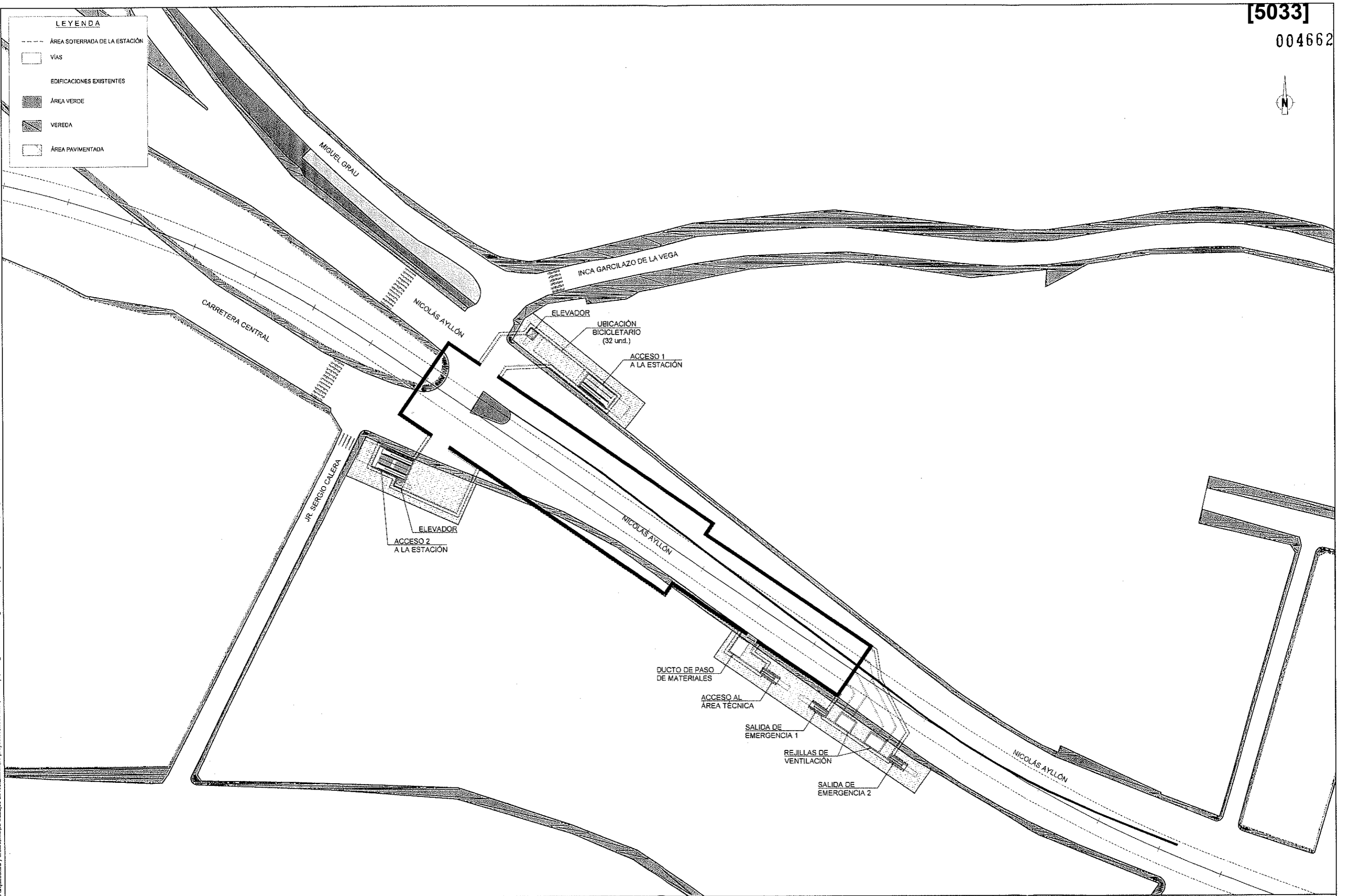
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL





LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



U:\dibujos\1405\arquitectura y urbanismo\02 trabajos\02 proyectos\metro lineas\08 trabajos\0200.dwg documentación grafica\001-ploc-gen-urb-est-l2-17-p001-p001.dwg - 14/02/2014 - 18:19

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa **euraestudios** **pit**

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

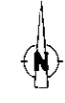
ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A3)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN NICOLÁS AYLLÓN
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA

PLANO Nº 0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-17

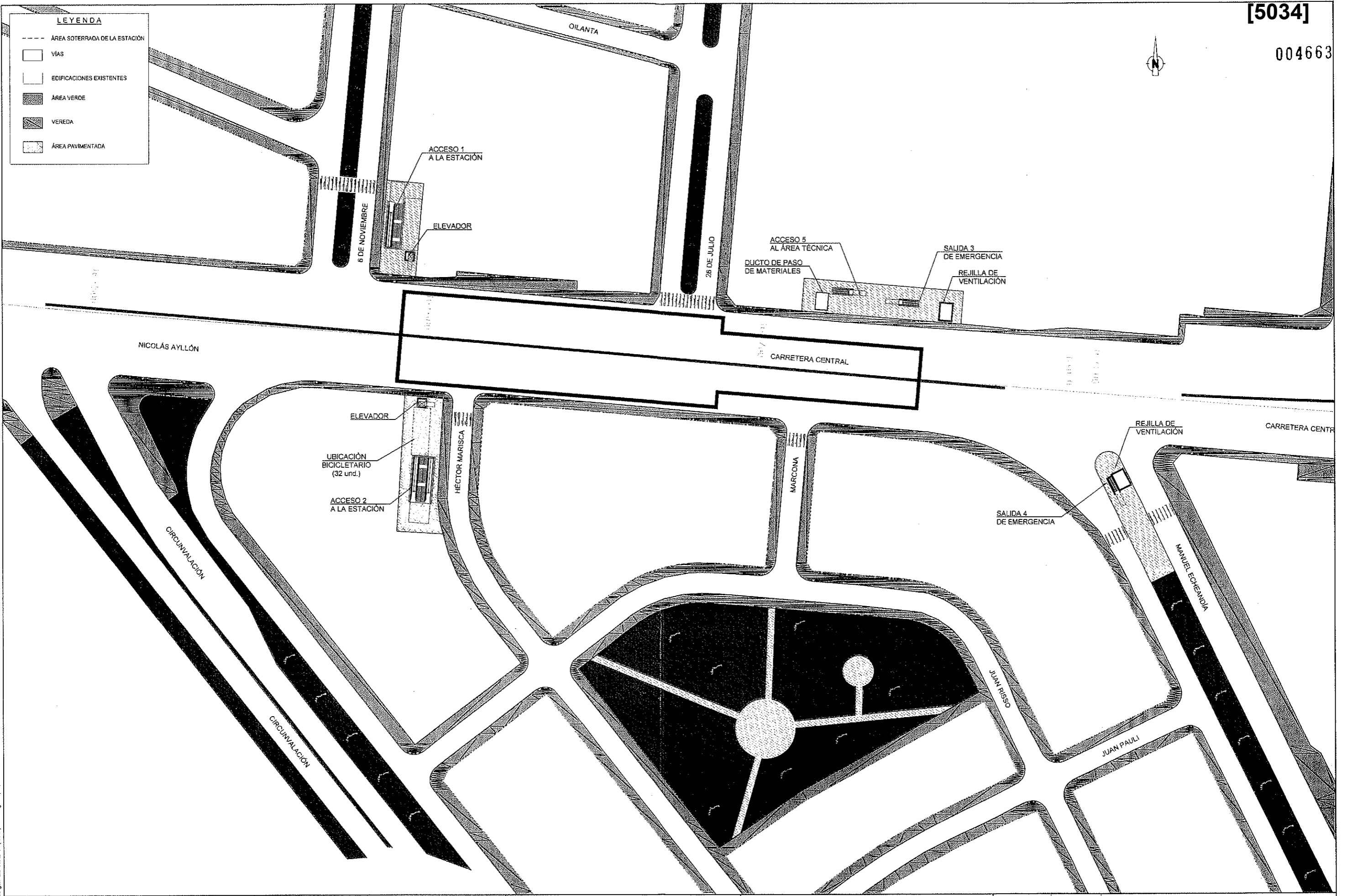
REVISIÓN	01 de 01	02
----------	----------	----

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VIAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ▩ ÁREA PAVIMENTADA



L:\jma\p001\ploc-gen-urb-est-18-p001-p001.dwg - 09/02/2014 - 23:08

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa • **euroestudios** • **zit**

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

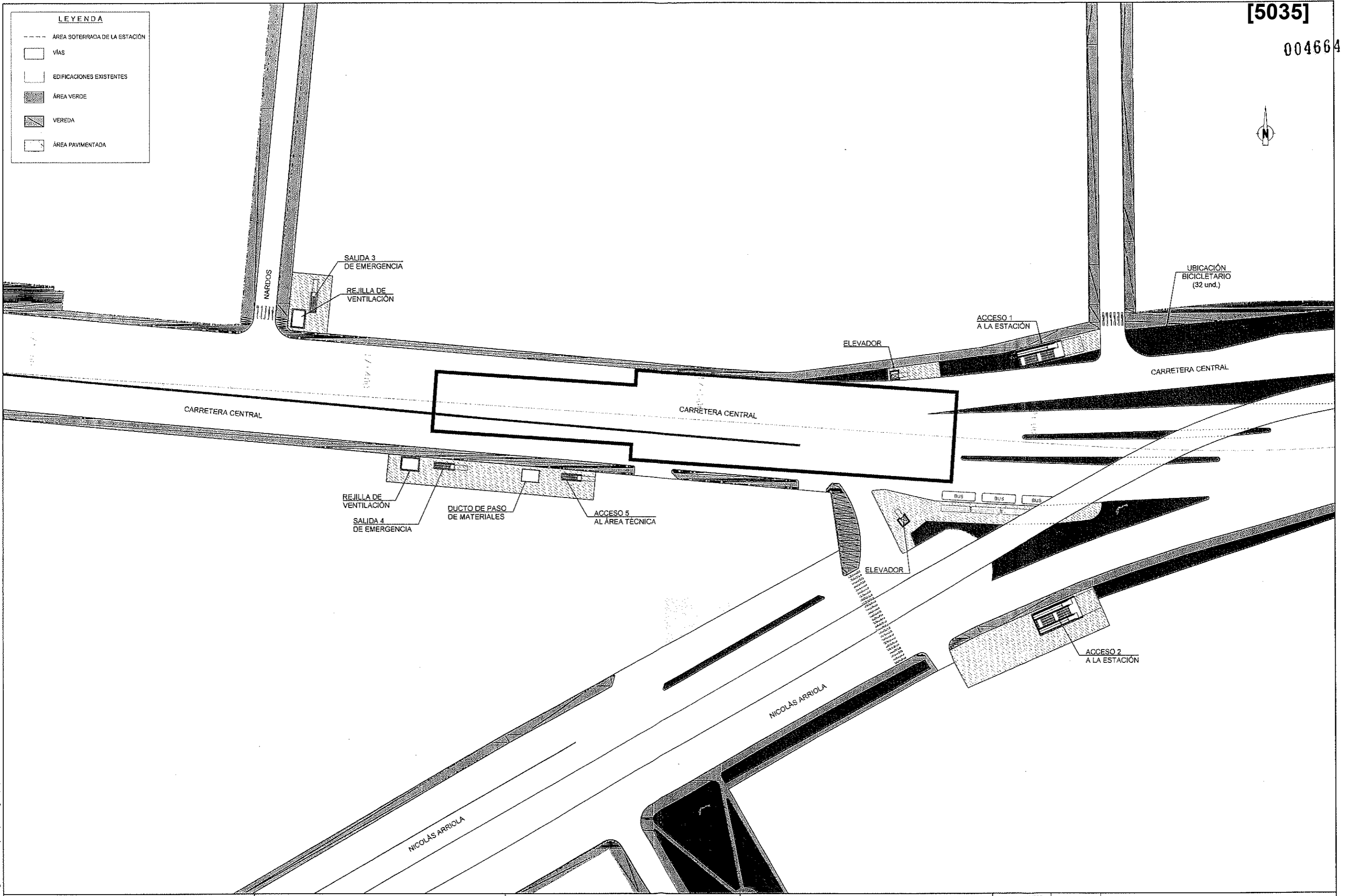
ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN CIRCUNVALACIÓN	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-18
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



L:\MMA\p06001-ploc-gen-urb-est-02-19-p001-p001.dwg - 09/02/2014 - 22:26

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa **euroestudios** **cit**

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

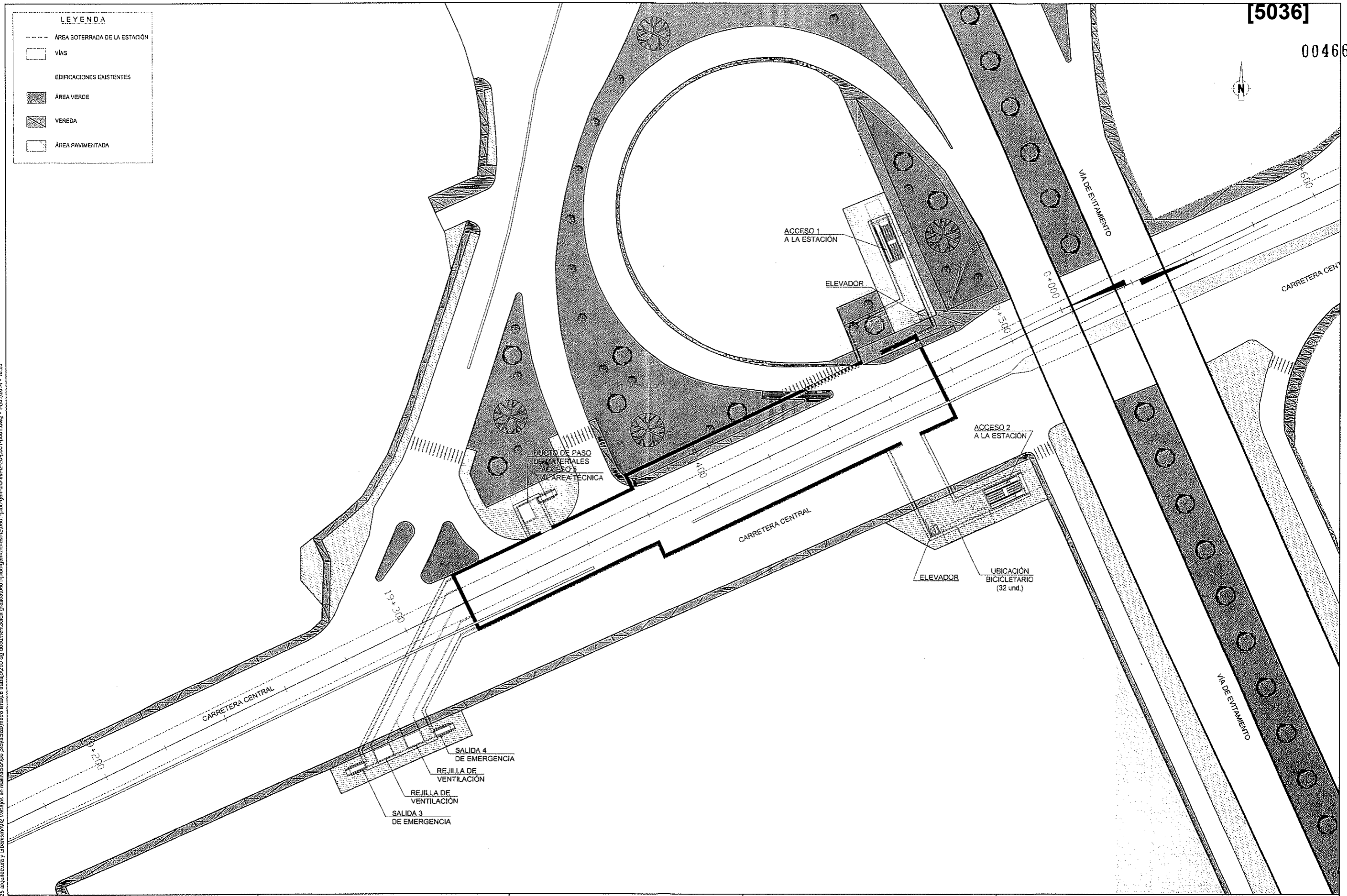
ESCALA(A):	1/500
ESCALA(A3):	1/1000
FECHA:	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN NICOLÁS ARRIOLA	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-19
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



\\c:\informacion\arquitectura y urbanismo\02 trabajos en realizacion\00 proyectos\metro lima\08 trabajos\0201-plot-gen-urb-est-2\001-plot-gen-urb-est-2\001-p001.dwg - 14/07/2014 - 18:23

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)	1/500	0 5 10 20
ESCALA (A2)	1/1000	0 5 10 20
FECHA	FEBRERO 2014	

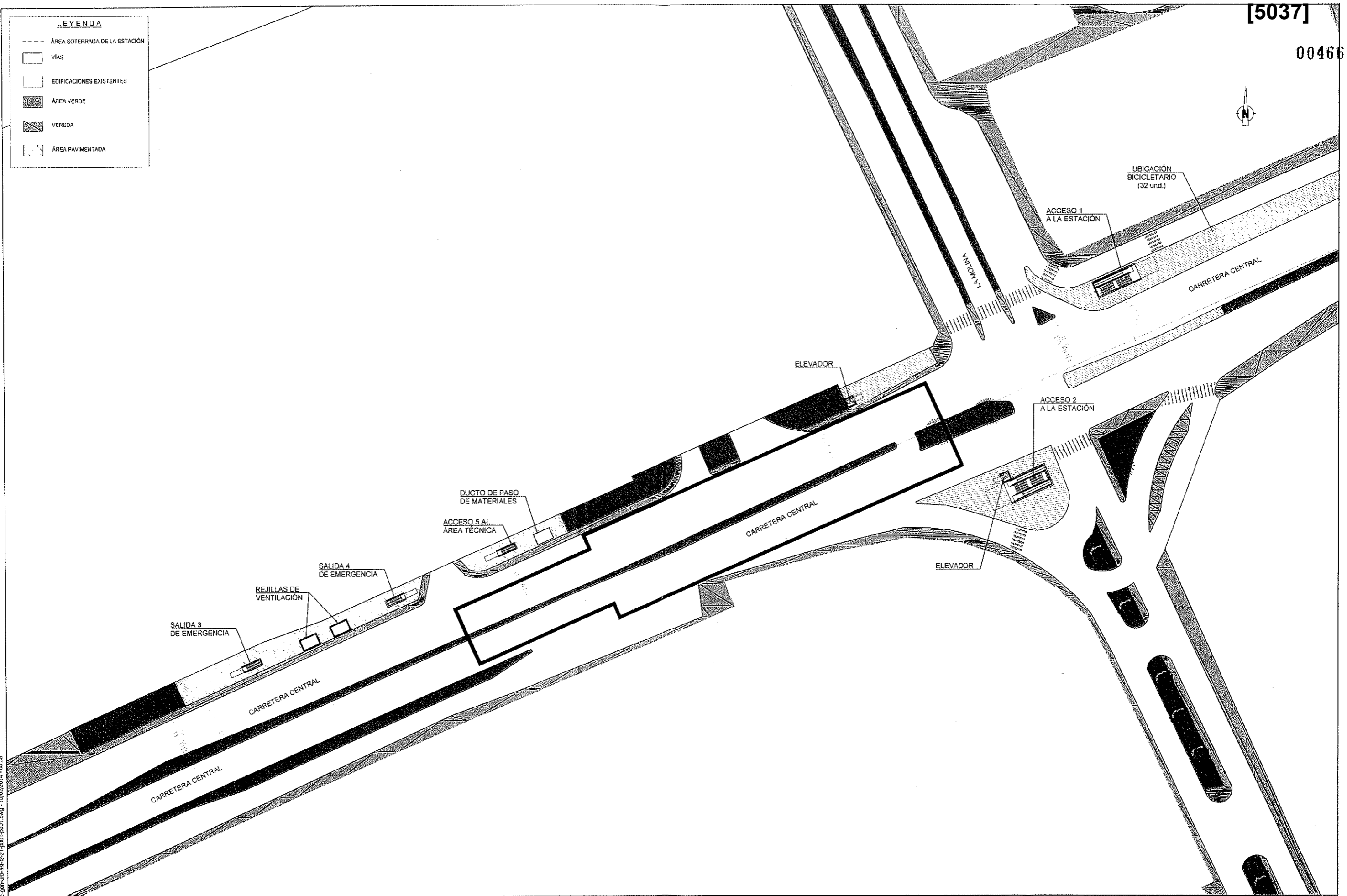
LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA		
ESTACIÓN EVITAMIENTO		
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA		
PLANO Nº	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-20	REVISIÓN
FECHA	01 de 01	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL



LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



c:\lma\p0601-ploc-gen-urb-est-2-21-p001-p001.dwg - 10/02/2014 - 10:38

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

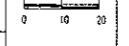
CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa **euroestudios** **IT**

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

ESCALA (A1):	1/500
ESCALA (A2):	1/1000
FECHA:	FEBRERO 2014

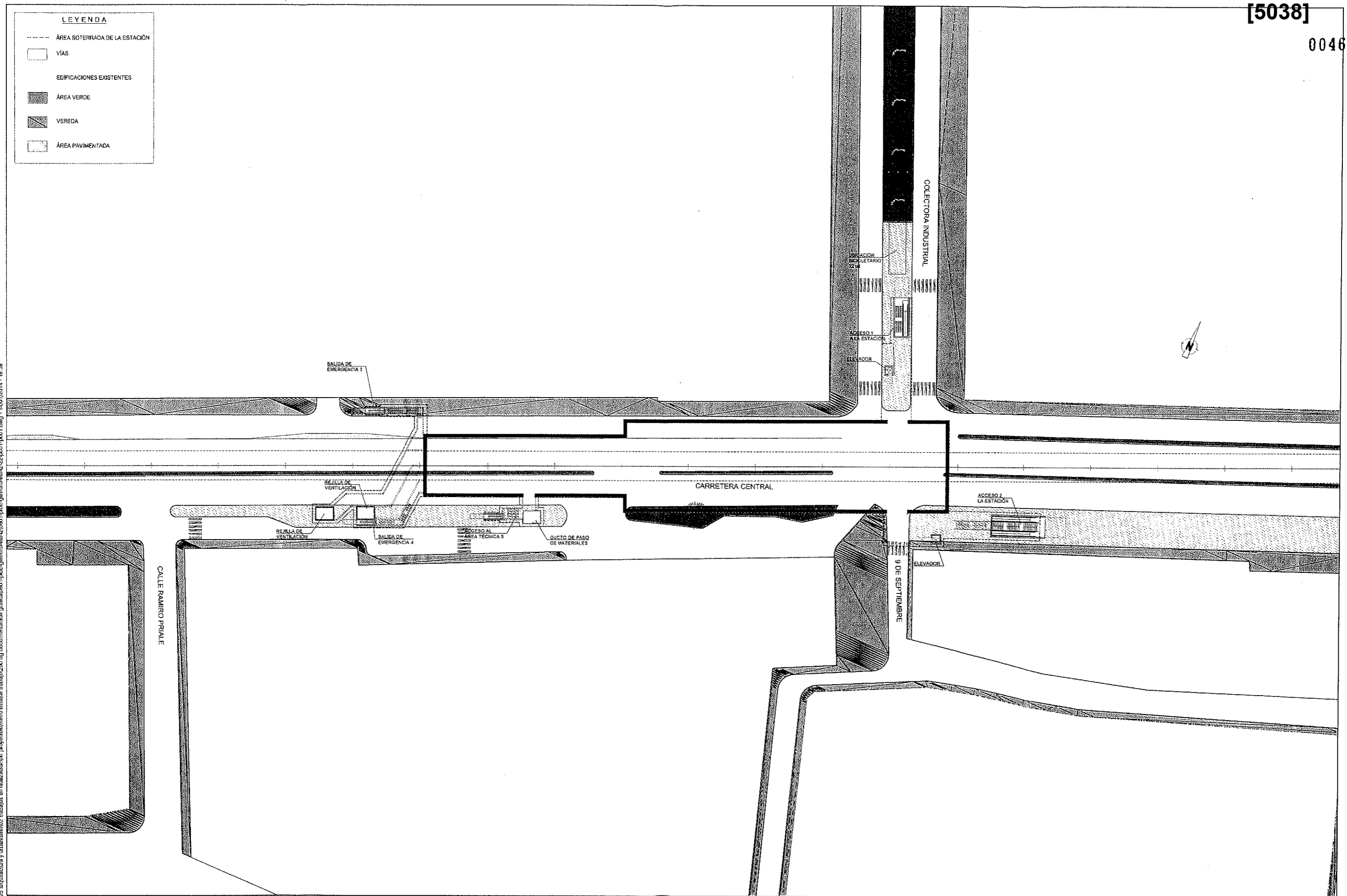


LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN OVALO SANTA ANITA	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-21
Hoja	01 de 01
Revisión	02

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

- - - - - ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



\\cd\planos\05 arquitectura y urbanismo\02 trabajos en estación\04 proyectos\metro lima\08 trabajos\04 documentación gráfica\001-ploc-gen-urb-est-l2-22-p001-p001.dwg - 14/02/2014 - 18:38

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa | **euroestudios** | **RIT**

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

ESCALA (A):	1/500
ESCALA (B):	1/100
FECHA:	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN COLECTORA INDUSTRIAL	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-22
H.O.J.A.	01 de 01
REVISIÓN	02

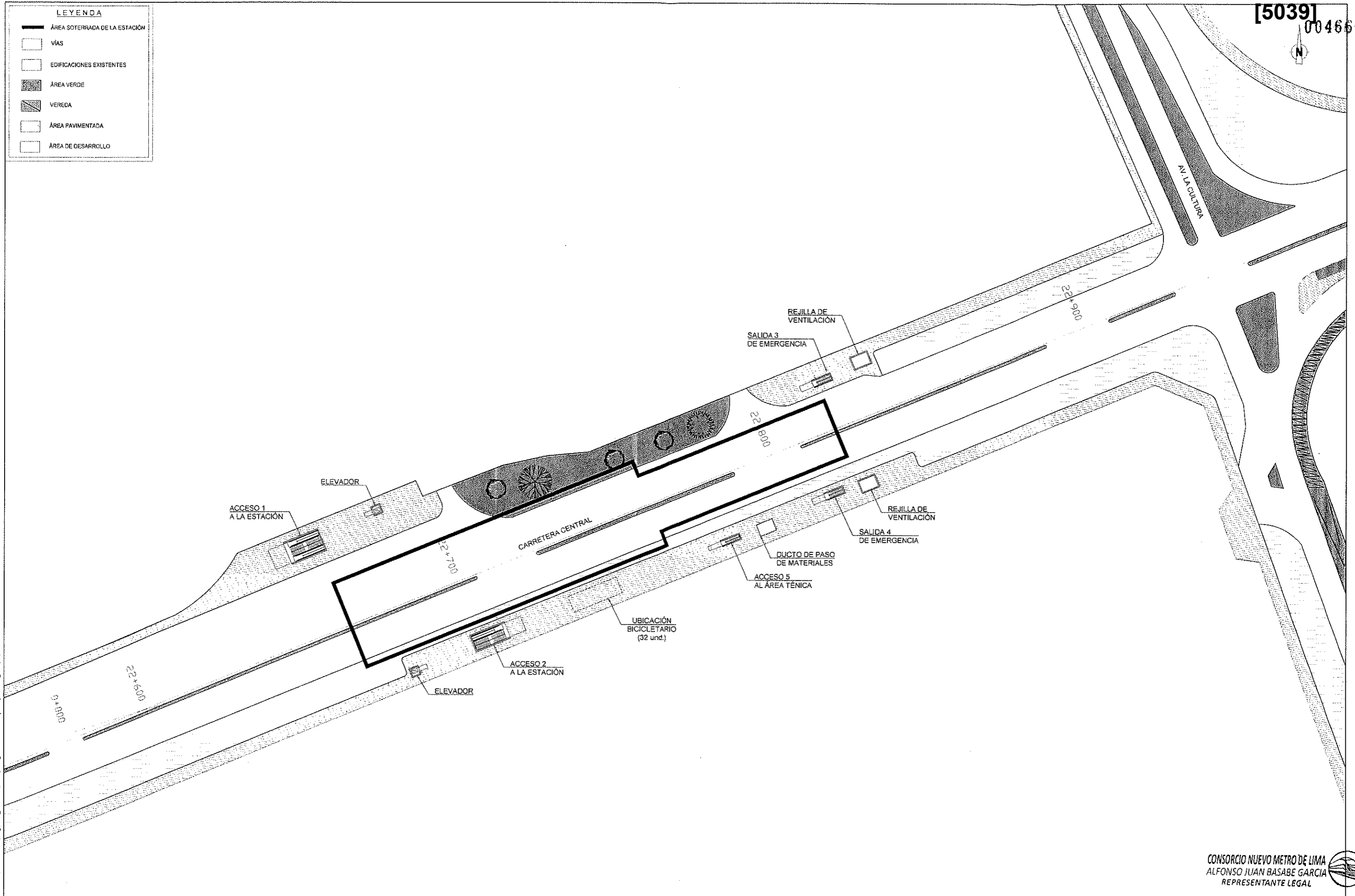
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
REPRESENTANTE LEGAL

[5039] 004668



LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA
- ÁREA DE DESARROLLO



c:\trabajos\2013_metro_lima\urbanizacion\p001\p001.dwg - 03/02/2014 - 11:47

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES








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

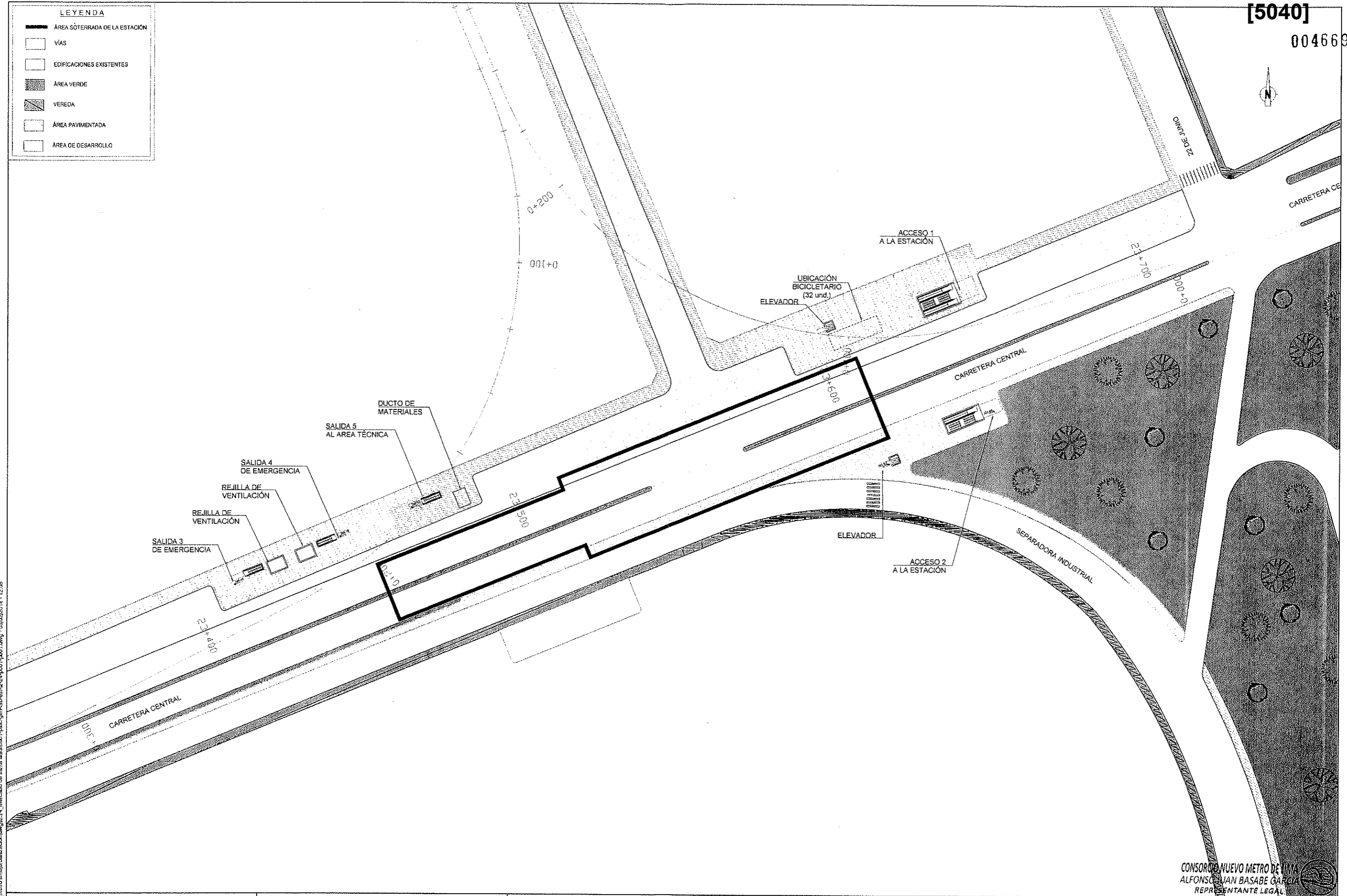
ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A3)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN LA CULTURA	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-23
REVISIÓN	01 de 01 02

0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-23-P001-P001.dwg

LEYENDA

-  ÁREA SÓTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA
-  ÁREA DE DESARROLLO



c:\trabajos\2013_metro\limaju\carretera\dwg\24_mercado de santa anita\0501_ppoc-gen-urb-est-l2-24-p001-p001.dwg - 03/02/2014 - 12:05

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO VAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

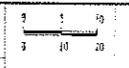
CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa  

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

ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

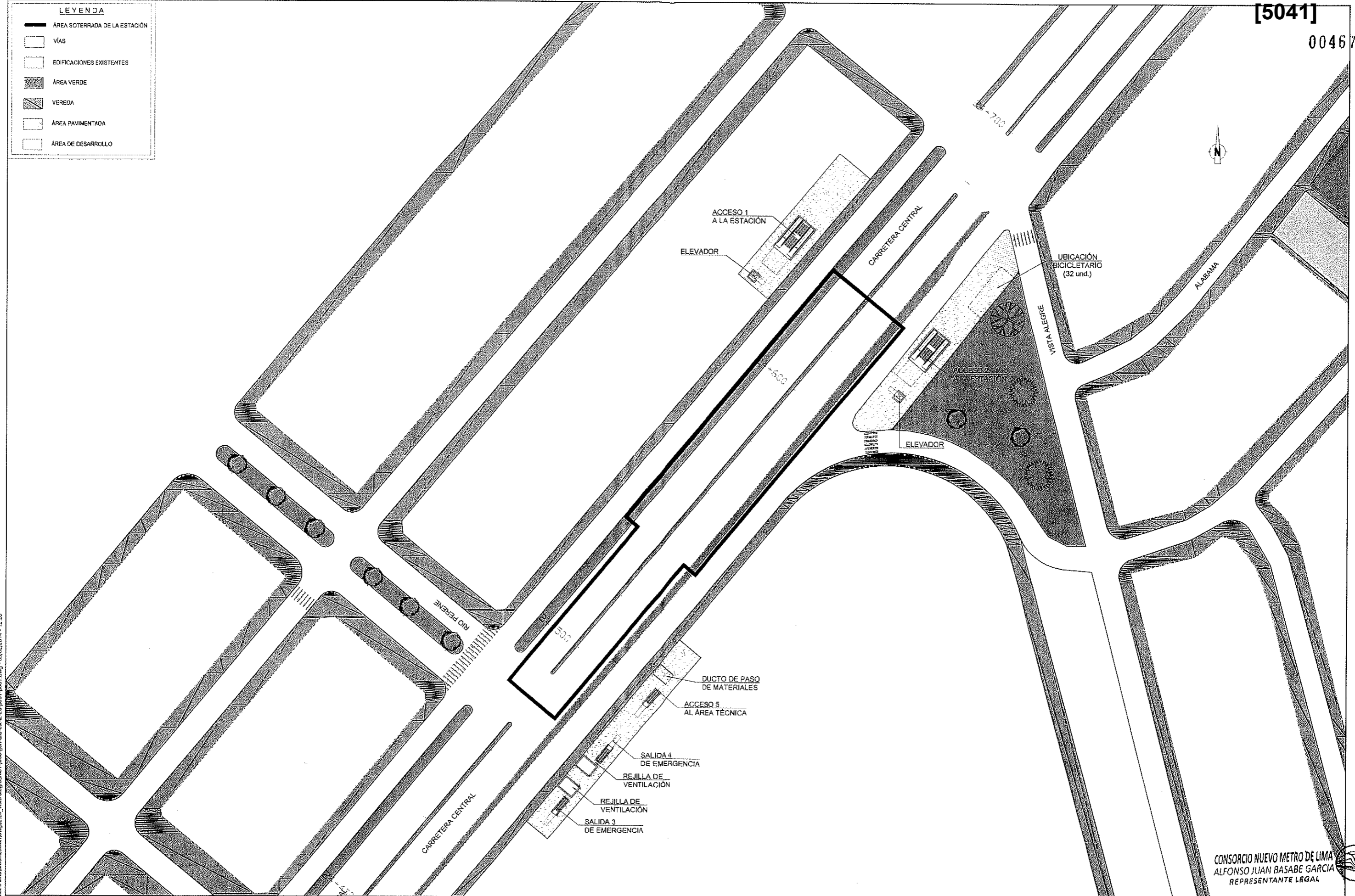


LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA
ESTACIÓN MERCADO SANTA ANITA
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA

PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-24	HOJA	01 de 01	REVISIÓN	02
----------	-----------------------------	------	----------	----------	----

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ▨ ÁREA VERDE
- ▧ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA
- ÁREA DE DESARROLLO



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa • **euroestudios** • **2IT**

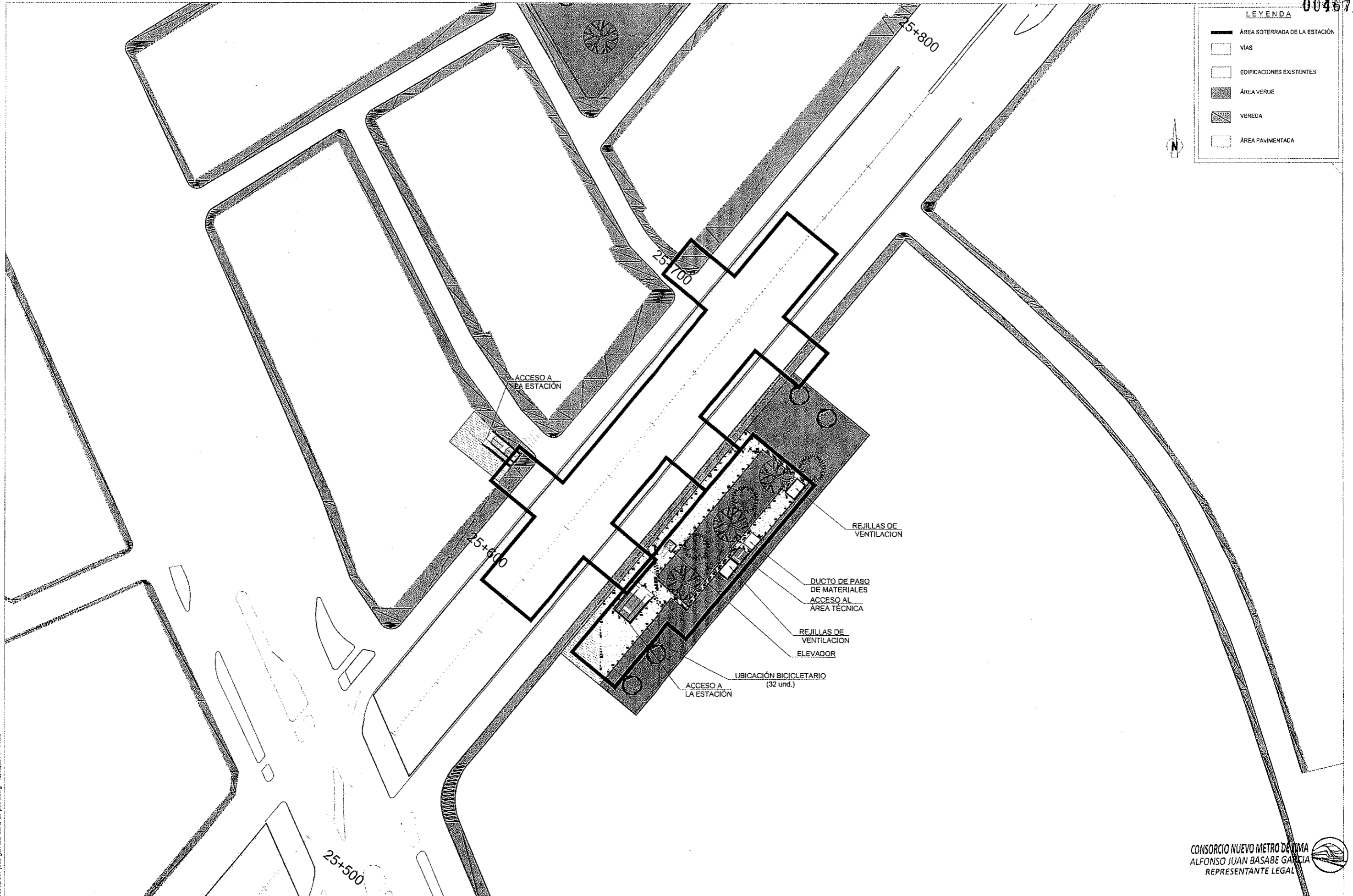
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

LÍNEA 2. DEFINICIÓN FUNCIONAL Y ARQUITECTÓNICA	
ESTACIÓN VISTA ALEGRE	
PLANTA DE INSERCIÓN URBANA	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-25
H.O.J.A	01 de 01
REVISIÓN	02

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ▨ ÁREA VERDE
- ▧ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

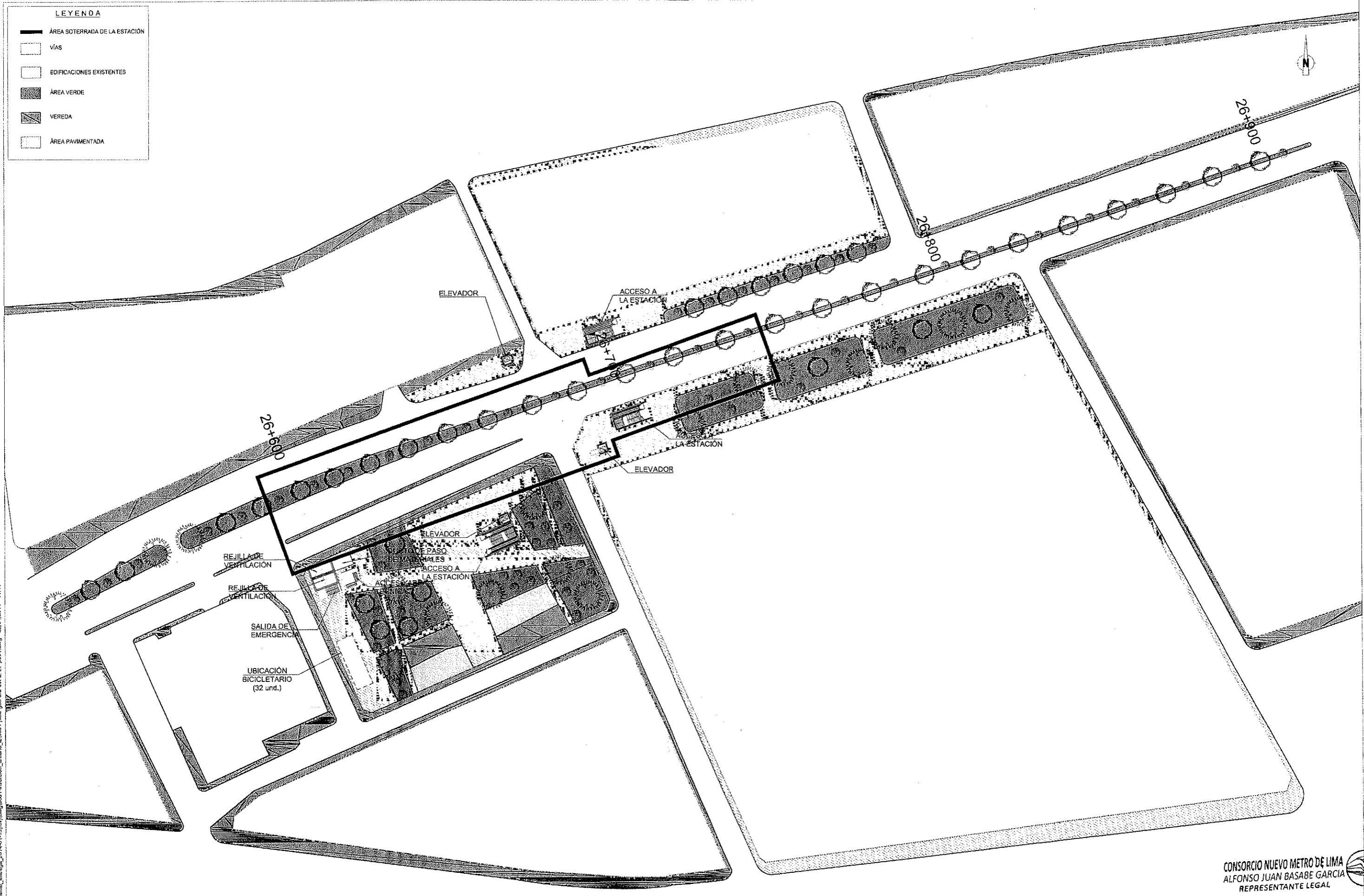


c:\pwworkspace\1273638\0601-ploc-gen-urb-est-26-p001.dwg - 12/02/2014 - 14:55



LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



C:\trabajos\2013_metro lima_entrega_2014-01-15(rev)\dwg\0601-insersion_urbana_L2\0601-ploc-gen-urb-est-27-p001.dwg - 2/20/2014 - 11:41

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa

oroestudios

IT

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

ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

INSERCIÓN URBANA	
LÍNEA 2. ESTACIÓN 27 - MUNICIPALIDAD DE ATE	
PLANTA DE URBANIZACIÓN	
PLANO N°	0601-PLOC-GEN-URB-EST-L2-27
HOJA	01 de 01
REVISIÓN	2

004673

A.8.2. 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.8.2. ESTACIONES RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA - LÍNEA 4

A

Índice

004674

1. Estaciones Línea 4. Ramal Av. Faucett-Gambetta.....	3
1.1. Gambetta.....	4
1.2. Canta Callao.....	5
1.3. Bocanegra.....	6
1.4. Aeropuerto.....	7
1.5. El Olivar.....	8
1.6. Quilca.....	11
1.7. Morales Duárez.....	12
1.8. Estación Carmen de la Legua - L4.....	13

Apéndice 1. Planos. Inserción urbana línea 4

1. ESTACIONES LÍNEA 4. RAMAL AV. FAUCETT-GAMBETTA

004675

La propuesta respeta la posición de las estaciones determinada en el Estudio de Factibilidad realizado como consecuencia de los criterios de accesibilidad establecidos a través de los tiempos de recorrido del trayecto total.

No obstante se han tenido en cuenta al menos otros cuatro criterios, si cabe, de igual importancia:

- 1) Los parámetros de trazado tanto en planta como en elevación.
- 2) Las estaciones y el túnel serán construidos sin riesgos y con el esfuerzo económico y constructivo adecuado al beneficio social obtenido.
- 3) La profundidad de las estaciones será menor que en el Estudio de Factibilidad. En el equilibrio entre la profundidad de las estaciones y la ejecución racional del túnel reside el éxito del proyecto.
- 4) En las estaciones en general, y especialmente en aquellas en las que se van a producir intercambios con otros modos de transporte, el diseño y concepción de los espacios interiores permitirá el tránsito seguro, rápido, cómodo y natural de los viajeros. La adecuada integración espacial y funcional mejorará notablemente la utilización del sistema.

La propuesta respeta totalmente el número y ubicación de las estaciones establecidas en el Estudio de Factibilidad.

El Ramal Av. Faucett-Gambetta (tramo de la Línea 4) del Metro de Lima va por la Av. Elmer Faucett, entre la Av. Néstor Gambetta y la Av. Venezuela. La longitud del trazo en este tramo es de aproximadamente 7.60 km.

La conexión entre el Ramal Av. Faucett-Gambetta y la Línea 2 se realizará con una estación doble donde los trenes de ambas líneas no compartirán trayectoria, por lo que el usuario deberá hacer trasbordo para combinar con la línea que desee realizar el cambio.

1	Gambetta	Av. Elmer Faucett	Av. Gambetta	
2	Canta Callao	Av. Elmer Faucett	Av. Canta Callao	
3	Bocanegra	Av. Elmer Faucett	Av. Bocanegra	
4	Aeropuerto	Av. Elmer Faucett	Av. Tomás Valle	
5	El Olivar	Av. Elmer Faucett	Av. El Olivar	Callao
6	Quilca	Av. Elmer Faucett	Av. Argentina	
7	Morales Duárez	Av. Elmer Faucett	Av. Vicente Morales Duárez	
8	Estación Carmen de la Legua - L4	Av. Elmer Faucett	Av. Oscar Benavides	

Tabla 1. Estaciones Tamo Ramal Av. Faucett-Gambetta.

La ubicación de los bicicletarios en las estaciones ubicadas en la Av. Elmer Faucett es tentativa, ya que existe un proyecto para mejorar la transitabilidad de esta avenida, el cual contempla la ejecución de ciclovías, que aún no están definidas en su ubicación final.



1.1. GAMBETTA

004676

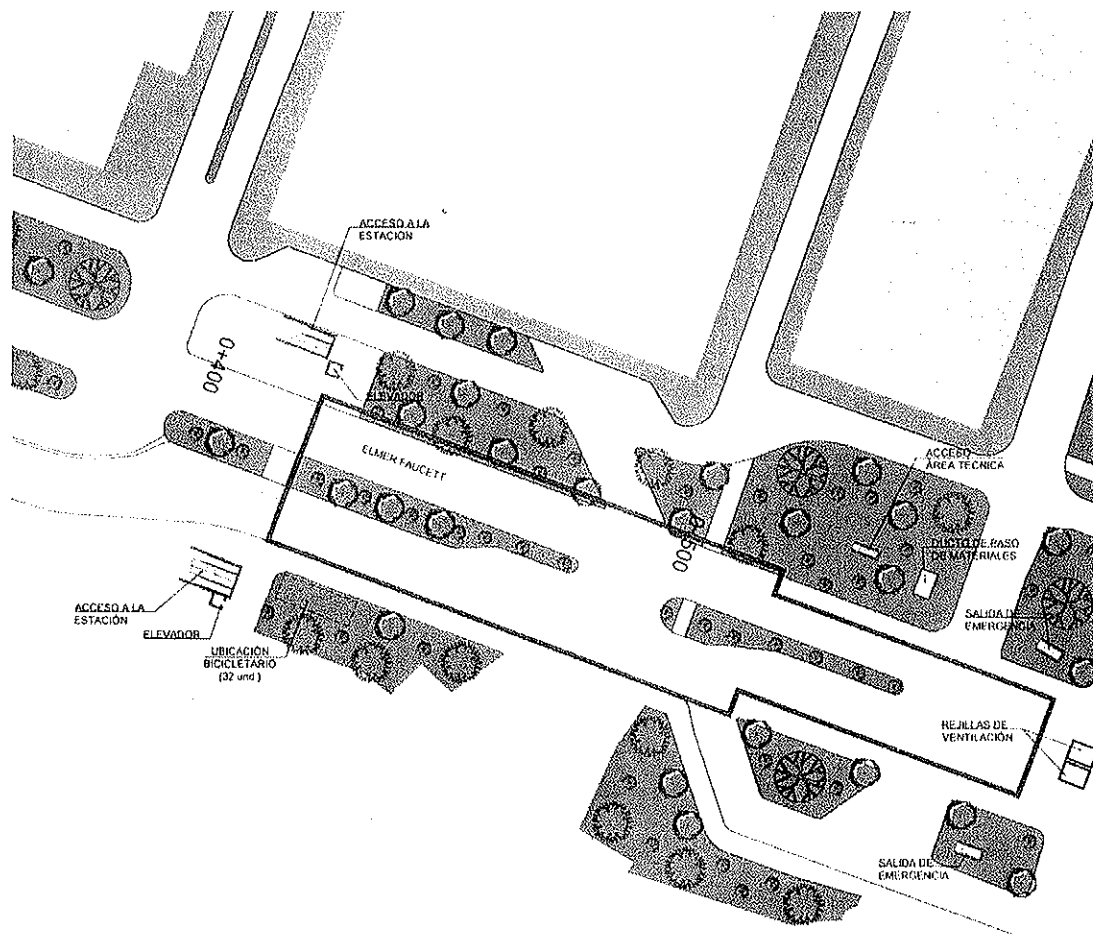
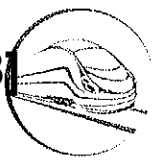


Figura 1. Implantación Estación Gambetta

- Ubicación:** Av. Elmer Faucett próximo a la Av. Néstor Gambetta, en las inmediaciones del Óvalo Cantolao.
- Accesos:** Posee dos accesos:
- Un primer acceso en la berma orientada al norte de la Av. Elmer Faucett próximo a la esquina con la calle J.
 - El segundo acceso se encuentra en la cuadra al lado opuesto de la avenida en este mismo tramo.
- También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.
- Salidas de emergencia:** Cuenta con dos salidas de emergencia: una salida en la berma orientada al norte de la Av. Elmer Faucett próximo al óvalo y una segunda en la cuadra al lado opuesto de la avenida en esta zona.
- Rejillas, accesos de servicio y ductos:** Cuenta con dos rejillas de ventilación ubicadas en la berma central de la Av. Elmer Faucett próximo al Óvalo Cantolao. También cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, ubicados en la misma zona de la segunda salida de emergencia mencionada.
- Bicicletarios:** Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Elmer Faucett, cerca de los accesos.



Handwritten signature and date: 14/07/2011



Cruce peatonal: 56.00 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Elmer Faucett. 004677

1.2. CANTA CALLAO

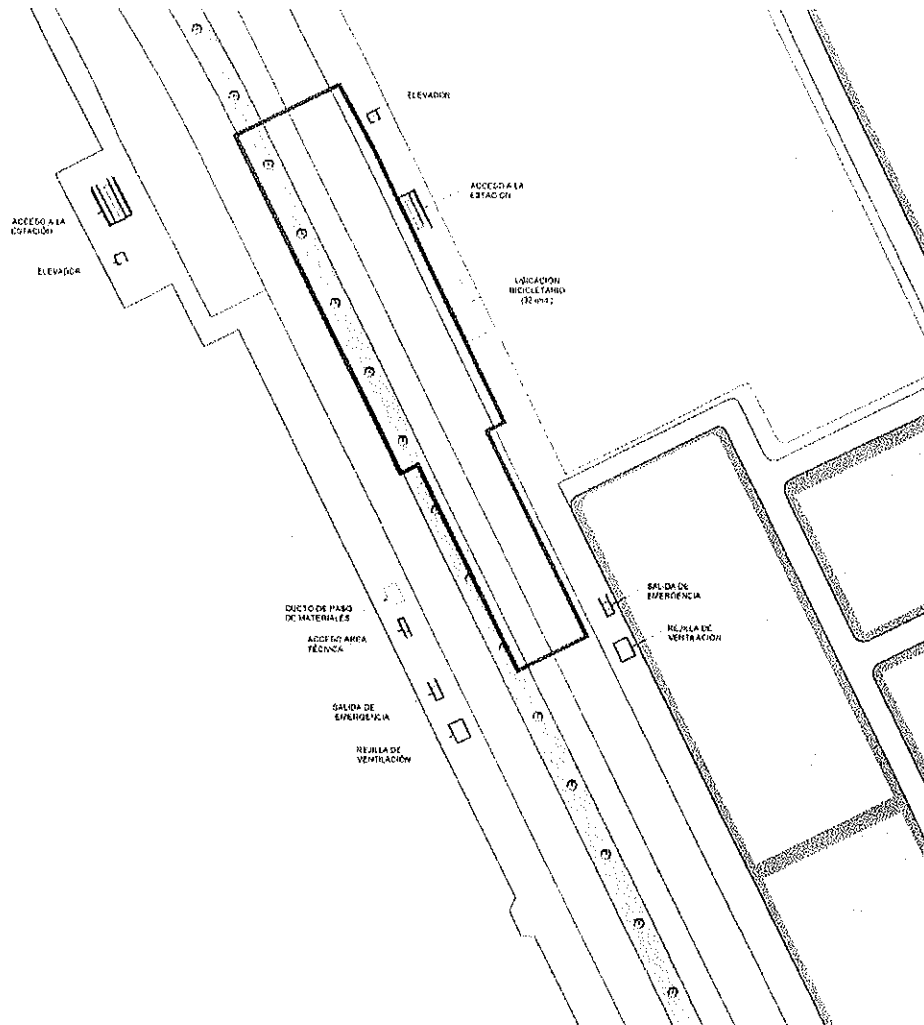


Figura 2. Implantación Estación Canta Callao

- Ubicación: Av. Elmer Faucett próximo a la Av. Canta Callao.
- Accesos: Posee dos accesos a ambos lados de la Av. Faucett, próximo a la Av. Canta Callao.
También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.
- Salidas de emergencia: Cuenta con dos salidas de emergencia, una al este de la Av. Elmer Faucett entre las calles Los Robles y Los Pinos y la otra en el lado opuesto de la avenida en este mismo tramo.
- Rejillas, accesos de servicio y ductos: Cuenta con dos rejillas de ventilación ubicadas en la misma zona de las salidas de emergencia.
Cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, ubicados en la misma zona de la segunda salida de



[Handwritten signature]

emergencia mencionada.

004678

Bicicletarios:

Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Elmer Faucett cerca de los accesos.

1.3. BOCANEGRA

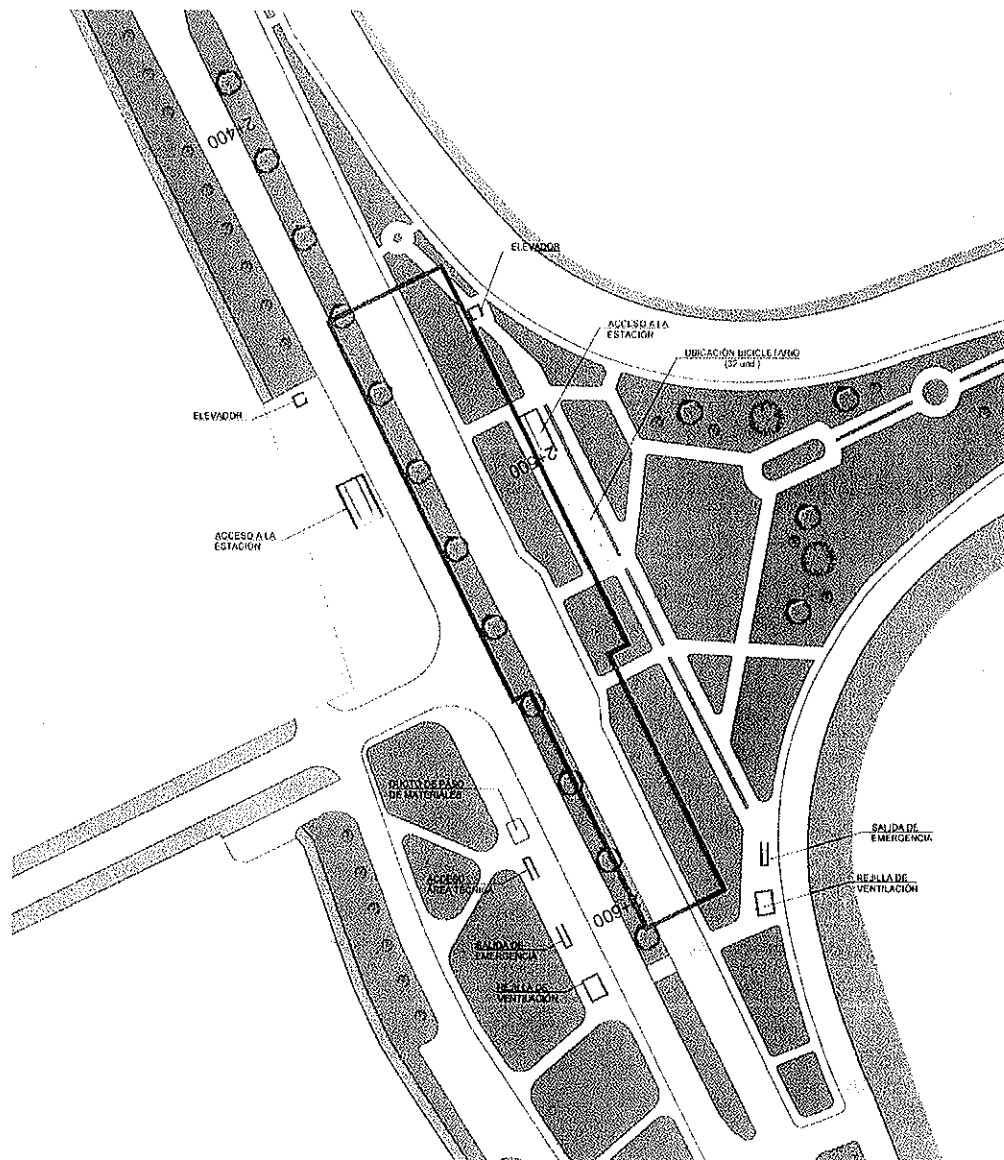


Figura 3. Implantación Estación Bocanegra

Ubicación:

Av. Elmer Faucett en su cruce con la Av. Bocanegra.

Accesos:

Posee dos accesos a ambos lados de la Av. Faucett, en las inmediaciones del Parque Temático de la Marina de Guerra. También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.



004679

Salidas de emergencia:

Cuenta con dos salidas de emergencia que, al igual que los accesos, se encuentran a ambos lados de la Av. Faucett, en las inmediaciones del Parque Temático de la Marina de Guerra.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, ubicados en la zona orientada al oeste de la Av. Faucett del parque antes mencionado.

Bicicletarios:

Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Elmer Faucett cerca de los accesos.

Cruce peatonal:

29.50 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Elmer Faucett, en la intersección con la Av. Bocanegra.

1.4. AEROPUERTO

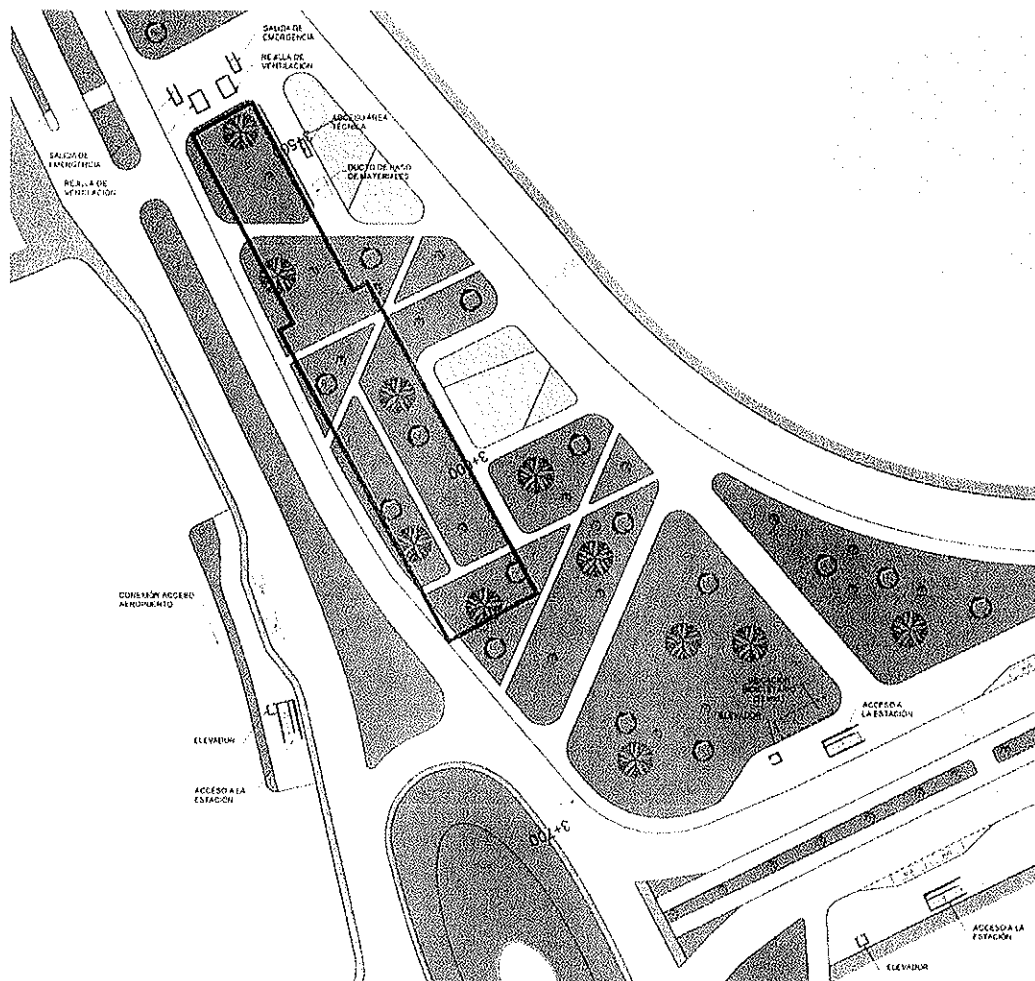


Figura 4. Implantación Estación Aeropuerto

Ubicación:

Av. Elmer Faucett en su cruce con la Av. Tomás Valle.

Accesos:

El cuerpo de esta estación se construye debajo de un terreno que luego de la finalización de las obras será acondicionado como un área verde y recreativa para la zona.

004680

Posee tres accesos:

- El primer acceso está ubicado en el lado norte de la Av. Tomás Valle en la intersección con la Av. Elmer Faucett.
- El segundo acceso en el lado opuesto de la Av. Tomás Valle.
- El tercer acceso está en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, sobre la Av. Elmer Faucett.

En esta zona se encuentra también la disposición de la conexión para dos salidas, una en el área de vuelos nacionales y otra en el área de vuelos internacionales del aeropuerto, las cuales se deben insertar de acuerdo al plan de expansión de éste.

También cuenta con tres elevadores cerca de los accesos.

Salidas de emergencia:

Cuenta con dos salidas de emergencia, ubicadas dentro del parque antes mencionado.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales cuya ubicación es cerca de las salidas de emergencia.

Bicicletarios:

Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Tomás Valle, cerca de la Av. Tomás Valle.

Cruce peatonal:

69.10 ml. de señalización de cruce peatonal en las Avenidas Elmer Faucett y Tomás Valle.

1.5. EL OLIVAR



004681

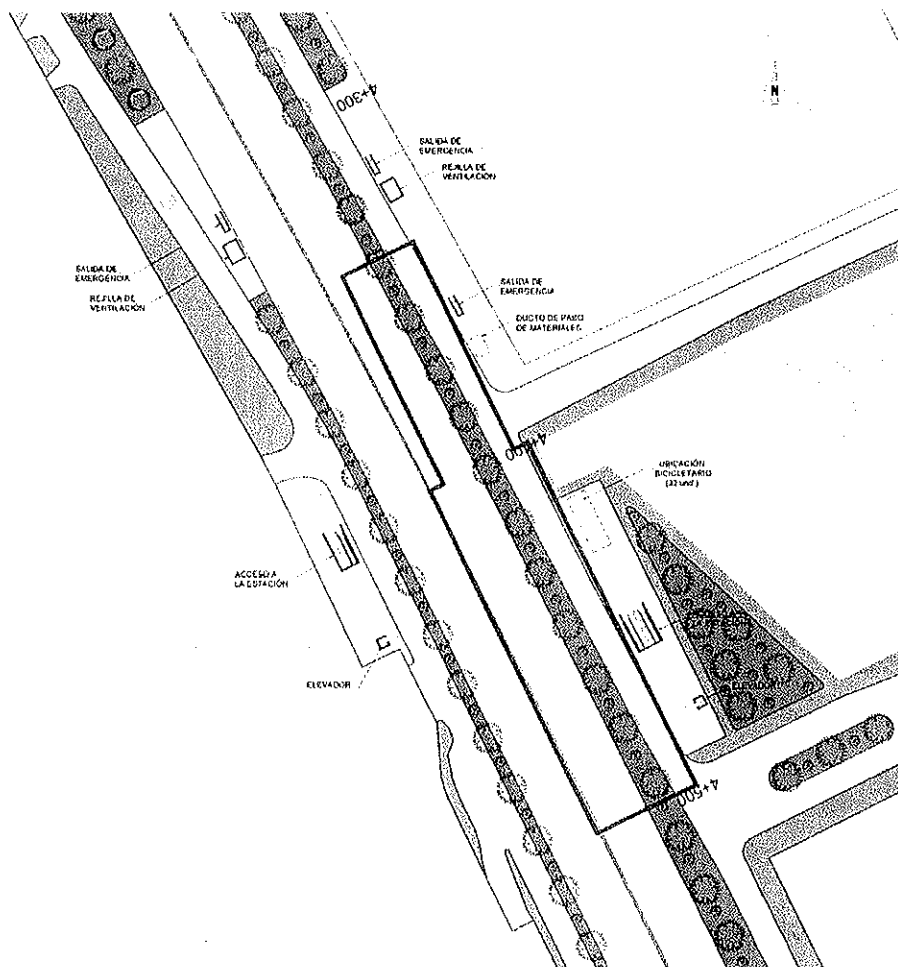


Figura 5. Implantación Estación El Olivar

Ubicación:

Av. Elmer Faucett en su cruce con la Av. El Olivar.

Accesos:

Cuenta con dos accesos:

- El primer acceso se encuentra al este de la Av. Elmer Faucett entre la calle 1 y la Av. El Olivar.
- El segundo acceso está en el lado opuesto de la avenida en el mismo tramo que el primero.

También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos.

Salidas de emergencia:

Cuenta con dos salidas de emergencia: la primera se ubica al este de la Av. Elmer Faucett, próximo a la esquina norte con la calle 1, y la segunda en la berma orientada al oeste de la Av. Elmer Faucett próximo a la misma esquina.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación y tienen la misma ubicación que las escaleras de emergencia.

También cuenta con un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, que se ubican en la misma zona de la primera salida de emergencia.

Bicicletarios:

Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Elmer Faucett, próximo a la calle 1.

Cruce peatonal:

6.70 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Elmer Faucett.



A.S.2. Estaciones Ramal Av. Faucett -
Av. Gambetta - Línea 4

CONSORCIO [5053]
NUEVO METRO DE LIMA



004682



1.6. QUILCA

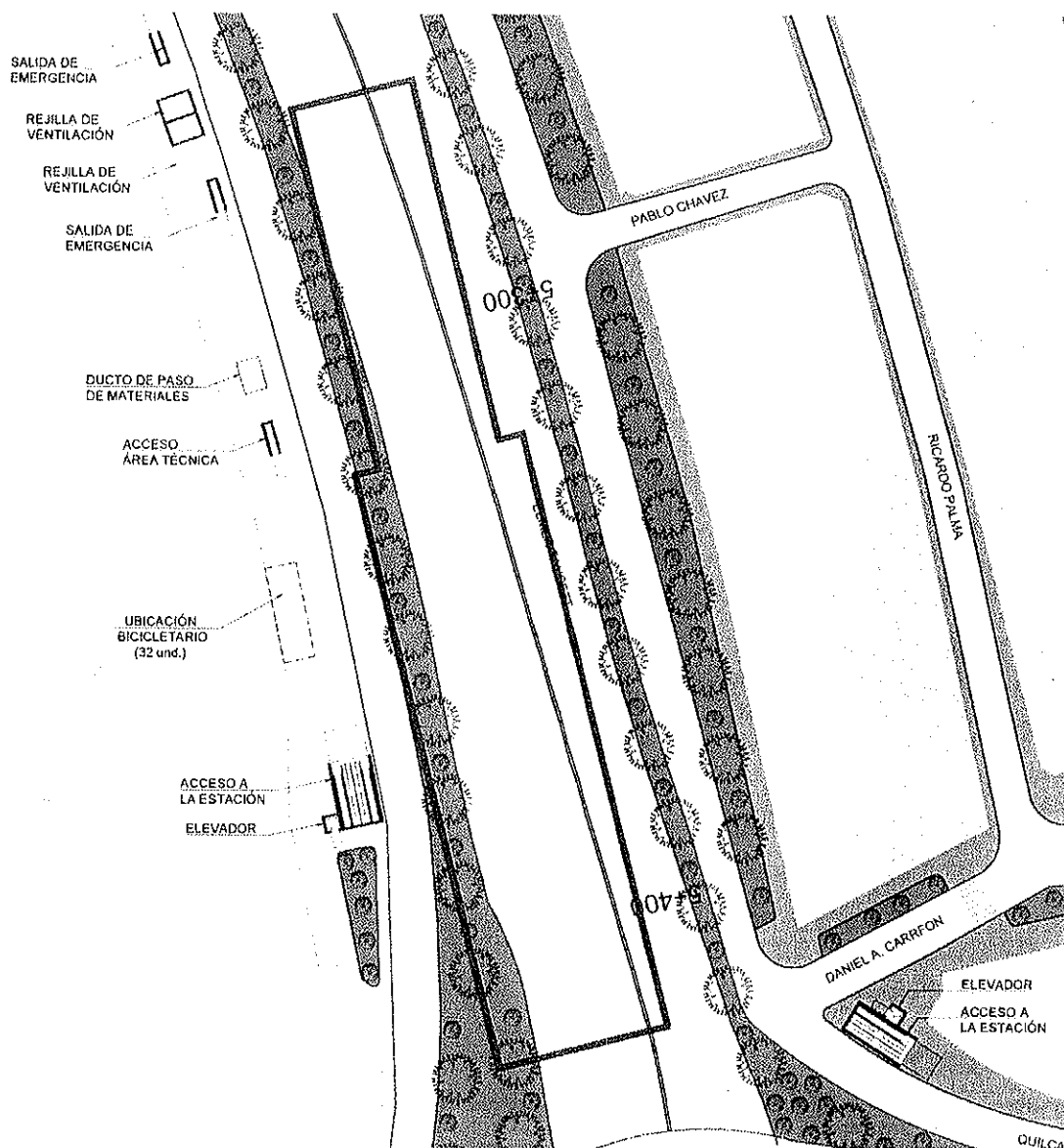


Figura 6. Implantación Estación Quilca

- Ubicación:** Av. Elmer Faucett en su cruce con la Av. Quilca.
- Accesos:** Posee dos accesos:
- Uno en la esquina de la Av. Quilca con la calle Daniel A. Carrión
 - El segundo en la manzana al lado oeste de la Av. Elmer Faucett próximo a la Av. Quilca.
- También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos
- Salidas de emergencia:** Cuenta con dos salidas de emergencia, ambas ubicadas en la misma cuadra del segundo acceso mencionado.
- Rejillas, accesos de servicio y ductos:** Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, cerca de la ubicación de las escaleras de emergencia.



<u>Bicicletarios:</u>	Cuenta con un bicicletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Elmer Faucett cerca de uno de los accesos.	004684
<u>Cruce peatonal:</u>	7.20 ml. de señalización de cruce peatonal en la calle Daniel A. Carrión.	

1.7. MORALES DUÁREZ

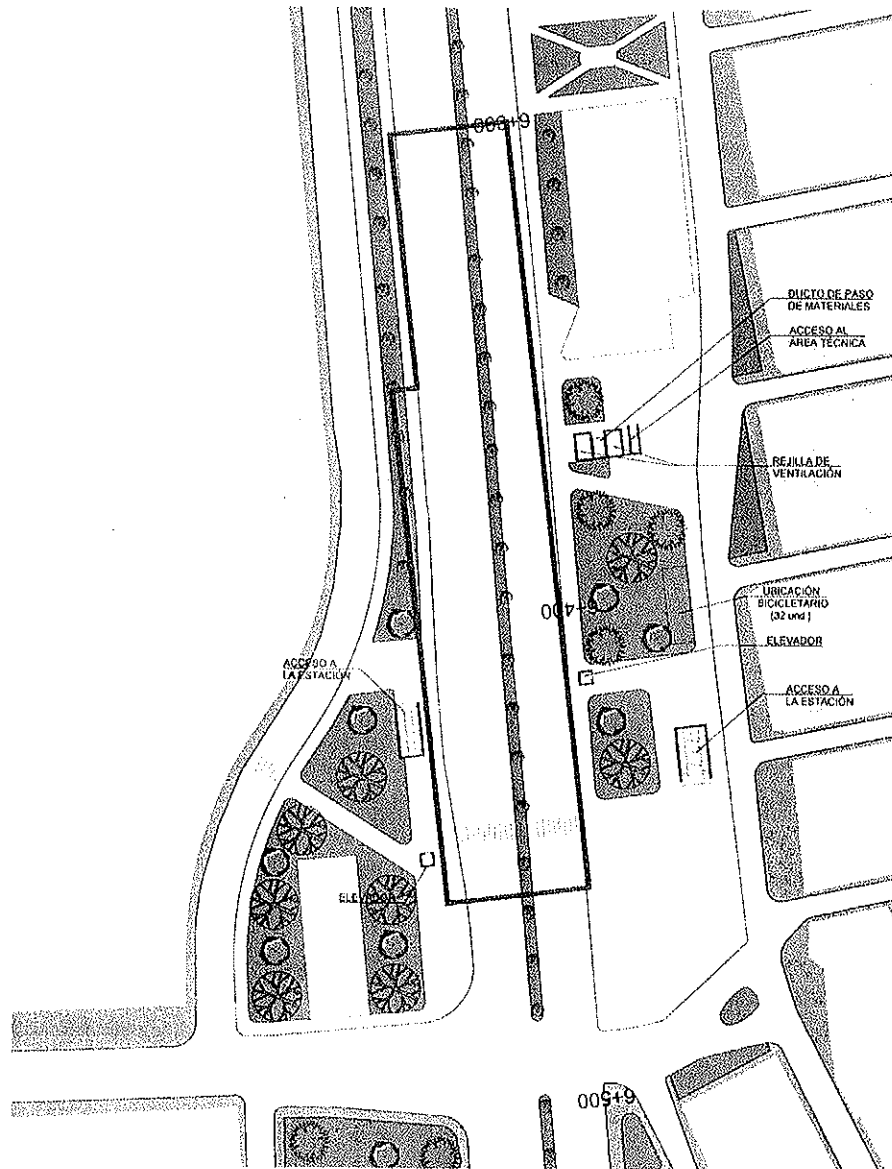


Figura 7. Implantación Estación Morales Duárez

Ubicación: Av. Elmer Faucett próximo a la Av. Morales Duárez.

Accesos: Cuenta con dos accesos a ambos lados de la Av. Elmer Faucett, próximos a su cruce con la calle La chalaca.

- El primero en un área verde en el lado oeste de la avenida
- El segundo en un área que debe ser restablecida luego de la construcción de la estación, al este de ésta.

También cuenta con dos elevadores cerca de los accesos



Handwritten signature and date: 2011

Salidas de emergencia:

En esta tipología de estación las salidas de emergencia llegan hasta el nivel del vestíbulo, donde los usuarios se distribuyen y salen a la superficie por los accesos.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con dos rejillas de ventilación, un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales, que se ubican en la misma zona del segundo acceso antes mencionado.

Bicicletarios:

Cuenta con un biciletario para 32 unidades de bicicletas ubicado en la Av. Elmer Faucett, cerca del segundo acceso antes mencionado.

Cruce peatonal:

22.20 ml. de señalización de cruce peatonal en la Av. Elmer Faucett.

1.8. ESTACIÓN CARMEN DE LA LEGUA - L4

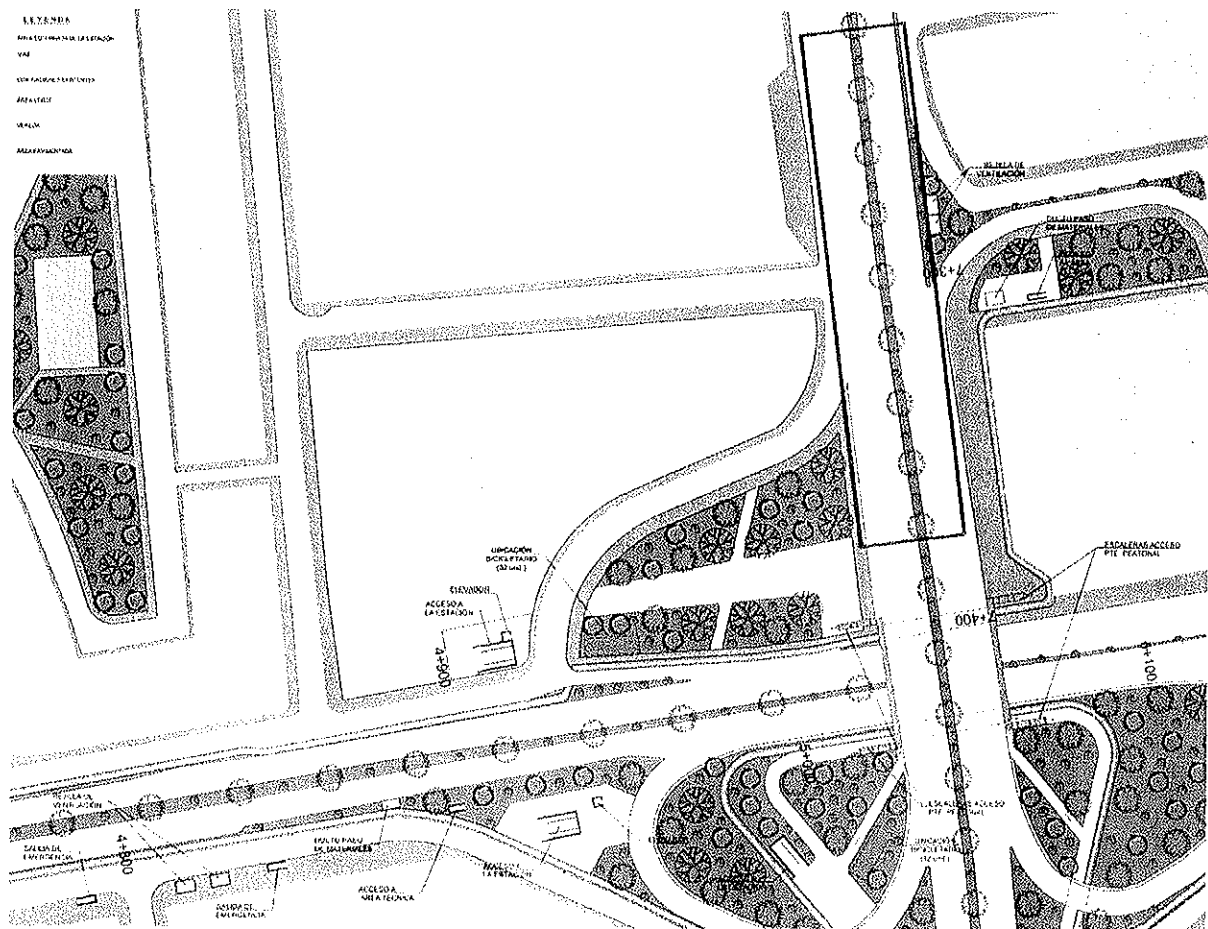


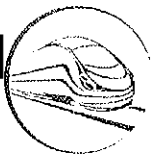
Figura 8. Implantación Estación Carmen de la Legua - L4

Ubicación:

Av. Elmer Faucett en su cruce con la Av. Oscar R. Benavides.

Accesos:

En esta estación se realiza el intercambio del Ramal Faucett-Gambetta con la Línea 2 del Metro, por lo que comparte los accesos con la Estación Carmen de la Legua - L2, que es la estación correspondiente a la Línea 2 para realizar la conexión. Posee tres



004686

accesos:

- El primero del lado norte de Oscar Benavides con una escalera fija y dos mecánicas,
- El segundo de igual configuración en el lado sur de la misma avenida y un tercer acceso compuesto por una escalera fija y una mecánica, en la rotonda suroeste del "trébol" que se forma en el cruce de la Av. Benavides que pasa por debajo de la Av. Faucett.
- Esta zona posee un tercer acceso con una escalera peatonal y una rampa que comunican el nivel inferior con el puente peatonal sobre la Av. Elmer Faucett.

Cuenta también con dos elevadores cerca de los accesos ubicados al norte y al sur de la Av. Oscar R. Benavides.

Salidas de emergencia:

En esta tipología de estación las salidas de emergencia llegan hasta el nivel del vestíbulo, donde los usuarios se distribuyen y salen a la superficie por los accesos.

Rejillas, accesos de servicio y ductos:

Cuenta con 2 rejillas de ventilación, ubicadas en el área verde de la cuadra noroeste en el cruce de las avenidas Faucett y Pablo Olavide.

Un acceso al área técnica y un ducto de paso de materiales en el área verde del cruce de las avenidas Faucett y Pablo Olavide.

Bicicletarios:

Cuenta con dos bicicletarios para 32 unidades de bicicletas cada uno, ubicados uno en la intersección de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Elmer Faucett y el otro ubicado en la Av. Oscar R. Benavides.

Cruce peatonal:

11.80 ml. de señalización de cruce peatonal en la intersección de la Av. Oscar R. Benavides con la Av. Elmer Faucett.



100
100

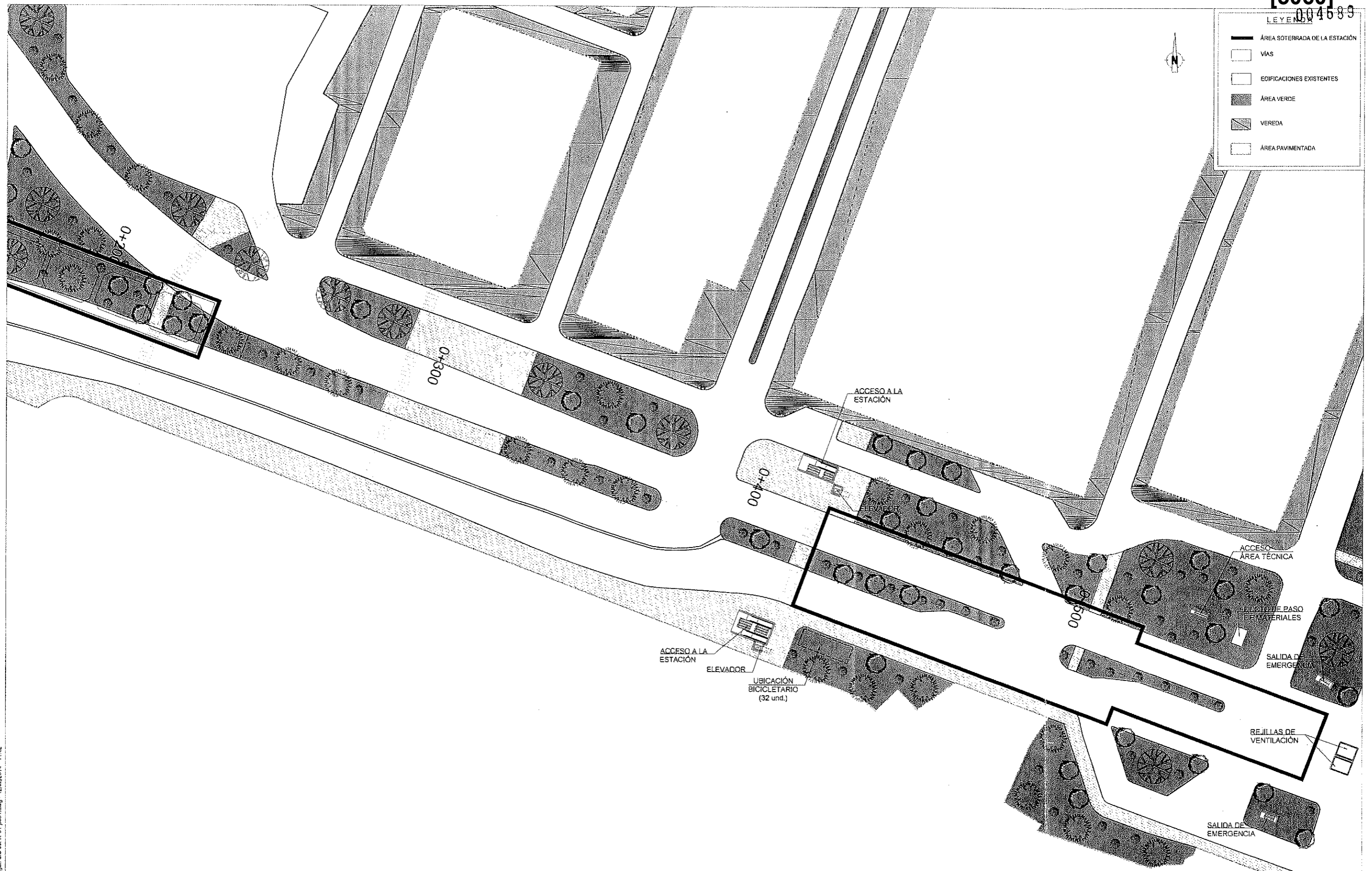
A.8.2.	A) DISEÑO DE INGENIERÍA
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

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

**A.8.2. ESTACIONES RAMAL AV. FAUCETT -
AV. GAMBETTA - LÍNEA 4
APÉNDICE 1. PLANOS INSERCIÓN URBANA
LÍNEA 4**

CODIGO	ÍNDICE DE PLANOS	ESCALA A1	Nº PLANOS
PLOC-GEN-URB-EST-L4-01	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 01 - GAMBETTA. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-02	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 02 - CANTA CALLAO. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-03	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 03 - BOCANEGRA. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-04	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 04 - AEROPUERTO. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-05	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 05 - EL OLIVAR. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-06	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 06 - EL QUILCA. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-07	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 07 - MORALES DUAREZ. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1
PLOC-GEN-URB-EST-L4-08	INSERCIÓN URBANA. LÍNEA 4. ESTACIÓN 08 - CARMEN DE LA LEGUA. PLANTA DE URBANIZACIÓN	1/500	1








- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- ▨ VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA

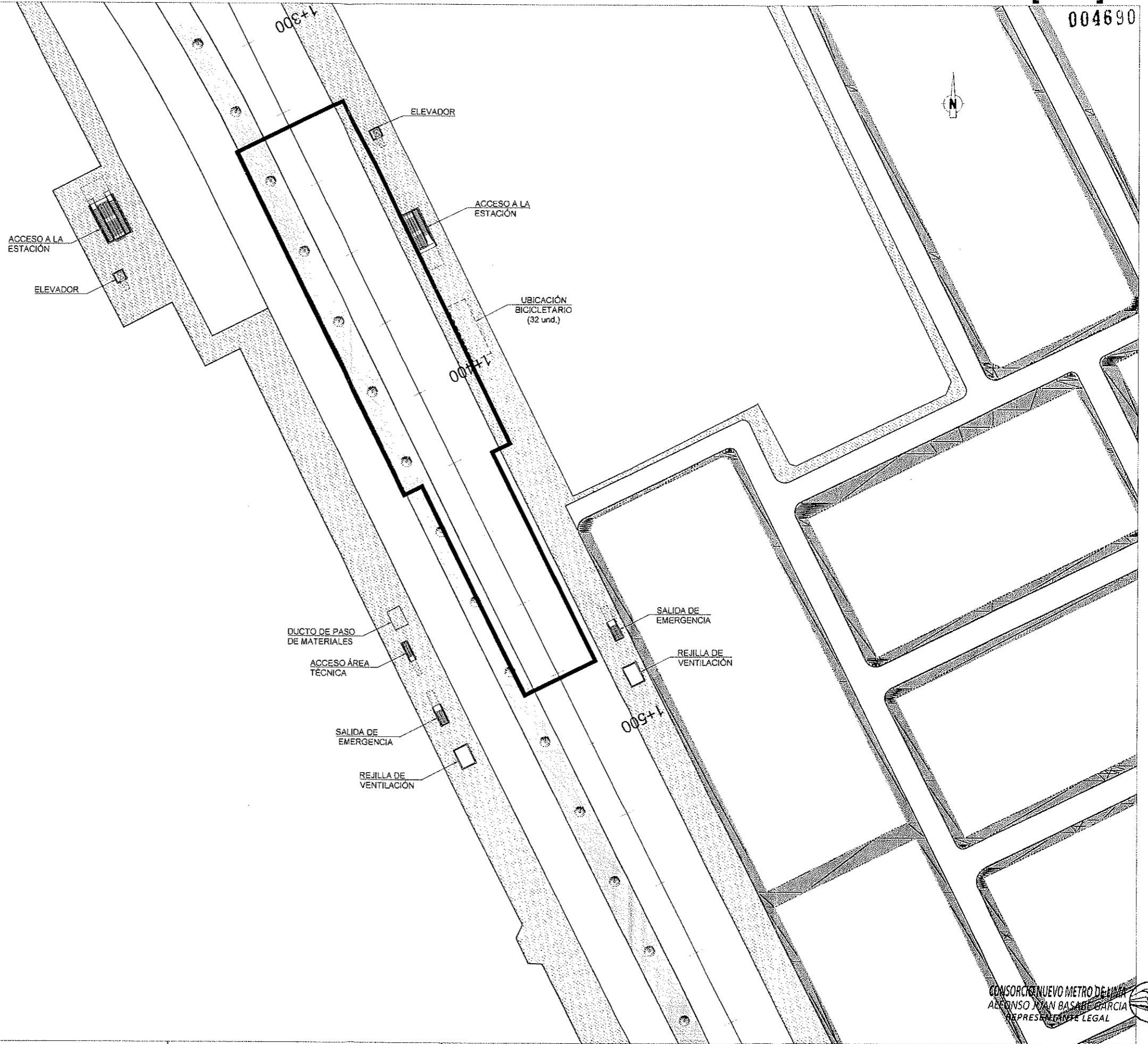


CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA
 REPRESENTANTE LEGAL

D:\trabajo\0273639\0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-01-P001.dwg - 12/02/2014 - 11:42

LEYENDA

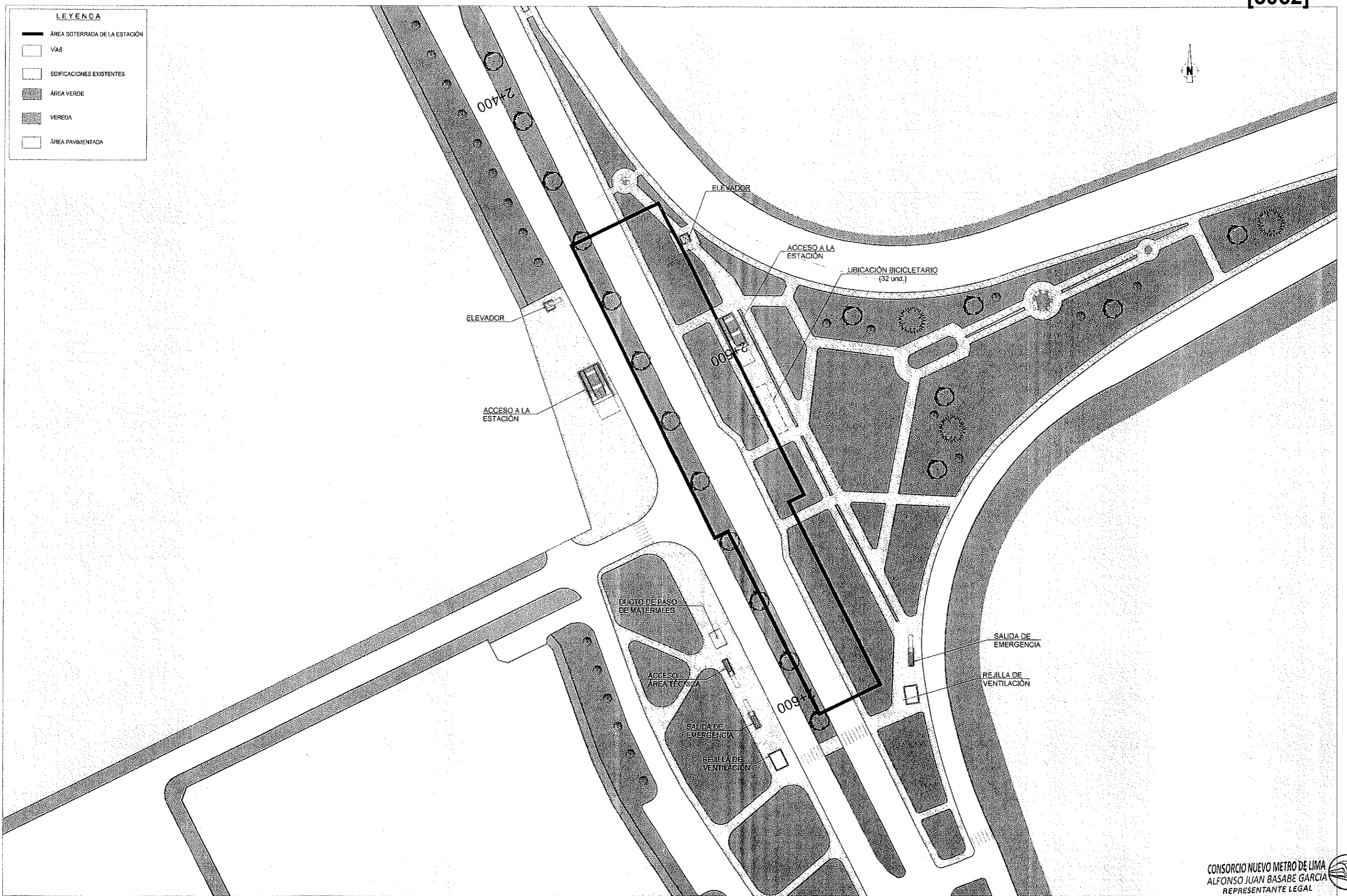
-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA
-  ÁREA DE DESARROLLO



c:\pwork\abap\0273639\0602-ploc-gen-urb-est-l4-02-601.dwg - 05/02/2014 - 13:43

LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA



D:\trabajo\027384\0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-03-P001.dwg - 05/02/2014 - 09:10

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa **euroestudios** **pit**

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

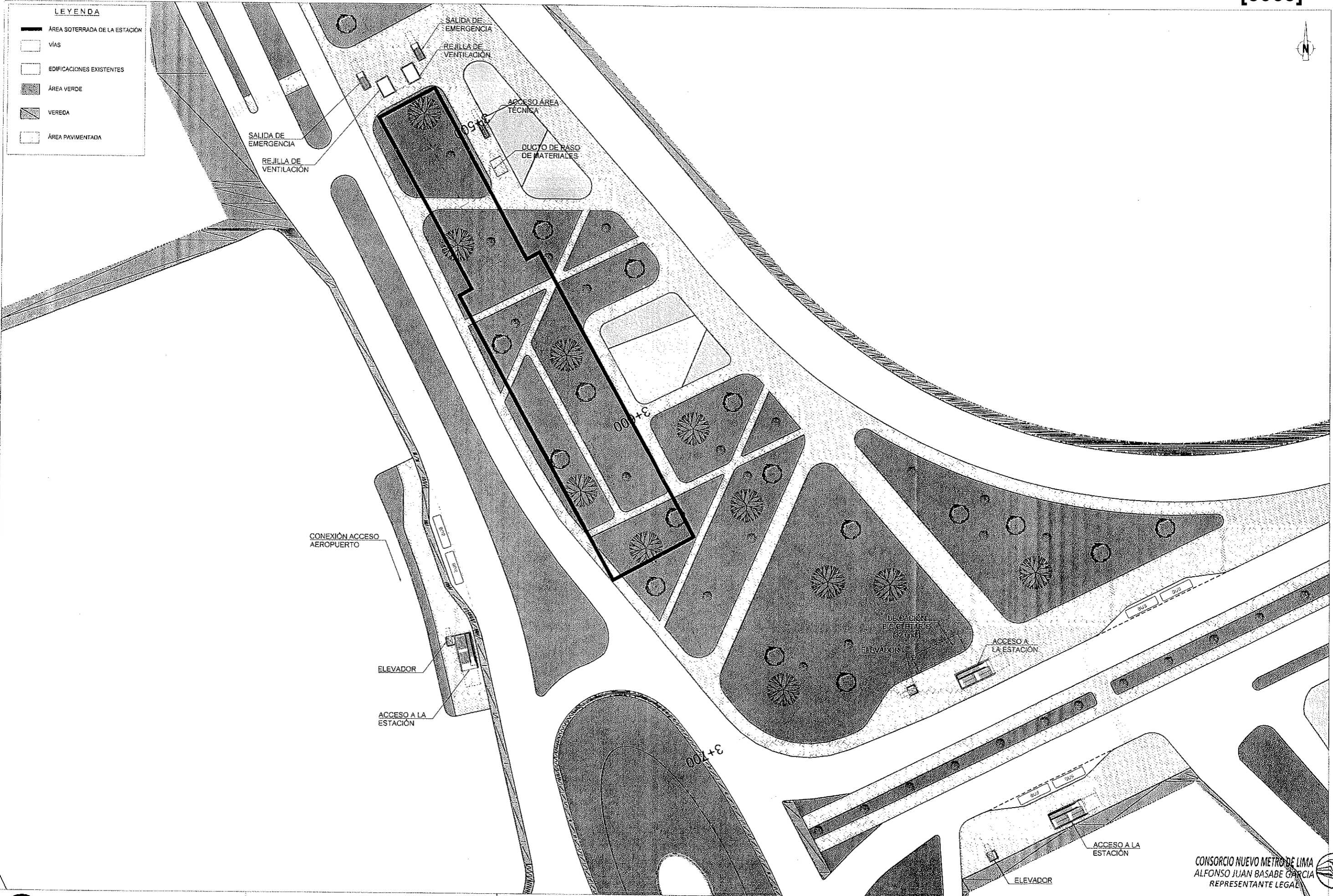
ESCALA (A): 1/500
ESCALA (B): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

INSERCIÓN URBANA
LÍNEA 4. ESTACIÓN 03 - BOCANEGRA
PLANTA DE URBANIZACIÓN

PLANO N° 0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-03







HUJA	REVISIÓN
01 de 01	2

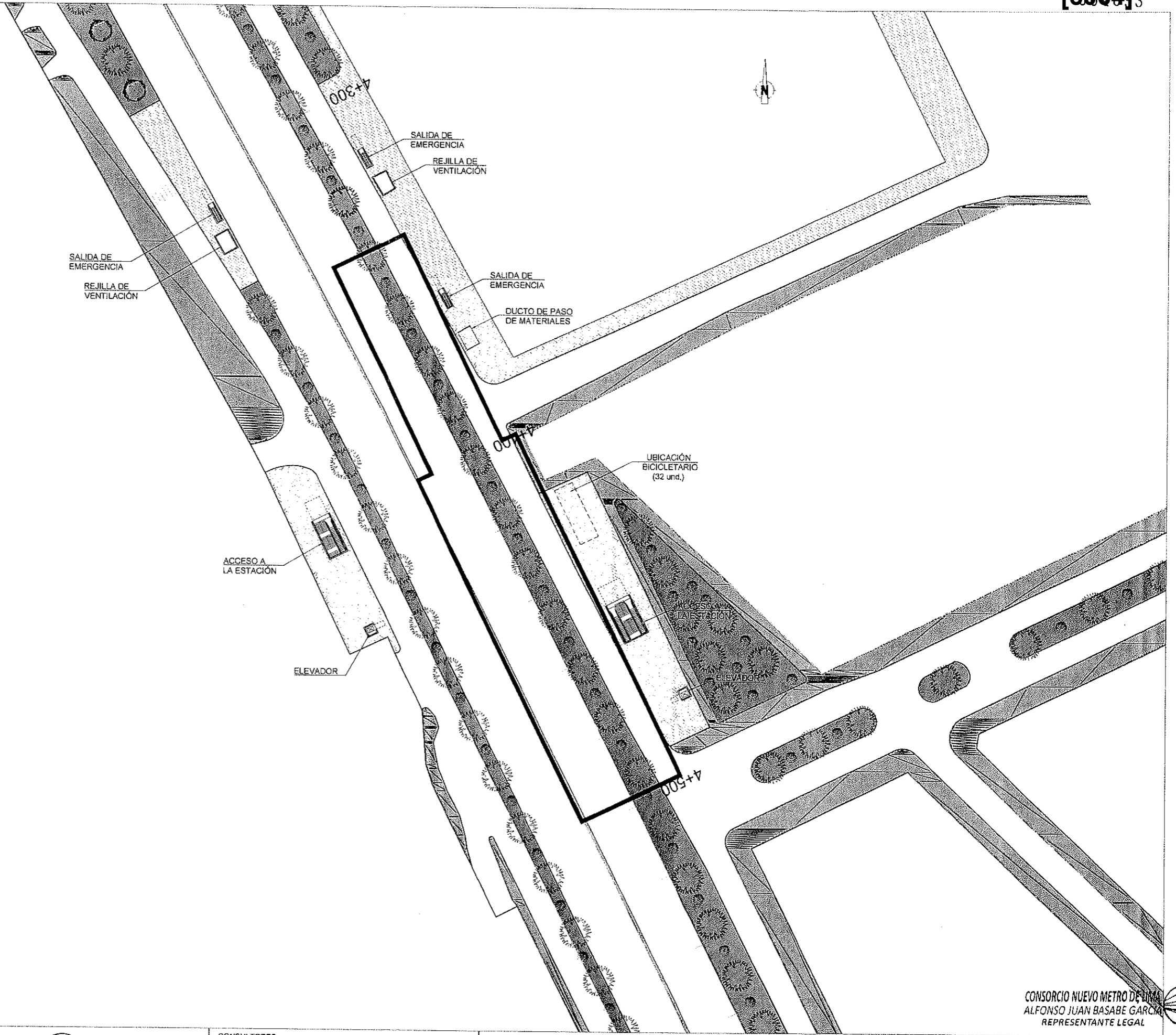
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



c:\p\trabajo\027364\10602-ploc-gen-urb-est-4-01-p001.dwg - 05/02/2014 - 09:20







LEYENDA

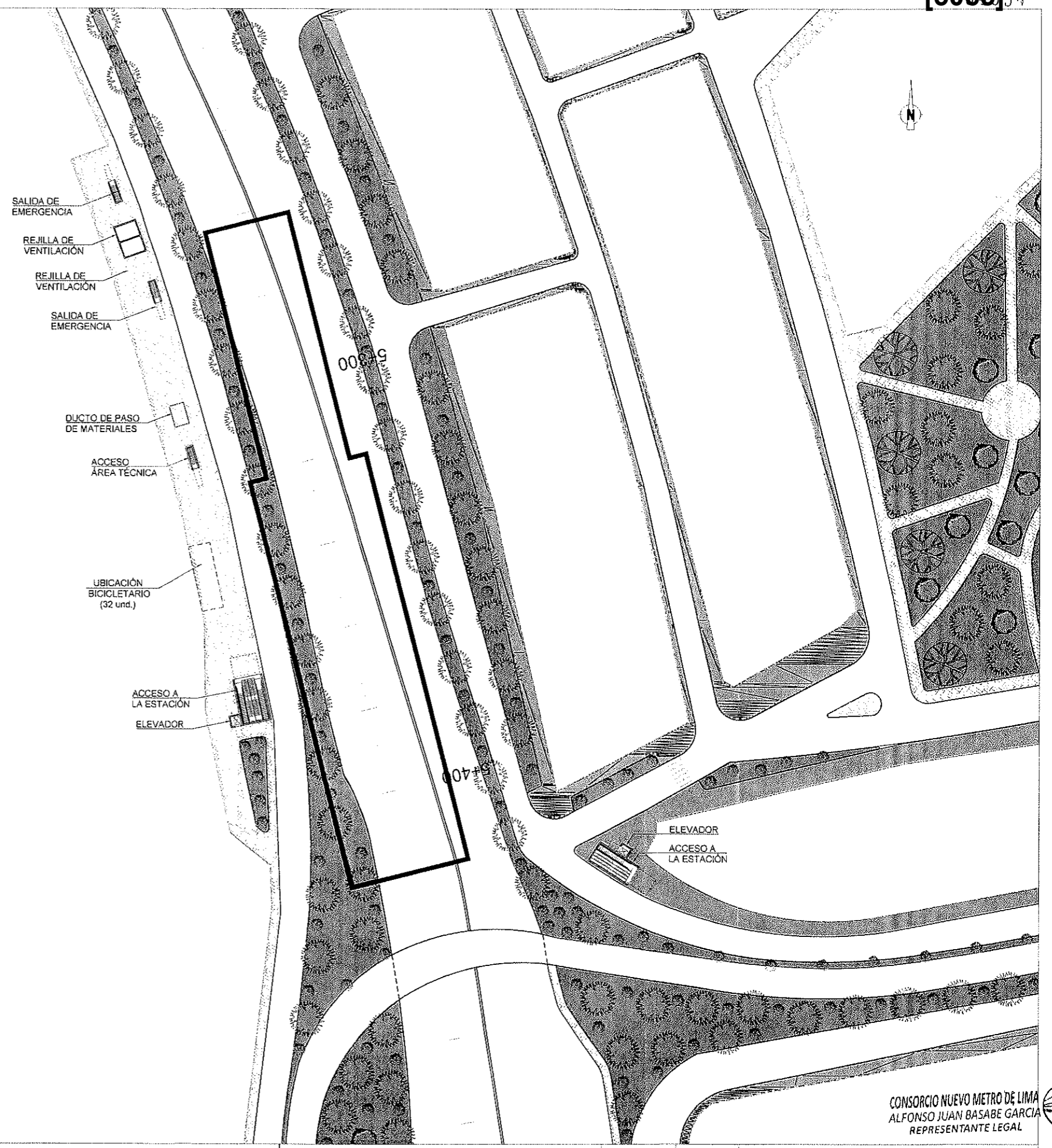
-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA



D:\p\trabajo\0273642\0602-ploc-gen-urb-est-05-p001.dwg - 05/02/2014 - 13:48

LEYENDA

-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA



C:\p\trabajo\0273643\0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-06-P001.dwg - 05/02/2014 - 09:55

ProlInversión
Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa   

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

ESCALA (A): 1/500
ESCALA (B): 1/1000
FECHA: FEBRERO 2014

INSERCIÓN URBANA
LÍNEA 4. ESTACIÓN 06 - EL QUILCA
PLANTA DE URBANIZACIÓN

PLANO N° 0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-06

Hoja 01 de 01 2

REVISIÓN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
REPRESENTANTE LEGAL



LEYENDA

- ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
- VÍAS
- EDIFICACIONES EXISTENTES
- ÁREA VERDE
- VEREDA
- ÁREA PAVIMENTADA

D:\pwork\trabajo\0273644\0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-07-P001.dwg - 05/02/2014 - 13:51

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa **euroestudios** **ait**







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

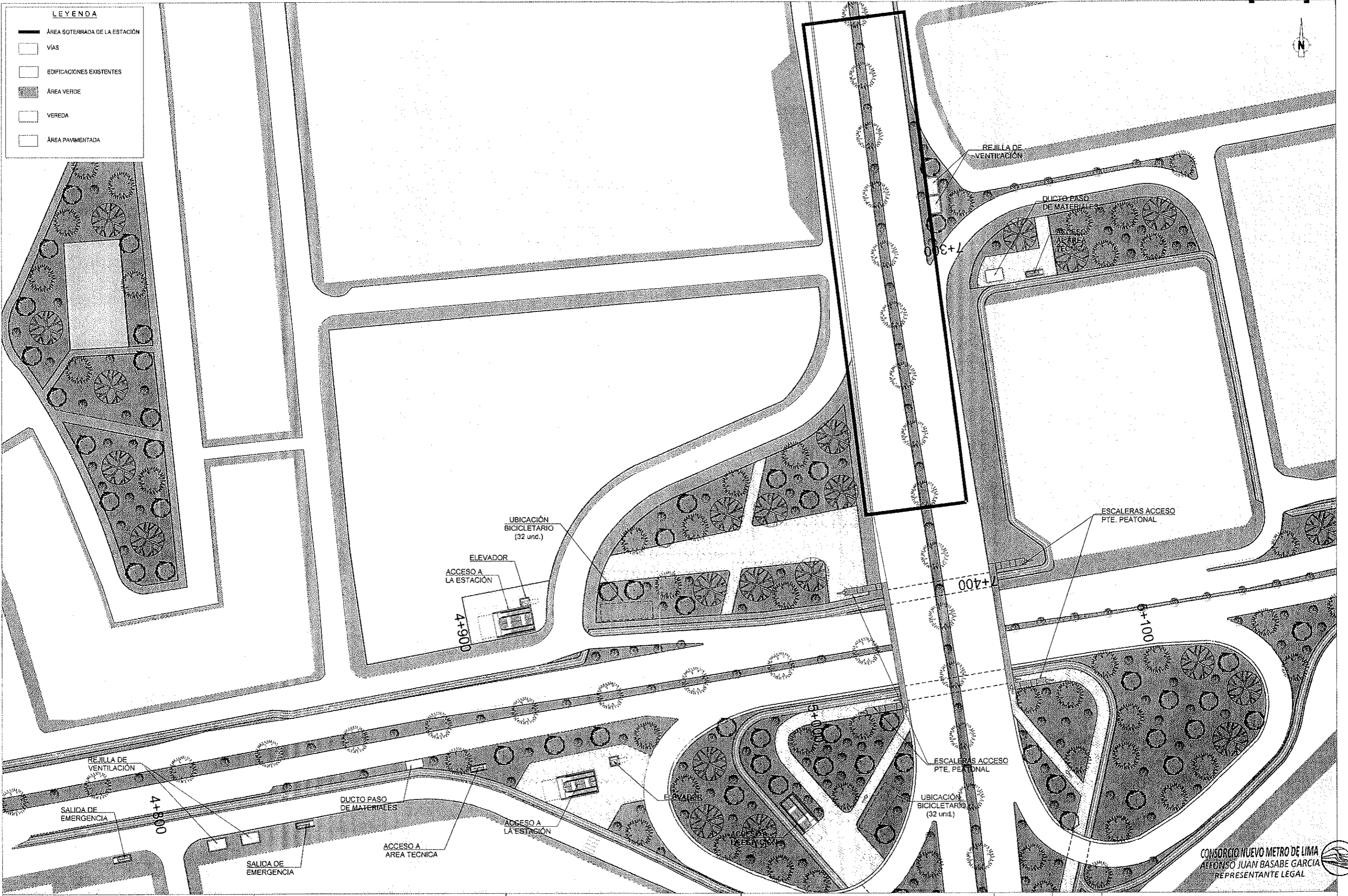
ESCALA (A1)	1/500
ESCALA (A2)	1/1000
FECHA	FEBRERO 2014

INSERCIÓN URBANA		
LÍNEA 4, ESTACIÓN 07 - MORALES DUAREZ		
PLANTA DE URBANIZACIÓN		
PLANO N°	0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-07	HOJA
		01 de 01
		REVISIÓN
		2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

LEYENDA

-  ÁREA SOTERRADA DE LA ESTACIÓN
-  VÍAS
-  EDIFICACIONES EXISTENTES
-  ÁREA VERDE
-  VEREDA
-  ÁREA PAVIMENTADA



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA
 REPRESENTANTE LEGAL

ProlInversión
 Agencia de Promoción de la Inversión Privada - Perú

CONSORCIO
 NUEVO METRO DE LIMA

CONSULTORES

ayesa   

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

ESCALA (A):	1/500
ESCALA (B):	1/250
FECHA	FEBRERO 2014

INSERCIÓN URBANA	
LÍNEA 4. ESTACIÓN 08 - CARMEN DE LA LEGUA	
PLANTA DE URBANIZACIÓN	
PLANO N°	0602-PLOC-GEN-URB-EST-L4-08
HORA	01 de 01
REVISIÓN	2