



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	08-03-2022	Todas	Esta capítulo se presentó en VA con el nombre 10.19.3 EstEdif - Arquitectura_SYSTRA
C	05-05-2022	-	-

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 18-05-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Revisó: O. Véliz 05-05-2022	Revisó: F. Faria 05-05-2022	Revisó: C.L. Umaña 05-05-2022	Aprobó: J.M. Martínez 05-05-2022
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO ...	5
10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN ...	5
10.19 ESTACIONES Y EDIFICIOS	5
10.19.1 Características funcionales	5
10.19.1.1 Normativas	5
10.19.1.2 Criterios de Diseño	5
10.19.1.2.1 Principios generales	5
10.19.1.2.2 Análisis de dimensiones de los áreas de pasajeros y condiciones de evacuación	6
10.19.1.2.3 Dimensiones de los Áreas Técnicas y Operativas	14
10.19.1.3 Presentación de los espacios prototípicos de estaciones	16
10.19.1.4 Estaciones	24
10.19.1.4.1 Estación 1 - Calle 72	25
10.19.1.4.2 Estación 2 - Av. NQS	29
10.19.1.4.3 Estación 3 - Av. 68	30
10.19.1.4.4 Estación 4 - Av. Boyacá	32
10.19.1.4.5 Estación 5 - Av. Cali	32
10.19.1.4.6 Estación 6 - Calle 80	33
10.19.1.4.7 Estación 7 – Carrera 91	34
10.19.1.4.8 Estación 8 - Humedal	35
10.19.1.4.9 Estación 9 - ALO Sur	36
10.19.1.4.10 Estación 10 - ALO Norte	38
10.19.1.4.11 Estación 11 Fontanar	40
10.19.1.5 Anexos	43

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Resumen de Dimensiones de cuartos Técnicos y Operativos	10
Ilustración 2 - Sección Transversal	10
Ilustración 3 - Sección Longitudinal	11
Ilustración 4 - Planta malla Estructural	11
Ilustración 4 - Planta malla Estructural	12
Ilustración 5 Planta Nivel Plataformas (-28,90)	12
Ilustración 6 - Planta Nivel Intermedio -3 (-21,08)	13
Ilustración 7 - Planta Nivel Intermedio -2 (-13,94)	13
Ilustración 8 - Planta Vestíbulo (-7,88)	14
Ilustración 9 - Accesos Vestíbulo	15
Ilustración 10 – Accesos (0,00 - Superficie)	15
Ilustración 11 - Dimensionamiento de Bici	17
Ilustración 14 - Estación 1	17
Ilustración 12 - Sección Transversal Estación 1	18

Ilustración 13 - Sección Lateral Estación 1	18
Ilustración 15 - Planta Estación 1 Nivel Plataformas (-28,90)	19
Ilustración 16 - Planta Estación 1 Nivel intermedio -3 (-21,80)	19
Ilustración 17 - Planta Estación 1 Nivel intermedio -2 (-13,94)	19
Ilustración 18 - Planta Estación 1 Vestíbulo (-7,88)	20
Ilustración 19 - Estación 2	21
Ilustración 20 - Estación 3	22
Ilustración 21 - Estación 4	23
Ilustración 22 - Estación 5	24
Ilustración 23 - Estación 6	25
Ilustración 24 - Estación 7	26
Ilustración 25 - Estación 8	27
Ilustración 26 - Estación 9	28
Ilustración 27 - Estación 10	29
Ilustración 33 - Estación 11	30
Ilustración 28- Sección Transversal Estación 11	31
Ilustración 29- Sección Lateral Estación 11	31
Ilustración 30 - Planta Estación 11	32
Ilustración 31 - Planta Nivel Plataformas (-10,05)	32
Ilustración 32 - Planta Vestíbulo (0,00)	33

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

10.19 ESTACIONES Y EDIFICIOS

10.19.1 Características funcionales

10.19.1.1 Normativas

- NFPA-130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- NFPA-101: Life Safety Code. Capítulos 7 y 12.
- Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCRP).
- Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010)
- Normas Técnicas Colombianas (NTC).

10.19.1.2 Criterios de Diseño

10.19.1.2.1 Principios generales

La Línea 2 del Metro de Bogotá contiene once estaciones, de las cuales diez son subterráneas y una elevada, a seguir:

		Tipo	Integración
E1	Calle 72	Subterránea	Línea 1 + Transmilenio
E2	Av. NQS	Subterránea	Transmilenio
E3	Av. 68	Subterránea	Transmilenio
E4	Av. Boyacá	Subterránea	Transmilenio
E5	Av. Cali	Subterránea	–
E6	Calle 80	Subterránea	Transmilenio
E7	Carrera 91	Subterránea	–
E8	Humedal	Subterránea	–
E9	ALO Sur	Subterránea	–
E10	ALO Norte	Subterránea	–
E11	Fontanar	Elevada	–

Una vez definido el concepto de mono túnel en doble vía cuya justificación se encuentra detallada en el capítulo Proyecto Túnel 3.3.2, se impone el concepto de plataformas laterales para no incrementar las obras necesarias ni tampoco el

CAPEX Así Todas las estaciones serán de plataformas laterales con 145 m. de largo útil, definido por dimensiones de la composición metroviaria, y ancho de 4,50 m. para todas las estaciones, con excepción de E1, que tendrá 6,00m., para adaptarse a las mayores necesidades por su combinación con la Línea 1.

Todas las estaciones subterráneas serán construidas por método de trinchera y las excavaciones resultarán en una caja de 160 m de largo (interno), por ancho (interno) de 22,80 m. donde se alojarán las vías, las plataformas, los equipamientos de circulación vertical y las instalaciones de ventilación del túnel, entre otros. En la E1, debido al ancho ampliado de las plataformas, la caja tendrá 25,80 m de ancho interno.

Todas las estaciones subterráneas, con excepción de las estaciones E3 y E11, serán construidas bajo espacios originalmente ocupados por terrenos privados para que no se tengan afectaciones significativas en calles y avenidas. Los inmuebles privados afectados demandarán su compra o expropiación. La estación E3, excepcionalmente, ocupará un espacio público en el interior del distribuidor vial de Carrera 68 con calle 68 y calle 72. Contemplará también la integración con Transmilenio en Av. 68. Durante la obra, se realizarán cortes de tránsito de corta duración en la calle 72, calzada hacia Occidente. Las obras de esta estación serán ejecutadas en fases y observarán la correcta reubicación temporal de tráfico.

Para las estaciones subterráneas se propuso proyecto prototípico, aplicable a todas, con variaciones debidas a su implantación urbana y especificidades de programa. También los módulos de accesos y parqueaderos serán proyectos prototípicos, adaptables a la demanda de cada estación y su implantación urbana. Ello así para lograr una mejor legibilidad de los espacios de la estación para los usuarios en fase de obras, pero también para que el constructor pueda optimizar y reducir sus costos por estandarización y pueda reducir el CAPEX necesario con beneficio para el cliente final EMB.

La Estación E1 – Calle 72 está integrada a Línea 1 y se requiere espacios específicos para esta conexión, tanto en la Línea 2 como en la Línea 1. Las estaciones E1, E2, E3, E4 y E6 estarán integradas a Transmilenio y se requiere espacio en las estaciones del Transmilenio para que emerjan las escaleras y ascensores necesarios.

La estación E11, elevada, es única y sigue sus especificidades de programa y sus requerimientos para implantación metroviaria y urbana.

10.19.1.2.2 Análisis de dimensiones de las áreas de pasajeros y condiciones de evacuación

Toda vez que las estaciones 2 a 10 son iguales, se verificaron todas juntas mediante la verificación de la más solicitada de ellas. Así, los análisis de dimensiones de las áreas de pasajeros y condiciones de evacuación se basaron en el ejemplo de la Estación 3 – Av. 68, la más cargada de las estaciones donde se propone el proyecto prototípico.

Por su parte, la estación 1 recibió un análisis ad hoc puesto que tiene una configuración de infraestructura particular.

Los análisis de evacuación se basarán en los conceptos de la NFPA130 de tiempo evacuación y llegada en era segura.

El análisis de Confort fue basado en los niveles de servicios del Pedestrian Planning and Design (Fruin, 2010). Se presenta a continuación:

Estación Tipo:

Datos de Demanda

Hora pico mañana	Sentido Norte - Sur		Sentido Sur - Norte	
	Ascensos	Descensos	Ascensos	Descensos
3 - Av. 68	1.838	13.272	3.485	2.602
	Desembarque	Embarque	Desembarque	Embarque

Supuestos basados en la NFPA:

	CONDICIONES NORMALES		CONDICIONES DE EMERGENCIA	
Headway	2,17	min	2,17	min
Trenes por hora	28	trenes	28	trenes
Capacidad de flujo EF ascendente	0,045	personas/mm-min	0,055 5	personas/mm-min
Capacidad de flujo EF descendente	0,045	personas/mm-min	0,055 5	personas/mm-min
Capacidad de flujo EM	150	personas/min	75	personas/min
Faja andén (borde)	0,45	m	0,45	m
Faja andén (pared)	0,30	m	0,3	m
Composición metroviaria	1.800	pasajeros	1.800	pasajeros
Velocidad flujo plataformas	37,7	m/min	37,7	m/min
Velocidad flujo escaleras	14,6	m/min	14,6	m/min
Velocidad flujo vestíbulo	61	m/min	61	m/min
Bloqueos Embarque	16,67	personas/min		
Bloqueos Desembarque	16,67	personas/min	25	personas/min
Portones	60	personas/min	60	personas/min

Datos del Proyecto

Ancho Anden	4,5	m
Longitud Anden	145	m
Área Anden	952,5	m ²
Área de Estoque Anden	844	m ²
Área Mez -1	1200	m ²
Escaleras Fijas	9,6	m
Escaleras Mecánicas	2	m
Trayecto máx. Plataformas	26	m
Trayecto intermedio	30	m
Trayecto vestíbulo hasta línea de control de pasajes	30	m
Trayecto línea de control de pasajes hasta accesos	30	m
Cota Plataformas	-28,90	m
Cota Mez -3	-21,08	m
Cota Mez -2	-13,94	m
Cota Mez -1	-7,88	m
Cota Superficie	0	m
Nº gates/ molinetes	20	
Portones	2	

Los resultados de los análisis muestran que las dimensiones dedicadas a los espacios principales de pasajeros permiten un buen nivel de comodidad en el funcionamiento normal y una evacuación segura en un tiempo aceptable. A continuación, se muestran los resultados detallados de los análisis.

VERIFICACIÓN 1 - Vaciar la plataforma en menos de un intervalo en condiciones normales

Tiempo de vaciamiento	0,3 4 min	VERIFICA
-----------------------	--------------	----------

VERIFICACIÓN 2 - Índice de Confort en plataformas < 1,5 persona/m²

Índice de Confort	0,5 7 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 3 - IC en nivel mezzanina -3. (arriba de las plataformas) < 1,5 persona/m²

Índice de Confort	0,4 5 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 4 - Distancia < 100m en las plataformas hacia escaleras o ascensores

Trayecto máx. anden	26 m	VERIFICA
---------------------	------	----------

VERIFICACIÓN 5 - Índice de Confort en condiciones de emergencia < 3,3 personas/m² en la plataforma

Índice de Confort	2,3 9 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 6 - Escaleras o ascensores en condiciones de emergencia < 3,3 personas/m² en el Mez -3

Índice de Confort 1,9
8 personas/m² VERIFICA

VERIFICACIÓN 7 - Evacuación de las plataformas (hasta 4 minutos)

Tiempo de evacuación 3,7
5 min VERIFICA

VERIFICACIÓN 8 - Llegar en zona segura (hasta 6 minutos)

Tiempo total para llegar en zona segura (Mez -1) 4,2
9 min VERIFICA

Estación 1 - Calle 72

Hora pico mañana	Sentido Norte - Sur		Sentido Sur - Norte	
	Ascensos	Descensos	Ascensos	Descensos
Estación				
1 – Calle 72	0	30.902	11.847	0
	Desembarque	Embarque	Desembarque	Embarque

Supuestos basados en la NFPA

CONDICIONES NORMALES	CONDICIONES DE EMERGENCIA
-----------------------------	----------------------------------

	CONDICIONES NORMALES		CONDICIONES DE EMERGENCIA	
Headway	2,17	min	2,17	min
Trenes por hora	28	trenes	28	trenes
Capacidad de flujo EF ascendente	0,045	personas/mm-min	0,055 5	personas/mm-min
Capacidad de flujo EF descendente	0,045	personas/mm-min	0,055 5	personas/mm-min
Capacidad de flujo EM	150	personas/min	75	personas/min
Faja anden (borde)	0,45	m	0,45	m
Faja anden (pared)	0,30	m	0,3	m
Composición metroviaria	1.800	pasajeros	1.800	pasajeros
Velocidad flujo plataformas	37,7	m/min	37,7	m/min
Velocidad flujo escaleras	14,6	m/min	14,6	m/min
Velocidad flujo vestíbulo	61	m/min	61	m/min
Bloqueos Embarque	16,67	personas/min		
Bloqueos Desembarque	16,67	personas/min	25	personas/min
Portones	60	personas/min	60	personas/min

Datos del Proyecto

Ancho Anden	6	m
Longitud Anden	145	m
Área Anden	1170	m ²
Área de Estoque Anden	1061	m ²

Área Mez -1	1200	m ²
Escaleras Fijas	12	m
Escaleras Mecánicas	2	m
Trayecto máx. Plataformas	26	m
Trayecto intermedio	30	m
Trayecto vestíbulo hasta línea de control de pasajes	30	m
Trayecto línea de control de pasajes hasta accesos	30	m
Cota Plataformas	-28,90	m
Cota Mez -3	-21,08	m
Cota Mez -2	-13,94	m
Cota Mez -1	-7,88	m
Cota Superficie	0	m
Nº gates/ molinetes	20	
Portones	2	

Los resultados de los análisis muestran que las dimensiones dedicadas a los espacios principales de pasajeros permiten un buen nivel de comodidad en el funcionamiento normal y una evacuación segura en un tiempo aceptable. A continuación, se muestran los resultados detallados de los análisis.

VERIFICACIÓN 1 - Vaciar la plataforma en menos de un intervalo en condiciones normales

Tiempo de vaciamiento	1,0 2 min	VERIFICA
-----------------------	--------------	----------

VERIFICACIÓN 2 - Índice de Confort en plataformas < 1,5 persona/m²

Índice de Confort	1,0 5 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 3 - IC en nivel mezzanina -3. (arriba de las plataformas) < 1,5 persona/m²

Índice de Confort	0,9 3 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 4 - Distancia < 100m en las plataformas hacia escaleras o ascensores

Trayecto máx. andén	26 m	VERIFICA
---------------------	------	----------

VERIFICACIÓN 5 - Índice de Confort en condiciones de emergencia < 3,3 personas/m² en la plataforma

Índice de Confort	2,4 9 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 6 - escaleras o ascensores en condiciones de emergencia < 3,3 personas/m² en el Mez -3

Índice de Confort	2,4 3 personas/m ²	VERIFICA
-------------------	----------------------------------	----------

VERIFICACIÓN 7 - Evacuación de las plataformas (hasta 4 minutos)

Tiempo de evacuación 3,9
4 min VERIFICA

VERIFICACIÓN 8 - Llegar en zona segura (hasta 6 minutos)

Tiempo total para llegar en zona segura (Mez -1) 4,4
7 min VERIFICA

10.19.1.2.3 Dimensiones de las Áreas Técnicas y Operativas

El programa de áreas técnicas de las estaciones fue desarrollado en base a los requerimientos técnicos de cada disciplina del proyecto. Se agregó un porcentaje del 20% del área de circulación en cada cuarto.

El programa de cuartos Operativos se basó en el programa de cuartos de la Línea 1 (Apéndice 6 – Especificaciones Técnicas de diseño y construcción de obras arquitectónicas e instalaciones de edificaciones). Las dimensiones se basarán en la experiencia de proyectos anteriores.

Cuartos Necesarios	Nivel	E1/E2/E4/E8 - Área	E5 - Área (m²)	E6 - Área (m²)	E3/E7 - Área (m²)
CUARTOS TECNICOS					
SEP	Intermediario	80	80	80	80
SET (subestación de Tracción)	Intermediario	300	0	300	0
LAP (Acometida de Potencia)	Intermediario	0	0	0	0
BT (Baja Tensión) y UPS Recintos CT	Intermediario	80	80	80	80
BT (Baja Tensión) = Cuarto de tableros secundarios	Plataformas	12	12	12	12

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Cuartos Necesarios	Nivel	E1/E2/E4/E8 - Área	E5 - Área (m²)	E6 - Área (m²)	E3/E7 - Área (m²)
Señalización	Intermediario	50	50	50	50
CCO	Intermediario	0	550	550	0
Telecomunicaciones	Intermediario	40	40	40	40
Agua potable, bombas	Plataformas	100	100	100	100
Ventilación de Túnel	Intermediario	500	500	500	500
Sala de ventilación Estación	Intermediario	240	240	240	240
Sala de bombeo	bajo Plataformas	100	100	100	100
Sala de extinción de incendio (hidrantes + sprinklers):	bajo Plataformas	50	50	50	50
Sala para Gas (IG541)	junto con BT UPS/Señalización/ Telecom/CCL SET	25	25	25	25
CCL (cuarto de control de local)	Vestíbulo	25	25	25	25
CUARTOS OPERATIVOS					
Primeros Auxilios	Vestíbulo	20	20	20	20
Aseo y Basura	Vestíbulo	15	15	15	15
Baños empleados	Vestíbulo	30	30	30	30
Baños Públicos	Vestíbulo	100	100	100	100
Mantenimiento	Intermediario	15	15	15	15
Cuarto ventas billetes	Vestíbulo	30	30	30	30
Cuarto de PCI (combate Incendio)	Plataformas	15	15	15	15
Total parcial		1827	2077	2377	1527
Circulación (20%)		365,4	415,4	475,4	305,4

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Cuartos Necesarios	Nivel	E1/E2/E4/E8 - Área	E5 - Área (m ²)	E6 - Área (m ²)	E3/E7 - Área (m ²)
Total		2.192,4	2.492,4	2.852,4	1.832,4

Ilustración 1 Resumen de Dimensiones de cuartos Técnicos y Operativos

Los resultados muestran que hay suficiente área dentro de la estación para albergar todas las actividades y salas.

10.19.1.3 Presentación de los espacios prototípicos de estaciones

El proyecto prevé configuración prototípica de los espacios para las estaciones subterráneas basados en una profundidad estimada de 30 m., conforme solicitud de estudio de trazado y perfil geométrico. Estaciones que, por definición de trazado no puedan tener la profundidad de 30 m. necesitarán excavaciones laterales para abrigar cuartos técnicos, distintos a cada implantación, conforme necesidad de programa y disponibilidad de espacio.

Conforme definición operativa, el cajón de la estación tendrá 160 m de largo y ancho variable conforme necesidad de ancho para las plataformas: 6 m. para la estación E1 y 4,50 m. para las demás estaciones. En las laterales del cajón se dejará espacios de 60 cm. libres para acabados y pasaje de instalaciones técnicas recubiertos por un muro. Estas condiciones resultarán en cajones de dimensiones internas de 160 m. por 25,80 m. para la estación E1 y 160 m. por 22,80 m. para las demás estaciones.

La altura de 5,82 m. permite el paso libre de la tuneladora por el interior del cajón y por debajo de la mezzanina 3 de la estación durante la construcción con el propósito de independizar los trabajos de la TBM de los de la mezzanina 3 y superiores.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

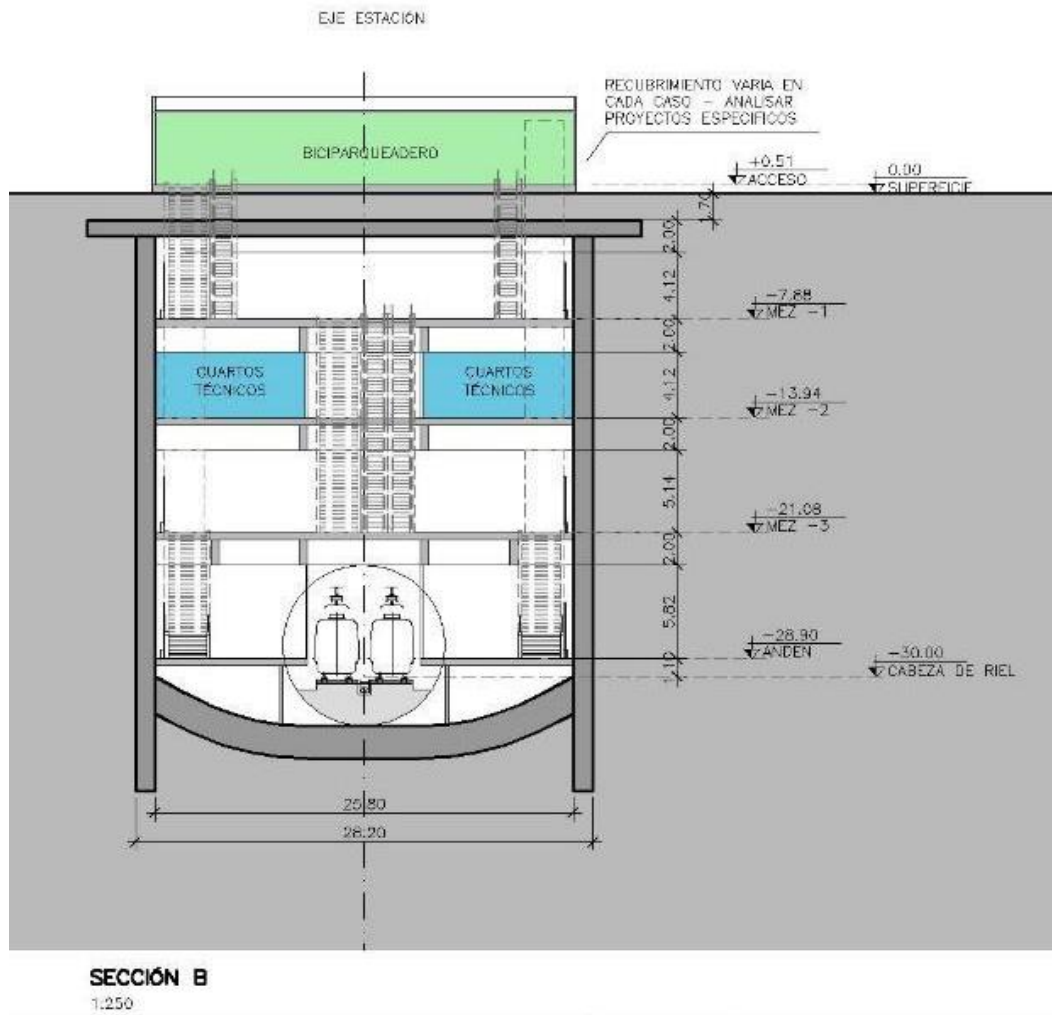


Ilustración 2 - Sección Transversal

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

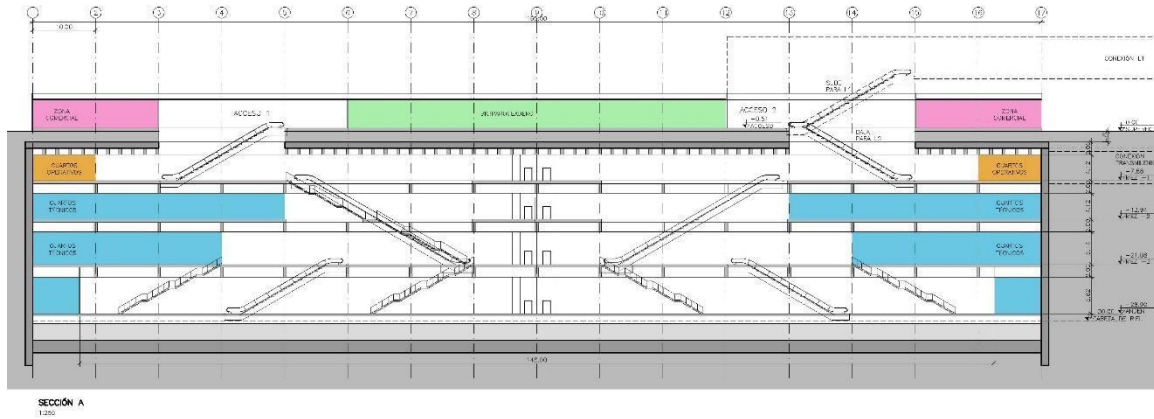


Ilustración 3 - Sección Longitudinal

Se dispone una malla estructural con módulo de 10 m, en sentido transversal para todas las estaciones, capaz de atender las necesidades estructurales sin pilas intermedias, proveer flexibilidad para el diseño de los espacios interiores y dar paso a las escaleras. Pequeños ajustes puntuales en la estructura podrán ser necesarios para la acomodación de escaleras mecánicas.

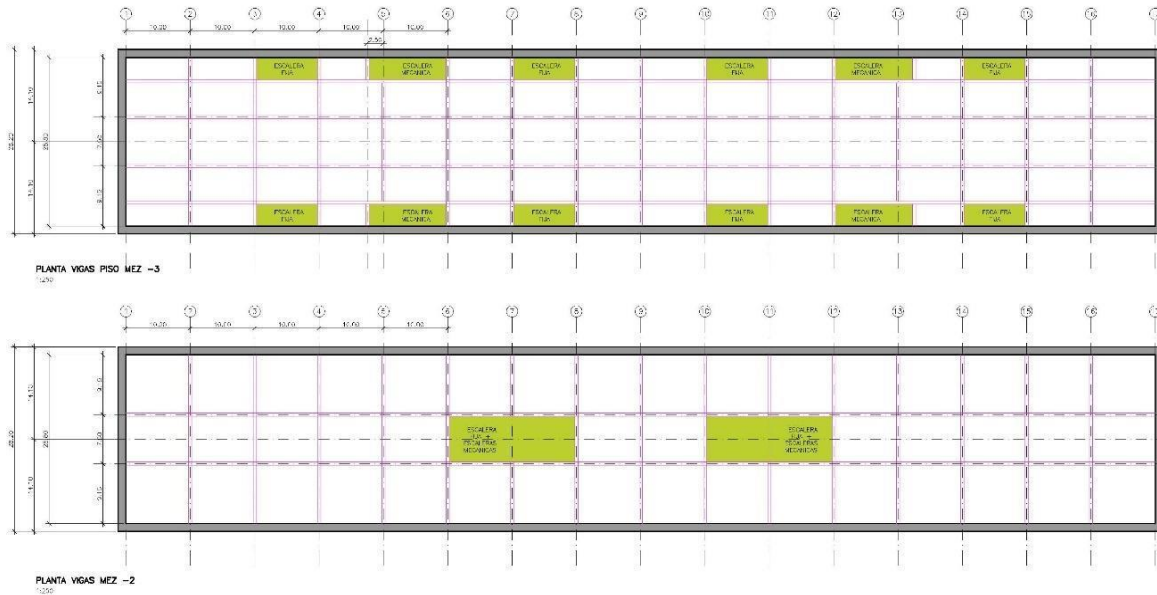


Ilustración 4 - Planta malla Estructural

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

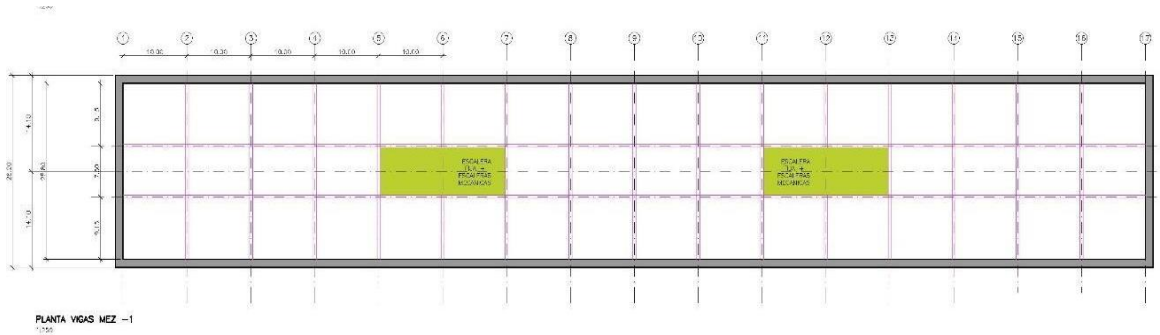


Ilustración 5 - Planta malla Estructural

Están previstos los siguientes niveles y espacios para estación prototípica:

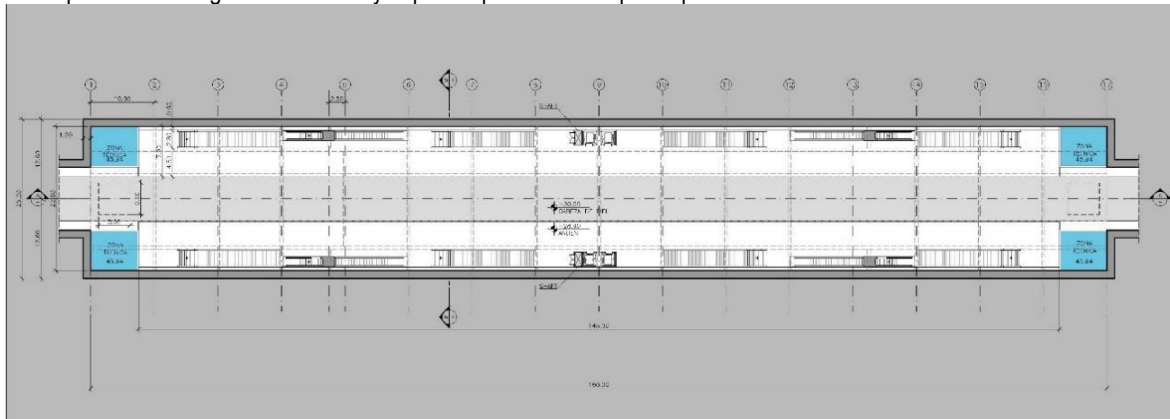


Ilustración 6 Planta Nivel Plataformas (-28,90)

La estación posee dos plataformas laterales, con ancho libre de 6,00 m. (E1) o 4,50m. (E2-E10) y largo útil de 140m. Las plataformas están ubicadas en el nivel más profundo de la estación. En los extremos de las plataformas están ubicados cuartos técnicos, y operativos. La altura mínima de 5,82 m permite el paso libre de la tuneladora por el interior del cajón de la estación durante la construcción. La segregación de vía y plataformas se hará por puertas automáticas. Las escaleras fijas y mecánicas estarán puestas en línea, a lo largo de todo en plataforma, para mejor distribución de los usuarios.

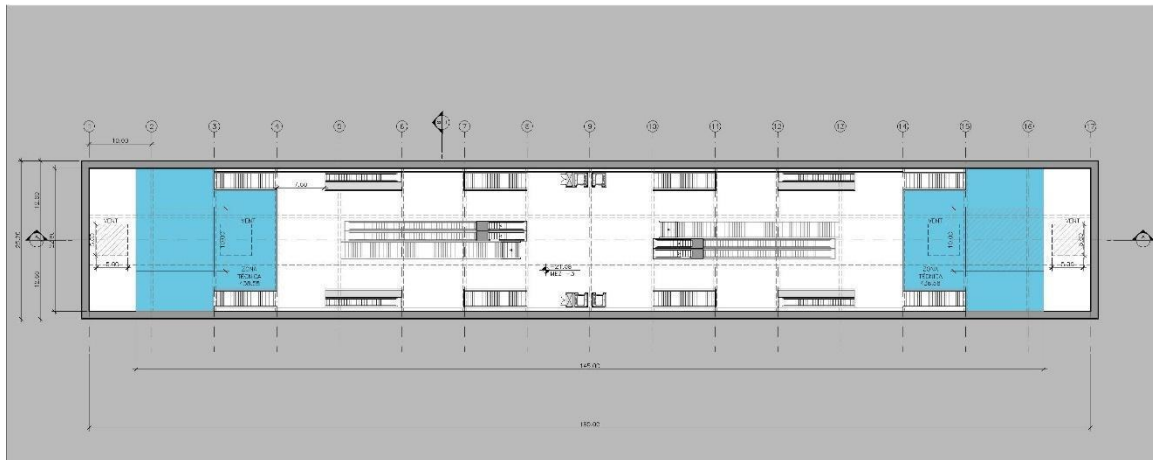


Ilustración 7 - Planta Nivel Intermedio -3 (-21,08)

Nivel destinado a circulación de usuarios y cuartos técnicos en las extremidades, prioritariamente destinados a la ventilación del túnel de vía. Este nivel es distribuidor de flujo, concentra las escaleras que bajan a las plataformas y suben directamente al vestíbulo de la estación.

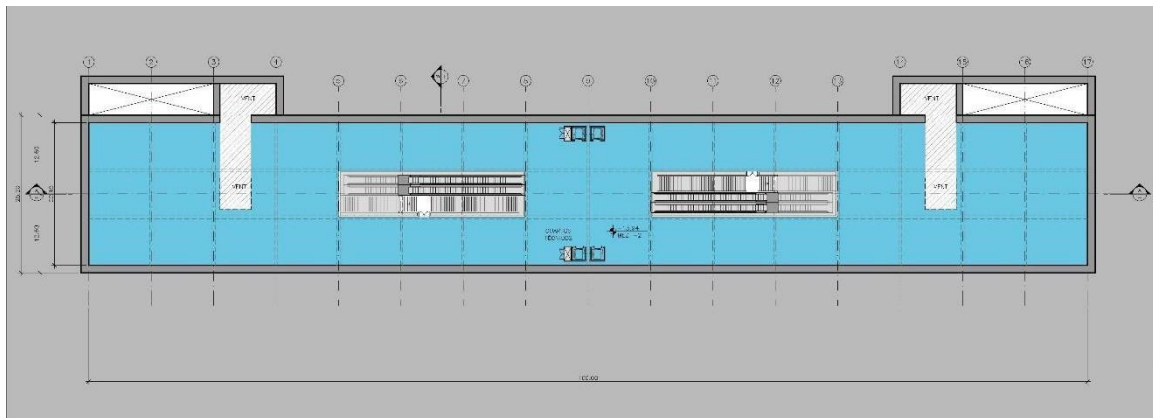


Ilustración 8 - Planta Nivel Intermedio -2 (-13,94)

Nivel dedicado exclusivamente a cuartos técnicos, sin acceso público.

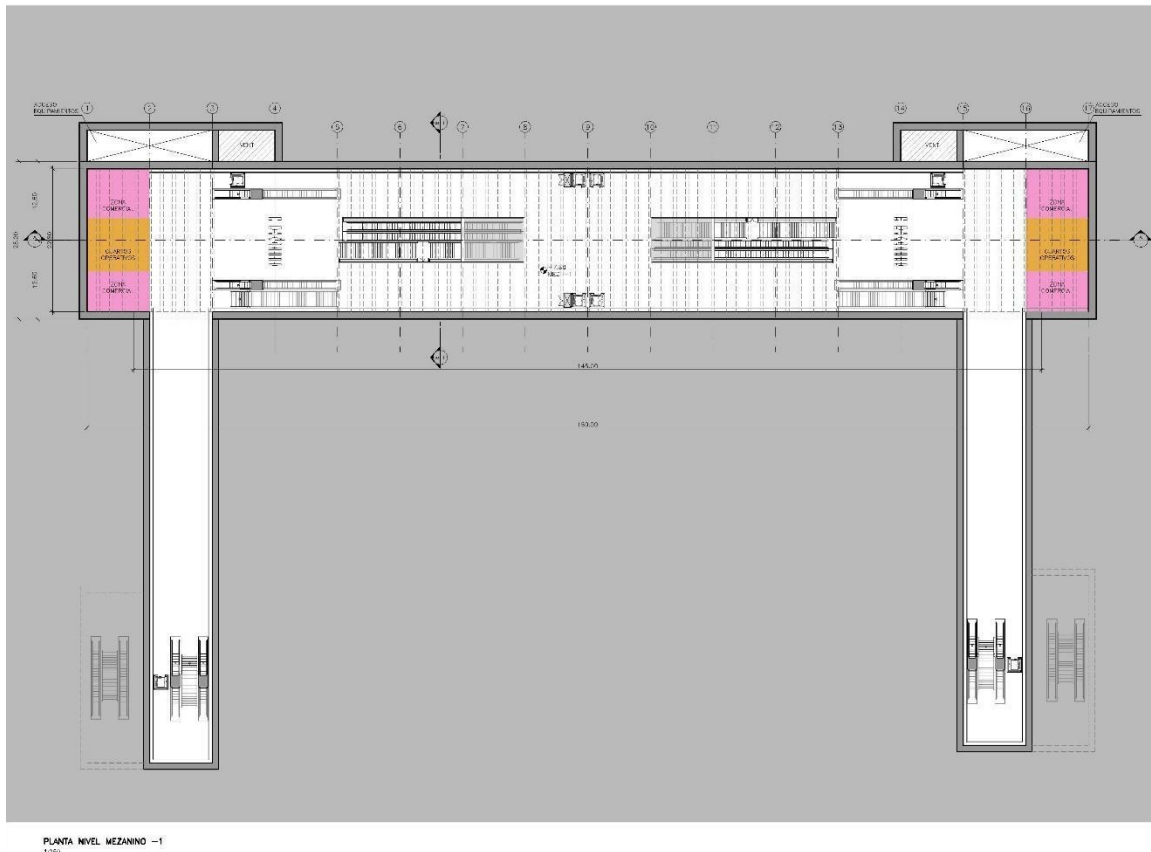


Ilustración 9 - Planta Vestíbulo (-7,88)

Nivel de entrada al cuerpo de la estación, de uso público, donde se separan las zonas no paga y paga de la estación. Están previstas dos líneas de control de pasaje (gates, molinetes), una en cada extremidad de la estación. Se optó por concentrar los accesos a zona paga en solamente dos líneas de control de pasaje, dimensionadas conforme la demanda de cada estación, para optimizar la operación y mejorar el control. A partir de la calle, en la superficie, se puede tener acceso al vestíbulo en cuatro puntos típicos, repartidos cardinalmente.

En la zona no paga están las máquinas de venta de billetes y cuartos operativos. Espacios no dedicados a operación podrán, conforme las características de cada estación podrán ser dispuestos a comercio y actividades institucionales del metro.

Transpuesta la línea de control de pasaje, se accede la zona paga y a los elementos de circulación vertical para bajar a las plataformas, compuesto de escaleras fijas y mecánicas y ascensores para discapacitados. En este sentido y a fin de garantizar un excelente nivel de servicio para Personas con Movilidad Reducida se han dispuesto dos ascensores por cada plataforma para garantizar una muy alta probabilidad (99,0%) de completar con éxito el recorrido desde su estación de origen hasta su estación de destino, considerando 2 desniveles a salvar por cada estación y una disponibilidad promedio neta por equipo de 95%. Ello así frente a la alternativa de disponer un sólo ascensor por plataforma lo cual conduce a una probabilidad de solamente 81,5% de completar con éxito el recorrido, para el mismo desempeño individual de cada equipo. Esto significa que diariamente, por cada 1.000 usuarios PMR en L2 se reduce la cantidad de pasajeros frustrados por no haber podido completar su recorrido con diligencia e independencia en 176 usuarios ($990-815=176$).

Los pasillos que llevan hacia los accesos satelitales llegan al vestíbulo en área no paga. Cada Estación tiene su contexto urbano de manera que se concibe un espacio prototípico flexible de llegada con accesos posibles en todos los sentidos (A, B, C, D e F).

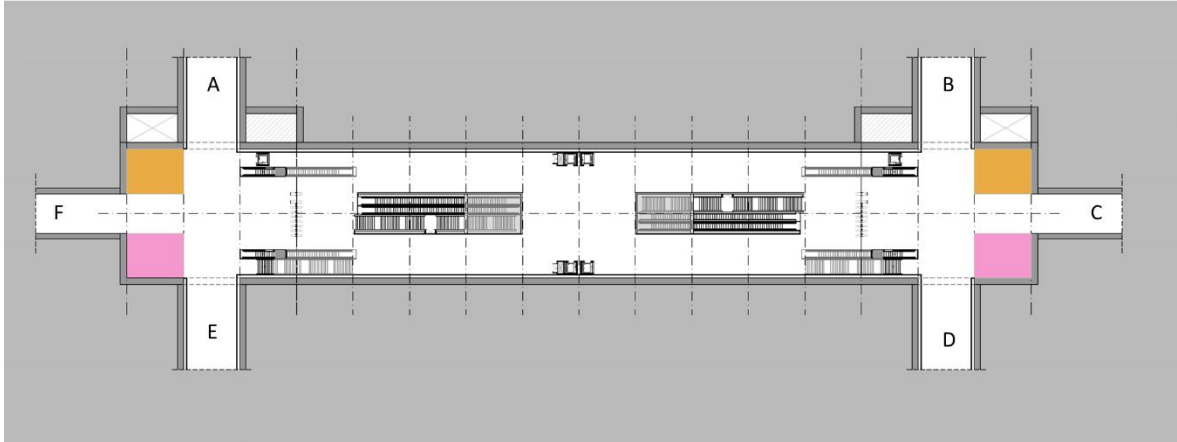


Ilustración 10 - Accesos Vestíbulo



Ilustración 11 – Accesos (0,00 - Superficie)

Los accesos afloran en la superficie y permiten la entrada a la estación. Las estaciones tendrán de dos a cuatro accesos, conforme disponibilidad de espacio en superficie, ubicación y demanda. Se diseñarán siempre accesos de arquitectura liviana y transparente para reducir su impacto en el paisaje urbano. Deben tener accesibilidad universal, similares formalmente y fácil identificación para los usuarios.

Están proyectados tres tipos de accesos externos exclusivos a las estaciones, conforme la posición urbana de la estación y la necesidad de espacios técnicos.

- Módulo de acceso principal – tipo 1:

Es el acceso principal de las estaciones, contiene dos escaleras mecánicas y una fija y está posicionado sobre el cajón de la estación, como una extensión de su estructura. El ascensor estará integrado al volumen del módulo. Cada estación tendrá el número de módulos tipo 1 compatible con su número de líneas de control de pasajes. Su espacio interno está integrado al espacio del vestíbulo.

- Módulo de acceso satelital – tipo 2:

Módulo sencillo, que contiene dos escaleras mecánicas y una fija, además el ascensor, que se queda aislado en la acera en nivel superficie. Está localizado fuera de la proyección del cajón de la estación, al cual se liga por túnel con

ancho correctamente dimensionado, en general al lado opuesto de calles y avenidas, o cuando la situación urbana lo requiera.

- Módulo de acceso satelital – tipo 3:

Exclusivo para la Estación E3 – Av. 68, ya que la proyección de su cajón está bajo intercambiador vial, con difícil condición de accesos a los peatones. Para esta estación se propone un módulo doble, derivado del concepto del módulo tipo 2, pero con más espacio para parqueaderos bicicletas e instalaciones técnicas.

En adición a estos módulos exclusivos de acceso, se prevén conexiones a estaciones de Transmilenio en determinadas estaciones (E1, E2, E3, E4 y E6), realizadas a través de túneles entre el vestíbulo de la estación Línea 2 y el espacio libre en estación Transmilenio, para que se pueda aflorar con escaleras y ascensor.

La estación E1 tendrá conexión a la estación de Línea 1, la cual será construida en elevado sobre la Av. Caracas. Se prevé una conexión también elevada desde el acceso principal oriente de la E1/ Línea 2 hasta la mezzanina de la estación Línea 1.

Parqueaderos (0,00 - Superficie)

Los parqueaderos de bicicletas estarán posicionados en la superficie, adyacentes a los accesos a las estaciones. Se buscará siempre definirlos en un único espacio, para facilitar su operación y control. Serán modulares, para que puedan adaptarse a las distintas dimensiones que requieren en cada estación y a los espacios disponibles. Como su demanda se debe ampliar hasta el horizonte final de 2050, hacerlos en módulos permite que sean implementados progresivamente, conforme la necesidad. Serán edificios livianos y transparentes, con clara identificación para los usuarios e incluirán taller de mantenimiento para bicicletas.

Se dimensionarán los parqueaderos de bicicletas con sobredimensionamiento de 30% sobre la demanda prevista, conforme la tabla a seguir, por un total de 21.000 posiciones de donde resulta un valor promedio general de 1.900 bici parqueaderos por estación.

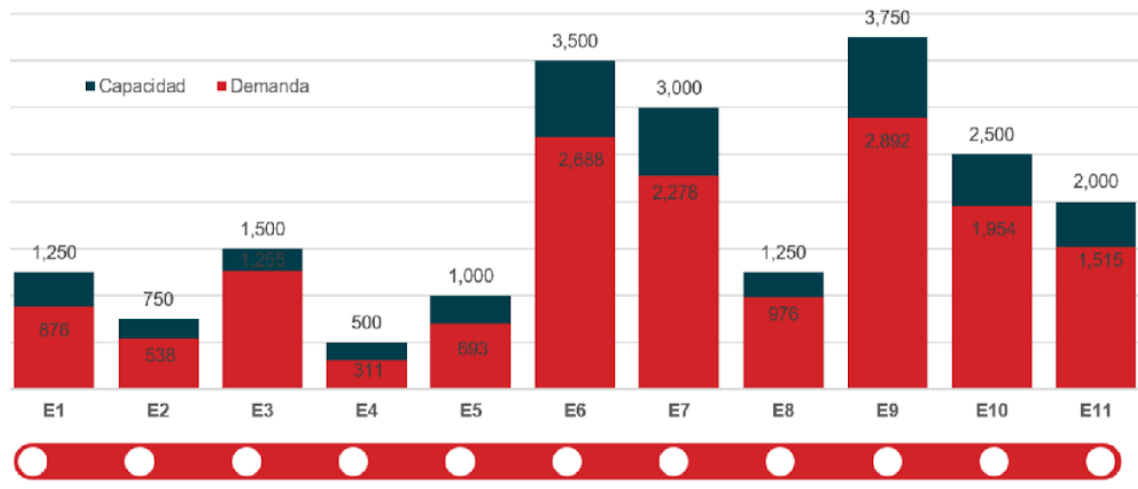


Ilustración 12 - Dimensionamiento de bicicletas

10.19.1.4 Estaciones

10.19.1.4.1 Estación 1 - Calle 72

La estación contará con dos accesos principales, ubicados junto al cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será completamente re urbanizado (accesos 1 y 2). Uno de los dos accesos se elevará hasta el mezanine de estación Línea 1 (acceso 4). Se definirán accesos satelitales sencillos adicionales en franja sur de Calle 72 (accesos 3 y 5) y a oriente de Av. Caracas (accesos 6, 7 y 8). Se entiende que ambas las estaciones Línea 1 y Línea 2 y además la estación Transmilenio deben trabajar integradas en sus zonas no pagas, para que el usuario que ingrese por cualquiera de sus puertas pueda tener acceso independiente a todos los sistemas.

Se hace notar que la conexión entre PLMB y L2MB se realizará directamente entre los edificios de ambas estaciones y por lo tanto sin requerir, ni solicitar, el espacio público a nivel de superficie o de plataformas. La transferencia entre líneas en esta estación alcanza volumen significativo en hora pico, así, todas las circulaciones están calculadas para su atendimento en acceso 2, camino natural para esta transferencia. En fases posteriores de este proyecto, cuando se tenga el proyecto definitivo de la estación Línea 1, se podrá hacer el diseño definitivo de edificación/ pasarela de accesos entre las dos estaciones/ líneas. Se entiende que la transferencia a Transmilenio en Av. Caracas, también de volumen importante, será realizada por la puerta suroriente de la estación, a través de acceso 5.

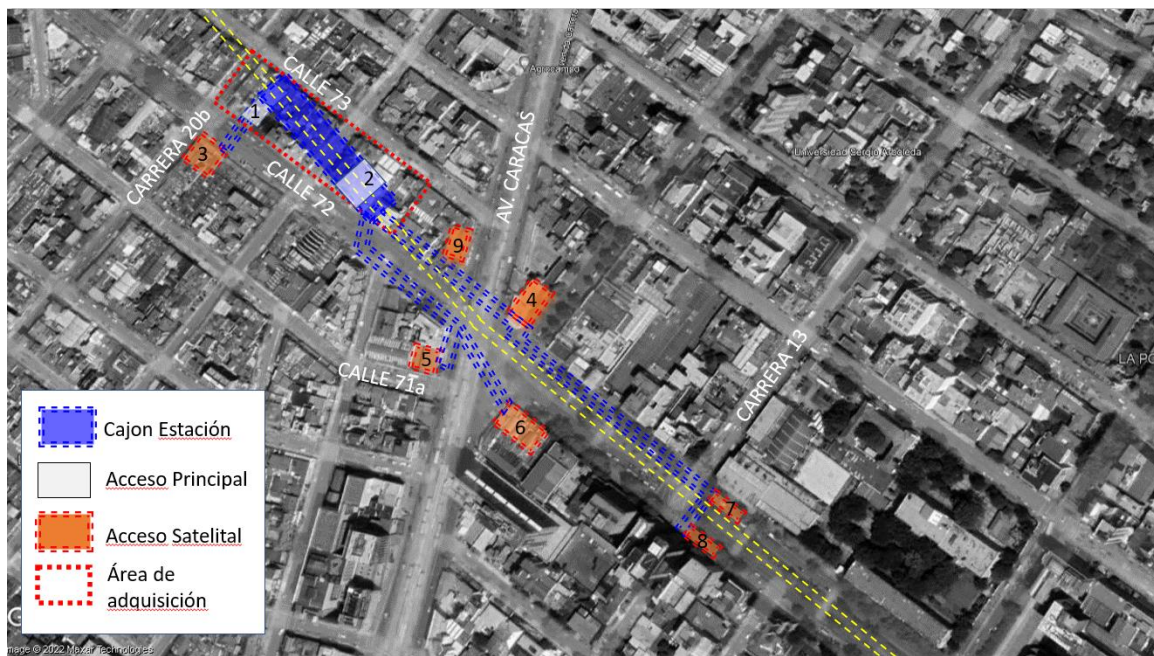


Ilustración 13 - Estación 1

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Se dimensionó para recibir 1250 bicicletas en el horizonte de 2050.

Ubicada al norte de la Calle 72, entre Av. Caracas y Cr. 20c, seguirá el proyecto prototípico, con adaptaciones para cumplir su función de conexión a la Línea 1. Estas adaptaciones incluyen ampliación de ancho de plataformas para 6,00 m. y conexión elevada al mezanine de estación Línea 1. También será necesaria una ampliación en la capacidad de las escaleras internas (entre plataforma y nivel mezanine -3) para que, en operación normal, se vacíe la plataforma dentro

de uno headway, agregándole 2 nuevas escaleras mecánicas, además que se amplíe el ancho de las escaleras fijas. Aún más importante será ampliar la capacidad de las escaleras internas entre mezanine -3 y mezanine -1 (vestíbulo) en lado oriente, para atender la totalidad de las transferencias a Línea 1, lo que demandará agregar 2 escaleras mecánicas en este recorrido. Todas estas ampliaciones demandan la inserción de líneas de pilas en ambos lados del cajón, para que se reduzca la luz y consecuentemente la altura de las estructuras internas, buscando la solución más razonable para la estructura.

Los accesos peatonales 7 y 8 (con ancho de 4,90m) se construirán con túnel (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

Los otros accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

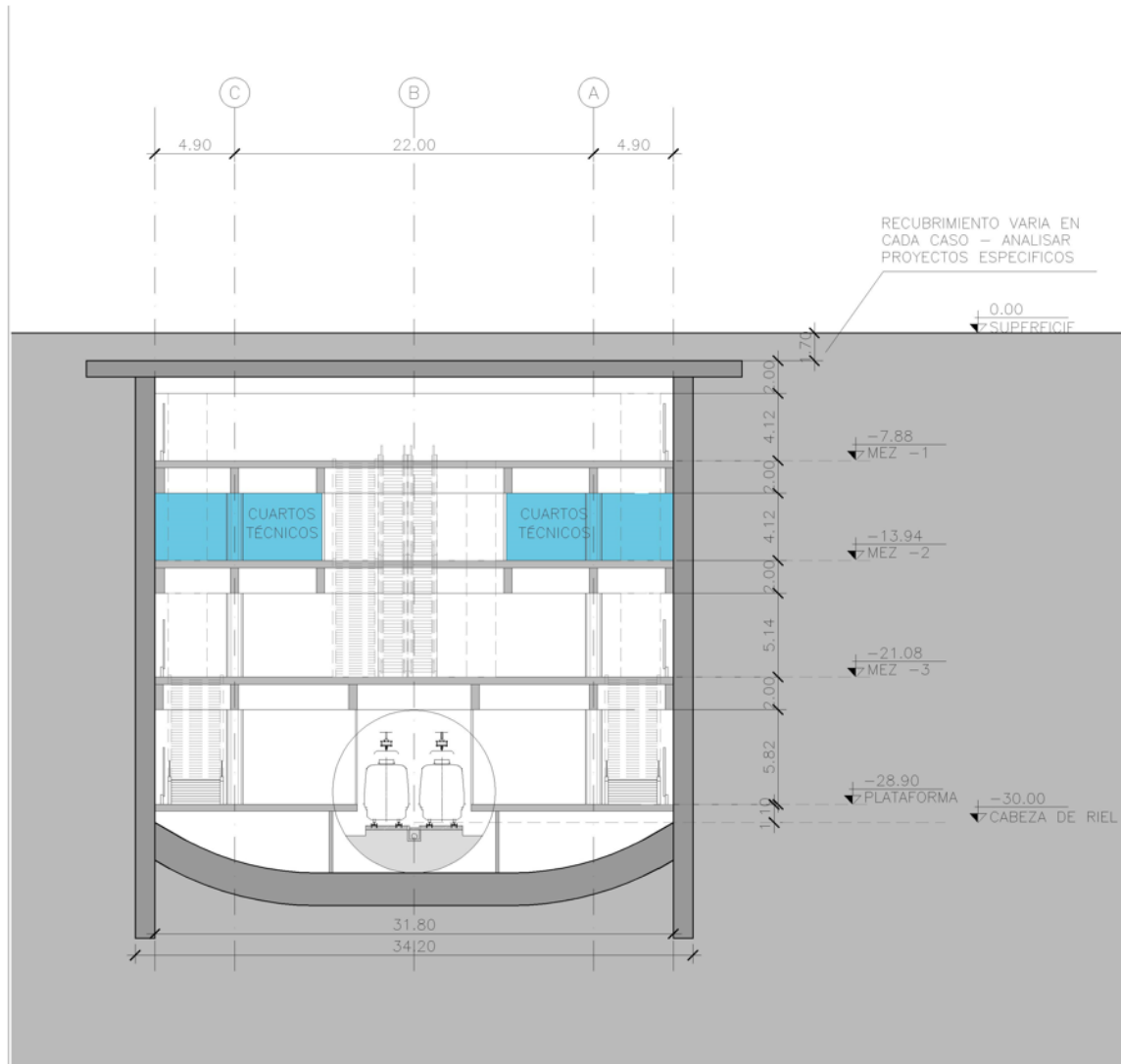


Ilustración 14 - Sección Transversal Estación 1

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

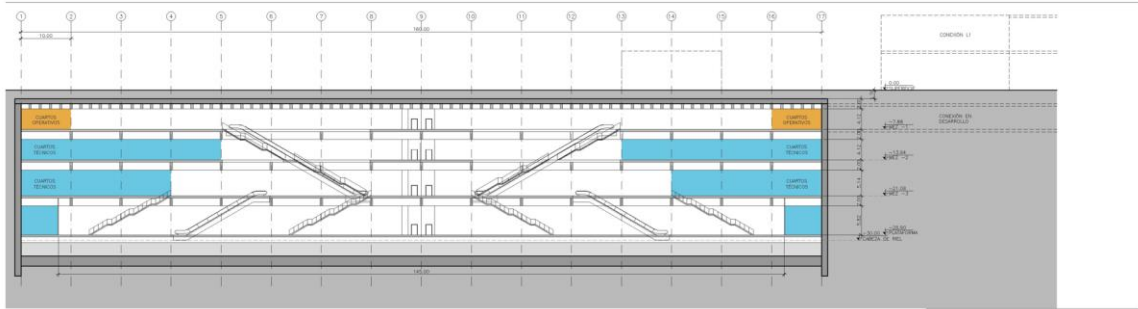


Ilustración 15 - Sección Lateral Estación 1

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico, con ancho ampliado de plataformas, que se refleje en todo el cajón de la estación.

Nivel plataformas (-28,90):

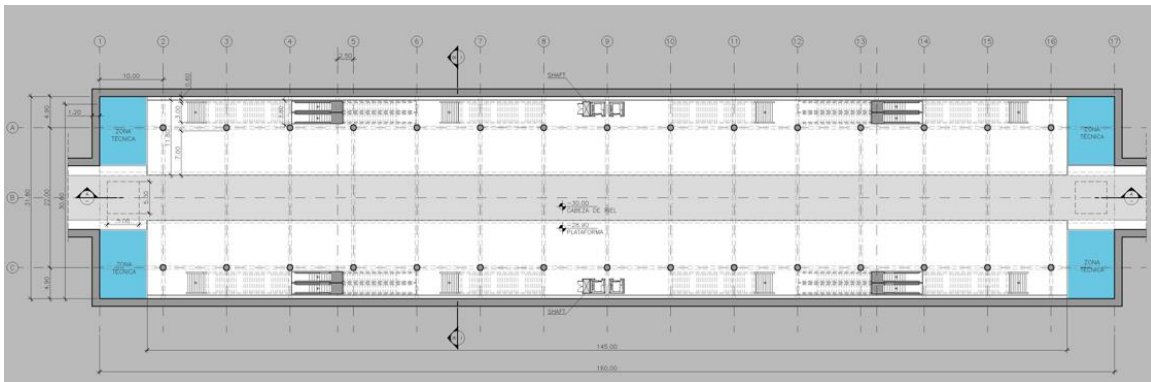


Ilustración 16 - Planta Estación 1 Nivel Plataformas (-28,90)

Nivel Intermediario -3 (-21,08):

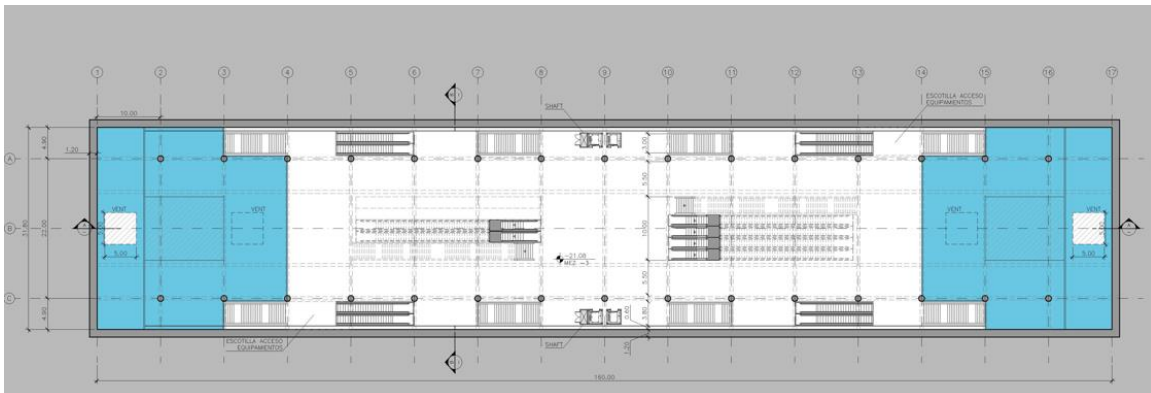


Ilustración 17 - Planta Estación 1 Nivel Intermediario -3 (-21,08)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Nivel Intermediario -2 (-13,94):

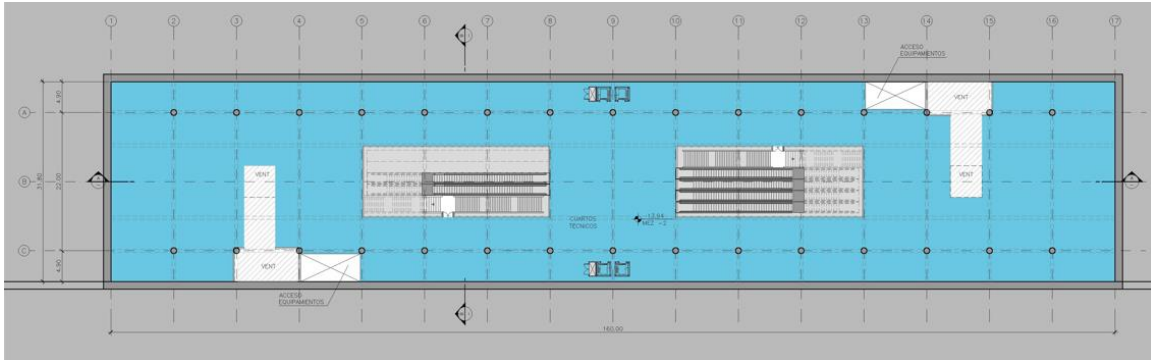


Ilustración 18 - Planta Estación 1 Nivel intermedio -2 (-13,94)

Vestíbulo (-7,88):

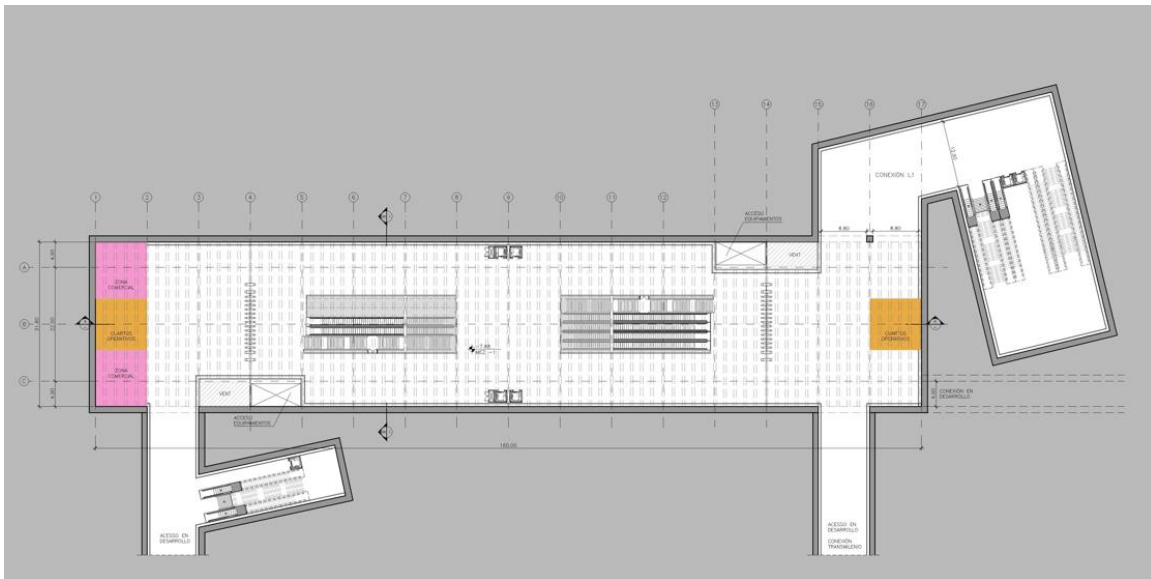


Ilustración 19 - Planta Estación 1 Vestíbulo (-7,88)

Nivel calle (0,00):

En nivel calle, sobre el sitio reminiscente de la construcción de la estación, están aflorados los accesos principales. Los demás espacios serán dedicados a parqueaderos de bici, instalaciones puntuales para ventilación y acceso de equipamientos, quedando los demás espacios disponibles para espacio público destinado a plazas, comercio o emprendimientos futuros de interés de la compañía de metro y la Ciudad de Bogotá.

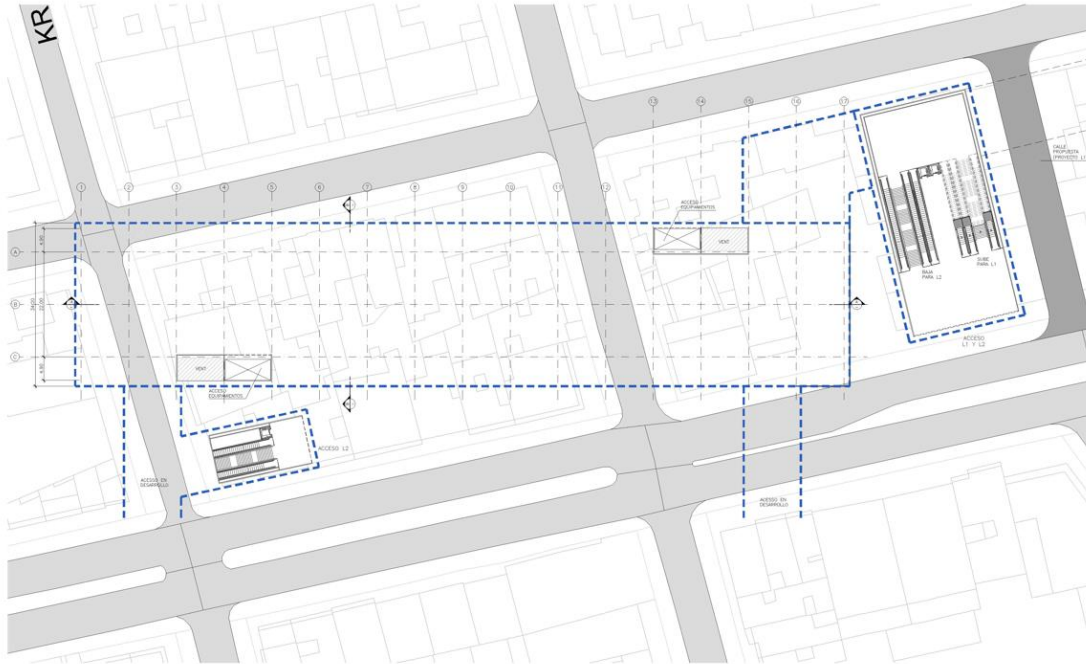


Ilustración 20 – Planta Estación 1 Nivel Calle (0,00)

10.19.1.4.2 Estación 2 - Av. NQS

Estación ubicada al sur de la Calle 72, entre Av. NQS y Cr. 52, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será completamente re-urbanizado. Se definirán accesos satelitales sencillos adicionales en franja norte de Calle 72, especialmente para atender el Mercado 12 de Octubre (acceso 4) y a oriente de Av. NQS (acceso 3), para atendimento de estación Transmilenio, conforme viabilidad técnica. Se entiende que ambas las estaciones Línea 2 y la estación Transmilenio deben trabajar integradas en sus zonas no pagas, para que el usuario que ingrese por cualquiera de sus puertas pueda tener acceso independiente a los dos sistemas. Se dispondrá de una nueva boletería de Transmilenio en nivel de subsuelo para permitir el control de acceso desde L2MB a la estación TM sin necesidad de pasar por la boletería elevada. En dicho espacio se dejará la previsión de infraestructura para conectar con la estación Regiotram.



El bici parqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Se dimensionó para recibir 750 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

El acceso peatonal 5 (con ancho de 4,90m) se construirá con túnel (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

Los otros accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

10.19.1.4.3 Estación 3 - Av. 68

Estación ubicada paralelamente al eje de Calle 72, perpendicular al eje de Av. 68 y bajo distribuidor vial que une las dos arterias, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana. En esta estación, como su cajón está posicionado en área de difícil acceso a los peatones en la superficie, se optó por hacer solamente uno acceso sobre el cajón de la estación y los demás fuera de su proyección.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 2 y 3), de conformación satelital, ubicados fuera del cajón de la estación, en ambos lados de Av. 68. Además, se prevé módulos de accesos sencillos para atendimento a puntos

específicos de demanda, incluso uno sobre el cajón de la estación (acceso 1), siempre integrados en zona no paga a los accesos principales.

La disposición de los accesos 1 y 3 tienen en consideración que el tránsito vehicular de la calle 68-72 circula a flujo libre en la acometida al puente. Así, la disposición de accesos a cada lado de la arteria brinda una excelente cobertura territorial a la vez que atiende la problemática de seguridad vial de la zona desalentando el cruce peatonal indebido por superficie y ofreciendo una conexión subterránea en zona no paga.

Por su parte, el Acceso 4 tiene cuenta el proyecto TM-Carrera 68 el cual contempla una adecuación de las plataformas en el oriente (entre muchas otras mejoras), motivo por el cual el acceso se ha retirado más allá del límite intervenido por ese proyecto.



Ilustración 22 - Estación 3

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie y mayormente en el acceso N°4, en módulos contiguos a los accesos principales, divididos en dos conjuntos para atender ambos lados de la Av. 68. Se dimensionó para recibir 1500 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

Estos accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre-excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

10.19.1.4.4 Estación 4 - Av. Boyacá

Estación ubicada al sur de la Calle 72, entre Av. Boyacá y Cr. 73a, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será completamente re urbanizado. Se definirán accesos satelitales sencillos adicionales en franja norte de Calle 72 (acceso 3) y a oriente de Av. Boyacá (acceso 4), para atender a la futura estación de Metro que discorra por Av. Boyacá.

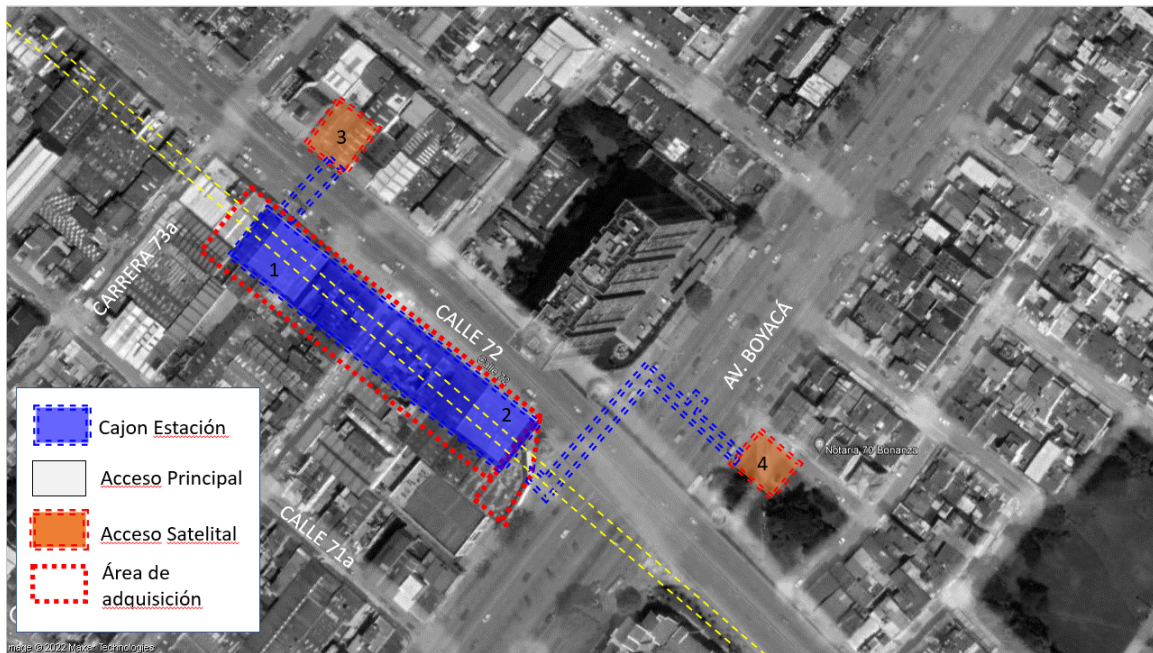


Ilustración 23 - Estación 4

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Se dimensionó para recibir 500 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

Estos accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre-excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

10.19.1.4.5 Estación 5 - Av. Cali

Estación ubicada al norte de la Calle 72, entre carreras 80 y 81a. seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será completamente re urbanizado. Se definirán accesos satelitales sencillos adicionales en franja sur de Calle 72 (accesos 3 y 4).

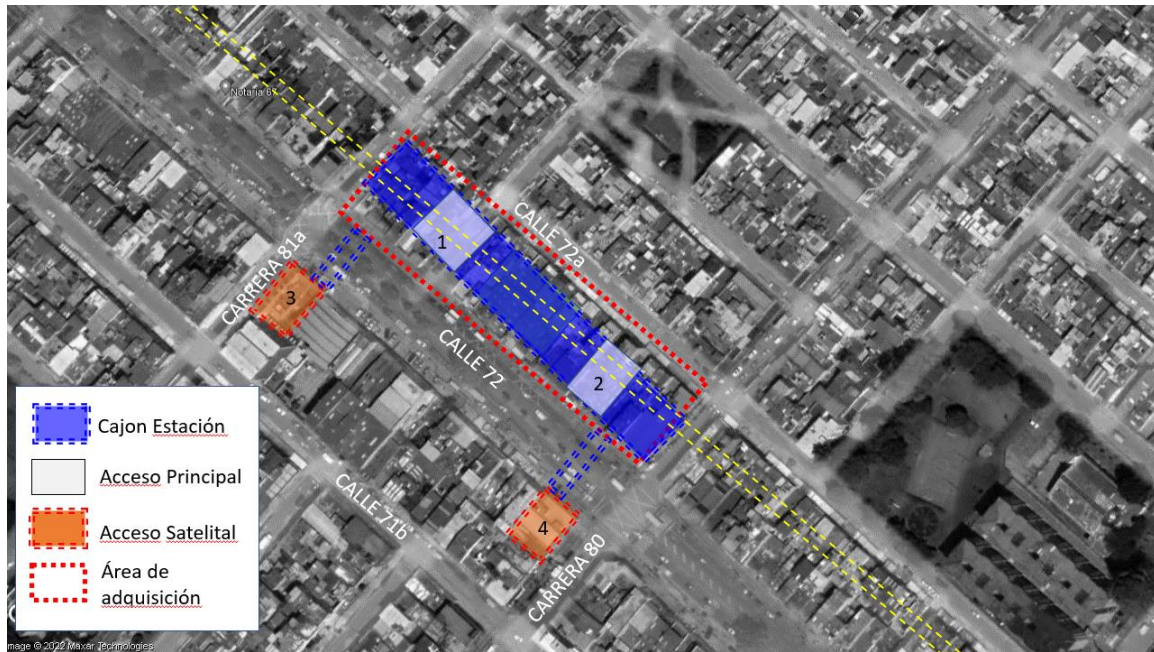


Ilustración 24 - Estación 5

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Se dimensionó para recibir 1.000 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

Estos accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre-excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

10.19.1.4.6 Estación 6 - Calle 80

Estación ubicada en la confluencia de Calle 80 y Av. Carrera 86, entre Cr. 85 y Calle 77a, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será completamente re urbanizado. Se definirán accesos satelitales sencillos adicionales en franja occidental de Carrera 86, conforme viabilidad técnica, y en la franja norte de Calle 80, para atendimento de estación Transmilenio. Se entiende que ambas las estaciones Línea 2 y las

estaciones Transmilenio deben trabajar integradas en sus zonas no pagas, para que el usuario que ingrese por cualquiera de sus puertas pueda tener acceso independiente a los dos sistemas.



Ilustración 25 - Estación 6

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Esta estación se destaca por grande volumen de bicicletas, el segundo mayor de la línea 2, lo que demandará grandes espacios en superficie para su atendimento. Se dimensionó para recibir 3500 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

Estos accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

10.19.1.4.7 Estación 7 – Carrera 91

Estación ubicada en la confluencia de Calle 90 y Av. Carrera 86, entre Cr. 84b y Calle 89, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será re urbanizado. Se definirán accesos satelitales sencillos adicionales en franja occidental de la Carrera 86 (accesos 3 y 4).

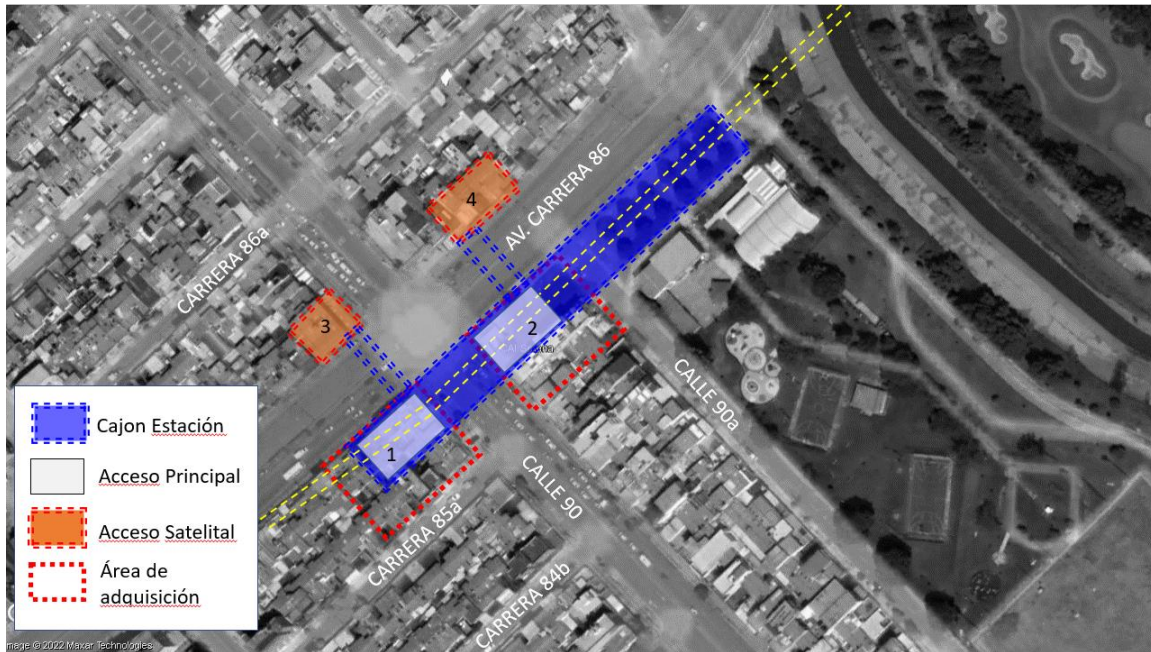


Ilustración 26 – Estación 7

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Esta estación se destaca por su gran volumen de bicicletas, lo que demandará grandes espacios en superficie para su correcta atención. Se dimensionó para recibir 3000 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

Estos accesos peatonales (con ancho entre 6,5 y 12m) se construirán con pantallas pre excavadas (conforme documento 10.19.2, capítulo 10.19.2.1, Características de la solución técnica, Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites).

10.19.1.4.8 Estación 8 - Humedal

Estación ubicada en la franja norte de Calle 127/ Av. Cali, entre carreras 93c y 93f, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las demoliciones necesarias a las obras, que será re urbanizado. No están previstos accesos satelitales sencillos adicionales en franja sur de Calle 127.

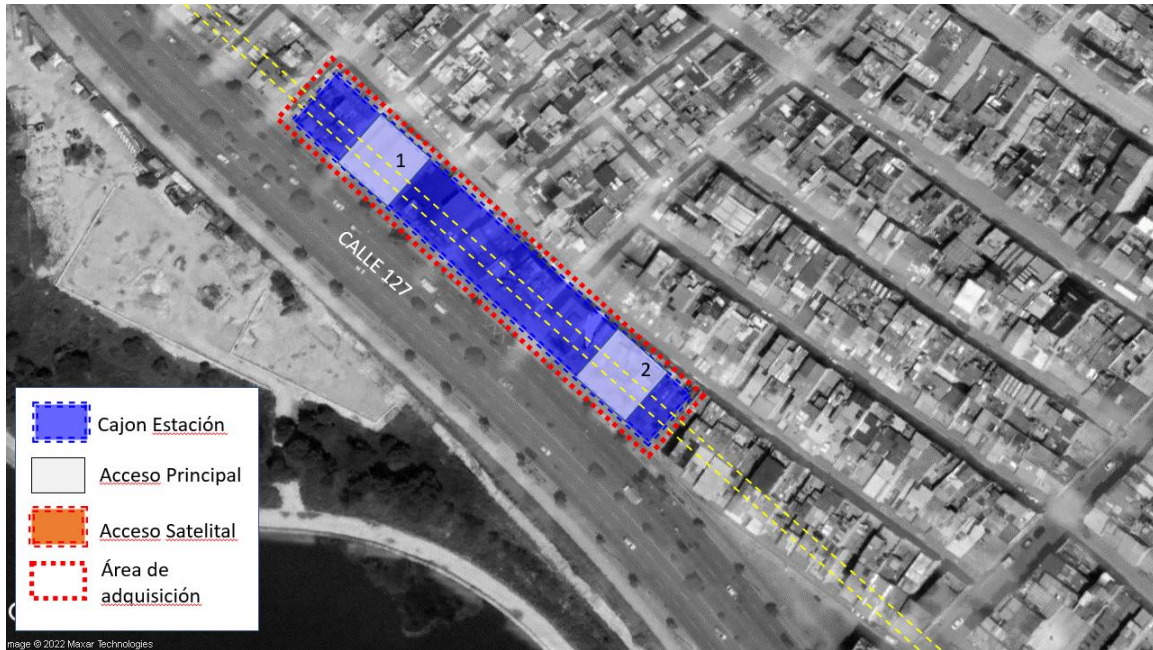


Ilustración 27 - Estación 8

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Se dimensionó para recibir 1.250 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

10.19.1.4.9 Estación 9 - ALO Sur

Estación ubicada en paralelo a la Carrera 118, entre Calle 129d/ Cr. 119d y Calle 130c., seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana. Su implantación, así como la E10, se diferencia de las demás por estar en espacio aún no completamente urbanizado, siendo necesaria su adecuación.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las obras, que será re urbanizado. No están previstos accesos satelitales adicionales, pues debido a la configuración del espacio del entorno de la estación, solamente con los accesos principales se logrará una atención satisfactoria.



Ilustración 28 - Estación 9

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Esta estación se destaca por grande volumen de bicicletas, el mayor de la línea 2, lo que demandará grandes espacios en superficie para su emplazamiento, lo que no es un problema pues se cuenta con el espacio disponible en este lugar. Se dimensionó para recibir 3.750 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

Los emplazamientos y ocupaciones en todo el territorio de la ALO (estaciones 9 y 10) han sido compatibilizados con los demás proyectos que impulsa la Alcaldía Mayor de Bogotá en ese espacio. De ello da cuenta la siguiente imagen extraída de la presentación realizada por la Secretaría del Hábitat sobre la intervención de la Ciudadela Educativa y del Cuidado en el territorio de la ALO. Notar armonizado el emplazamiento de las estaciones en color negro.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

PROPUESTA URBANÍSTICA: ÁMBITO DE RENOVACIÓN URBANA PARA LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

NUEVO PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO



ACTUACIÓN ESTRATÉGICA - PROYECTO CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO - CUADRO DE AREAS GENERALES		
ITEM	TOTAL CIUDADELA	
	m2	%
AREA BRUTA	555.905.59	100.00%
CARGAS GENERALES	162.992.06	29.32%
Malla Vial Arterial (MVA)	37.669.89	6.78%
Via A-3 IDU	125.322.17	22.54%
AREA NETA URBANIZABLE	392.913.53	70.68%
CARGAS LOCALES	220.013.89	39.58%
Controles Ambientales	40.778.26	7.34%
Parques	144.467.81	25.99%
Alamedas	4.918.32	0.88%
Vías Locales	29.849.50	5.37%
AREA UTIL	172.899.64	31.10%

Ilustración 29 – Diapositiva 4 de la presentación Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado – POT – El Renacer de Bogotá 2022-2034, elaborado por la Secretaría de Hábitat, Alcaldía Mayor de Bogotá (2022).

10.19.1.4.10 Estación 10 - ALO Norte

Estación ubicada en paralelo a la Carrera 118, entre calles 139 y 142, seguirá el proyecto prototípico, con naturales adaptaciones debido a su implantación urbana. Su implantación, así como la E9, se diferencia de las demás por estar en espacio aun no completamente urbanizado, siendo necesaria su adecuación.

La estación contará con dos accesos principales (accesos 1 y 2), ubicados sobre el cajón de la estación, en espacio público reminiscente de las obras, que será re urbanizado. No están previstos accesos satelitales adicionales, pues debido a la configuración del espacio del entorno de la estación, solamente con los accesos principales se logrará una atención satisfactoria.



Ilustración 30 - Estación 10

El biciparqueadero de esta estación se ubicará en superficie, en módulos contiguos a los accesos principales. Esta estación se destaca por grande volumen de bicicletas, el mayor de la línea 2, lo que demandará grandes espacios en superficie para su atendimento, lo que nos un problema pues este espacio está disponible allí. Se dimensionó para recibir 2500 bicicletas en el horizonte de 2050.

Los niveles internos de esta estación siguen el concepto del proyecto prototípico.

10.19.1.4.11 Estación 11 Fontanar

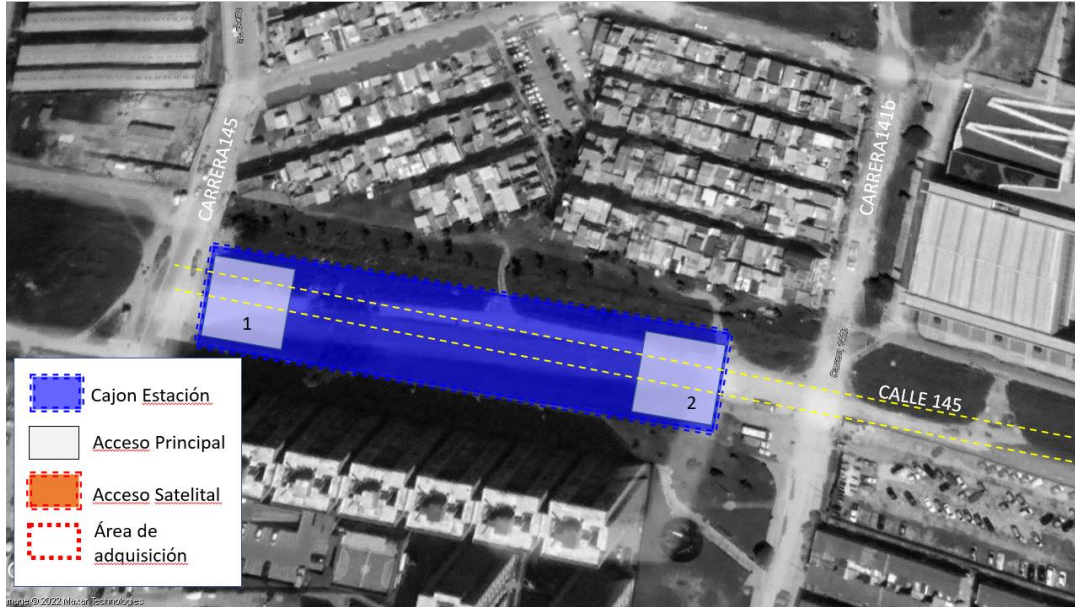
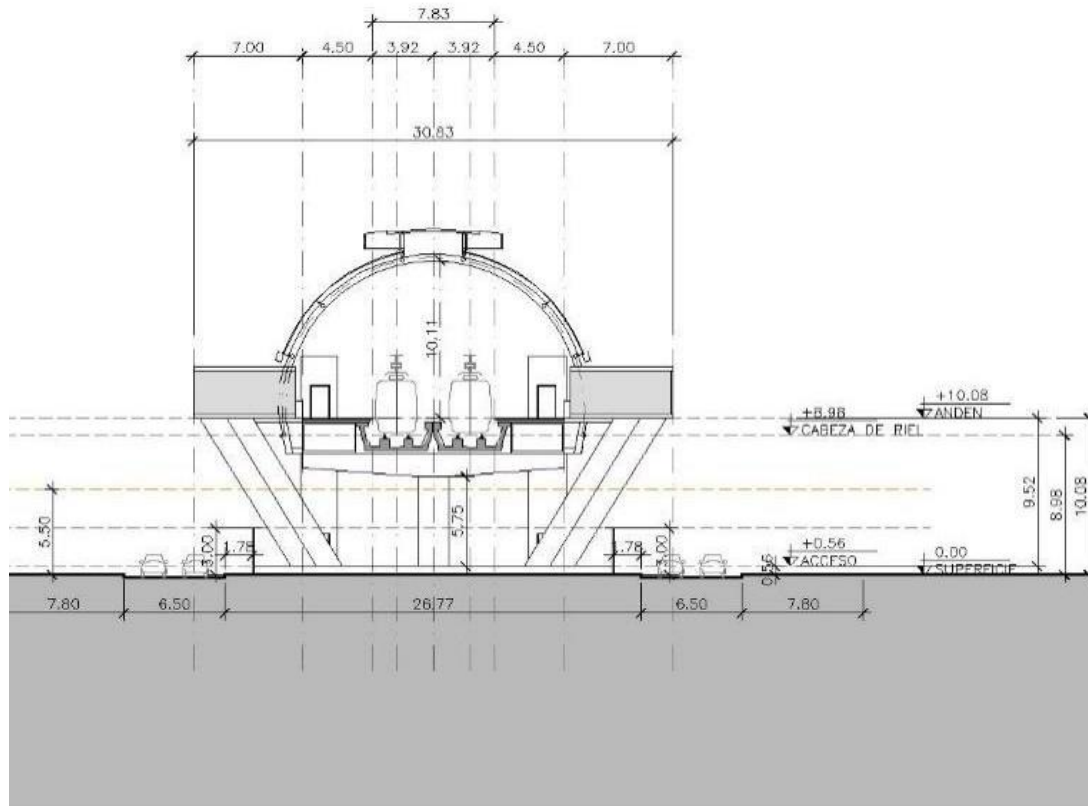


Ilustración 31 – Estación 11

La estación E11 es la única elevada de la línea, así tiene diseño específico. El proyecto para la estación está basado en la definición de cota necesaria de 10,05 m. para las plataformas, exigencia del estudio de trazado. El vestíbulo de acceso estará en nivel de superficie.

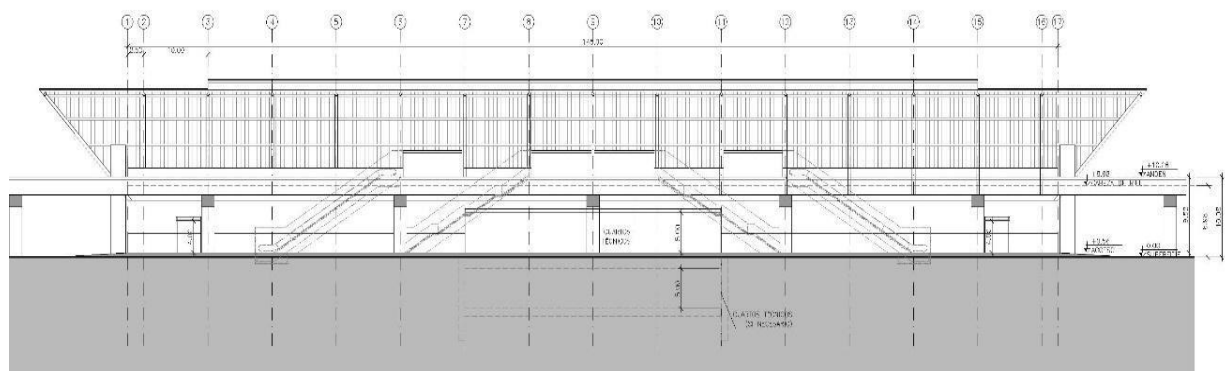
REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC



SECCIÓN B
1:250

Ilustración 32- Sección Transversal Estación 11



SECCIÓN A
1:500

Ilustración 33- Sección Lateral Estación 11

La estación estará ubicada sobre el separador central de la Calle 145, con dos accesos (accesos 1 y 2), uno en cada extremidad, volteados a Carrera 145 y Carrera 141 B. El separador tiene un ancho de 26,77 m. lo que limita el espacio destinado a las infraestructuras necesarias para la estación. Para que se tenga la ligación directa entre vestíbulo y plataformas, lo que es muy conveniente para el flujo de la estación y la economía de construcción, fue necesario posicionar las escaleras oblicuas relación a la vía.



Ilustración 34 – Planta Estación 11

Los cuartos técnicos y operacionales ocuparán bloque en la superficie en zona paga de la estación, pero con acceso de servicio propio.

Están previstos los siguientes niveles y espacios para esta estación:

Nivel plataformas (-10,05):

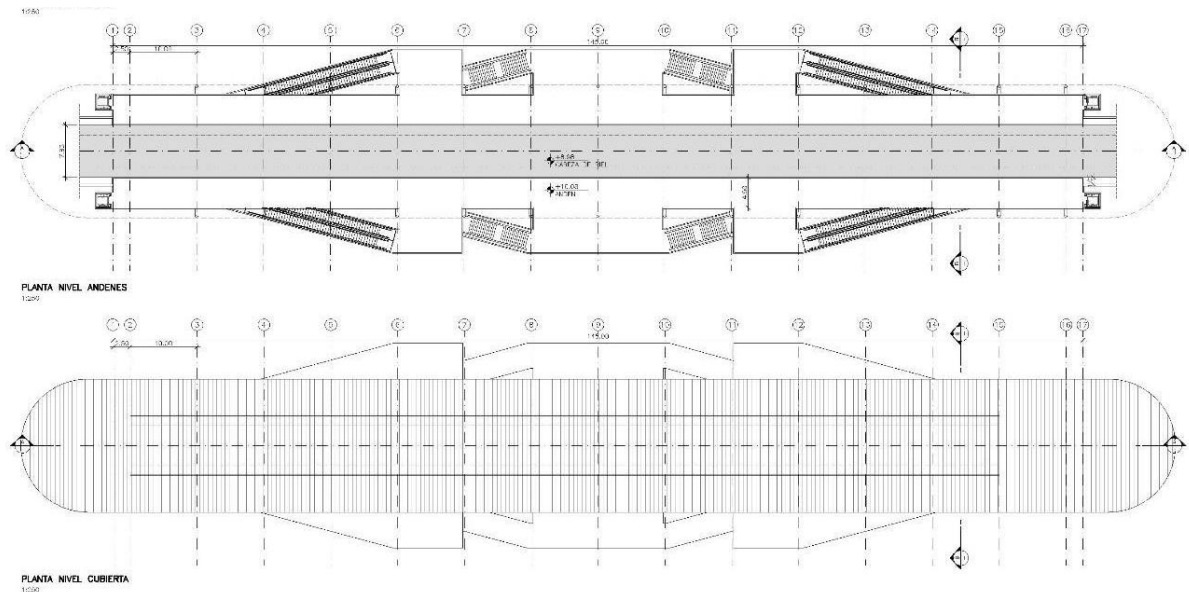


Ilustración 35 – Planta Nivel Plataformas (-10,05)

La estación posee dos plataformas laterales, con ancho libre de 4,50m. y largo útil de 140m. Las plataformas están ubicadas en el nivel más elevado de la estación. En los extremos de las plataformas están ubicados cuartos técnicos y ascensores. Las escaleras fijas y mecánicas estarán puestas lateralmente, a lo largo de la plataforma.

La cubierta será de estructura y tejas metálicas con aislamiento termo acústico con un lenguaje similar al de las estaciones de PLMB. La estructura de la cubierta permite el soporte de las catenarias rígidas y puede extenderse para fuera de la estación en todo el tramo elevado.

Vestíbulo (0,00):

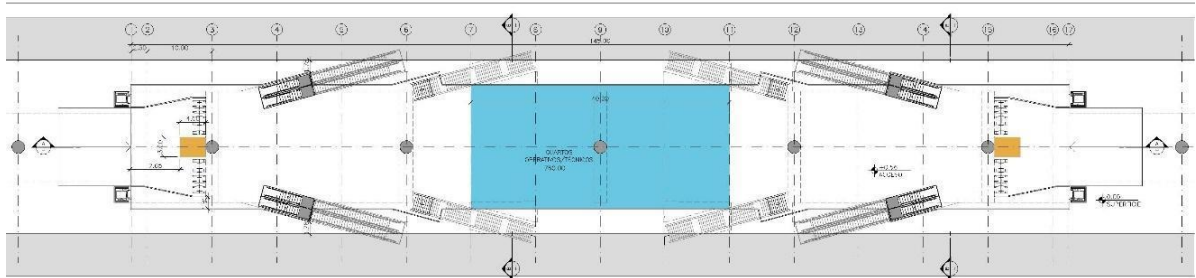


Ilustración 36 - Planta Vestíbulo (0,00)

Nivel de entrada al cuerpo de la estación, al nivel de superficie. Tendrá dos líneas de control de pasajes y dos puertas de acceso, en cada una de sus extremidades.

En la zona no paga están las máquinas de venta de billetes y cuartos operativos. A partir de la línea de bloqueos, se accede la zona paga y a los elementos de circulación vertical para subir a las plataformas, compuesto de escaleras fijas y mecánicas y ascensores para discapacitados.

El bloque de cuartos técnicos ocupara la zona central del vestíbulo, con acceso de servicio específico.

Parqueaderos (0,00)

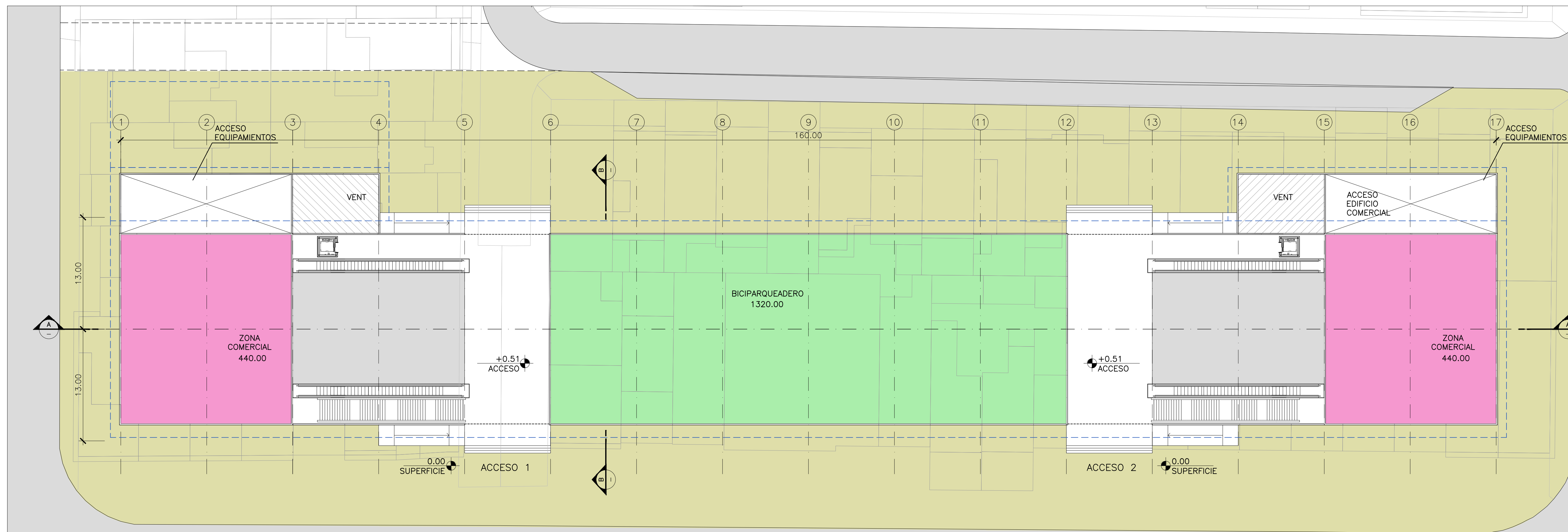
Los parqueaderos de bicicletas seguirán el padrón de las otras estaciones. En E11 estarán posicionados en la superficie, adyacentes a los dos accesos a la estación. Se dimensionó para recibir 2000 bicicletas en el horizonte de 2050.

10.19.1.5 Anexos

Anexo 1 - Estación típica

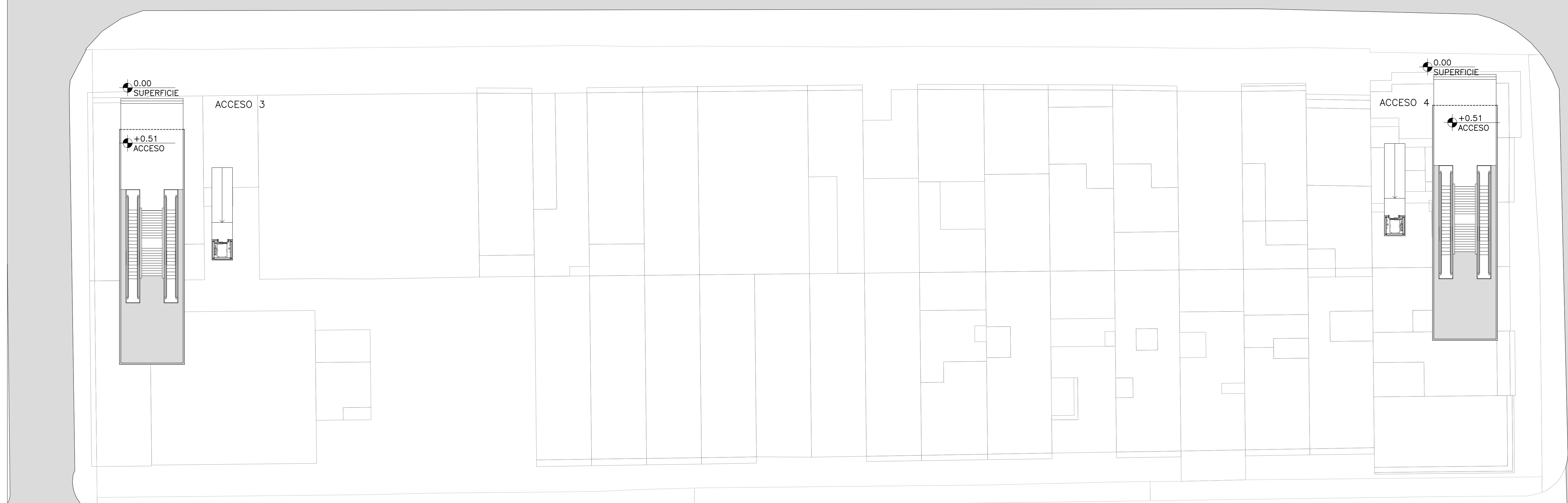
Anexo 2 - Estación 1

Anexo 3 - Estación 11



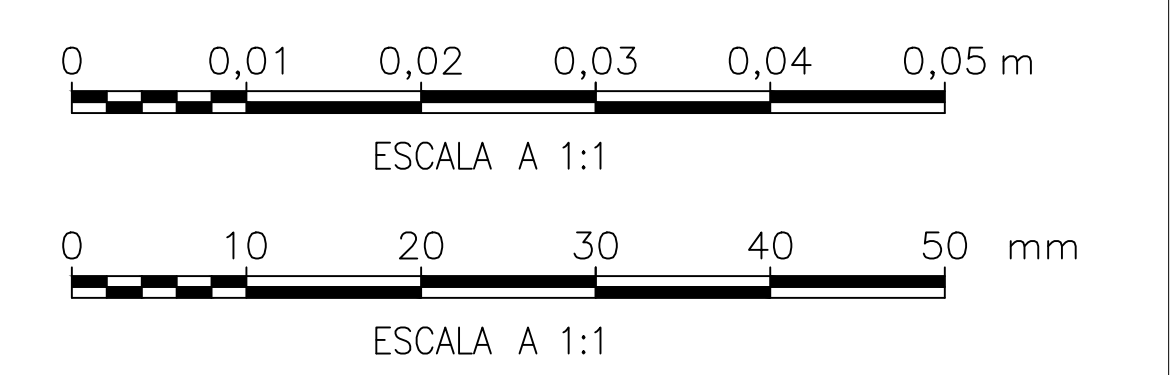
NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.



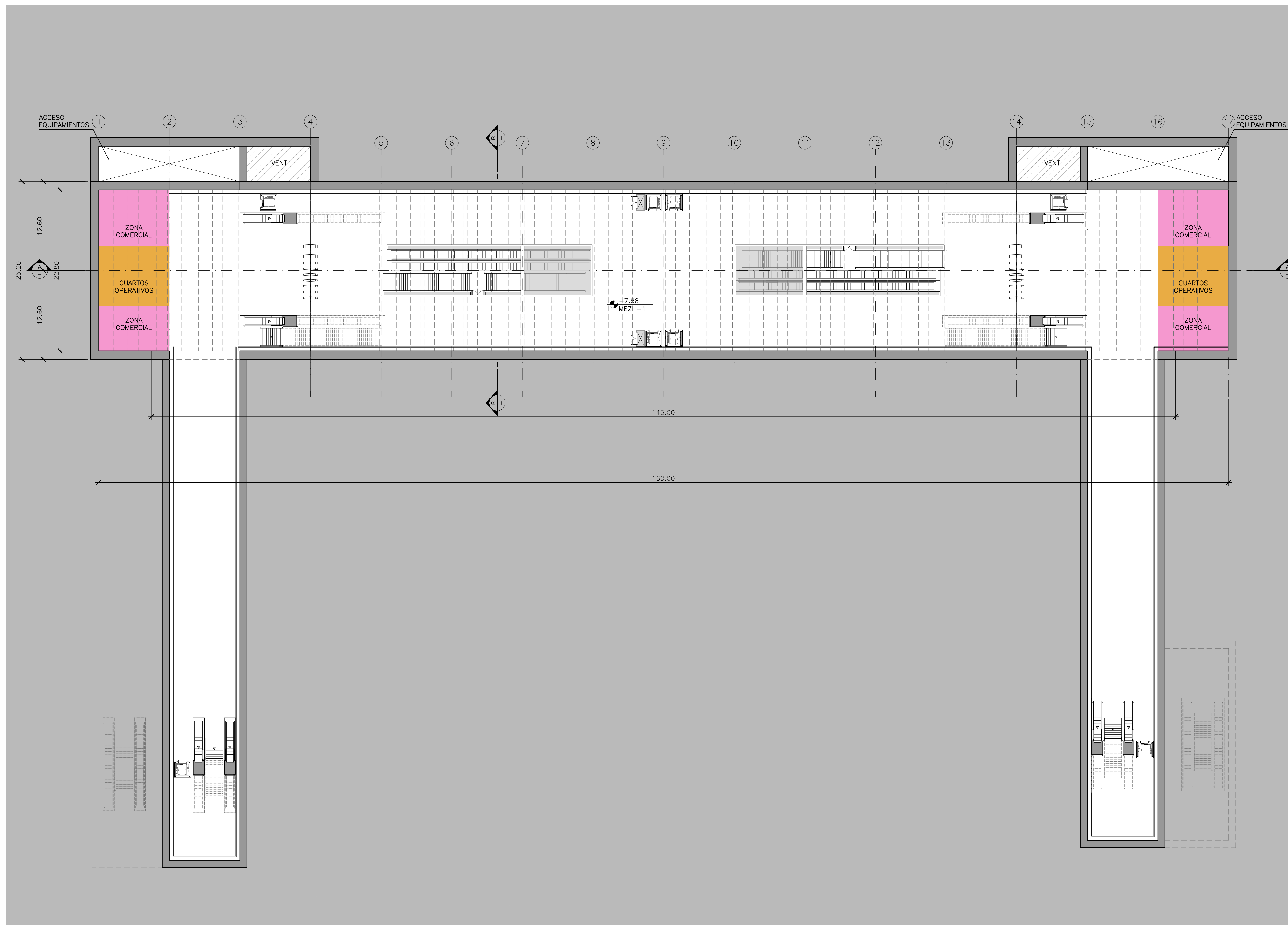
PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES



PLANTA NIVEL CALLE
1:250

	<table border="1"> <tr> <th>REV</th> <th>FECHA</th> <th>MODIFICACIÓN</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	REV	FECHA	MODIFICACIÓN				<table border="1"> <tr> <th>DISEÑADOR</th> <th>APROBACIÓN DEPARTAMENTO</th> <th>APROBACIÓN DIVISIÓN</th> <th>APROBACIÓN PROYECTO</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO					ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ – FDN NOMBRE DE PLANO–CONTENIDO	
		REV	FECHA	MODIFICACIÓN														
DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO															
ASESORIA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ – FDN	ESCALA: INDICADA	HOJA N°: 1 DE 1	Plano No: CÓDIGO DEL PLANO	Doc: NOMBRE DEL MODELO														



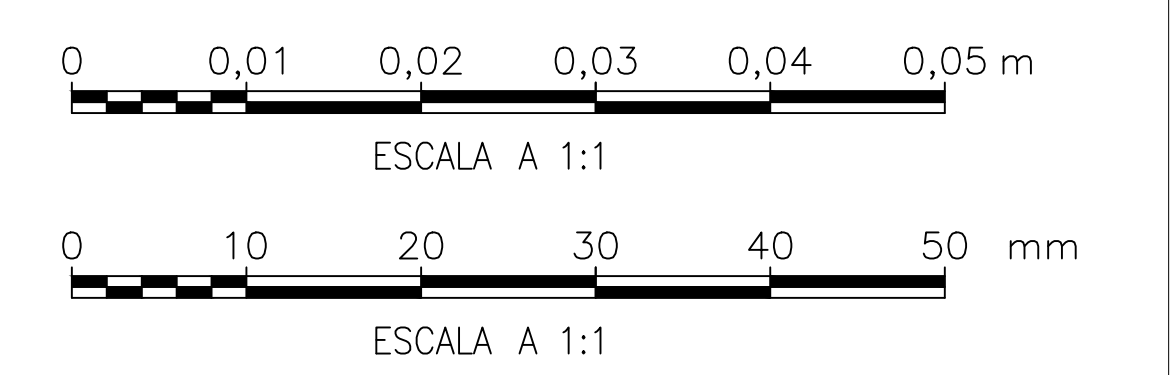
NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

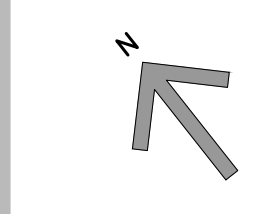
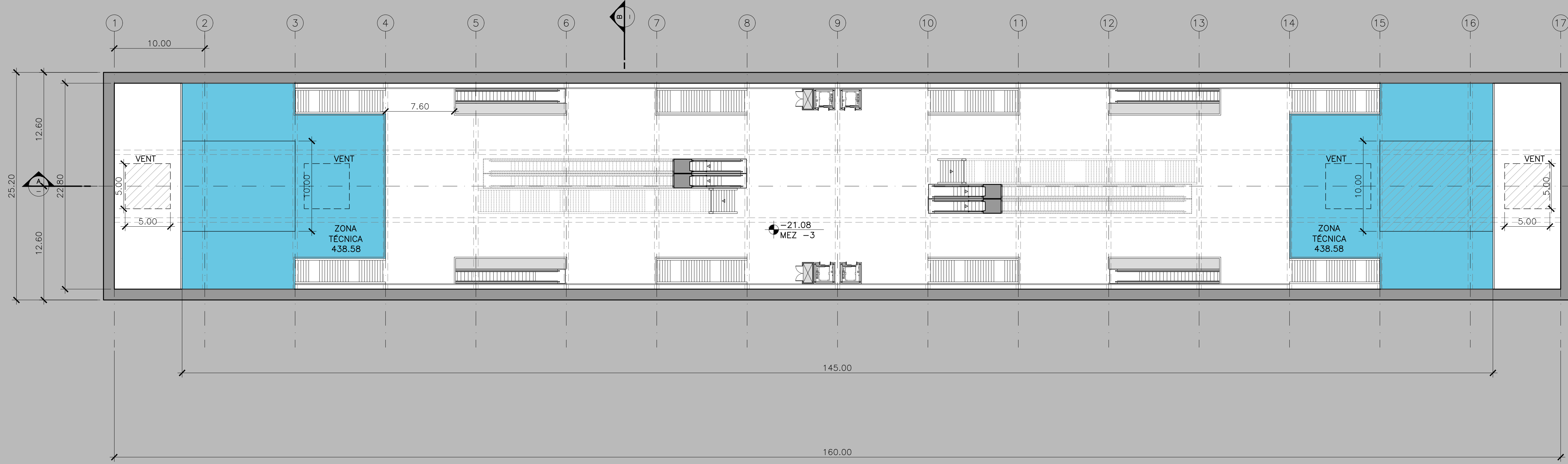
PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES

PLANTA NIVEL MEZANINO -1
1:250



	<table border="1"> <tr> <th>REV</th> <th>FECHA</th> <th>MODIFICACIÓN</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	REV	FECHA	MODIFICACIÓN				<table border="1"> <tr> <th>DISEÑADOR</th> <th>APROBACIÓN DEPARTAMENTO</th> <th>APROBACIÓN DIVISIÓN</th> <th>APROBACIÓN PROYECTO</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO					ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN NOMBRE DE PLANO-CONTENIDO	
		REV	FECHA	MODIFICACIÓN														
DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO															
ASESORIA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN	ESCALA: INDICADA	HOJA N°: 1 DE 1	Plano No: CÓDIGO DEL PLANO	Doc: NOMBRE DEL MODELO														



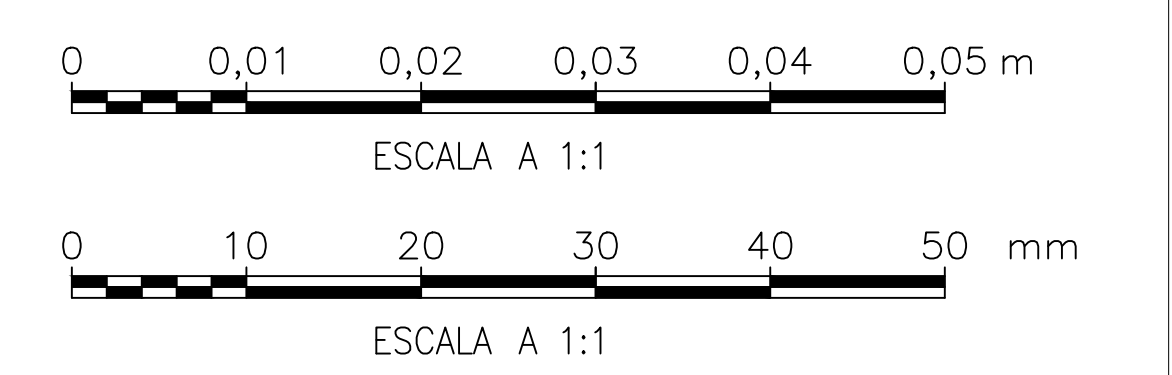
NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES

PLANTA NIVEL MEZANINO -3
1:250



ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN

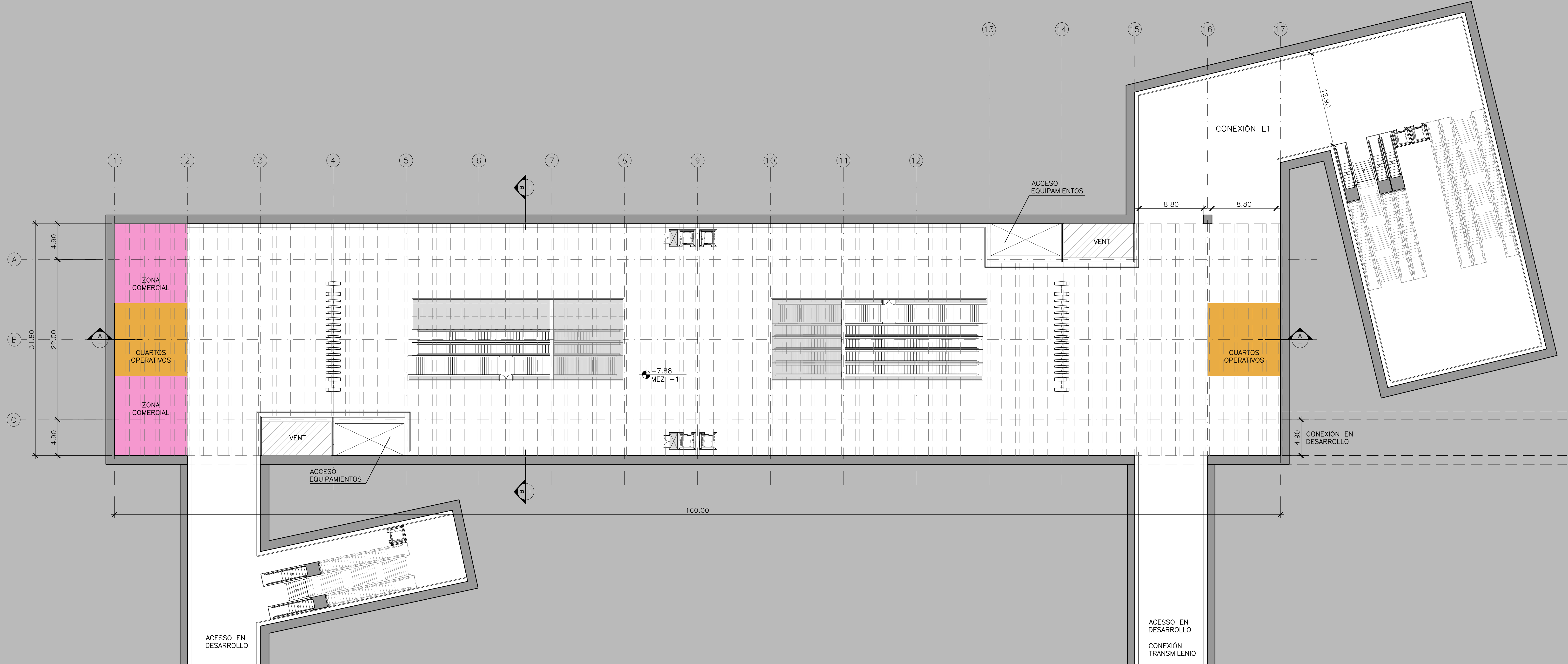
△							
△							
△							
△	DD/MM/AAAA						
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	

ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN
NOMBRE DE PLANO-CONTENIDO

ESCALA: INDICADA
HOJA N°: 1 DE 1



Plano No: CÓDIGO DEL PLANO
Doc: NOMBRE DEL MODELO



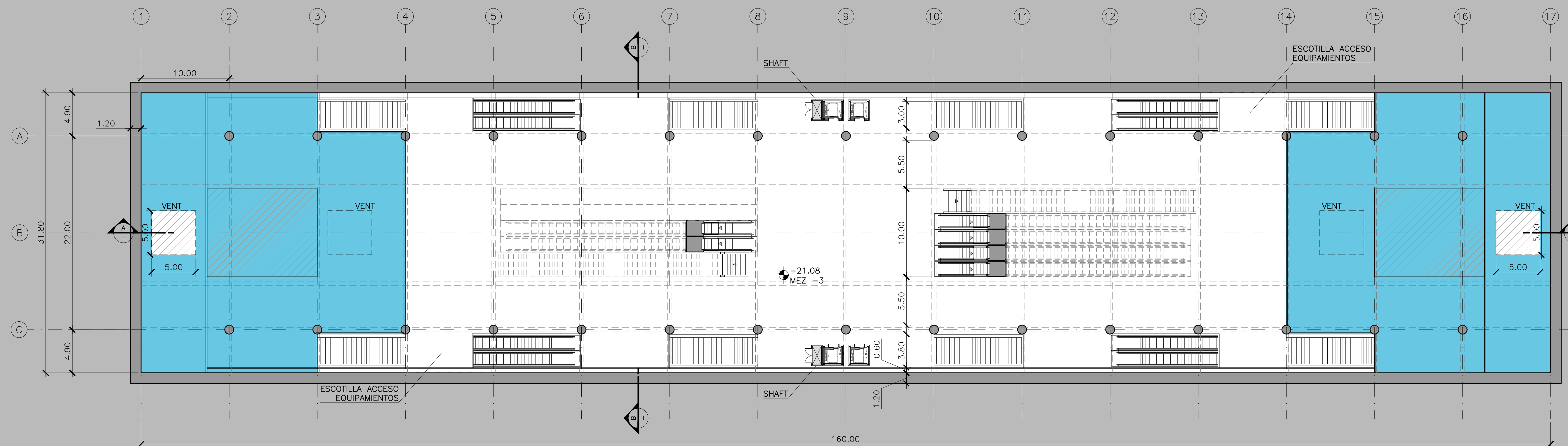
NOTAS
 Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES

PLANTA NIVEL MEZANINO -1
 1:250

	ASESORIA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN				ASESORIA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN NOMBRE_DE_PLANO-CONTENIDO				
	REV FECHA MODIFICACIÓN	DISEÑADOR APROBACIÓN DEPARTAMENTO APROBACIÓN DIVISIÓN APROBACIÓN PROYECTO	ESCALA: ESCALA	HOJA N°: HOJA	Plano No: CÓDIGO_DEL_PLANO	Doc: NOMBRE_DEL_MODELO			



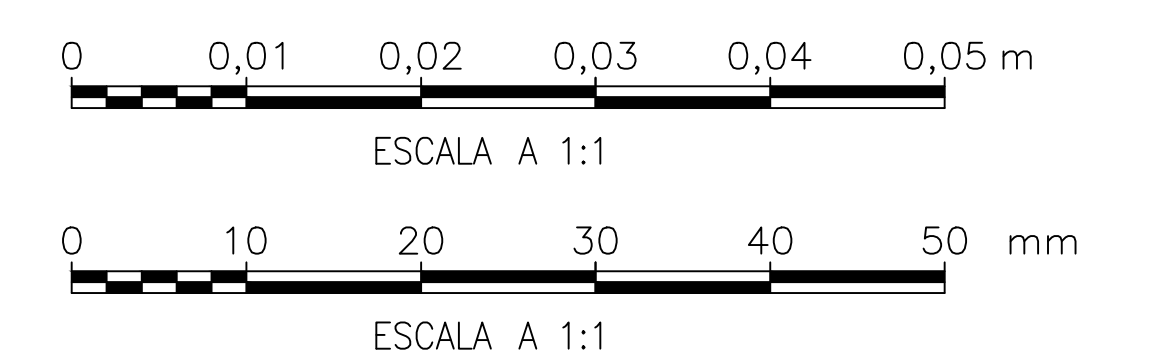
NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

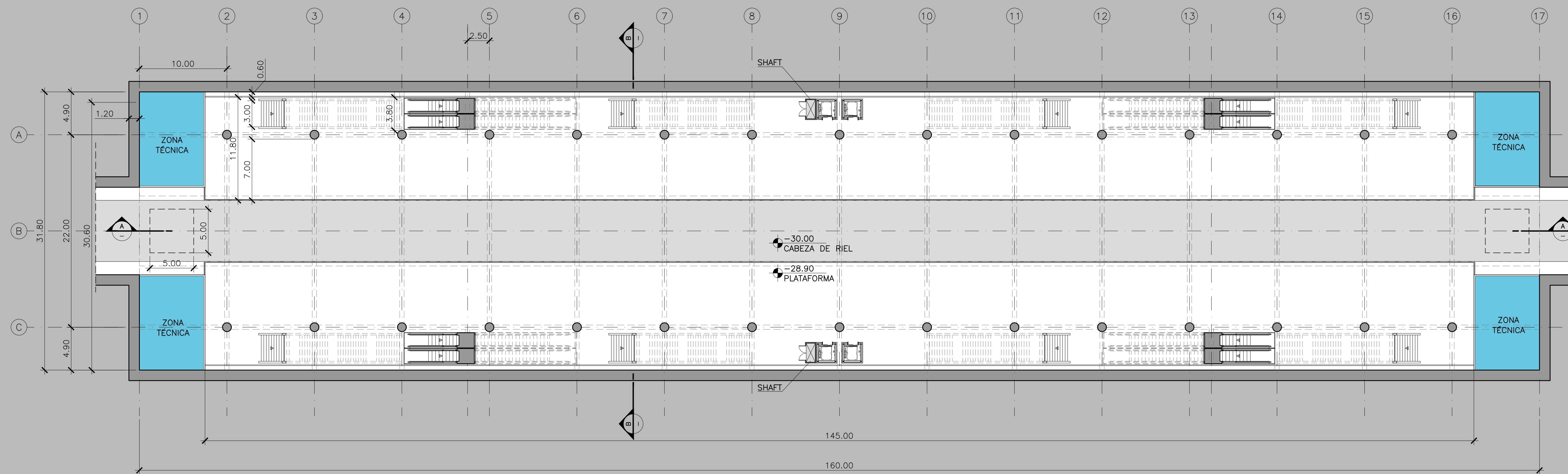
PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES

PLANTA NIVEL MEZANINO -3
1:250



△							
△							
△							
△	DD/MM/AAAA						
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	



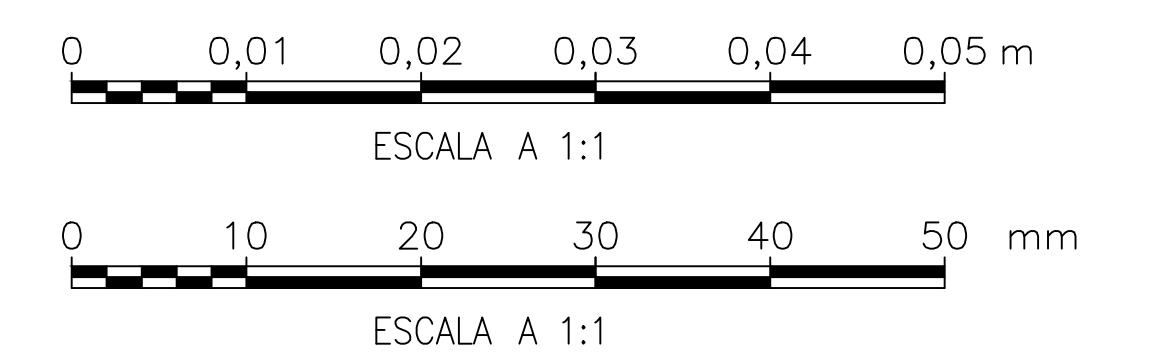
NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

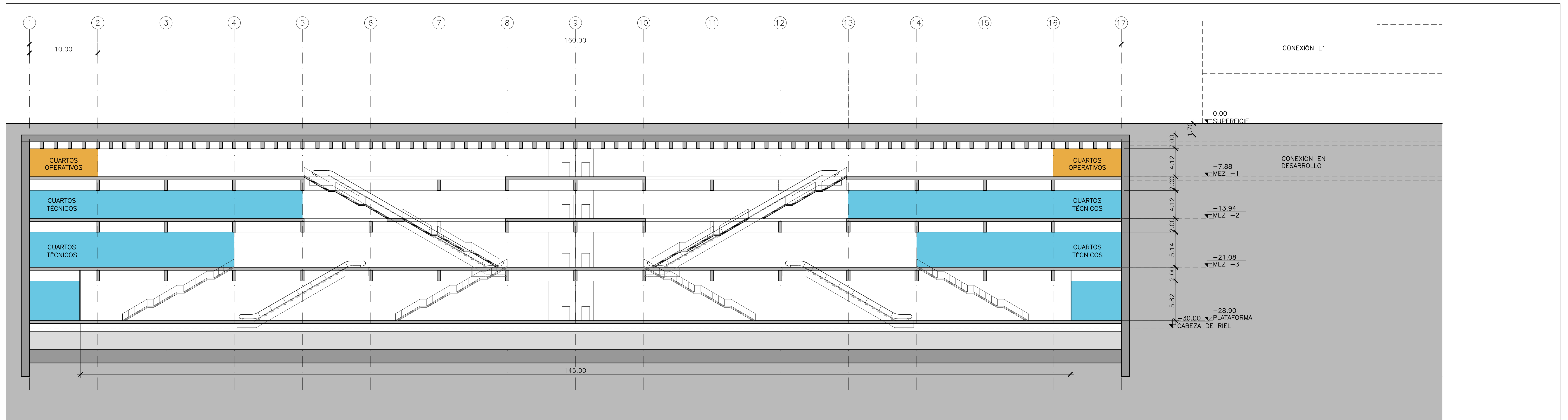
PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES

PLANTA NIVEL ANDENES
1:250



△							
△							
△							
△	DD/MM/AAAA						
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	



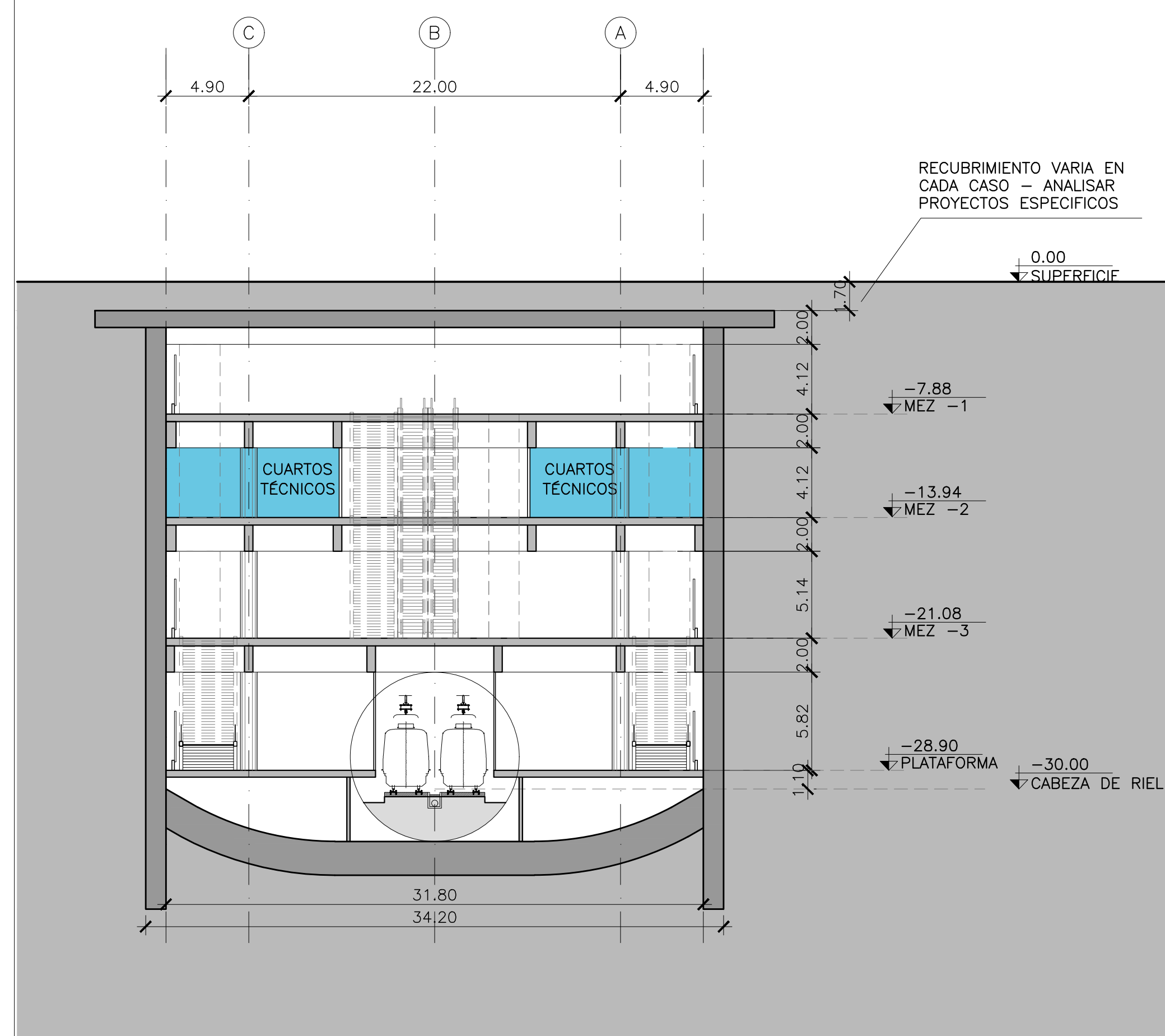
SECCIÓN A
1:250

NOTAS

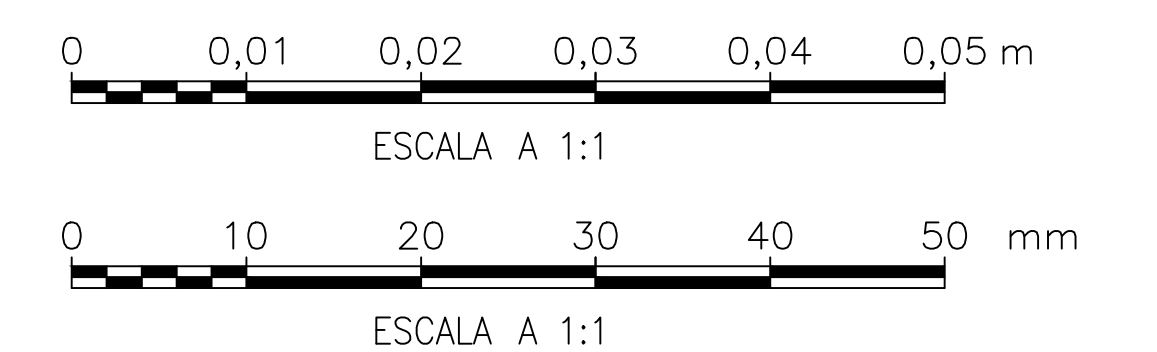
1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

PLANOS DE REFERENCIA

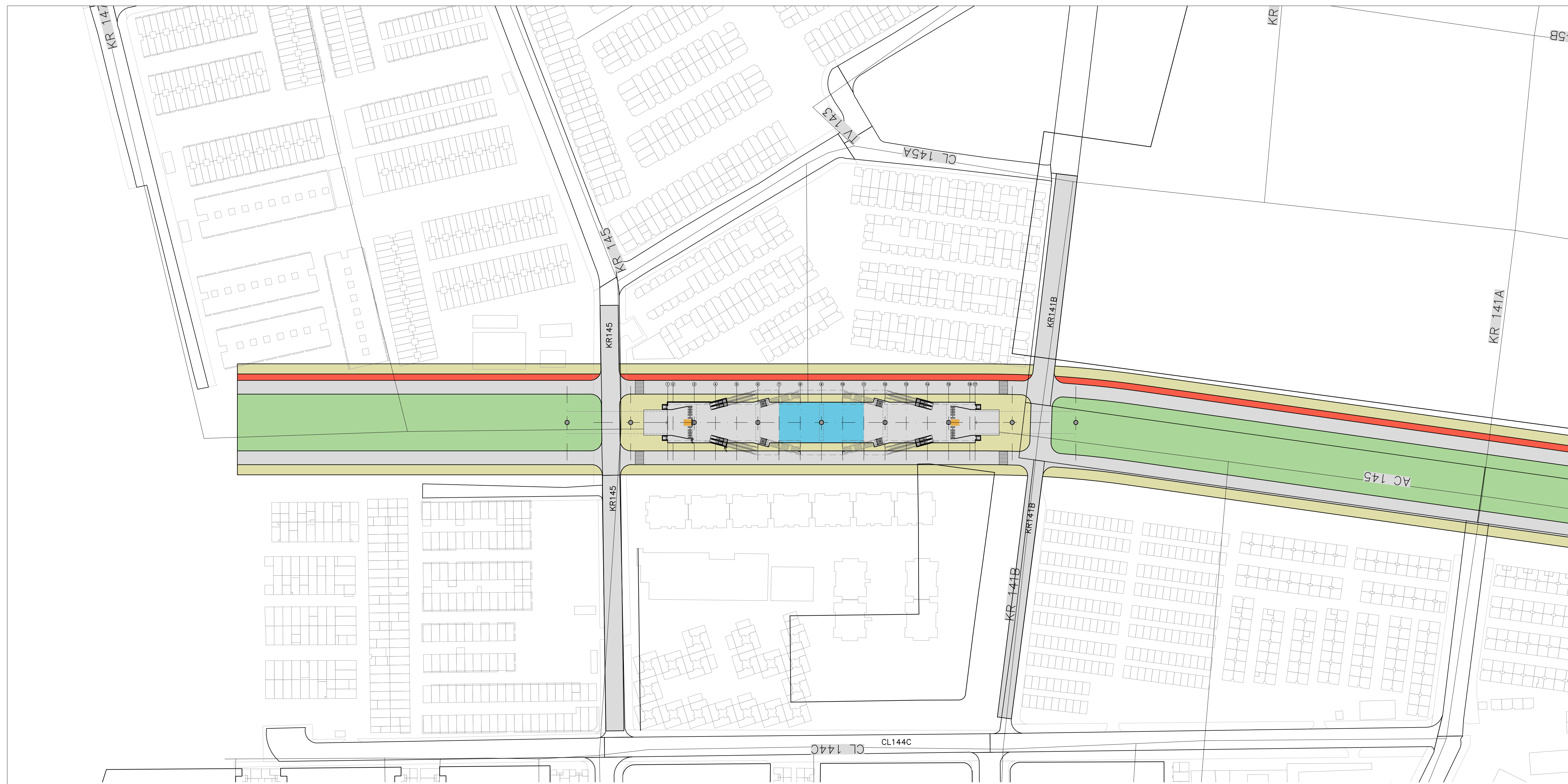
CONVENCIONES



SECCIÓN B
1:250



	<table border="1"> <tr> <td>△</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>△</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>△</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>△</td> <td>DD/MM/AAAA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV</td> <td>FECHA</td> <td>MODIFICACIÓN</td> <td>DISEÑADOR</td> <td>APROBACIÓN DEPARTAMENTO</td> <td>APROBACIÓN DIVISIÓN</td> <td>APROBACIÓN PROYECTO</td> </tr> </table>	△						△						△						△	DD/MM/AAAA					REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN NOMBRE DE PLANO-CONTENIDO			
		△																																		
△																																				
△																																				
△	DD/MM/AAAA																																			
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO																														
ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ - FDN		ESCALA: INDICADA		HOJA N°: 1 DE 1		Plano No: CÓDIGO DEL PLANO		Doc: NOMBRE DEL MODELO																												



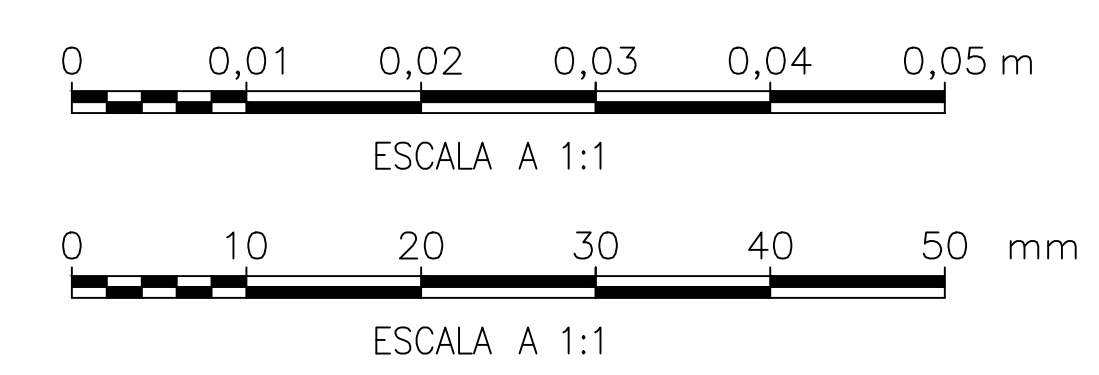
NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES

PLANTA DE LOCALIZACIÓN
1:1000



FDN Financiera de Desarrollo Nacional

METRO BOGOTÁ

ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ – FDN

△							
△							
△							
△	DD/MM/AAAA						
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	

ASESORÍA ESPECIALIZADA ESTRUCTURACIÓN LINEA 2 METRO DE BOGOTÁ – FDN

NOMBRE DE PLANO–CONTENIDO

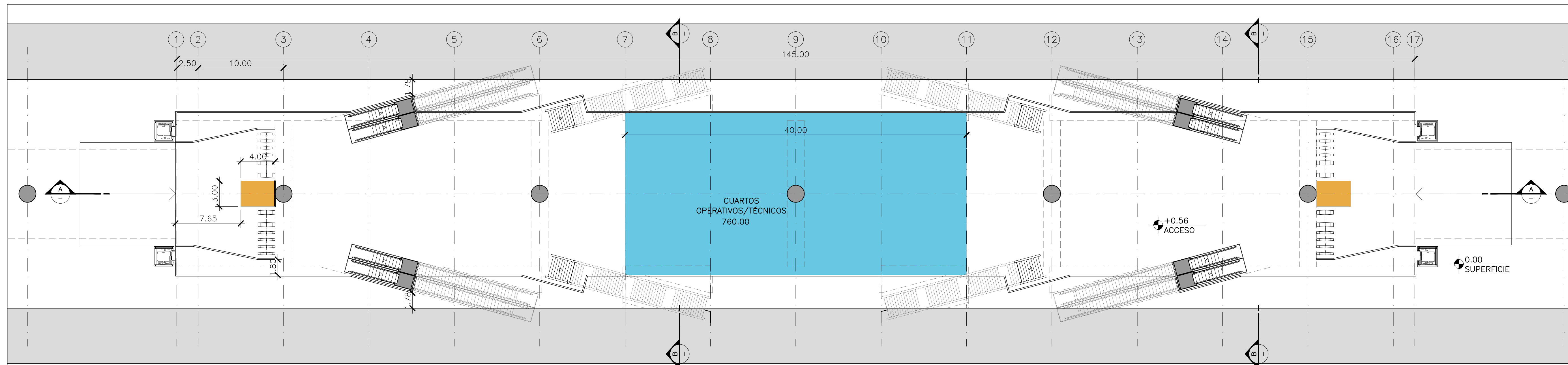
ESCALA: INDICADA

HOJA N°: 1 DE 1

MOVIUS
U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

Plano No: CÓDIGO DEL PLANO

Doc: NOMBRE DEL MODELO



PLANTA NIVEL CALLE
1:250



ÁREAS NIVEL CALLE:
 ÁREA PÚBLICA: 2000m²
 CUARTOS TÉCNICOS: 760m²
 CUARTOS OPERATIVOS: 12^m

*DISPOSICIÓN DE CUARTOS OPERATIVOS Y TÉCNICOS A DEFINIR
 *SI NECESARIO, UTILIZAR EL SUBSUELO

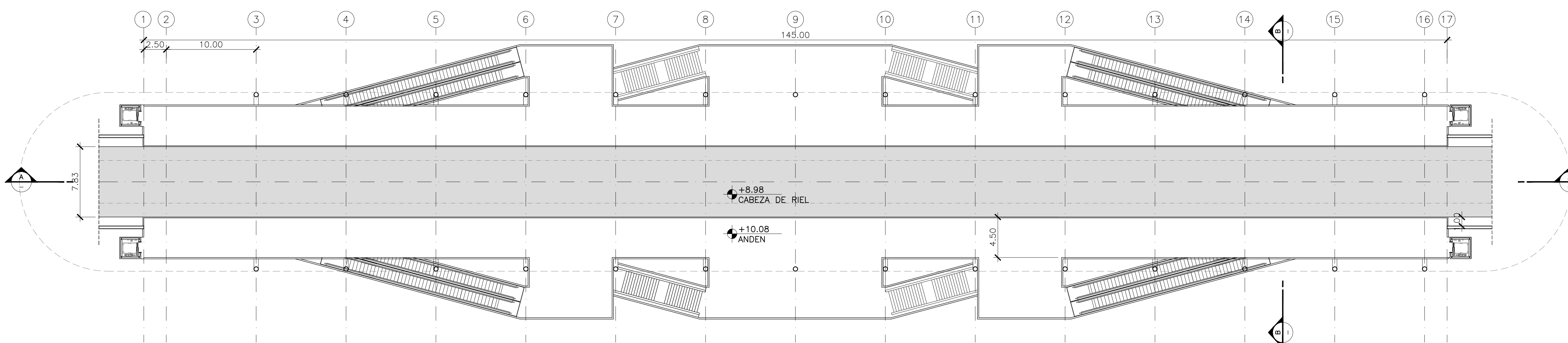
ÁREAS NIVEL ANDENES:
 ANDENES: 1840m²

NOTAS

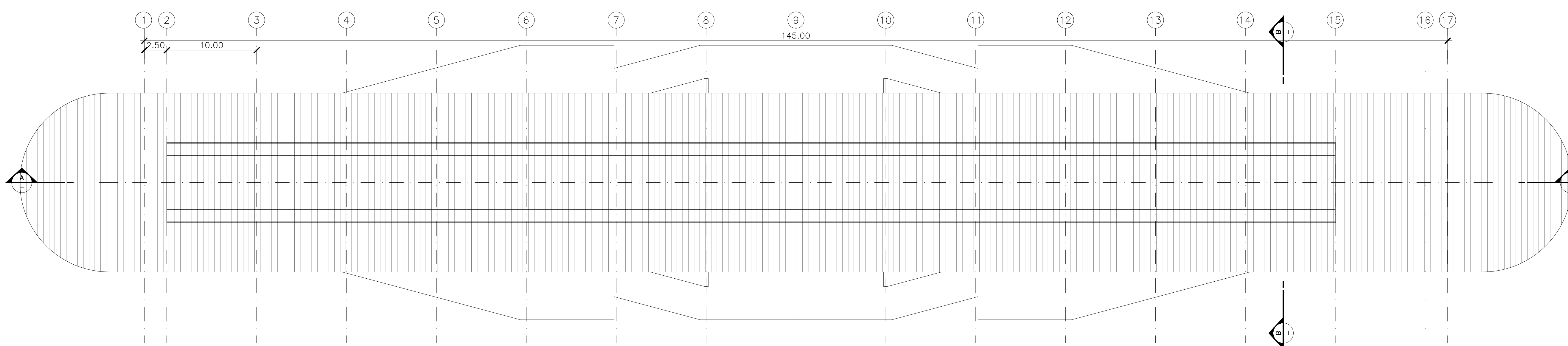
- Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES



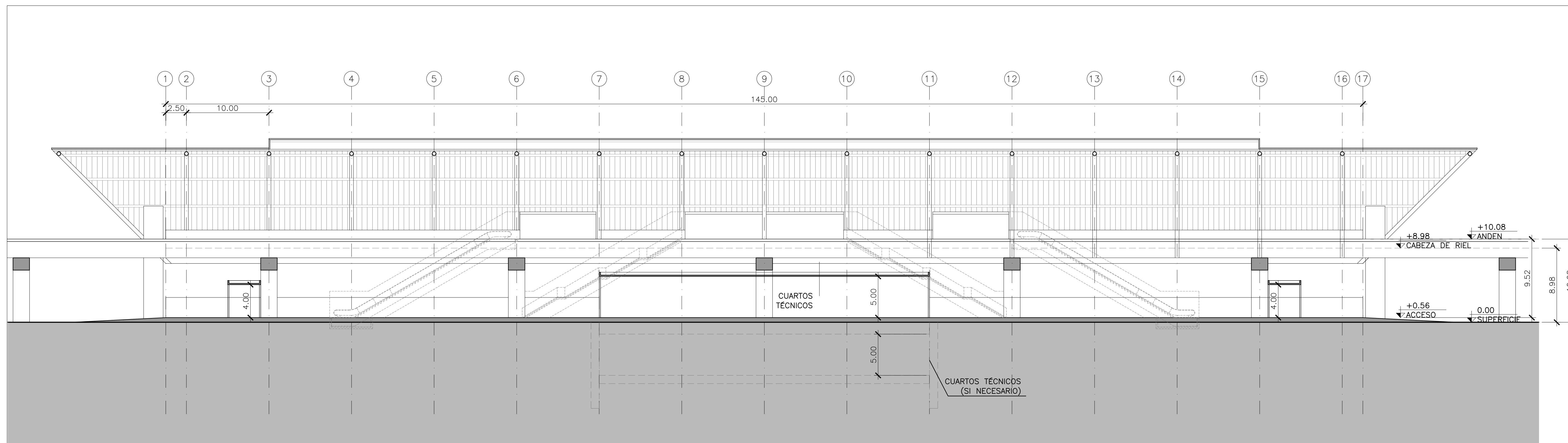
PLANTA NIVEL ANDENES
1:250



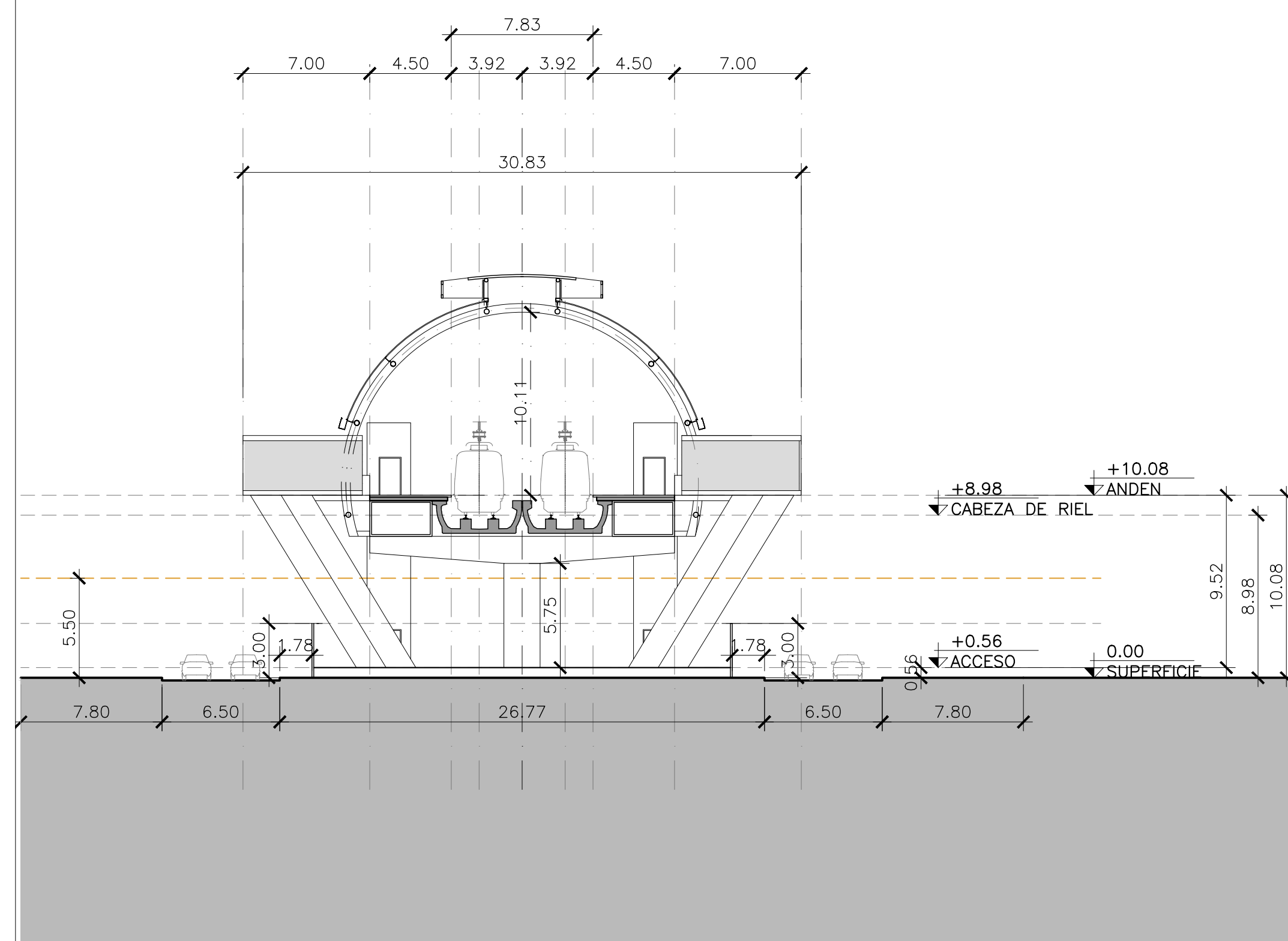
PLANTA NIVEL CUBIERTA
1:250



△							
△							
△							
△	DD/MM/AAAA						
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	



SECCIÓN A
1:250



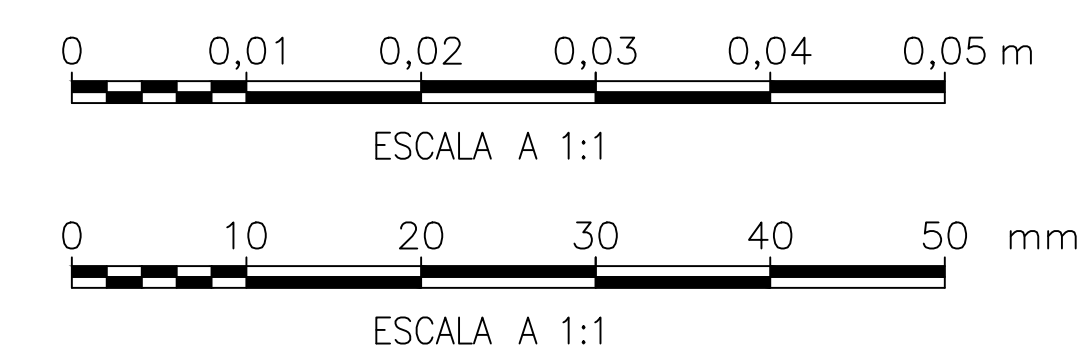
SECCIÓN B
1:250

NOTAS

1. Las dimensiones mostradas están en metros, las elevaciones en msnm, excepto otra indicación.

PLANOS DE REFERENCIA

CONVENCIONES



△							
△							
△							
△	DD/MM/AAAA						
REV	FECHA	MODIFICACIÓN	DISEÑADOR	APROBACIÓN DEPARTAMENTO	APROBACIÓN DIVISIÓN	APROBACIÓN PROYECTO	



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	03-03-2022	Sección 10.19.2.2	Observaciones EGIS
C	05-05-2022	Todas	Observaciones EMB,EGIS

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 18-05-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Revisó: O. Véliz 05-05-2022	Revisó: F. Faria 05-05-2022	Revisó: C.L. Umaña 05-05-2022	Aprobó: J.M. Martínez 05-05-2022
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO	6
10. INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN	6
10.19 ESTACIONES Y EDIFICIOS	6
10.19.2 Geotecnia	6
10.19.2.1 Características de la solución técnica	6
10.19.2.2 Análisis geotécnico de las estaciones subterráneas	11
10.19.2.2.1 Estratigrafía	11
10.19.2.2.2 Caracterización geotécnica	12
10.19.2.2.3 Sección geotécnica de diseño	14
10.19.2.2.4 Diseño geotécnico de las estaciones	15
10.19.2.2.5 Desplazamientos del terreno y afectación a estructuras vecinas	20
10.19.2.2.6 Método constructivo	25
10.19.2.2.7 Instrumentación	27
10.19.2.3. Cálculo de cantidades de obra	30
10.19.2.4. Conclusiones y recomendaciones	31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de las estaciones L2MB. Diseño de factibilidad.

Tabla 2. Parámetros geotécnicos para diseño.

Tabla 3. Resultados de las verificaciones analíticas para las pantallas

Tabla 4. Dimensiones de estaciones analizadas

Tabla 5. Análisis de soporte a Corto Plazo

Tabla 6. Análisis como cimentación compensada. (Largo Plazo)

Tabla 7. Valores máximos de asentamientos diferenciales, en función de la distancia entre apoyos o columnas I. NSR-10 Tabla H.4.9-1

Tabla 8. Límites de deformación angular según NTC del DFMX

Tabla 9. Movimientos horizontales en el muro de contención conducentes a los estados activo y pasivo NRS-10. Tabla H.6.4-1

Tabla 10. Secuencia de actividades típicas para la construcción de las pantallas preexcavadas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Trazado de la línea 2 del metro de Bogotá

Figura 2. Estación subterránea típica. Planta y Perfil

Figura 3. Estación subterránea típica. Sección transversal.

Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites.

Figura 5. Verificación de ensayos de CPT de información secundaria y ensayos de Fase I.

Figura 6. Índice de comportamiento del material (SBT). Predominio de materiales arcillosos blandos.

Figura 7. Sección típica de diseño.

Figura 8. Secciones transversales de estaciones tipo y distribución en planta de barretes en el fondo de la estación.

Figura 9. Deformaciones del muro pantalla y desplazamientos del terreno

Figura 10. Deformaciones angulares del terreno (Arriba: pantalla sur, vía. Abajo: pantalla norte, edificios)

Figura 11. Desplazamiento máximo de la pantalla preexcavada.

Figura 12. Planta recintos impermeables y esclusas a las entradas y salidas de las estaciones.

Figura 13. Barreras longitudinales de micropilotes

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Figura 14. Excavación de pantalla preexcavadas. Cut & Cover. Método invertido.

Figura 15. Instrumentación geotécnica en estaciones

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

10. INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

10.19 ESTACIONES Y EDIFICIOS

10.19.2 Geotecnia

10.19.2.1 Características de la solución técnica

El trazado de la L2MB tiene una longitud de 15,4 km y está comprendido entre el pozo de salida de la tuneladora, localizado en la Calle 72 al frente de la iglesia la Porciuncula en la Carrera 11, y el patio taller en la carrera 145 en la localidad de Suba. La mayor parte de la línea de metro transcurre en un túnel de 10,8 m de diámetro y 12,64 km de longitud que será excavado con máquina tuneladora EPB. La línea del metro termina en un tramo elevado hasta llegar al patio taller.

El tramo subterráneo de la L2MB está comprendido entre la Calle 72 con Carrera 11, en donde se localiza el K0+000 del trazado y el K14+280, en donde se ubica el pozo de entrada para la máquina tuneladora. Además de los pozos de entrada y salida, en este tramo se ubican 10 estaciones subterráneas a profundidades a riel de 21,5 a 31,8 m, con dimensiones útiles de 160 m de largo y anchos de 25 a 22 m. Después del pozo de salida, el túnel sale a superficie hasta la estación 11 en el K14+790, la cual es elevada. En la Figura 1, se presenta el trazo de la L2MB.

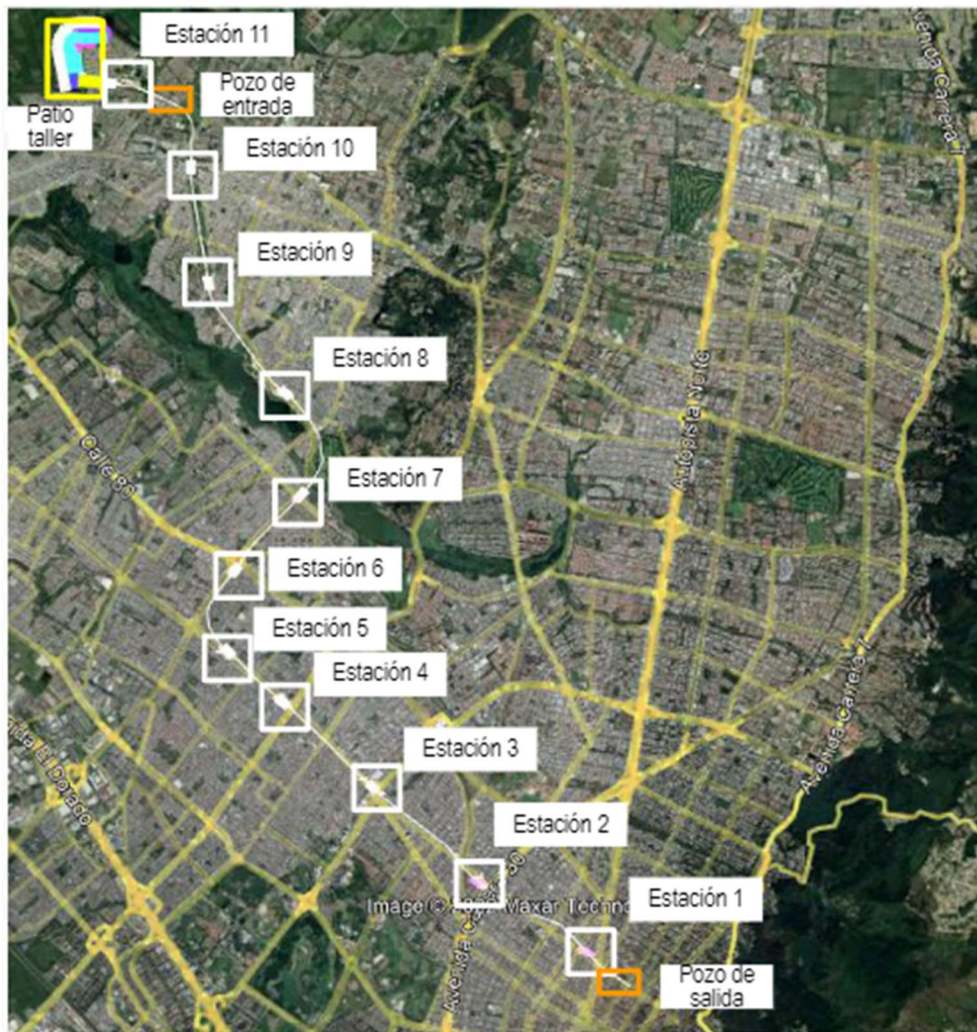


Figura 1. Trazado de la línea 2 del metro de Bogotá

Las estaciones se construirán con muros pantalla preexcavados de 1,20 m de espesor desde la superficie hasta la profundidad de empotramiento de diseño. En la Tabla 1 se presenta una relación de las principales características de las estaciones subterráneas de la L2MB.

Tabla 1. Características de las estaciones L2MB. Diseño de factibilidad.

Estación subterránea		Abscisas		Cota a riel (msnm)	Porofundidad media a riel (m)	Ancho útil (m)	Empotramiento (m)
		Incial	Final				
1	Caracas	K0+685	K0+845	2526,88	-31,6	25,8	18,0
2	Av. NQS	K2+189	K2+349	2516,14	-31,1	22	18,0
3	Av. 68	K3+960	K4+120	2523,84	-23,4	22	16,0
4	Av. Boyacá	K5+415	K5+575	2519,60	-31,7	22	18,0
5	Av. Ciudad de Cali	K6+330	K6+490	2521,54	-29,7	22	18,0
6	Av. Calle 80	K7+470	K7+630	2523,77	-27,9	22	18,0
7	Carrera 91	K8+670	K8+830	2520,49	-28,8	22	18,0
8	Humedal	K10+250	K10+410	2515,46	-31,8	22	18,0
9	Alo sur	K11+840	K12+000	2529,59	-21,5	22	16,0
10	Alo Norte	K13+210	K13+370	2523,50	-27,3	22	18,0

En la Figura 2 y en la Figura 3 se presenta en planta, perfil y sección transversal la tipología típica de las estaciones subterráneas.

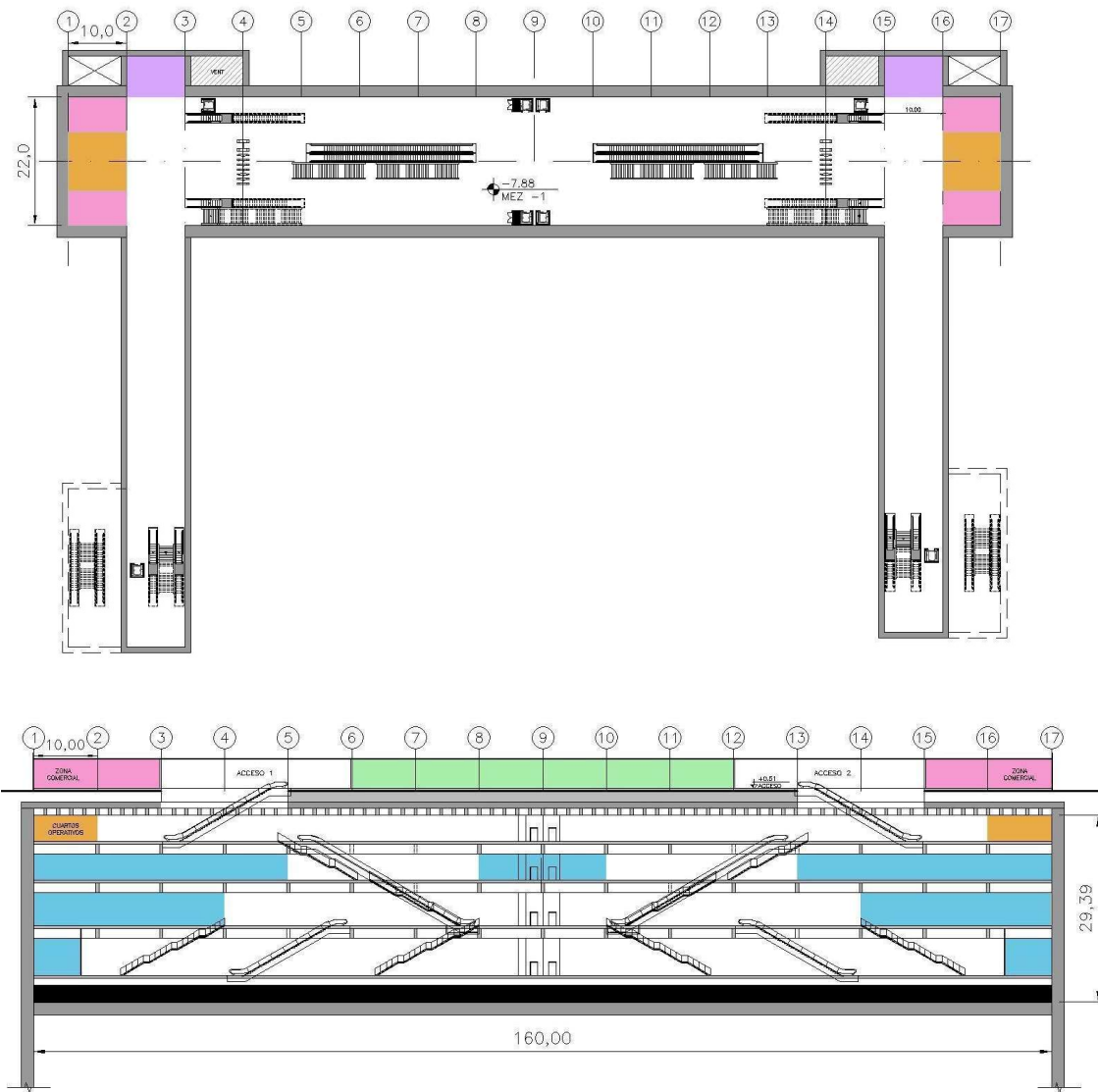


Figura 2. Estación subterránea típica. Planta y Perfil

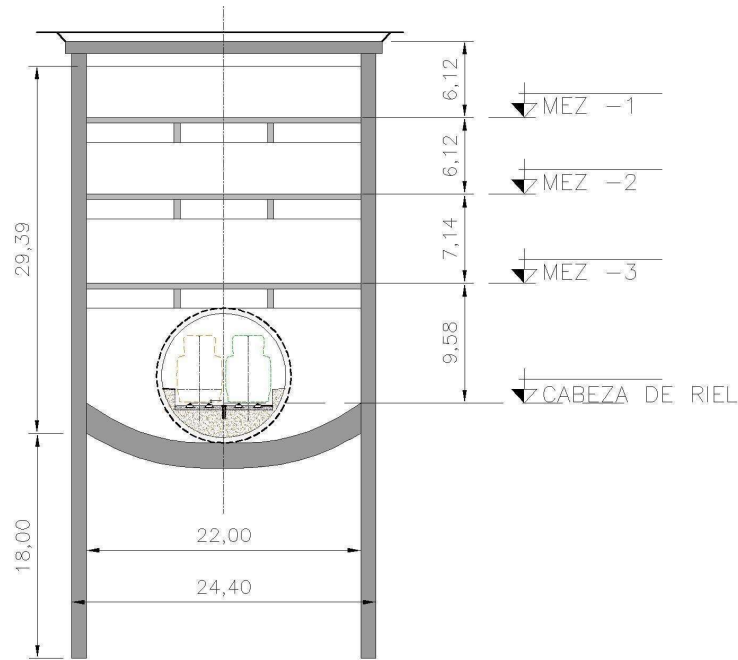


Figura 3. Estación subterránea típica. Sección transversal.

Por otra parte, los accesos a las estaciones subterráneas también se construirán con pantallas preexcavadas hasta el nivel del primer mezzanine. Adicionalmente, se han previsto accesos peatonales satélites a algunas estaciones para conectar la L2MB con otros servicios como Transmilenio o el Corredor Verde, como ocurre en el sector de la Calle 72 en los alrededores de la Av. Caracas. Estos accesos peatonales se construirán con pantallas preexcavadas o túnel liner según las condiciones del terreno encontradas. En la Figura 4 se muestran las secciones transversales de estos accesos y galerías peatonales.

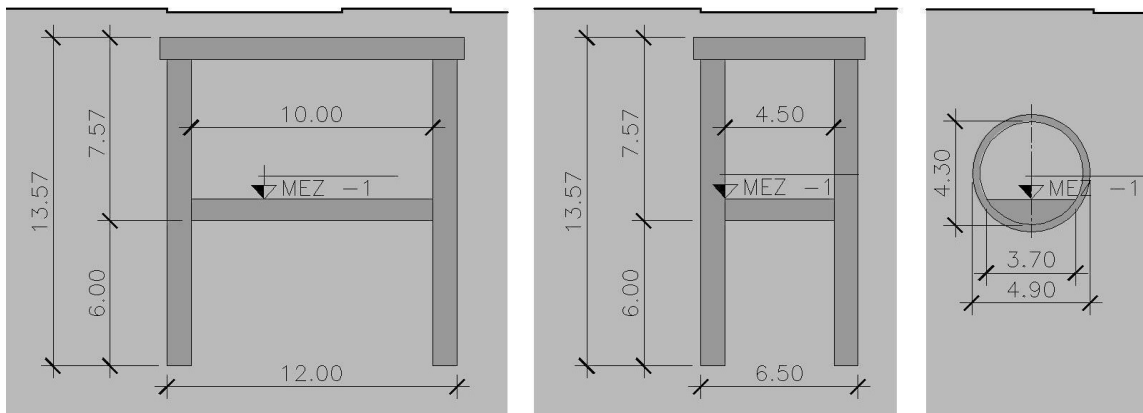


Figura 4. Sección transversal típica de accesos a estaciones (izquierda) y accesos peatonales satélites.

10.19.2.2 Análisis geotécnico de las estaciones subterráneas

Para el análisis geotécnico de factibilidad de las estaciones subterráneas, las cuales se construirán mediante el uso de pantallas preexcavadas, se revisaron varios criterios de diseño y se modeló numéricamente el comportamiento de la estructura, para lo cual se estableció una sección geotécnica típica con los correspondientes parámetros geotécnicos, determinados a partir de información secundaria y de la información de campo disponible.

La sección de análisis se estableció con la estratigrafía de la zona homogénea III correspondiente a materiales arcillosos, la cual se considera que por las condiciones de los suelos observados en este sector, es en donde se podrían presentar las mayores cargas laterales de tierra sobre la estructura subterránea. Se consideró en los análisis el nivel freático a 2 m de profundidad.

10.19.2.2.1 Estratigrafía

De acuerdo con la información cartográfica de INGEOMINAS y de la microzonificación sísmica de Bogotá, la estratigrafía de la Sabana está conformada por sedimentos de ambientes denudativo, aluvial, lacustre y fluvial. La formación sabana ocupa la mayor parte del recorrido de la línea del metro la cual está compuesta principalmente por arcillas limosas con trazas orgánicas con laminaciones de limos y turbas de origen fluvio lacustre y aluvial con espesores mayores a 200 m.

Del análisis de información geotécnica del corredor se identificaron tres zonas homogéneas las cuales se describen a continuación:

Zona I: K0+000 a K0+500. (Hasta avenida Caracas.). Compuesta en superficie por rellenos viales, suelos limo-arcillosos, materia orgánica y suelos arcillosos arenosos, hasta 4,0 m de espesor. Debajo de este material se encuentran depósitos coluviales con presencia de gravas en matriz arena arcillosa, esta matriz, con una humedad baja a media y plasticidad media a baja. Además del túnel, en esta zona I, se construirá el pozo de salida de la máquina EPB, y accesos peatonales los cuales tendrán una profundidad con respecto a la superficie del terreno cercana a los 8,0 m.

Zona II: K0+450 a K7+400.(Calle 72 desde avenida Caracas hasta 100 m antes de la estación 6 en la calle 80). Compuesta en superficie por un relleno antrópico y suelo con un contenido de materia orgánica de medio a alto de hasta 3,0 m de espesor. Hasta los 7.0 m de profundidad se encuentran arcillas limosas de consistencia blanda, muy húmedas y plásticas. Debajo de este material se encuentran arcillas limosas ocasionalmente con contenido orgánico, de humedad alta y muy plásticas hasta profundidades de 30 m. A más de 30 m de profundidad se encuentra una arcilla con bajo contenido de limos, humedad media y plasticidad media a alta hasta aproximadamente 80 m de profundidad. Las relaciones de preconsolidación en este sector pueden ser del orden de 4,0 hasta los 8 m y en profundidad pueden estar entre 1,1 y 1,3. Además del túnel, en esta zona II, se construirán las estaciones subterráneas 1 a 5 con sus respectivos accesos.

Zona III: K7+400 a K15+400.(aprox. 100 m antes de la estación 6 en la calle 80 hasta el patio taller). Compuesta en superficie por un relleno antrópico y suelo con un contenido de materia orgánica de medio a alto hasta los 4,0 m de profundidad, por debajo del cual hasta los 35 m de profundidad, se encuentra una arcilla marrón con bajo contenido de limos con alta humedad y muy plástica, condición posiblemente debida a la presencia de humedales en la zona. Finalmente por debajo de este suelo se encuentra una arcilla gris medianamente húmeda y plástica. Las relaciones de sobreconsolidación en este sector se presentan del orden de 3,0 en superficie hasta 4,0 m de profundidad. A mayor profundidad las relaciones de sobreconsolidación pueden estar entre 1,5 y 1,2. Además del túnel, en esta zona III, se construirán las estaciones subterráneas 6 a 10 con sus respectivos accesos, la estación elevada 11 y las obras del patio taller.

Con respecto a los niveles freáticos, a lo largo del corredor se tiene información secundaria y mediciones piezométricas en campo, las cuales indican profundidades del nivel freático entre 2 m y 4 m.

10.19.2.2.2 Caracterización geotécnica



Los parámetros geotécnicos considerados para los análisis se determinaron tomando como referencia información secundaria de obras para el proyecto de Transmilenio por la Av. Ciudad de Cali, verificados con resultados de investigaciones geotécnicas de CPT in situ, en el corredor de la avenida Ciudad de Cali , bordeando el humedal Juan Amarillo. Estas verificaciones se pueden observar en la Figura 5 y en la Figura 6.

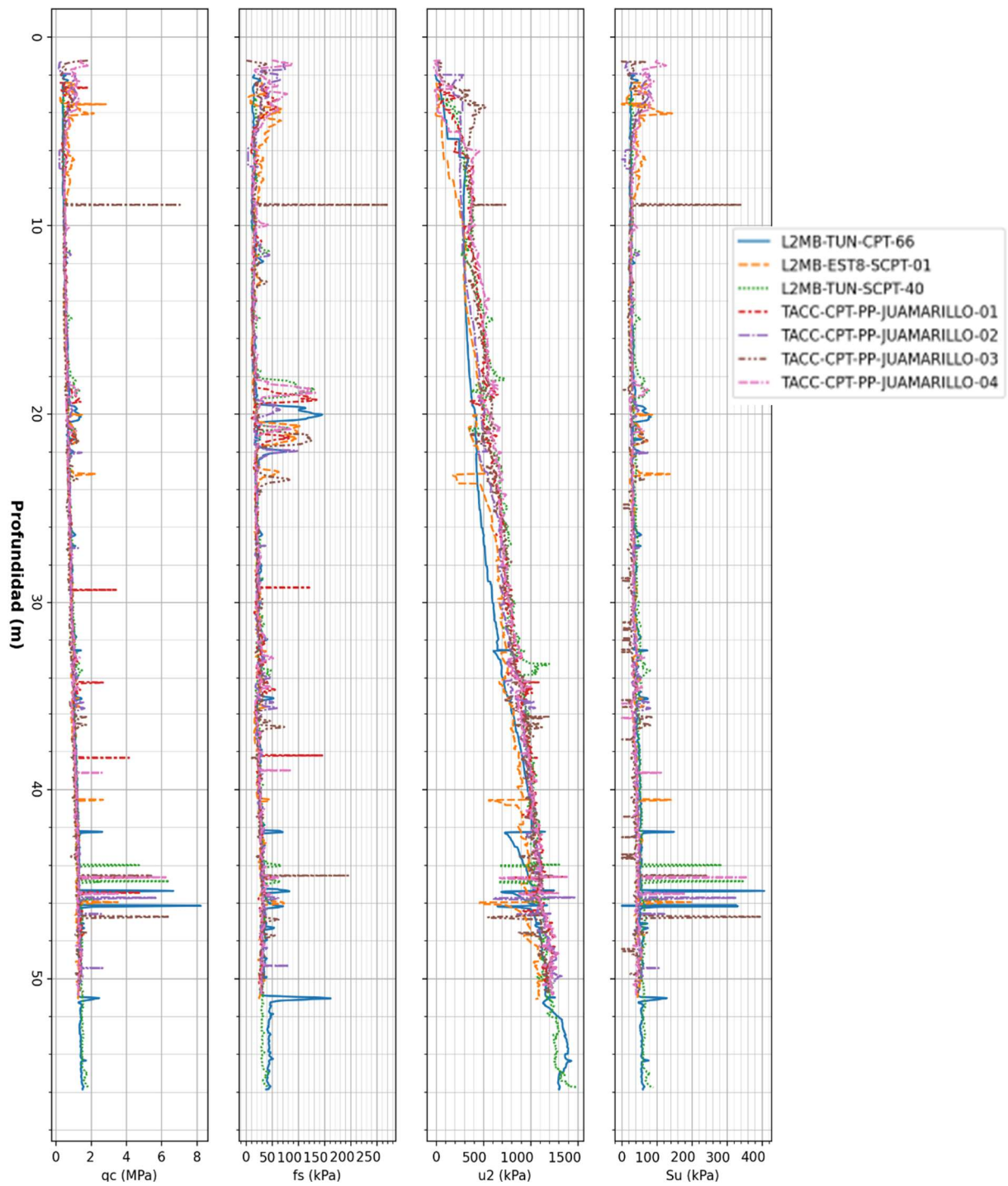


Figura 5. Verificación de ensayos de CPT de información secundaria y ensayos de Fase I.

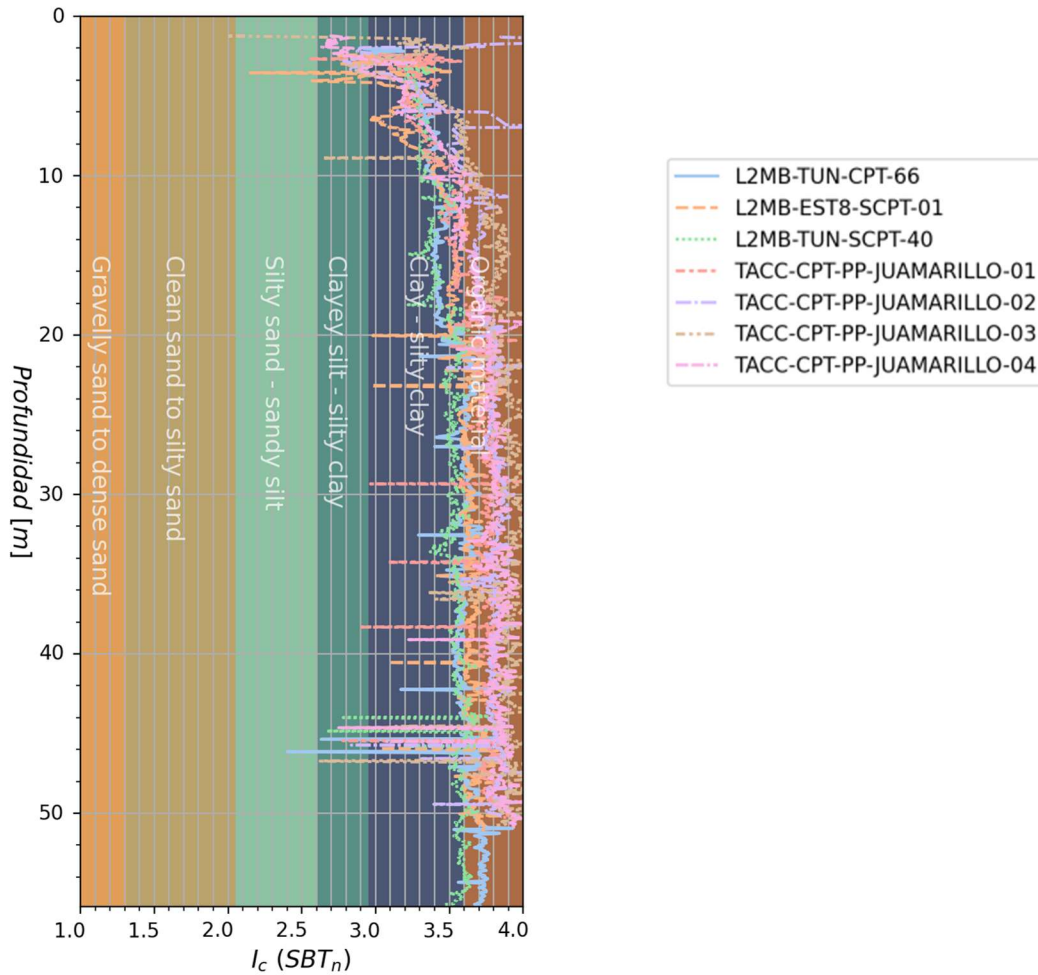


Figura 6. Índice de comportamiento del material (SBT). Predominio de materiales arcillosos blandos.

10.19.2.2.3 Sección geotécnica de diseño



En la Figura 7 se presenta la sección estratigráfica de diseño con la implantación de la estación subterránea a 31 metros de profundidad a riel. Por otra parte, en la Tabla 2 se presentan los parámetros geotécnicos de los diferentes estratos de suelo de acuerdo con los resultados obtenidos de pruebas y ensayos de campo y laboratorio.

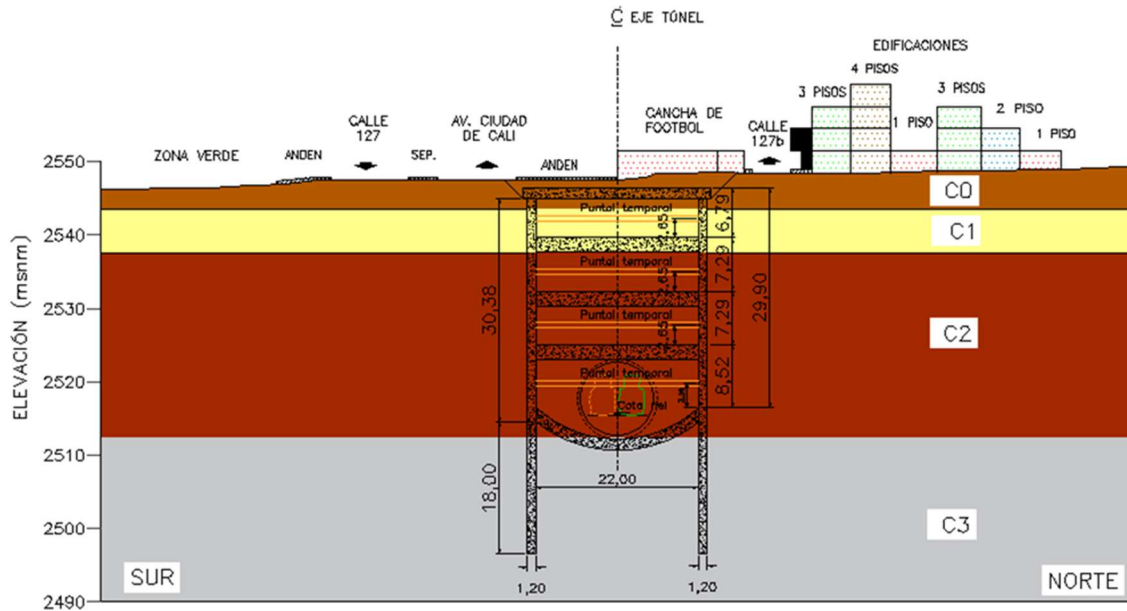


Figura 7. Sección típica de diseño.

Tabla 2. Parámetros geotécnicos para diseño.

Estrato	De (m)	A (m)	Su (kPa)	γ (kN/m ³)	Cc (-)	Cr (-)	e0 (-)	OCR	Poisson	Es (MPa)
C0	0,0	4,0	40	16,0	0,49	0,10	1,37	3,00	0,4	21
C1	4,0	20,0	40	13,5	1,47	0,29	2,95	2,13	0,4	18
C2	20,0	35,0	53	13,5	1,12	0,13	2,80	1,50	0,4	22
C3	35,0	60,0	84	14,0	1,28	0,11	2,54	1,17	0,4	29

10.19.2.2.4 Diseño geotécnico de las estaciones

Para la excavación de las estaciones subterráneas de la L2MB se ha previsto la construcción de muros pantalla pre excavados desde la superficie con el sistema Cut & Cover, método invertido (top down).

Desde el punto de vista geotécnico, para el dimensionamiento y diseño de estas pantallas preexcavadas se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis de volcamiento del muro pantalla (pateo). Verificar profundidad de empotramiento.
- Análisis de estabilidad de falla de fondo en suelos cohesivos. Verificar profundidad de empotramiento.
- Análisis de flotación.
- Análisis de subpresión

- Verificación de capacidad de soporte de las pantallas y la losa de fondo.
- Estimativo a través de análisis numéricos de deformaciones, desplazamientos y asentamientos del terreno y verificación de afectación a estructuras vecinas.
- Interacción suelo estructura empleando modelos numéricos para evaluar los requerimientos estructurales.

En la Tabla 3, se resumen los resultados obtenidos de los análisis realizados verificando los factores de seguridad admisibles.

Tabla 3. Resultados de las verificaciones analíticas para las pantallas

Criterio Analizado	FS. Adm.	F.S (Profundidad a riel 30 m)	F.S (Profundidad a riel 22 m)	F.S (Acceso a estaciones)
Análisis de volcamiento (pateo).	1,50	1,80	1,60	1,50
Estabilidad de falla de fondo.	1,50	1,60	1,50	1,70
Análisis de flotación.	1,43	1,16	1,04	7,70
Análisis de flotación con barretes	1,43	1,43	1,43	-
Análisis de subpresión.	1,30	0,68	0,67	1,35
Análisis de subpresión con barretes	1,30	1,30	1,31	-

De estos análisis se estableció lo siguiente:

- La profundidad de empotramiento para las estaciones de 31 m de profundidad a riel es de 18 m.
- La profundidad de empotramiento para estaciones a 22 m de profundidad a riel es de 16 m.
- La profundidad de empotramiento de los accesos a estaciones a 8 m de profundidad es de 6 m.
- Para las estaciones a 31 m de profundidad se requieren barretes de 1,2 m por 2,0 m de 25 m de profundidad en patrón de 5,0 m x 5,0 m.
- Para las estaciones a 22 m de profundidad se requieren barretes de 1,2 m por 2,0 m de 20 a 25 m de profundidad en patrón de 5,0 m x 5,5 m.

En la Figura 8, se observan las secciones transversales de las estaciones tipo y una planta de distribución de los barretes previstos en el fondo de las estaciones.

En la Tabla 1, se observan las dimensiones básicas de las estaciones, profundidad a riel y longitud de empotramiento.

Por otra parte, en el anexo adjunto al informe se presentan los cálculos de los análisis realizados.

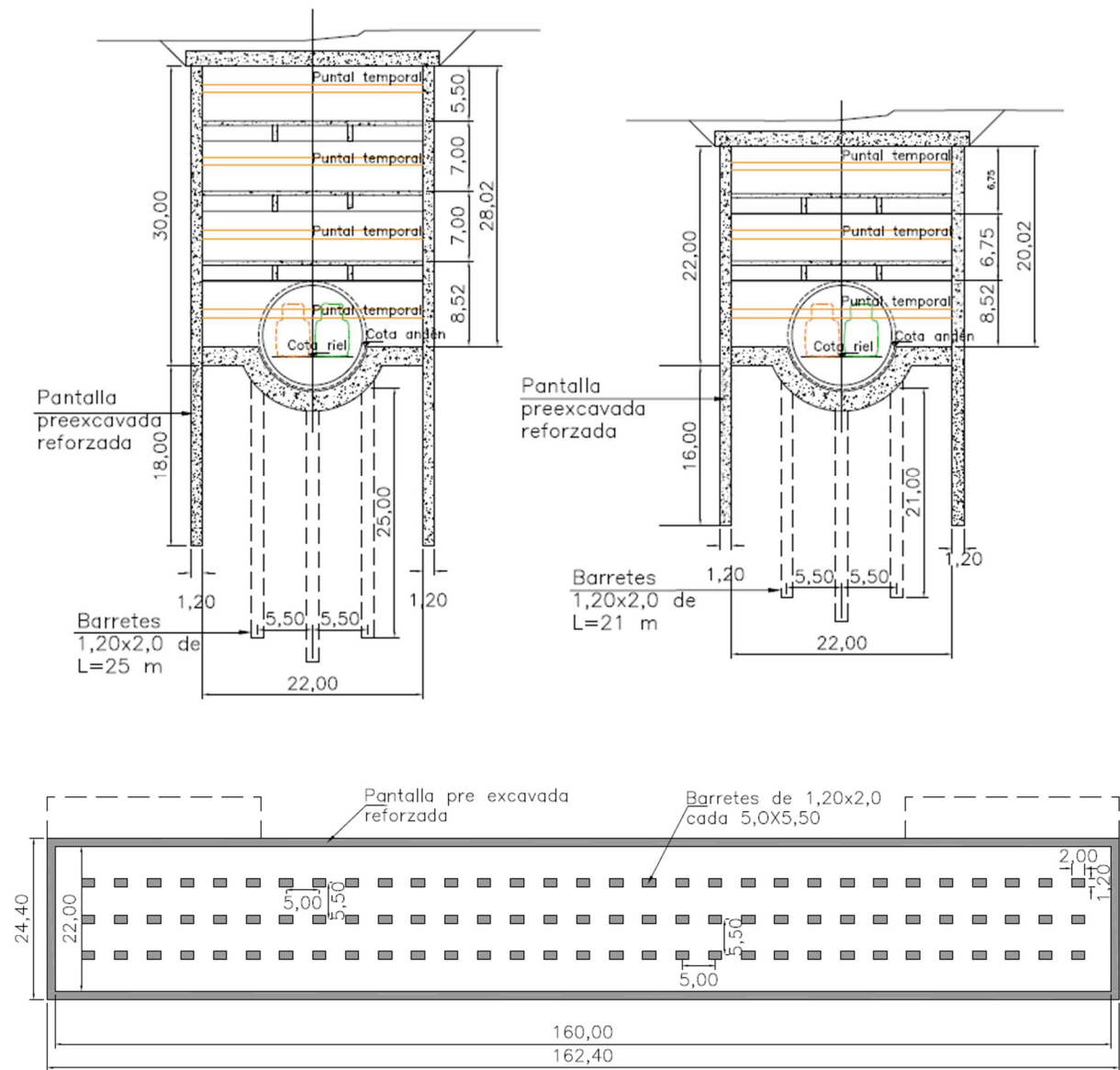


Figura 8. Secciones transversales de estaciones tipo y distribución en planta de barretes en el fondo de la estación.



10.19.2.2.5. Verificación de capacidad de soporte de las pantallas

Las pantallas preexcavadas, actuarán como una cimentación profunda durante los trabajos de construcción de la estación subterránea. La capacidad de carga de los muros preexcavados está conformada por dos componentes, capacidad de carga por fricción y capacidad de carga por punta. La formulación para el cálculo de la capacidad de carga se detalla en el documento de criterios de diseño geotécnico, ET25, Apéndice 25, del Resumen Ejecutivo del Estado de Avance de Estudios y Diseños de Factibilidad del Aval Técnico y Fiscal.

Para el análisis de capacidad de soporte de las pantallas se tienen las siguientes consideraciones:

- Análisis a corto plazo. Durante la construcción, las cargas actuantes corresponden a la sobrecarga máxima en los muros preexcavados debido al procedimiento constructivo, como el peso de las pantallas, rellenos, cargas muertas de las estructuras como la tapa en concreto, mezzanines y losa de fondo.
- Análisis a largo plazo. Una vez colocada la losa de fondo, se verifica la capacidad de soporte como cimentación compensada. Si la cimentación es parcialmente compensada se verifica la resistencia del suelo por debajo de la losa de fondo. Para las cargas a largo plazo se consideran el peso de las pantallas, rellenos, cargas muertas de las estructuras como la tapa en concreto, los mezzanines, la losa de fondo, las cargas correspondientes a acabados, las cargas vivas y las cargas del tren.
- La carga que actuará sobre cada muro pantalla por efecto de las cargas vivas y muertas multiplicadas por un factor de carga de 1,10 de acuerdo con las recomendaciones presentadas en los criterios de diseño geotécnico.
- Para los suelos cohesivos, se considera un factor de resistencia de las fuerzas resistentes por rozamiento o adherencia de 0,65. Para la resistencia por punta se considera un factor de resistencia de 0,65 para suelos cohesivos.
- En el caso de carga por punta, de acuerdo con las recomendaciones de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones de la ciudad de México, para pantallas con un espesor mayor a 0,50 m y vaciadas en suelos arcillosos, se consideró un factor de reducción dado por $F_{re} = (B+1)/(2B+1)$, siendo B el espesor de la pantalla.
- La resistencia del terreno por debajo de la losa de fondo se estima según la formulación de Hansen y Vesic de acuerdo con lo indicado en los criterios de diseño para estaciones subterráneas.

El análisis se realizó para las siguientes dimensiones de estaciones.

Tabla 4. Dimensiones de estaciones analizadas

Tipo de estación	Largo útil (m)	Ancho útil (m)	Empotramiento (m)
Estación 1 a 30 m de profundidad	160,0	25,8	18,0
Estaciones a 30 m de profundidad	160,0	22,0	18,0
Estaciones a 22 m de profundidad	160,0	22,0	16,0
Accesos a 8 m de profundidad	Unitario	8,0	6,0

De acuerdo con las anteriores consideraciones se verificó la capacidad de soporte de las pantallas, la cual se resume en las siguientes tablas para la condición a corto plazo.

Tabla 5. Análisis de soporte a Corto Plazo

Fuerzas (KN)	Profundidad a 30 m. Estación 1	Profundidad a 30 m. Estaciones 2,4,5,6,7,8,10	Profundidad a 22 m. Estaciones 3 y 9.	Accesos por m
Peso estructura interna entre pantallas	664 608	615 020	546 260	970
Peso de las pantallas	531 176	525 743	407 719	624
Subpresión	-495 360	-458 400	-496 600	1000
Resistencia por adherencia	665 939	665 114	440 663	492
Resistencia por punta	124 961	123 683	43 758	196
Fuerzas resistentes	790 900	788 797	484 415	688
Fuerzas actuantes	700 424	682 363	457 379	594
Factor de carga > 1,1	1,1	1,2	1,1	1,2

Para el análisis a largo plazo se verificó la estructura como cimentación compensada. También se estableció la resistencia del terreno por debajo de la losa de fondo según la formulación de Hansen y Vesic de acuerdo con lo indicado en los criterios de diseño para estaciones subterráneas. Lo anterior para verificar la resistencia del suelo en caso de tener una cimentación parcialmente compensada. En la Tabla 6, se resumen los análisis realizados.

Tabla 6. Análisis como cimentación compensada. (Largo Plazo)

Cargas (KPa)	Profundidad a 30 m. Estación 1	Profundidad a 30 m. Estaciones 2,4,5,6,7,8,10	Profundidad a 22 m. Estaciones 3 y 9.	Accesos por m
Peso estructura interna entre pantallas	230,7	230,7	209,2	166,1
Peso pantallas	128,7	137,6	106,7	62,4
Presión total	359,4	368,3	315,9	228,5
Presión de compensación (g=13,5 KN/m3)	405,0	405,0	297,0	108,0
Diferencia de presiones	Compensada	Compensada	18,9	120,5
Presión portante admisible (KPa)	338,0	343,0	223,0	194,8

De acuerdo con los análisis realizados las pantallas con las dimensiones consideradas son estables. En el anexo adjunto al informe se presentan los cálculos de los análisis.

10.19.2.2.5 Desplazamientos del terreno y afectación a estructuras vecinas

La estación subterránea típica se analizó con métodos numéricos para establecer deformaciones, desplazamientos y asentamientos del terreno y verificar la posible afectación a estructuras vecinas.

Para el análisis por medio de la técnica numérica de elementos finitos (FEM), se utilizó el programa Plaxis, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Se hizo un análisis basado en un prediseño de la estructura.
- Se utilizó un modelo de deformación plana. (2D).
- Los análisis se realizaron para esfuerzos totales, en condición no drenada. Caso corto plazo, etapa de construcción.
- Aplicación de una sobrecarga de 50 KPa, por efectos de construcciones, considerando una presión de 10 KPa por piso.
- Aplicación de una sobrecarga vehicular, considerando una presión de 15 KPa.
- Construcción de una pantalla en concreto reforzado de 120 cm de espesor, modelada como un material homogéneo, isotrópico y linealmente elástico.
- En cuanto al subsuelo, se representa por un modelo tipo Hardening soil, con los parámetros del suelo, resistencia no drenada de la arcilla, módulo de elasticidad, peso unitario, relación de poisson.
- Para las excavaciones verticales de las pantallas se consideró en el modelo apuntalamientos temporales entre la losa de techo, los mezanines y la losa de fondo, con el fin de reducir asentamientos.
- El análisis se realizó por etapas de excavación y apuntalamiento

En la Figura 9, se presentan escalados los desplazamientos totales del terreno. El máximo desplazamiento se presenta en el fondo de la excavación con un valor de rebote de 15 cm.

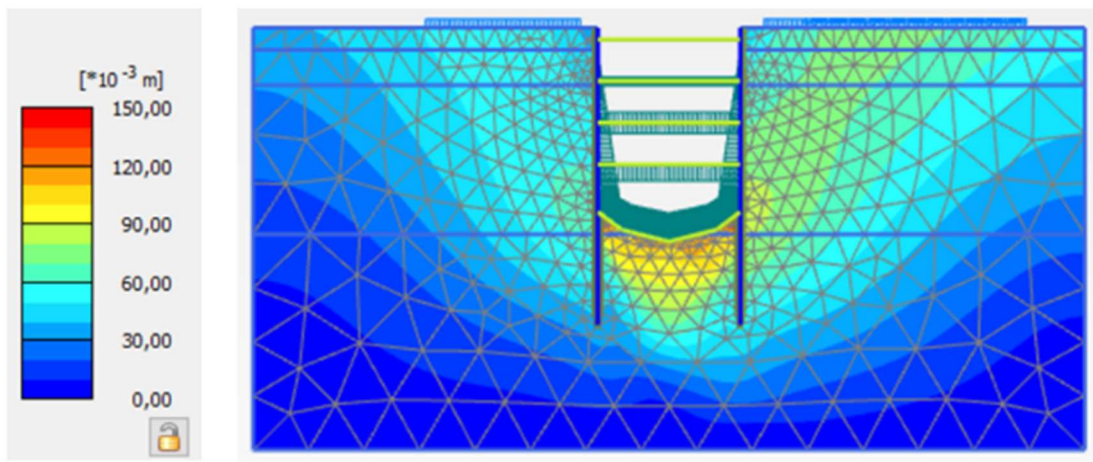


Figura 9. Deformaciones del muro pantalla y desplazamientos del terreno

De acuerdo con los resultados de desplazamientos obtenidos del modelo numérico, se realizó la verificación de los asentamientos que se producen en la superficie del terreno y su efecto en las edificaciones vecinas en términos de distorsión angular (pendiente de deformación de elementos contiguos).

En el modelo analizado, las deformaciones verticales máximas en superficie se presentan en el costado norte de la excavación, siendo de 6,5 cm. En la Figura 10 se presentan las distorsiones angulares ocasionadas por la construcción de la pantalla. Las mayores distorsiones angulares se presentan a 5 m de distancia de la pantalla derecha donde se ubican las edificaciones, con valores máximos de 0,0035. A 15 m de la pantalla las distorsiones angulares son menores a 0,001.

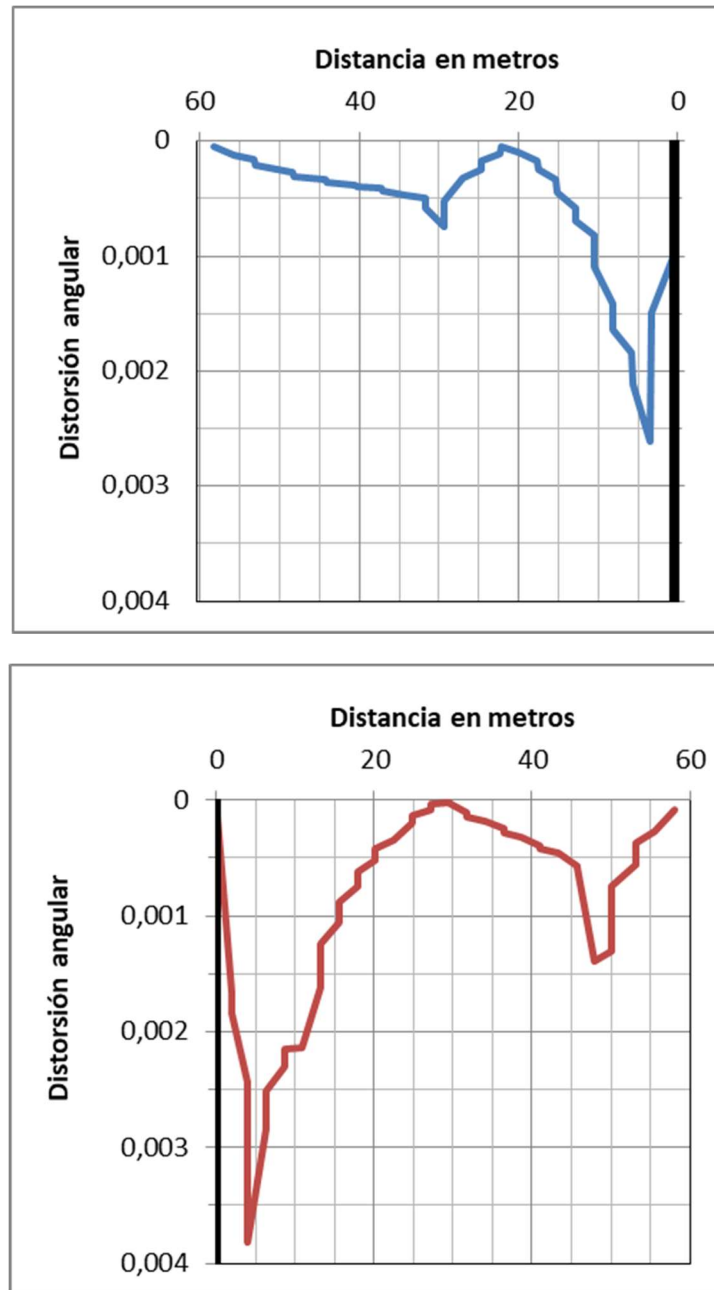


Figura 10. Deformaciones angulares del terreno (Arriba: pantalla sur, vía. Abajo: pantalla norte, edificios)

Con respecto a la NSR-10, los límites de asentamientos diferenciales se presentan en la tabla H.4.9-1 (Véase Tabla 7). Para una distancia entre apoyos de las edificaciones de 2,5 m el límite de asentamientos diferenciales para edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse más crítico sería de 0,0025. De acuerdo con la Figura 10, estos asentamientos diferenciales se podrían presentar a una distancia de 6,5 m de la pantalla norte.

Tabla 7. Valores máximos de asentamientos diferenciales, en función de la distancia entre apoyos o columnas l. NSR-10 Tabla H.4.9-1

Tipo de construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{l}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{160}$

Como referencia adicional, según las normas NTC del Distrito Federal de México (Véase Tabla 8), se tiene como límite de distorsión angular valores de 0,001, para construcciones con muros de bloques con acabados muy sensibles y de 0,004 para estructuras con marcos de concreto.

Tabla 8. Límites de deformación angular según NTC del DFMX

Tipo de estructuras	Variable que se limita	Límite
Marcos de acero	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.006
Marcos de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre apoyos y el claro	0.004
Muros de carga de tabique de barro o bloque de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.002
Muros con acabados muy sensibles, como yeso, piedra ornamental, etc.	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.001
		Se tolerarán valores mayores en la medida en que la deformación ocurra antes de colocar los acabados o éstos se encuentren desligados de los muros.
Paneles móviles o muros con acabados poco sensibles, como mampostería con juntas secas	Relación entre el asentamiento diferencial entre extremos y el claro	0.004
Tuberías de concreto con juntas	Cambios de pendiente en las juntas	0.015

De acuerdo con la NTC del DFMX, se estima que las edificaciones con muros con acabados muy sensibles con deformaciones angulares de 0,001 se pueden ver afectadas hasta una distancia de 15 m de las pantallas. Para estructuras aporticadas con deformaciones angulares de 0,004 la distancia de afectación es menor a 5 m. No obstante, esta franja en términos generales se encuentra dentro de la zona de adquisición de predios prevista para las estaciones subterráneas.

Con respecto a la interacción suelo estructura analizada con la modelación numérica, se revisaron los desplazamientos horizontales que se producen en la pantalla, teniendo como referencia los valores dados en la Tabla H.6.4-1 de la NSR-10, la cual muestra los límites de los movimientos horizontales de la estructura que conducen al estado activo del terreno, en función de la altura libre de la pantalla H. (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Movimientos horizontales en el muro de contención conducentes a los estados activo y pasivo NRS-10. Tabla H.6.4-1

Tipo de suelo	Estado activo	Estado pasivo
Granular denso	0,001H	0,020H
Granular suelto	0,004H	0,060H
Cohesivo firme	0,010H	0,020H
Cohesivo blando	0,020H	0,040H

Para la pantalla de la estación subterránea analizada, se estableció que la máxima deformación se presenta entre el último mezanine y la losa de fondo con un valor de 0,08 m, para una luz libre de 7,7 m, tal como se observa en la Figura 11. De acuerdo con la Tabla H.6.4-1, para esa luz libre y un suelo cohesivo blando el estado activo se desarrolla con una deformación de 15 cm. Lo anterior indica que la rigidez de la pantalla es adecuada para las cargas del terreno que debe resistir.

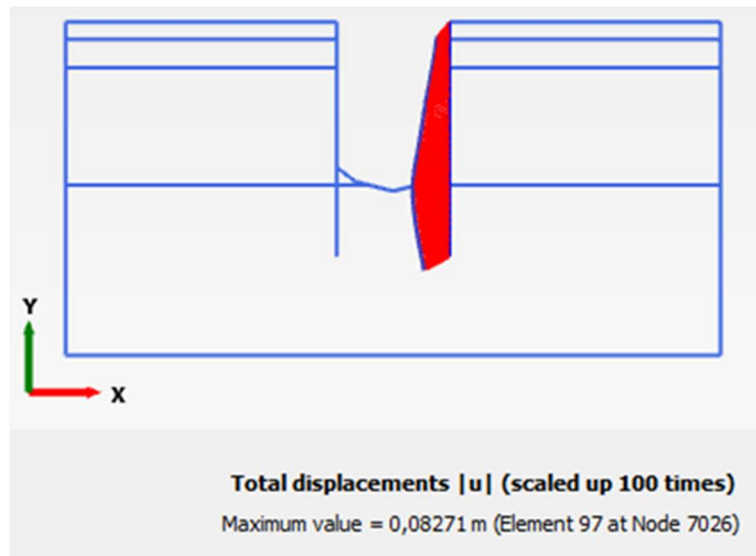


Figura 11. Desplazamiento máximo de la pantalla preexcavada.

Por otra parte, para reducir deformaciones se han considerado niveles de apuntalamiento temporal durante la construcción de las estaciones subterráneas entre la losa de techo y mezzanines, entre mezzanines y entre el último mezzanine y la losa de fondo. (Véase Figura 8)

También, para que la máquina EPB tenga un ingreso seguro a la entrada y salida de las estaciones subterráneas, se ha establecido a los lados de las culatas de los muros pantalla la construcción de recintos y esclusas de mortero (Ver Figura 12), así como la construcción de sombrillas de enfilajes.

En sitios puntuales en donde se tengan construcciones existentes que requieran un control de desplazamientos particular, se ha previsto la construcción de barreras longitudinales de micropilotes para reducción de deformaciones en el terreno (Véase Figura 13).

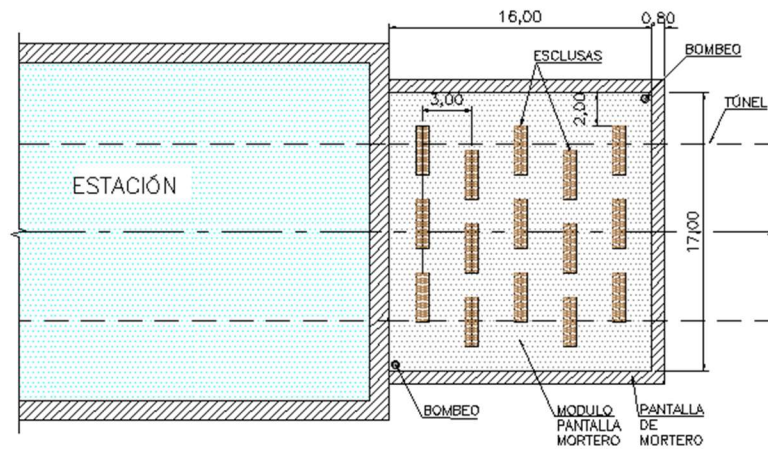


Figura 12. Planta recintos impermeables y esclusas a las entradas y salidas de las estaciones.

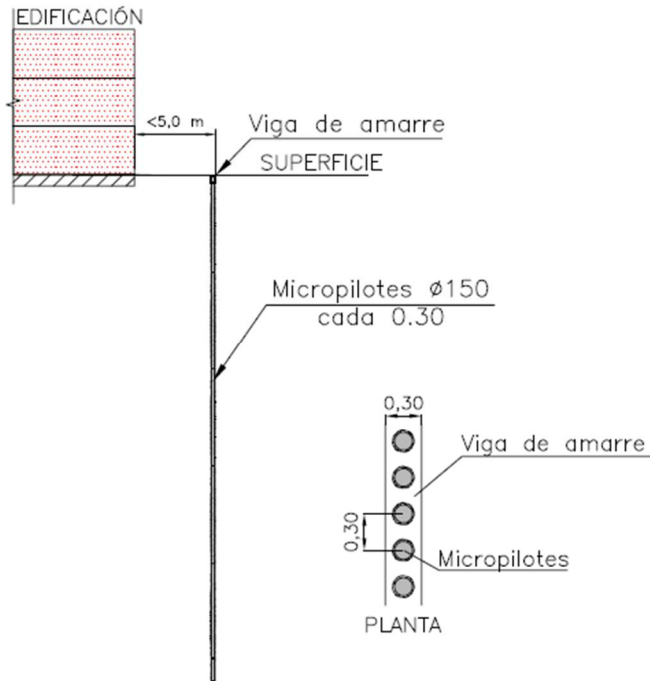


Figura 13. Barreras longitudinales de micropilotes

10.19.2.2.6 Método constructivo

El grado de riesgo por la construcción de las estaciones subterráneas podrá ser bajo, en la medida en que el proceso constructivo sea adecuado permitiendo controlar las deformaciones a valores admisibles. Para este fin se ha previsto para la construcción de las estaciones subterráneas el sistema Cut & Cover, método invertido usual en la construcción de estaciones subterráneas en líneas de metro. En la Tabla 10 se presenta la secuencia de actividades típicas de obra para la construcción de las pantallas preexcavadas.

Tabla 10. Secuencia de actividades típicas para la construcción de las pantallas preexcavadas

No.	ACTIVIDADES DE OBRA
1.	Localización y replanteo
2.	Excavación en superficie hasta nivel superior de la losa de techo
3.	Construcción de pantalla pre excavada
3.1.	Excavación en módulos alternados de 5,0 m con almeja, llenando el hueco con lodo bentonítico
3.2.	Instalación de jaula de acero ($f_y=420\text{ Mpa}$)

3.3.	Instalación de formaletas laterales de acero para juntas
3.4.	Vaciado de concreto con tubo tremie ($f'c= 28$ Mpa)
3.5.	Cuando el concreto alcance el fraguado inicial se retiran las juntas de acero dejando sellos de PVC
3.6.	Demolición del concreto contaminado de la pantalla
4.	Construcción de la tapa superior en concreto reforzado
5.	Excavación de suelo hasta el primer nivel de apuntalamiento
6.	Instalación de puntales del primer nivel
7.	Excavación de suelo hasta el nivel del primer mezzanine
8.	Construcción del primer mezzanine en concreto reforzado
9.	Excavación de suelo hasta el segundo nivel de apuntalamiento
10.	Instalación de puntales de segundo nivel
11.	Excavación de suelo hasta el nivel del segundo mezzanine
12.	Construcción del segundo mezzanine en concreto reforzado
13.	Excavación de suelo hasta el tercer nivel de apuntalamiento
14.	Instalación de puntales de tercer nivel
15.	Excavación de suelo hasta el nivel del tercer mezzanine
16.	Construcción del tercer mezzanine en concreto reforzado
17.	Excavación de suelo hasta el cuarto nivel de apuntalamiento
18.	Instalación de puntales de cuarto nivel
19.	Excavación de suelo hasta el nivel de la losa de fondo
20.	Construcción de la losa de fondo en concreto reforzado

En la Figura 14 se aprecia la secuencia constructiva que se realizará con el método Cut & Cover, método invertido, usual para este tipo de construcciones en líneas de metro.



Figura 14. Excavación de pantalla preexcavadas. Cut & Cover. Método invertido.

10.19.2.2.7 Instrumentación

Durante la construcción se debe realizar un seguimiento riguroso con instrumentación geotécnica que permita detectar anticipadamente movimientos y esfuerzos por fuera de lo previsto en las obras y sus alrededores.

Para el control de las deformaciones tanto de las pantallas como de las estructuras existentes y las afectaciones a niveles freáticos se deben instalar instrumentos geotécnicos como inclinómetros, mojoneros registradores de movimientos, pines de cobre y piezómetros de hilo vibrátil, piezómetros de tubo abierto alrededor de las estaciones subterráneas, así como celdas de carga en puntales.

Para tener una información más detallada de las deformaciones de las pantallas, se deben dejar embebidos en los módulos de las pantallas tubos inclinómetros. Estos tubos inclinómetros pueden alcanzar una profundidad al menos cinco metros por debajo del fondo de la pantalla.

Para controlar las posibles oscilaciones del nivel freático se dispondrán piezómetros de cuerda vibrante o piezómetros abiertos.

Previamente a la realización de las obras, se debe levantar un inventario fotográfico de las edificaciones vecinas que pueden afectarse por la construcción de la estación, con especial atención a fisuras y grietas existentes. Otros aspectos a tener en cuenta de las construcciones vecinas son tipo de cimentación, sótanos, tipo de estructura, antigüedad, etc. También se debe verificar la proximidad a servicios públicos de gas, agua, alcantarillado entre otros.

Para el control de movimientos de edificaciones existentes se deben establecer puntos adecuados de referencia materializados con clavos de tungsteno o pines de cobre o bronce.

Con la finalidad de conocer los desplazamientos en superficie del terreno generados por las excavaciones se suelen colocar mojoneros de control de movimientos o pines de cobre en los alrededores de la obra.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Para controlar racionalmente la colocación de los elementos que apuntalan temporalmente los muros preexcavados es posible instalar en éstos, celdas hidráulicas de carga para definir con precisión la magnitud de la carga aplicada y poder comparar estos valores con los establecidos en el diseño. En la Figura 15, se puede observar un esquema de estación de instrumentación típico para estaciones.

Teniendo en cuenta las consideraciones y recomendaciones anteriores, se considera que la construcción de las estaciones subterráneas de la L2MB con el sistema constructivo Cut & Cover método invertido es viable y seguro.

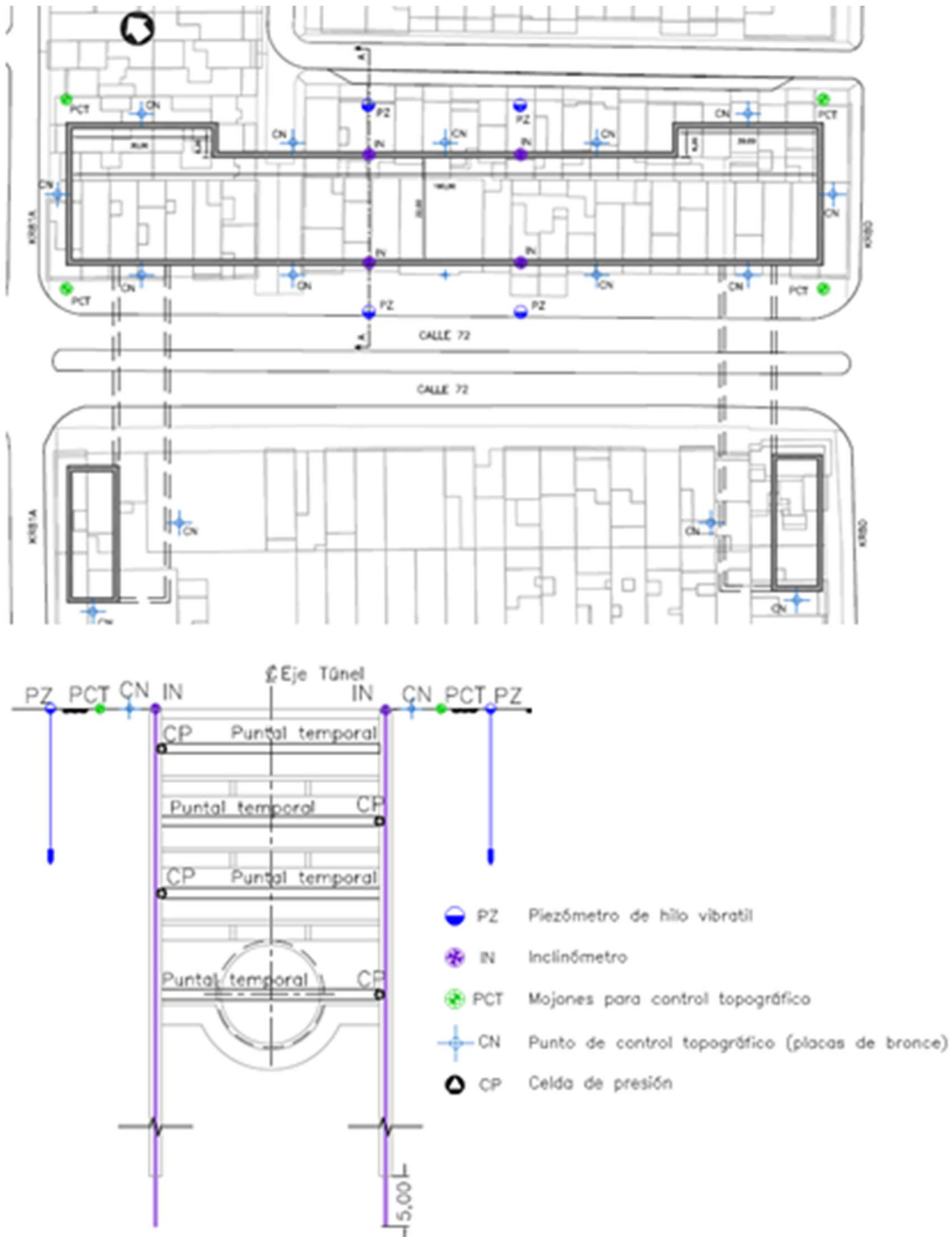


Figura 15. Instrumentación geotécnica en estaciones

10.19.2.3. Cálculo de cantidades de obra

En este numeral se presentan las consideraciones hechas para el cálculo de las excavaciones y el soporte para la construcción de las estaciones subterráneas de la L2MB.

Para el cálculo de cantidades de obra se ha considerado la geometría de la pantalla tipo que se presenta en el numeral 10.19.2.1, la cual tiene una longitud útil de 160 m, ancho útil de 22 m y dos sobrecanchos en los extremos de la estación de 5 m de ancho útil y 30 m de largo útil. Las pantallas se diseñaron de 1,20 m de espesor para la cual se estableció según prediseño estructural una cuantía de acero de 250 kg/m³.

La profundidad de las pantallas se estableció para estaciones con nivel a riel a 30 m de profundidad (Estaciones 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 10) y para estaciones con nivel a riel a 22 m de profundidad, (Estaciones 3 y 9). La profundidad total de la primera es de 49,9 m, con un empotramiento de 18,0 m. La profundidad de la segunda es de 39,3 m, con un empotramiento de 16,0 m.



La excavación para las pantallas tiene un componente inicial de excavación en superficie hasta el nivel superior de la losa de techo con un talud perimetral inclinado 45°. El volumen de excavación entre pantallas corresponde al producto del área útil en planta de la estación por la profundidad hasta la losa de fondo, incluyendo el volumen para excavar la solera curva.

También se determinó la cantidad de juntas impermeables de la pantalla localizadas perimetralmente cada 5 m en toda la profundidad del muro. Las juntas consisten en dos sellos de PVC tipo 0-32.



Por otra parte se consideraron para la construcción de las pantallas algunos tratamientos especiales. Para contrarrestar los efectos de flotación y subpresión en las estaciones se previó la construcción en el fondo de la excavación de 93 barretes reforzados de 1,2 m x 2,0 m, de 25 m de profundidad en la estación con nivel a riel de 30 m y de 21 m de profundidad en la estación con nivel a riel de 22 m.

También para mejorar las condiciones de resistencia del terreno a la entrada y a la salida de la estación se previó la construcción de un recinto impermeable y varias esclusas en su interior de concreto. El recinto interior consiste en una pantalla de concreto pobre con unas dimensiones internas de 16 m de largo por 17 m ancho de 0,8 m de espesor. Las esclusas consisten en 13 barretes de 3,0m x 0,8m de concreto pobre localizados en el interior del recinto impermeable. La profundidad de estos elementos es de 38 m para las estaciones más profundas y de 30 m para las estaciones restantes.

Por otra parte, también se previeron sombrillas de enfilajes a la entrada y a la salida de las estaciones, consistentes en tubos inyectados hacia adelante de 15 m de longitud separados radialmente cada 0,30 m colocados en zonas horarias 10 a 2.

También como medida preventiva, para reducir deformaciones en sitios localizados y prevenir daños superficiales en obras existentes, se previó el uso de barreras de micropilotes. Se consideraron barreras con micropilotes de 150 mm de diámetro de 9,0 m de profundidad separados cada 0,30 m, en una longitud total de 420 m.

Para la instrumentación de las estaciones se previeron varios instrumentos como inclinómetros, piezómetros, mojones de control, pines de bronce, celdas de carga e interrogadores portátiles.

También dentro de las cantidades de obra para las excavación y soporte de estaciones, se consideraron muros de acceso para estaciones consistentes en pantallas reforzadas de 1,0 m de espesor de 8 m de profundidad al fondo de excavación y empotramiento de 6 m. También se contabilizó la excavación entre pantallas separadas entre sí 10,0 m y las respectivas juntas. La longitud de accesos estimada para todas las estaciones es de 1151 m.

Finalmente, para los accesos satélites peatonales a las estaciones se consideraron muros de acceso para estaciones consistentes en pantallas reforzadas de 1,0 m de espesor de 8 m de profundidad al fondo de excavación y empotramiento de 6 m. También se contabilizó la excavación entre pantallas separadas entre sí 4,5 m y las respectivas juntas. La longitud de accesos estimada para todas las estaciones es de 1160 m.

También se calculó el acarreo de material excavado suponiendo un botadero cercano al patio taller.

En el Documento 2, Capítulo 6, correspondiente al Capex de la L2MB, se presenta el presupuesto de la obra, en donde se pueden observar los ítems relacionados con las excavaciones y soporte de las estaciones subterráneas y accesos.

10.19.2.4. Conclusiones y recomendaciones

La L2MB, tiene una longitud total de 15,4 kilómetros, recorridos en su mayoría por un túnel de 10 m de diámetro útil. A lo largo del recorrido se localizan 11 estaciones de las cuales 10 son subterráneas y una es elevada.

Las estaciones subterráneas se encuentran a profundidades a riel entre 31,7 y 21,5 m. Las estaciones más profundas están conformadas por una tapa superior, losa de fondo y por tres mezzanines intermedios, mientras que las menos profundas (estaciones 3 y 9) tienen solamente dos mezzanines intermedios. En general las estaciones tendrán una longitud útil de 160 m y un ancho útil de 25,8 (estación 1) y 22 m para las estaciones restantes.

La mayor parte del recorrido de la L2MB se construirá principalmente en arcillas limosas con trazas orgánicas con laminaciones de limos y turbas de origen fluvio lacustre y aluvial con espesores mayores a 200 m. Entre la carrera 7 y la avenida Caracas se tienen depósitos de suelo aluvial compuestos por arenas arcillosas de sueltas a compactas y gravas. El resto del trazo de la línea del metro transcurre en depósito lacustre conformado por arcillas limosas o limos arcillosos blandos y compresibles.

La excavación de las estaciones subterráneas se realizará con el método Cut & Cover, método invertido, usual para este tipo de construcciones en líneas de metro. Este método consiste en la construcción de muros pantalla pre excavados desde la superficie hasta la profundidad de empotramiento establecida en el diseño. Una vez terminadas las pantallas se construye la losa superior, que se apoya en las paredes de la pantalla. Cuando la losa está terminada y ésta adquiere la resistencia suficiente, puede habilitarse la superficie mientras se continúan los trabajos en el interior, extrayendo el material de suelo hasta el siguiente nivel de losa y apuntalando adecuadamente las pantallas. Se procede de esta manera hasta llegar al nivel del fondo para ejecutar la contrabóveda en concreto.

Se ha realizado una verificación analítica y numérica de una estación tipo para revisar aspectos como volcamiento, falla de fondo, flotación y subpresión, así como desplazamientos y asentamientos del terreno para verificar la afectación a estructuras vecinas y la interacción suelo estructura.

De estos análisis se estableció para las estaciones subterráneas una profundidad de empotramiento segura y un espesor de los muros pantalla de 1,2 m los cuales muestran con los análisis una la rigidez adecuada para asimilar las solicitaciones a las cuales serán sometidos. También se estableció para control de subpresión y flotación una batería de barretes en el fondo de la excavación de 1,2 m por 2,0 m en patrón de 5 m por 5,5 m de 21 m a 25 m de profundidad.

De acuerdo con los análisis numéricos de desplazamientos realizados, se estableció según la NSR-10 que las mayores

De acuerdo con los análisis numéricos de desplazamientos realizados, se estableció según la NSR-10 que las mayores afectaciones a las construcciones vecinas pueden suceder en viviendas antiguas en mampostería con acabados susceptibles a dañarse, las cuales se pueden presentar en una franja alrededor de las estaciones de aproximadamente

6,5 m. Para estructuras aporticadas esta distancia sería menor a 5,0 m. No obstante, esta franja en términos generales se encuentra dentro de la zona de adquisición de predios prevista para las estaciones subterráneas.

Para reducir deformaciones, se han considerado niveles de apuntalamiento temporal durante la construcción de las estaciones subterráneas entre la losa de techo y mezzanines, entre mezzanines y entre el último mezzanine y la losa de fondo.

Para que la máquina EPB tenga un ingreso seguro a la entrada y salida de las estaciones subterráneas se ha establecido a los lados de las culatas de los muros pantalla la construcción de recintos y esclusas de mortero, así como la construcción de sombrillas de enfilajes.

En sitios puntuales en donde se tengan construcciones existentes que requieran un control de desplazamientos particular, se ha previsto la construcción de barreras longitudinales de micropilotes para reducción de deformaciones en el terreno.

Durante la construcción se debe realizar un seguimiento riguroso con instrumentación geotécnica que permita detectar anticipadamente movimientos y esfuerzos por fuera de lo previsto en las obras y sus alrededores. Los instrumentos incluyen entre otros inclinómetros, piezómetros, mojones y pines para control de movimientos, celdas de carga en puntales, etc.

Teniendo en cuenta las consideraciones y recomendaciones anteriores se considera que la construcción de las estaciones subterráneas con el sistema constructivo Cut & Cover método invertido es viable y seguro.

Para la etapa de diseños para la estructuración técnica de la L2MB, los diseños de las estaciones subterráneas se realizarán de forma individual considerando sus particularidades correspondientes como estratigrafía, accesos, geometría, puentes, entorno urbano, etc. Por otra parte se revisará en detalle el efecto de la construcción de las estaciones en el comportamiento del nivel freático en el entorno de las obras.



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VD



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003 _VD

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	08-03-2022	10.19 -10.19.3.2	Comentarios recibidos EGIS
C	05-05-2022	-	-
D	13-06-2022	10.19.3.1. Diseño de las estaciones	Atención comentarios Ministerio de Transporte. Se incluyó nota de pie de página indicando que los desarrollos comerciales que se mencionan en este y los demás documentos de factibilidad del Proyecto L2MB no fueron tenidos en cuenta en el presupuesto del proyecto - CAPEX.



REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 13-06-2022
Gerente de estructuración

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003 _VD

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Realizó: 0803202217:40:1  1FKR8-j6Mns I.Madrid 13-06-2022	Realizó: 203202209:48:3  D. Figueredo 135-06-2022	Revisó: D. Leyton 13-06-2022	Revisó: F. Consuegra 13-06-2022
VoBo. Arq. Diseñador	VoBo. Arq. Diseñador	VoBo. Jefe Depto. Arquitectura	VoBo. Director División Edificaciones y Puentes

Revisó: F. Faria 13-06-2022	Revisó: C.L. Umaña 13-06-2022	Aprobó: J.M. Martínez 13-06-2022
VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO	9
10. INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN	9
10.19.3. Estructuras y edificios - Arquitectura	9
10.19.3.1. Diseño de las estaciones	9
10.19.3.1.1. Memoria descriptiva de las estaciones SYSTRA / INGETEC	16
10.19.3.2. Propuesta de materiales Estaciones y Bocas de Acceso	19
10.19.3.2.1. Boca de acceso metro tipo A	21
10.19.3.2.2. Boca de acceso metro tipo B	24
10.19.3.2.3. Acceso por separador intermodal	26
10.19.3.2.3. Estaciones Subterráneas	27
10.19.3.2.4. Descripción de los acabados	29
10.19.3.2.4.1. Pisos y guardaescobas	29
10.19.3.2.4.1.1 Afinado común de pisos	29
Materiales:	29
Equipo	29
10.19.3.2.4.2. Afinado impermeabilizado	29
Materiales:	29
Equipo	29
10.19.3.2.4.3. Piso y guardaescobas de gres porcelánico gris claro	29
Materiales:	31
Equipo	31
10.19.3.2.4.4. Piso y guardaescobas patio de servicio	31
Materiales:	32
Equipo	32
10.19.3.2.4.5. Piso técnico	32
Materiales:	33
Equipo	33
10.19.3.2.4.6. Piso de cerámica	33
Materiales:	34
Equipo	35
10.19.3.2.4.7. Piso epóxico	35
Mezcla con hélice:	35
Mezcla con balde:	35
Materiales:	36
Equipo	36
10.19.3.2.4.8. Bandas podotáctiles	36
Materiales:	37
Equipo	37

10.19.3.2.4.2. Enchapes	37
10.19.3.2.4.2.1. Enchape de cerámica	37
10.19.3.2.4.3. Muros y cerramientos	38
10.19.3.2.4.3.1. Cerramiento de vidrio	38
Materiales:	39
Equipos:	39
10.19.3.2.4.3.2. Muro de concreto reforzado con fibras de vidrio	39
Materiales:	40
Equipos:	40
10.19.3.2.4.3.3. Revestimientos verticales simples y acústicos	40
Materiales:	41
Equipos:	41
10.19.3.2.4.3.4. Paneles de vidrio serigrafiado	42
Materiales:	42
Equipos:	42
10.19.3.2.4.3.5. Paneles opacos de vidrio templado	43
Materiales:	43
Equipos:	43
10.19.3.2.4.4 Carpintería metálica	44
10.19.3.2.4.4.1. Puerta doble de vidrio	44
Materiales:	44
Equipos:	44
10.19.3.2.4.4.2. Puerta metálica sencilla cuartos técnicos	44
10.19.3.2.4.4.3. Puerta metálica doble cuartos técnicos	45
10.19.3.2.4.4.4. Puerta de seguridad caja taquillas	45
10.19.3.2.4.4.5. Ventana de seguridad caja taquillas	46
10.19.3.2.4.4.6. Pasamanos de acero inoxidable cilíndrico y barandillas acristaladas hechas de paneles de vidrio templado laminado.	46
10.19.3.2.4.5. Cubierta metálica y cielos rasos	47
10.19.3.2.4.5.1. Cubierta metálica liviana y canal metálica	47
Materiales:	47
Equipos:	47
10.19.3.2.4.5.2 Láminas de aluminio composite con acabado madera y aluminio	47
10.19.3.2.4.5.3. Falso techo de escayola	48
Materiales:	49
Equipos:	49
10.19.3.2.4.6. Pinturas	49
Materiales:	50
Equipos:	50
10.19.3.2.4.7. Aparatos sanitarios y de cocinetas	51

Materiales:	51
Equipos:	51
10.19.3.2.4.8. Mobiliario interior	52
10.19.3.2.4.8.1. Escaleras metálicas	52
10.19.3.2.4.8.2. Ascensor de fachada acristalada	52
10.19.3.2.4.8.3. Torniquetes de acero inoxidable	53
10.19.3.2.4.8.4. Sillas de acero inoxidable	53
10.19.3.2.4.8.5. Canecas de basura de acero inoxidable	54
10.19.3.2.4.8.6. Bancas metálicas	54
10.19.3.2.4.8.7. Divisiones de baño de acero inoxidable	55
Materiales:	55
Equipos:	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Nivel superficial Estación 5
- Figura 2. Nivel Mezzanine 1 estación #5
- Figura 3. Nivel Mezzanine 2 Estación #5
- Figura 4. Nivel Mezzanine 3 Estación #5
- Figura 5. Nivel Andén Estación #5
- Figura 6. Corte longitudinal tipología de estación 5 subterránea.
- Figura 7. Corte transversal tipología de estación subterránea
- Figura 8. Tipos de revestimientos
- Figura 9. Revestimiento para la cubierta: Composite en aluminio y Paneles alveolares de aluminio
- Figura 10. Tonalidades de gres porcelánico
- Figura 11. Tonos de grises
- Figura 12. Planta boca de acceso Tipo A
- Figura 13. Volumetría Bocas de Acceso tipo A
- Figura 14. Planta boca de acceso Tipo B
- Figura 15. Volumetría Bocas de Acceso tipo A
- Figura 16. Galería de pasarela para estaciones con integración de la PLMB
- Figura 17. Piso de porcelanato Soho Gris Multitono de 28,3 cm x 56, 6 cm de Corona o equivalente

Figura 18. Piso de porcelanato Malaya ARD gris caras diferenciadas de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.

Figura 19. Piso de porcelanato Nebraska Blanco Claro caras diferenciadas de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.

Figura 20. Piso estructurado exterior Hacienda Gris caras diferenciadas de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

Figura 21. Piso técnico americano de 60 cm x 60 cm

Figura 22. Piso de Cerámica Vancouver gris de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

Figura 23. Piso de Cerámica Vancouver hielo de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

Figura 24. Mezcla con hélice

Figura 25. Mezcla con balde

Figura 26. Bandas podotáctiles

Figura 27. Pared Monte Cristal Gris Caras Diferenciadas 30 cm x 45 cm de Corona o equivalente.

Figura 28. Pared Paine Beige Caras Diferenciadas de 30 cm x 60 cm de Corona o equivalente

Figura 29. Cerramiento de vidrio templado

Figura 30. Concreto reforzado con fibra de vidrio

Figura 31. Revestimiento vertical acústico

Figura 32. Panel de vidrio serigrafiado

Figura 33. Panel opaco de vidrio templado

Figura 34. Puerta metálica sencilla

Figura 35. Puerta metálica doble

Figura 36. Ventana de seguridad taquillas

Figura 37. Aluminio Composite

Figura 38. Características cielo raso de Escayola

Figura 39. Escaleras eléctricas

Figura 40. Ascensor con fachada de cristal

Figura 41. Torniquete de acero inoxidable

Figura 42. Silla de acero inoxidable

Figura 43. Canecas de acero inoxidable

Figura 44. Banca de acero inoxidable

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de áreas nivel superficial estación # 5 (Tipo)

Tabla 2. Cuadro de áreas nivel superficial bocas de acceso - estación # 5 (Tipo)

Tabla 3. Cuadro de áreas nivel mezzanine 1 - estación # 5 (Tipo)

Tabla 4. Cuadro de áreas nivel mezzanine 2 - estación # 5 (Tipo)

Tabla 5. Cuadro de áreas nivel mezzanine 3 - estación # 5 (Tipo)

Tabla 6. Cuadro de áreas nivel andén - estación # 5 (Tipo)

Tabla 7. Lista de Acabados Boca de Acceso Tipo A

Tabla 8. Lista de Acabados Boca de Acceso Tipo B

Tabla 9. Lista de Acabados Estaciones Subterráneas

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

10. INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

10.19.3. Estructuras y edificios - Arquitectura

10.19.3.1. Diseño de las estaciones

A continuación se presentan las plantas arquitectónicas, adelantadas durante el proceso de asesoría hasta la fecha, para la cual se toma como base la estación subterránea tipo # 5.

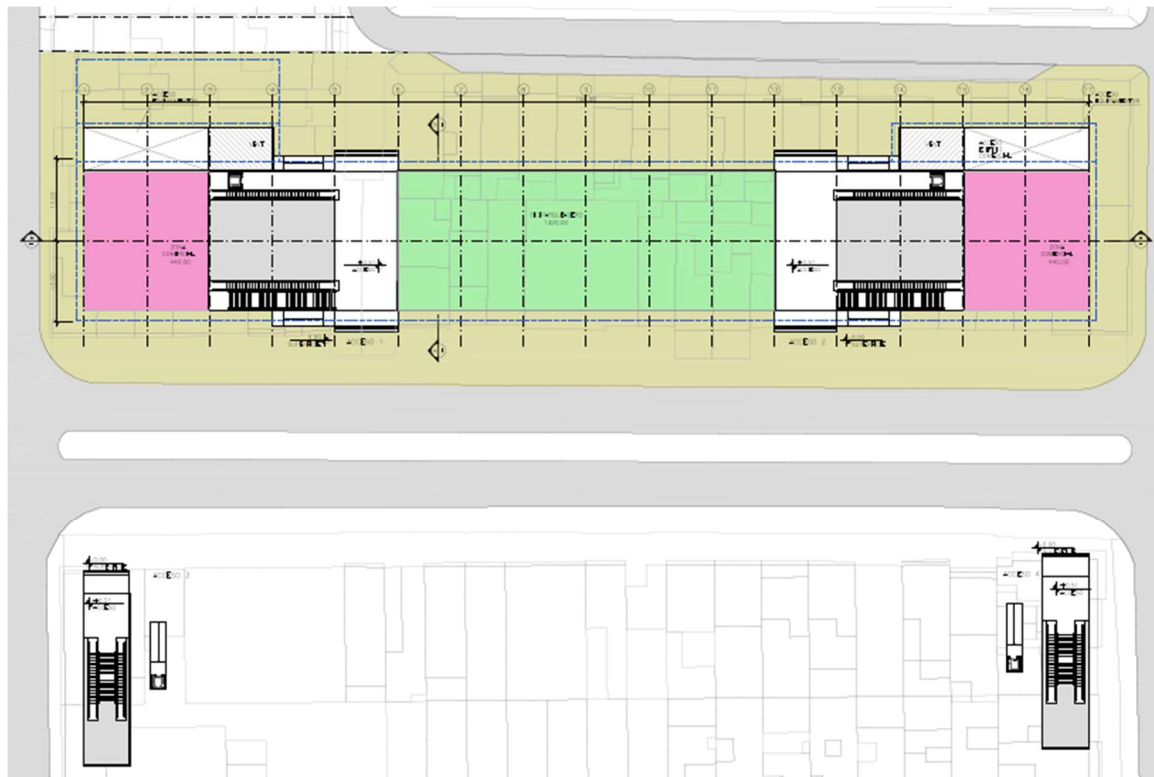


Figura 1. Nivel superficial Estación 5
Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de esta estación se contará con cuatro accesos, dos de ellos desde la parte central de la estación a ambos costados, y los otros dos son accesos satelitales que se encuentran fuera de la estación, por medio de bocas de acceso a nivel de superficie que contienen escaleras mecánicas, fijas y ascensores.

A nivel superficial de la estación subterránea, en su parte central (Verde) se ubicarán los cicloparqueaderos, cantidad que depende de la demanda establecida para cada estación. En este mismo nivel a ambos costados de la estación se dispondrá de espacios para locales comerciales¹ (De color rosado en Figura 1).

Tabla 1. Cuadro de áreas nivel superficial estación # 5 (Tipo)

Nivel Superficial		
Espacio	Tipo de área	m ²
Zona comercial 1 ¹	Comercial	440
Zona comercial 2 ¹	Comercial	440
Acceso edificio comercial 1	Comercial	71
Acceso edificio comercial 2	Comercial	71
Bicicparqueaderos	Mobiliario urbano	1320
Salida de emergencia edificio comercial 1	Comercial	72
Salida de emergencia edificio comercial 2	Comercial	72
Acceso 1	Circulación	289
Acceso 2	Circulación	289
Puntos fijos 1 (Escaleras y ascensor)	Circulación	500
Puntos fijos 2 (Escaleras y ascensor)	Circulación	500
Ventilación 1	Técnico	73
Ventilación 2	Técnico	73
Vacío 1	Funcional	77,5
Vacío 2	Funcional	77,5
Total nivel superficial		4365

Fuente: Elaboración propia

¹ Los desarrollos comerciales que se mencionan en este y los demás documentos de factibilidad del Proyecto L2MB no fueron tenidos en cuenta en el presupuesto del proyecto - CAPEX.

Tabla 2. Cuadro de áreas nivel superficial bocas de acceso - estación # 5 (Tipo)

Nivel Superficial Boca de acceso		
Espacio	Tipo de área	m ²
Boca de acceso 1 zona de acceso y escaleras	Circulación	208
Boca de acceso 1 zona de acceso y ascensor	Circulación	26
Boca de acceso 2 zona de acceso y escaleras	Circulación	208
Boca de acceso 2 zona de acceso y ascensor	Circulación	26
Total bocas de acceso		468

Fuente: Elaboración propia

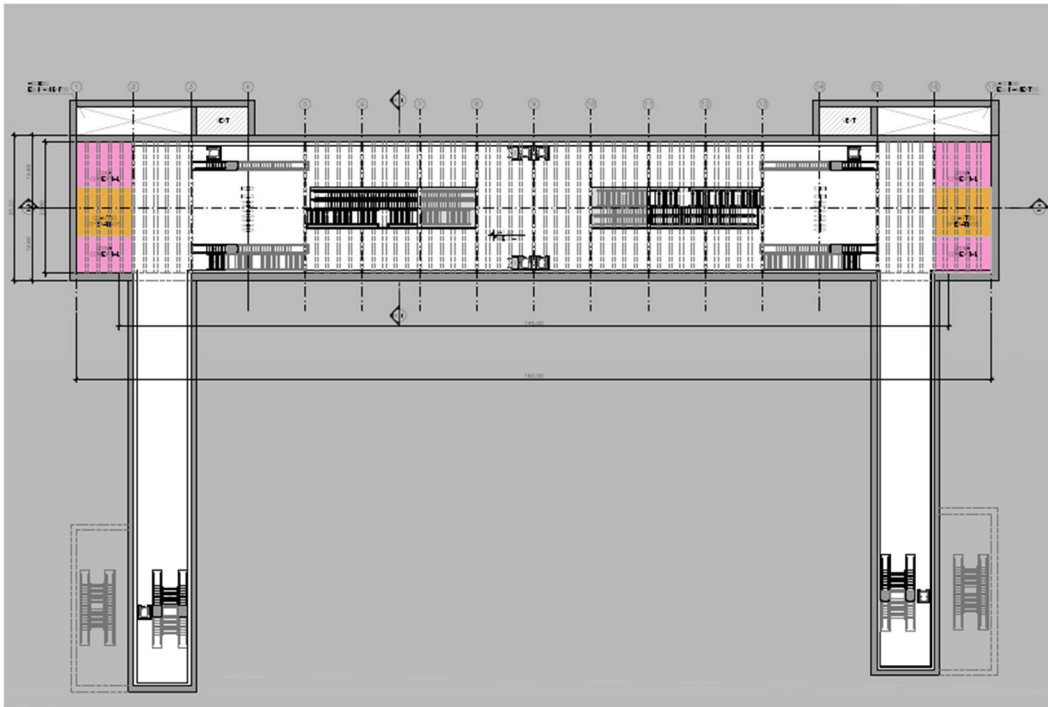


Figura 2. Nivel Mezzanine 1 estación #5

Fuente: Elaboración Propia

El descenso al primer nivel de mezzanine se realizará por los puntos fijos de los dos accesos a ambos costados de la estación y por las dos bocas de acceso satelitales, donde se llega a un túnel que comunica con la estación hasta encontrarse con a las líneas de control (talanqueras) en donde inician las zonas pagas. Las zonas no pagas consisten en este nivel con locales comerciales (Rosado) y cuartos operativos a ambos costados de la estación (Amarillo).

Tabla 3. Cuadro de áreas nivel mezzanine 1 - estación # 5 (Tipo)

Mezzanine 1		
Espacio	Tipo de área	m2
Acceso equipamentos 1	Funcional	45
Acceso equipamentos 2	Funcional	45
Ventilación 1	Técnica	45
Ventilación 2	Técnica	45
Acceso edificio comercial 1	Comercial	70
Acceso edificio comercial 2	Comercial	70
Zona comercial 1	Comercial	60
Zona comercial 2	Comercial	60
Zona comercial 3	Comercial	60
Zona comercial 4	Comercial	60
Cuartos operativos 1	Técnica	100
Cuartos operativos 2	Técnica	100

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003 _VD

Zona de circulación central con escaleras, puntos fijos y talanqueras	Circulación	3080
Zona de circulación túnel 1 con escaleras, puntos fijos y talanqueras	Circulación	725
Zona de circulación túnel 2 con escaleras, puntos fijos y talanqueras	Circulación	725
Muros	Funcional	1043
Total nivel mezzanine 1		6333

Fuente: Elaboración propia

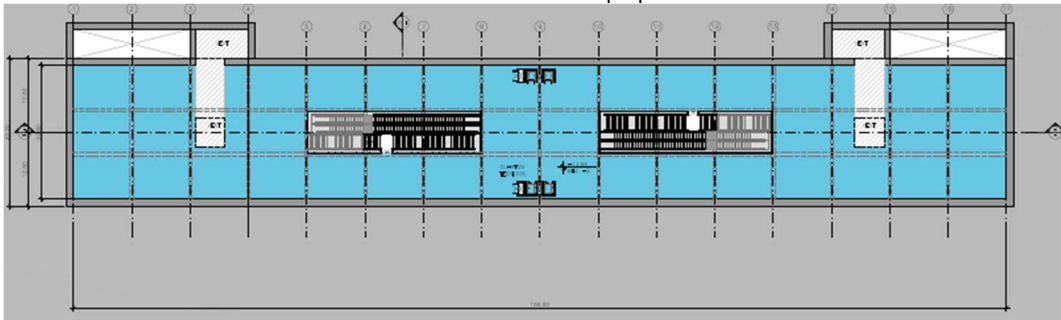


Figura 3. Nivel Mezzanine 2 Estación #5

Fuente: Elaboración Propia

A este nivel se ingresa por los puntos fijos (Escaleras y ascensores) ubicados en este nivel en la parte central, el resto del nivel estará destinado para cuartos técnicos (Azul) y zona de ventilación y ductería a ambos costados.

Tabla 4. Cuadro de áreas nivel mezzanine 2 - estación # 5 (Tipo)

Mezzanine 2		
Espacio	Tipo de área	m²
Cuartos técnicos 1	Técnica	990,95
Cuartos técnicos 2	Técnica	812,5
Cuartos técnicos 3	Técnica	812,5

Ventilación 1	Técnica	122,5
Ventilación 2	Técnica	122,5
Vacío 1	Funcional	100
Vacío 2	Funcional	100
Punto fijo de escaleras 1	Circulación	328,96
Punto fijo de escaleras 2	Circulación	328,96
Punto fijo de ascensores 1	Circulación	55
Punto fijo de ascensores 2	Circulación	55
Porcentaje de muros	General	817,13
Total nivel mezzanine 2		4646

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Nivel Mezzanine 3 Estación #5

Fuente: Elaboración Propia

A este nivel se ingresa por los puntos fijos (Escaleras y ascensores) ubicados en la parte central, a los costados se encuentran los cuartos técnicos (Azul) con ductos de ventilación a ambos costados del mezzanine.

Tabla 5. Cuadro de áreas nivel mezzanine 3 - estación # 5 (Tipo)

Mezzanine 3		
Espacio	Tipo de área	m ²

Ventilación 1	Técnica	175
Ventilación 2	Técnica	175
Cuartos técnicos 1	Técnica	435
Cuartos técnicos 2	Técnica	435
Circulación central con escaleras y ascensores	Circulación	2200
Muros		840,75
Total nivel mezzanine 3		4260,75

Fuente: Elaboración propia

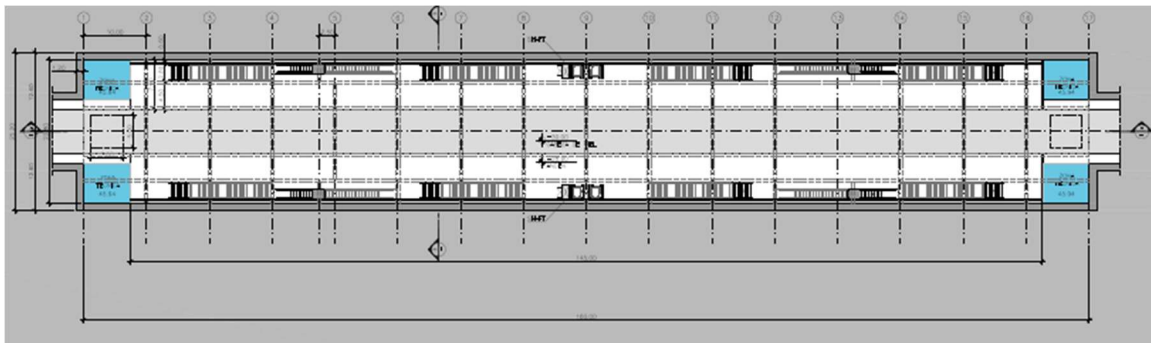


Figura 5. Nivel Andén Estación #5

Fuente: Elaboración Propia

A este nivel de andén se ingresa por los puntos fijos (Escaleras y ascensores) ubicados en el recorrido de los andenes laterales, a los costados se encuentran los cuartos técnicos (Azul) con un ducto de ventilación. En la parte central se encuentra el espacio de parqueo de los trenes con descenso a los andenes laterales.

Agregar explicación piso, cuartos técnicos, ubicación de escaleras laterales para favorecer flujos y locales técnicos

Tabla 6. Cuadro de áreas nivel andén - estación # 5 (Tipo)

Nivel de andén		
Espacio	Tipo de área	m ²
Cuarto técnico 1	Técnica	43
Cuarto técnico 2	Técnica	43
Cuarto técnico 3	Técnica	43
Cuarto técnico 4	Técnica	43
Andén lateral 1 (Con escaleras y ascensores)	Circulación	1090
Andén lateral 2 (Con escaleras y ascensores)	Circulación	1090
Zona trenes	Funcional	1148
Muros	General	764
Total nivel de andén		4264

Fuente: Elaboración Propia

10.19.3.1.1. Memoria descriptiva de las estaciones SYSTRA / INGETEC

Las estaciones de la L2MB han sido implantadas sobre el eje central del alineamiento férreo, son estaciones rectangulares que cuentan con una longitud promedio de 160 m y anchos variables entre los 26 y 28,20 m, estas se desarrollarán en cuatro niveles subterráneos, conformados por el nivel de andén y 3 niveles de mezzanine.

A partir de criterios técnicos económicos presentados en el diseño férreo y del túnel del proyecto se establece que la solución técnica del túnel más apropiada teniendo en cuenta el contexto económico y funcional del proyecto, es la

configuración de un metro mono tubo y no bitubo como inicialmente se planteó en la prefactibilidad. En lo que se refiere a las estaciones, se proyecta la construcción con un sistema constructivo cut and cover, lo que ocasiona la modificación de la ubicación de las estaciones sobre áreas que no generen afectaciones al tráfico de la ciudad, procurando el tener menor impacto urbanístico y de movilidad.

La tipología de la estación responde a un diseño de un metro con andenes laterales, mezzanines en diferentes pisos y un nivel superficial con la localización de biciparqueaderos, zonas comerciales y los accesos.

Las circulaciones verticales se realizan mediante escaleras fijas, escaleras mecánicas y ascensores, estos últimos ayudarán a garantizar la accesibilidad universal (Personas de movilidad reducida) dentro de las estaciones. Las circulaciones verticales estarán ubicadas en los costados longitudinales, demarcando así el flujo interno de forma intuitiva con facilidad para los usuarios mediante recorridos limpios y funcionales.

Se proyecta una estación subterránea típica de aplicación para la mayoría de las estaciones de la L2MB, considerando la igualdad en criterios para el diseño y distribución de los espacios, donde la principal diferencia entre estaciones consiste en la forma y tipo de emplazamiento de las bocas de acceso.

Las bocas de acceso para cada estación dependen de la morfología urbana existente y de los sitios donde se garantice al usuario la accesibilidad y funcionalidad en los recorridos de acceso a las estaciones, generando el mejoramiento integral del espacio público que garantice el acceso y la integración modal con otros medios de transporte.

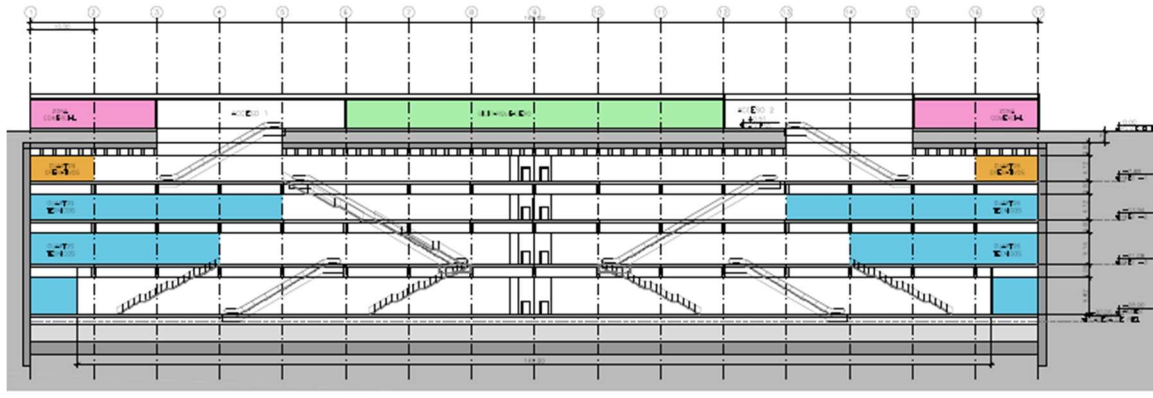
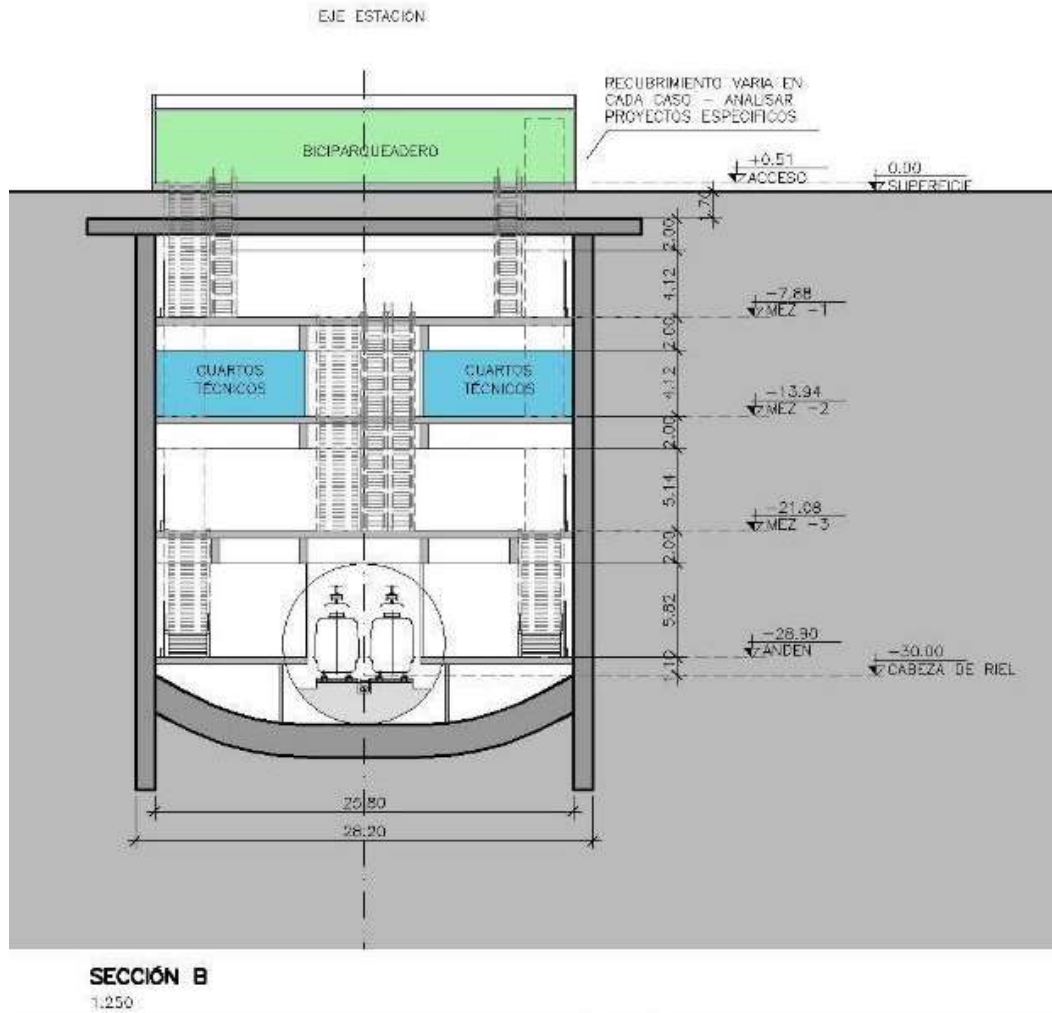


Figura 6. Corte longitudinal tipología de estación 5 subterránea.
Fuente: Elaboración Propia

Esta tipología plantea un posible desarrollo inmobiliario, en el nivel superficial con la ubicación de una zona para los biciparqueaderos y locales comerciales además de los accesos a ambos costados. En caso de que no se utilicen los espacios para locales comerciales se podrán utilizar para más cicloparqueaderos.



. Figura 8. Corte transversal tipología de estación subterránea
Fuente: Elaboración Propia

En estas secciones se permite observar los cuatro niveles subterráneos, en los cuales se dispone de áreas para los locales operacionales y técnicos de color azul con zonas de biciparqueaderos de color verde en el nivel superficial.



10.19.3.2. Propuesta de materiales Estaciones y Bocas de Acceso

Se buscará que los diseños arquitectónicos de las bocas de acceso cuenten con ventilación natural y la limitación a la exposición de los rayos solares, buscando lograr un control térmico de las edificaciones superficiales de la L2MB. Para evitar problemas producidos por la polución proveniente de la contaminación de los vehículos se buscará utilizar en las fachadas de las bocas de acceso materiales lisos que no sean rugosos ni porosos.

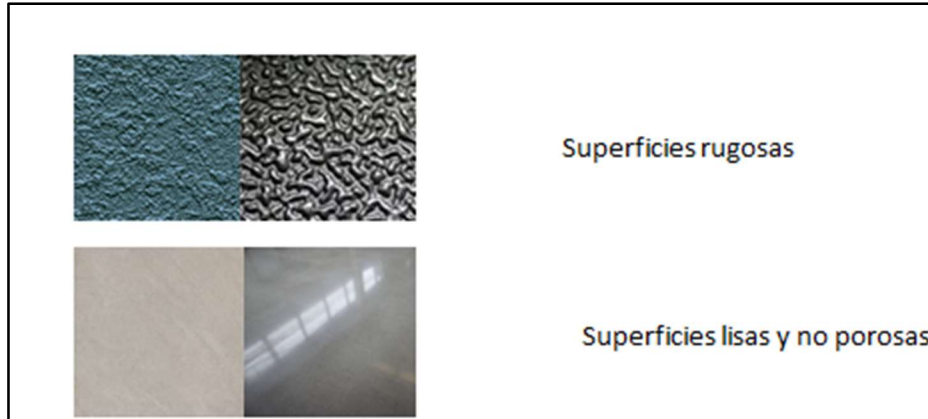


Figura 8. Tipos de revestimientos

Fuente: Systra-Ingetec. Arquitectura de Estaciones - Guía de diseño. ETPLMB-ET07-L00-IFU-E-002-R0. (2018)

La elección de los materiales en las áreas públicas de las estaciones también se basa en el parámetro de resistencia y control del fuego. Se buscará que las bocas de acceso contengan aberturas que permitan la disipación del humo y calor en caso de incendios.

Los cerramientos verticales de las bocas de acceso serán transparentes y en caso de que la estructura sea metálica ésta deberá ser de acero pintada y en caso de que sean columnas de concreto deberán tener un revestimiento cerámico. Es importante que los cerramientos en su parte baja permitan el paso del aire esto con el fin de complementar la ventilación natural; por tal motivo se deberá dejar un espacio libre mínimo entre el zócalo y la parte baja del vidrio. En resumen los cerramientos deberán contar en la parte inferior con huecos para ventilación natural y en la parte superior espacios suficientes para evacuación de humo por medio de ventilación natural.

En el caso de las cubiertas de las bocas de acceso se especificarán cubiertas metálicas livianas de composite en aluminio o paneles alveolares de aluminio, que cuenten con un índice de reflexión adecuado para el clima y con un revestimiento interior con aislante acústico que permita mantener un nivel de confort para los pasajeros.

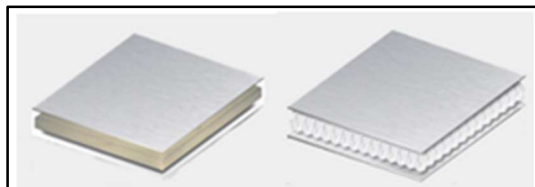


Figura 9. Revestimiento para la cubierta: Composite en aluminio y Paneles alveolares de aluminio
Fuente: Systra-Ingetec.Arquitectura de Estaciones - Guía de diseño. ETPLMB-ET07-L00-IFU-E-002-R0. (2018)

Para los diseños de las bocas de acceso se buscará la uniformidad de todos los espacios interiores, buscando la simplicidad, sobriedad, una coherencia y armonía con la arquitectura y acabados de todas las estaciones.

El revestimiento de los suelos deberá ser simple con un número reducido de tipologías que permitan una lectura clara de los espacios y la diferenciación de los mismos.



Figura 10. Tonalidades de gres porcelánico
Fuente: Systra-Ingetec. Arquitectura de Estaciones - Guía de diseño. ETPLMB-ET07-L00-IFU-E-002-R0. (2018)

Los falsos techos también deberán tener un número reducido de tipologías, marcando la continuidad y simplicidad, buscando una lectura clara y comprensible del espacio. Se recomienda la utilización de colores claros.

En todas las bocas de acceso se tiene pensado para los cuartos técnicos la instalación de pisos de gres cerámico, de tonos más oscuros de los espacios públicos, en cuanto a las paredes se recomienda tonos blancos de un gris muy blanco, cielos rasos de techo escayola y las puertas deberán ser de acero inoxidable pintado.

En cuanto a los ascensores contarán con fachadas acristaladas sin barreras visuales opacas. Todas las barandillas acristaladas están hechas de paneles de vidrio templado laminado.

En cuanto a los colores de los acabados deberán ser claros y luminosos, buscando la sensación de seguridad, comodidad y limpieza, se utilizarán tonos monocromáticos de blancos neutros y claros. La selección de materiales y colores debe realizarse de forma armoniosa entre los diferentes tipos de suelos, paredes y techos.

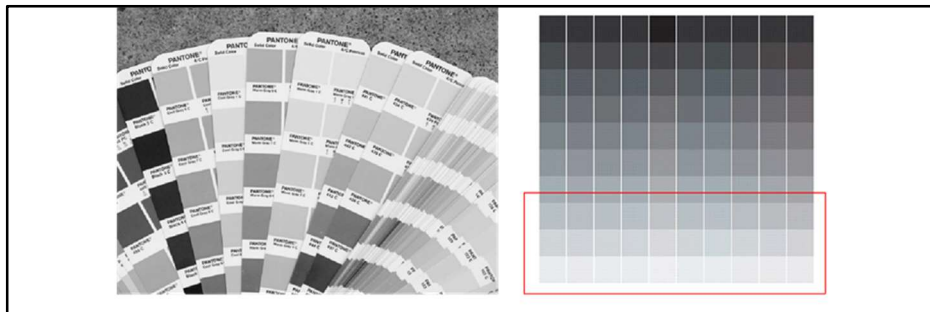


Figura 11. Tonos de grises
Fuente: Systra-Ingetec. Arquitectura de Estaciones - Guía de diseño. ETP LMB-ET07-L00-IFU-E-002-R0. (2018)

En lo que se refiere a el mobiliario de las estaciones deberán ser idénticos en todas las bocas de acceso, esto con el fin de optimizar costos de instalación y mantenimiento. Los asientos deberán tener huella reducida que no obstaculicen el tráfico, se recomienda que sean de acero inoxidable por resistencia

10.19.3.2.1. Boca de acceso metro tipo A

Las bocas de Acceso tipo A contarán con dos escaleras mecánicas, una escalera fija y un módulo de ascensor. Como esta edificación es del tipo superficial sus fachadas deberán ser acogedoras y seguras con materiales de larga durabilidad y facilidad de mantenimiento.

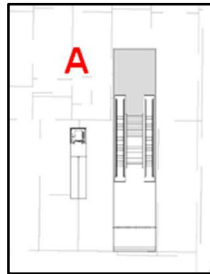


Figura 12. Planta boca de acceso Tipo A

Fuente: Consorcio Movius FDN. Presentación Taller Estaciones Componente Técnico. (2022)

Este tipo de boca de acceso se plantea en los casos en los que no es posible localizar directamente sobre el volumen de la estación de un edificio de acceso. Los acabados seleccionados estarán basados en los utilizados en la primera línea del metro (Elevada), buscando la armonía arquitectónica entre las dos líneas del Metro de Bogotá.

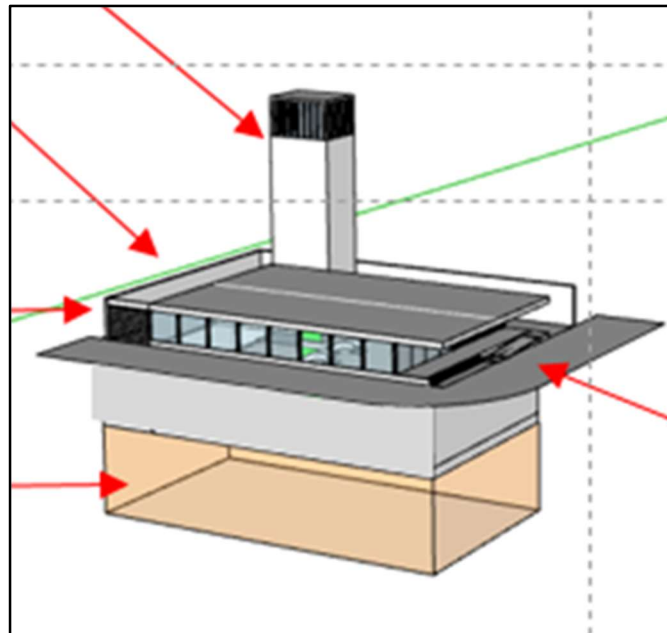


Figura 13. Volumetría Bocas de Acceso tipo A
Fuente: Movius. Taller Estaciones. L2MB. (2022)

La volumetría de la boca de acceso tipo A es de una edificación superficial de forma cuadrada, con cerramientos de vidrio en toda su fachada y una cubierta metálica liviana, en uno de sus costados se ubicará un ascensor con fachada acristalada para el acceso a la línea del metro de las personas de movilidad reducida.

Tabla 7. Lista de Acabados Boca de Acceso Tipo A

1.1	Pisos y guardaescobas	Unidad
1.1.1	Afinado común de pisos.	m ²
1.1.2	Piso de gres porcelánico gris claro.	m ²
1.1.3	Bandas podotáctiles.	m
1.1.4	Guardaescobas de gres porcelánico.	m
1.2	Muros y cerramientos	
1.2.1	Cerramiento de vidrio.	m ²
1.3	Carpintería metálica	
1.3.1	Puerta doble de vidrio.	m ²
1.3.2	Cubierta metálica.	m ²
1.3.3	Pasamanos de acero inoxidable y cilíndrico.	m
1.3.4	Barandillas acristaladas hechas de paneles de vidrio templado laminado.	m
1.4	Cubierta metálica y cielos rasos	
1.4.1	Cubierta metálica liviana.	m ²
1.4.2	Canal metálica.	m
1.4.3	Láminas de aluminio composite con acabado madera.	m ²
1.5	Pinturas	
1.5.1	Pintura de columnas.	m
1.6	Mobiliario interior	
1.6.1	Escaleras metálicas.	u
1.6.2	Ascensor de fachada acristalada.	u
1.6.3	Torniquetes de acero inoxidable.	u
1.6.4	Sillas de acero inoxidable.	u
1.6.5	Canecas de basura de acero inoxidable.	u

Fuente: Elaboración propia

10.19.3.2.2. Boca de acceso metro tipo B

Esta tipología de boca de acceso tipo B se utilizará en los sitios de conexiones de Transmilenio y Regiotram Norte, y cuentan con un módulo de escalera de concreto y un ascensor que deberá conducir directamente al nivel del vestíbulo o mezzanine de la estación, o en aquellos casos en los que se requiere localizar en acceso de tamaño menor sobre el espacio de andén existente.

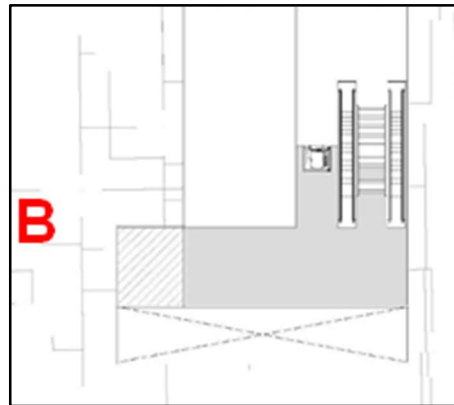


Figura 14. Planta boca de acceso Tipo B

Fuente: Consorcio Movius FDN. Presentación Taller Estaciones Componente Técnico. (2022)

Los acabados seleccionados estarán basados en los utilizados en la primera línea del metro (Elevada), buscando la armonía arquitectónica entre las dos líneas del Metro de Bogotá.

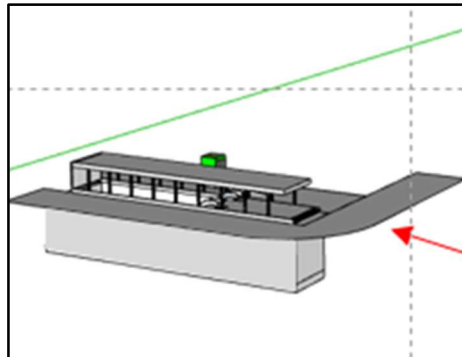


Figura 15. Volumetría Bocas de Acceso tipo A

Fuente: Movius. Taller Estaciones. L2MB. (2022)

La volumetría de la boca de acceso tipo B es de una edificación superficial de forma rectangular, con cerramientos de vidrio en toda su fachada y una cubierta metálica liviana, en uno de sus costados se ubicará un ascensor de fachada acristalada para el acceso de las personas de movilidad reducida.

Tabla 8. Lista de Acabados Boca de Acceso Tipo B

2.1	Pisos y guardaescobas	Unidad
2.1.1	Afinado común de pisos.	m ²
2.1.2	Piso de gres porcelánico gris claro.	m ²
2.1.3	Piso patio de servicio.	m ²
2.1.4	Piso técnico cuarto técnico.	m ²
2.1.5	Piso de cerámica cuarto de basura.	m ²
2.1.6	Bandas podotáctiles.	m
2.1.7	Guardaescobas de gres porcelánico.	m
2.1.8	Guardaescobas patio de servicio.	m
2.2	Enchapes	
2.2.1	Enchape de cerámica cuarto de basura.	m ²
2.3	Muros y cerramientos	
2.3.1	Cerramiento de vidrio.	m ²
2.4	Carpintería metálica	
2.4.1	Puerta doble de vidrio.	m ²
2.4.2	Puerta metálica sencilla cuartos técnicos.	m ²
2.4.3	Puerta metálica doble cuartos técnicos.	m ²
2.4.4	Pasamanos de acero inoxidable y cilíndrico.	m
2.4.5	Barandillas acristaladas hechas de paneles de vidrio templado laminado.	m
2.5	Cubierta metálica y cielos rasos	
2.5.1	Cubierta metálica liviana.	m ²
2.5.2	Canal metálica.	m
2.5.3	Láminas de aluminio composite con acabado madera.	m ²
2.6	Pinturas	
2.6.1	Pintura de columnas.	m
2.6.2	Pintura de protección contra el fuego.	m ²
2.7	Mobiliario interior	
2.7.1	Escaleras metálicas.	u
2.7.2	Ascensor de fachada acristalada.	u
2.7.3	Torniquetes de acero inoxidable.	u
2.7.4	Sillas de acero inoxidable.	u
2.7.5	Canecas de basura de acero inoxidable.	u

Fuente: Elaboración propia

10.19.3.2.3. Acceso por separador intermodal

Esta boca de acceso permitirá la intermodalidad de la L2MB con las troncales de Transmilenio y Regiotram del norte. También contará con escaleras fijas, escaleras mecánicas y un ascensor por módulo de acceso.

De este tipo de boca de acceso aún no existe un diseño establecido por que se tomará como referencia una estación intermodal del metro de la PLMB con Transmilenio, teniendo en cuenta los parámetros operacionales de este sistema.

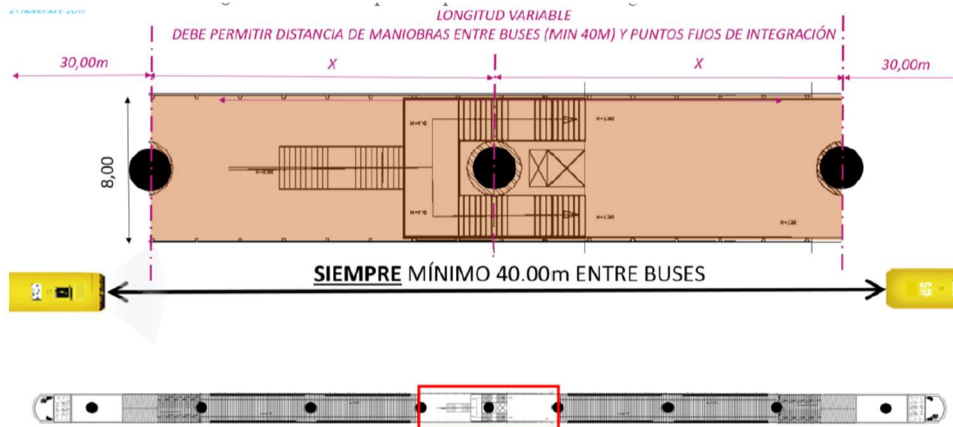


Figura 16. Galería de pasarela para estaciones con integración de la PLMB
Fuente: Transmilenio. Anexo 11. Parámetros Técnicos operacionales interacción con PLMB. (2017)

Este acceso del metro a estaciones de Transmilenio, se realizará por medio de un separador intermodal donde se encuentra una escalera y un ascensor que comunicará con la estación respectiva del metro, como se observa en la figura anterior.

10.19.3.2.3. Estaciones Subterráneas

Tabla 9. Lista de Acabados Estaciones Subterráneas

3.1	Pisos y guardaescobas	Unidad
3.1.1	Afinado común de pisos.	m ²
3.1.2	Afinado impermeabilizado de pisos.	m ²
3.1.3	Piso de gres porcelánico gris claro.	m ²
3.1.4	Piso patio de servicio.	m ²
3.1.5	Piso técnico.	m ²
3.1.6	Piso de cerámica.	m ²
3.1.7	Piso epóxico subestación.	m ²
3.1.8	Bandas podotáctiles.	m
3.1.9	Guardaescobas de gres porcelánico.	m
3.1.10	Guardaescobas patio de servicio.	m
3.2	Enchapes	
3.2.1	Enchape de cerámica cuarto de basura.	m ²
3.3	Muros y cerramientos	Unidad
3.3.1	Cerramiento de vidrio.	m ²
3.3.2	Muro de concreto reforzado con fibras de vidrio.	m ²
3.3.3	Revestimientos verticales simples y acústicos.	m ²
3.3.4	Paneles de vidrio serigrafiado.	m ²
3.3.5	Paneles opacos de vidrio templado.	m ²
3.4	Carpintería metálica	
3.4.1	Puerta doble de vidrio.	m ²
3.4.2	Puerta metálica sencilla cuartos técnicos.	m ²
3.4.3	Puerta metálica doble cuartos técnicos.	m ²
3.4.4	Puerta de seguridad caja taquillas.	u
3.4.5	Ventana de seguridad caja taquillas.	u
3.4.6	Pasamanos de acero inoxidable y cilíndrico.	m
3.4.7	Barandillas acristaladas hechas de paneles de vidrio templado laminado.	m
3.5	Cubierta metálica y cielos rasos	
3.5.1	Cubierta metálica liviana.	m ²
3.5.2	Canal metálica.	m
3.5.3	Láminas de aluminio composite con acabado	m ²

	madera.	
3.5.4	Falso techo de escayola.	m ²
3.5.5	Láminas de aluminio composite con acabado aluminio.	m ²
3.6	Pinturas	
3.6.1	Estuco plástico.	m ²
3.6.2	Pintura Koraza.	m ²
3.6.3	Pintura de vinilo.	m ²
3.6.4	Pintura de columnas.	m
3.6.5	Pintura de protección contra el fuego.	m ²
3.6.6	Pintura acrílica de enfermería.	m ²
3.7	Aparatos Sanitarios y de cocineta	
3.7.1	Lavamanos de sobreponer.	u
3.7.2	Lavamanos de colgar.	u
3.7.3	Sanitario de fluxómetro.	u
3.7.4	Grifería lavamanos de sensor.	u
3.7.5	Grifería de poceta.	u
3.7.6	Dispensador de toallas de acero inoxidable.	u
3.7.7	Dispensador de papel higiénico de acero inoxidable.	u
3.7.8	Dispensador de jabón de acero inoxidable.	u
3.7.9	Secador de manos de acero inoxidable.	u
3.7.10	Percha de acero inoxidable.	u
3.7.11	Canecas de acero inoxidable.	u
3.7.12	Tapa de registro de acero inoxidable.	u
3.7.13	Cambiador de pañales.	u
3.8	Mobiliario interior	
3.8.1	Escaleras metálicas.	u
3.8.2	Ascensor de fachada acristalada.	u
3.8.3	Torniquetes de acero inoxidable.	u
3.8.4	Sillas de acero inoxidable.	u
3.8.5	Canecas de basura de acero inoxidable.	u
3.8.6	Divisiones de baño de acero inoxidable.	u
3.8.7	Bancas metálicas.	u

Fuente: Elaboración propia

10.19.3.2.4. Descripción de los acabados

10.19.3.2.4.1. Pisos y guardaescobas

10.19.3.2.4.1.1 Afinado común de pisos

Se recomienda para los pisos en las zonas secas un afinado de pisos en proporción 1:4 (Cemento+arena lavada pozo amasada con agua), la superficie donde se vaya aplicar el afinado debe estar limpia libre de grasas y polvo.

Materiales:

- Cemento gris.
- Arena lavada de pozo.
- Agua.

Equipo

- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.2. Afinado impermeabilizado

El afinado impermeabilizado se aplicará en las zonas húmedas en proporción 1:3 (Cemento arena lavada pozo agua+impermeabilizante), la superficie donde se vaya aplicar el afinado debe estar limpia libre de grasas y polvo.

Materiales:

- Cemento gris.
- Arena lavada de pozo.
- Agua.
- Impermeabilizante.

Equipo

- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.3. Piso y guardaescobas de gres porcelánico gris claro

Se recomienda usar varios tonos de grises para diferenciar espacios, se deberán seleccionar pisos de tráfico comercial y son los siguientes:

- Piso de porcelanato Soho Gris Multitono de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.
- Piso de porcelanato Malaya ARD gris caras diferenciadas de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.
- Piso de porcelanato Nebraska Blanco Claro caras diferenciadas de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.



Figura 17. Piso de porcelanato Soho Gris Multitono de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente
Fuente:<https://corona.co/productos/revestimientos/pisos/gres-porcelanico/c/porcelanato?q=%3Arelevance%3Aformat%3A28.3X56.6&text=#>. (2022)



Figura 18. Piso de porcelanato Malaya ARD gris caras diferenciadas de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.
Fuente:<https://corona.co/productos/revestimientos/pisos/gres-porcelanico/c/porcelanato?q=%3Arelevance%3Aformat%3A28.3X56.6&text=#>. (2022)

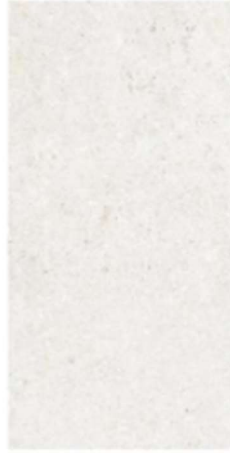


Figura 19. Piso de porcelanato Nebraska Blanco Claro caras diferenciadas de 28,3 cm x 56,6 cm de Corona o equivalente.

Fuente: <https://corona.co/productos/revestimientos/pisos/gres-porcelanico/c/porcelanato?q=%3Arelevance%3Aformat%3A28.3X56.6&text=#> (2022)

Antes de instalar los pisos de porcelanato se deberán remojar las baldosas 24 horas antes de la instalación, luego humedecer el afinado de pisos, plomar y nivelar, para luego definir despieces y el orden de colocación del baldosín, dejando las piezas cortadas (si se requieren) en lugar menos visible. Estampillar con lechada de cemento gris, cubriendo el 100% de la superficie de la baldosa. Colocar el baldosín en hiladas transversales sucesivas, asentar bien con golpes suaves dejando un piso uniforme y continuo en ambas direcciones. Emboquillar con lechada de cemento blanco. Limpiar con trapo limpio y húmedo tres horas después de la emboquillada. No aceptar tabletas y/o baldosas con deformaciones ó aristas en mal estado y diferente tonalidad. Dejar remates en rincones ó sectores menos visibles. Detallar especialmente el área contra rejillas y sifones. Proteger el piso para conservar durante la construcción. Verificar niveles, alineamientos y pendientes para aceptación

Materiales:

- Baldosa de porcelanato de 28,3 cm x 56,6 cm.
- Cemento gris ó mortero de pega.
- Cemento blanco para emboquillado.
- Estopa para limpieza.

Equipo

- Equipo menor de albañilería.
- Cortadora de baldosas.

10.19.3.2.2.4.4. Piso y guardaescobas patio de servicio

Para la zona de patio de servicio de las bocas de acceso se utilizará el siguiente piso para exteriores:

- Piso estructurado exterior Hacienda Gris caras diferenciadas de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.



Figura 20. Piso estructurado exterior Hacienda Gris caras diferenciadas de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.
Fuente: <https://corona.co/productos/revestimientos/pisos/pisos-exteriores/c/pisos-exteriores>.(2022)

Antes de instalar los pisos de exterior se deberán remojar las baldosas 24 horas antes de la instalación, luego humedecer el afinado de pisos, plomar y nivelar, para luego definir despieces y el orden de colocación del baldosín, dejando las piezas cortadas (si se requieren) en lugar menos visible. Estampillar con lechada de cemento gris, cubriendo el 100% de la superficie de la baldosa. Colocar el baldosín en hiladas transversales sucesivas, asentarla bien con golpes suaves dejando un piso uniforme y continuo en ambas direcciones. Emboquillar con lechada de cemento blanco. Limpiar con trapo limpio y húmedo tres horas después de la emboquillada. No aceptar tabletas y/o baldosas con deformaciones ó aristas en mal estado y diferente tonalidad. Dejar remates en rincones ó sectores menos visibles. Detallar especialmente el área contra rejillas y sifones. Proteger el piso para conservar durante la construcción. Verificar niveles, alineamientos y pendientes para aceptación

Materiales:

- Baldosa de cerámica de 60 cm x 60 cm.
- Cemento gris ó mortero de pega.
- Cemento blanco para emboquillado.
- Estopa para limpieza.

Equipo

- Equipo menor de albañilería.
- Cortadora de baldosas.

10.19.3.2.4.5. Piso técnico

En los cuartos técnicos o los sitios donde se requiera, se deberá instalar un piso técnico de 600 mm x 600 mm x 27 mm, con una baldosa de espesor de 24 mm de aglomerado de alta densidad, el cual deberá estar protegido en todo su perímetro con ángulos de metal de 1 mm galvanizado (No zincado) que deberá formar un marco rígido en el perímetro. Deberá estar enchapado con una plancha galvanizada de 0,5 mm de espesor (No zincada) en su parte superior como inferior. En la parte superior deberá contar con un perfil metálico galvanizado (No zincado) protegido por un perfil negro de 5 mm de espesor deslizante y embebido en la pestaña que flexibiliza y hermetiza las juntas.

También deberá contar con un revestimiento de vinilo de alta presión antiestático como piso terminado. La resistencia de las baldosas deberá tener una carga concentrada de 480 kg y una carga repartida de 1500 kg/m².



Figura 21. Piso técnico americano de 60 cm x 60 cm

Fuente: Tomada de https://issuu.com/coprogesac/docs/especificaciones_tecnicas_de_piso_t
(2022)

Materiales:

- Piso técnico y accesorios de instalación
- Estopa para limpieza.

Equipo

- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.6. Piso de cerámica

Los pisos de cerámica se utilizan en las zonas húmedas como baños públicos y cuarto de basuras de las estaciones subterráneas.

Para los baños múltiples de hombres y mujeres de las estaciones subterráneas se utilizará el siguiente piso.

- Piso de Cerámica Vancouver gris de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

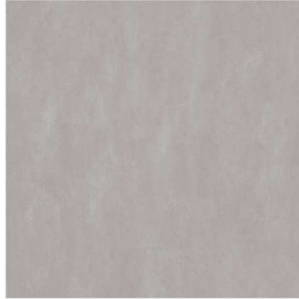


Figura 22. Piso de Cerámica Vancouver gris de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

Fuente: <https://corona.co/productos/revestimientos/pisos/pisos-acabado-mate/c/pisos-acabado-mate?q=%3Arelevance%3Aformat%3A33.8x33.8%3Aformat%3A45.8x45.8%3Aformat%3A60x60&text=#> (2022)

Para los cuartos de basura se utilizará el siguiente piso:

- Piso de Cerámica Vancouver hielo de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

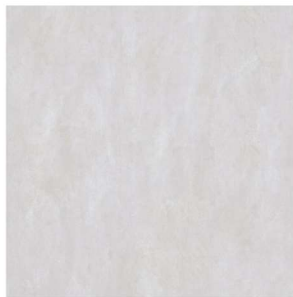


Figura 23. Piso de Cerámica Vancouver hielo de 60 cm x 60 cm de Corona o equivalente.

Fuente: <https://corona.co/productos/revestimientos/pisos/ceramica-vancouver/p/ceramica-vancouver-hielo> (2022)

Antes de instalar los pisos de cerámica se deberán remojar las baldosas 24 horas antes de la instalación, luego humedecer el afinado de pisos, plomar y nivelar, para luego definir despieces y el orden de colocación del baldosín, dejando las piezas cortadas (si se requieren) en lugar menos visible. Estampillar con lechada de cemento gris, cubriendo el 100% de la superficie de la baldosa. Colocar el baldosín en hiladas transversales sucesivas, asentarla bien con golpes suaves dejando un piso uniforme y continuo en ambas direcciones. Emboquillar con lechada de cemento blanco. Limpiar con trapo limpio y húmedo tres horas después de la emboquillada. No aceptar tabletas y/o baldosas con deformaciones ó aristas en mal estado y diferente tonalidad. Dejar remates en rincones ó sectores menos visibles. Detallar especialmente el área contra rejillas y sifones. Proteger el piso para conservar durante la construcción. Verificar niveles, alineamientos y pendientes para aceptación

Materiales:

- Baldosa de cerámica de 60 cm x 60 cm.

- Cemento gris ó mortero de pega.
- Cemento blanco para emboquillado.
- Estopa para limpieza.

Equipo

- Equipo menor de albañilería.
- Cortadora de baldosas.

10.19.3.2.4.7. Piso epóxico

El piso epóxico se recomienda para cuartos técnicos y para la subestación de las estaciones, el piso epóxico a recomendar es el siguiente:

- Piso epóxico multifuncional Sikafloor 261 de Sika o equivalente.

El piso epóxico deberá ser mezclado antes de su aplicación y esta mezcla deberá ser con equipo eléctrico de alta densidad. La mezcla se puede realizar de dos maneras, la primera es con mezcla con hélice/ paleta y la segunda mezcla por medio de un balde.

Mezcla con hélice:

La mezcla con hélice es recomendada para resinas sin llenantes. Se deberá mezclar previamente el componente A, después, agregar el componente A, después de agregar el componente B y mezclar por lo menos durante tres minutos hasta entender una mezcla homogénea.



Figura 24. Mezcla con hélice

Fuente: Tomado de https://col.sika.com/dms/getdocument.get/5c36ddb-50aa-3d8b-8a17-5610cbd86689/Sikafloor_261%20Piso%20Epoxico%20Multifuncional.pdf (2022)

Mezcla con balde:

Se utiliza para mezclar todos los sistemas con llenantes así como para mezclas de mortero. Colocar primero la premezcla de los componentes. Se deberá colocar primero la premezcla de los componentes A+B (Ligante líquido) en el balde y después agregar el componente C agitando. Mezclar por lo menos durante tres minutos hasta obtener una mezcla homogénea.



Figura 25. Mezcla con balde

Fuente: Tomado https://col.sika.com/dms/getdocument.get/5c36ddb-50aa-3d8b-8a17-5610cbd86689/Sikafloor_261%20Piso%20Epoxico%20Multifuncional.pdf (2022)

Materiales:

- Taladro eléctrico.
- Sikafloor 261.
- Sikadur 504.
- Balde.
- Rodillo piel de carnero de pelo corto.
- Lana dentada (6- 8 mm)
- Rodillo de púas.

Equipo

- Taladro eléctrico.
- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.8. Bandas podotáctiles

En los sitios de escaleras de concreto o en los bordes en el nivel de andenes, se utilizarán botones podotáctiles de acero empotrado en seco, estos botones se instalarán mediante impacto. Estos se encuentran fabricados en acero zincado o acero inoxidable.



Figura 26. Bandas podotáctiles

Fuente: <https://www.juntasyperfiles.com/shop/es/accsibilidad-y-seguridad/2489-boton-podotactil-de-acero-empotrado-en-seco.html> (2022)

De altura de 5 mm, con 25 cm de diámetro, se deberán colocar al principio y final de las escaleras o bordes.

Para su instalación se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Se deberá posicionar la plantilla en el suelo y asegurarse de que esté correctamente fijada y en su posición óptima y se deberá marcar los puntos de colocación.
2. Se deberá realizar los taladros necesarios y a la profundidad requerida.
3. Luego limpiar y aspirar totalmente los residuos.
4. Mediante impactó con un mazo de goma se deberá introducir los botones en las perforaciones.

Materiales:

Botones podotáctiles de acero inoxidable o acero zincado.

Equipo

- Taladro.
- Aspiradora.
- Mazo de goma.
- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.2. Enchapes

10.19.3.2.4.2.1. Enchape de cerámica

El enchape de cerámica se utilizará para los muros de las zonas húmedas, como baños, cocinas, cuartos de aseo y cuartos de basuras.

Enchape para cuartos de basuras, cuartos de aseos, y cocinas:

- Pared Montecristal Gris Caras Diferenciadas 30 cm x 45 cm de Corona o equivalente.



Figura 27. Pared Monte Cristal Gris Caras Diferenciadas 30 cm x 45 cm de Corona o equivalente.
Fuente: Tomado de <https://corona.co/productos/revestimientos/pared-montecristal/p/452049501> (2022)

Enchapes para baños de hombres y mujeres:

- Pared Paine Beige Caras Diferenciadas de 30 cm x 60 cm de Corona o equivalente



Figura 28. Pared Paine Beige Caras Diferenciadas de 30 cm x 60 cm de Corona o equivalente
Fuente: Tomada de <https://corona.co/productos/revestimientos/paredes/pared-paine-beige-caras-diferenciadas-30x60/p/608069031>.(2022)

Antes de instalar los enchapes de cerámica se deberán remojar las baldosas 24 horas antes de la instalación, luego humedecer el pañete impermeabilizado, plomar y nivelar, para luego definir despieces y el orden de colocación del enchape, dejando las piezas cortadas (si se requieren) en lugar menos visible. Estampillar con lechada de cemento gris, cubriendo el 100% de la superficie del enchape. Colocar el enchape en hiladas transversales sucesivas, asentarlas bien con golpes suaves dejando un piso uniforme y continuo en ambas direcciones. Emboquillar con lechada de cemento blanco. Limpiar con trapo limpio y húmedo tres horas después de la emboquillada. No aceptar tabletas y/o baldosas con deformaciones ó aristas en mal estado y diferente tonalidad. Dejar remates en rincones ó sectores menos visibles. Detallar especialmente el área contra puertas y ventanas

10.19.3.2.4.3. Muros y cerramientos

10.19.3.2.4.3.1. Cerramiento de vidrio

Los cerramientos de vidrio se utilizarán en las bocas de acceso y en divisiones al interior de las estaciones, estos deberán ser de vidrio templado:

Teniendo en cuenta la norma técnica colombiana NTC 1578, de vidrio de seguridad para edificaciones entre ellos se encuentran los vidrios templados:



Figura 29. Cerramiento de vidrio templado
Fuente: Tomada de www.google.com

- Vidrio templado: Es básicamente una lámina monolítica, la cual mediante procesos técnicos obtiene una mayor capacidad para soportar esfuerzos, aproximadamente una resistencia cuatro veces mayor que la de un vidrio recocido; adicionalmente, este resiste los cambios bruscos de temperatura y tensiones térmicas seis veces mayores que un vidrio sin templar. En caso de rotura éste se desintegra en pedazos granulares cuyas aristas no son cortantes, y por tanto una vez roto no impide el ingreso.

Materiales:

- Vidrio templado
- Estopa.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Plataformas de trabajo.
- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

Para la ejecución de los cerramientos de vidrio deberán considerarse como documentos de referencia las normas técnicas colombianas aplicables y todos los manuales técnicos elaborados por los fabricantes o proveedores de los materiales y equipos a utilizar en la ejecución de las obras.

10.19.3.2.4.3.2. Muro de concreto reforzado con fibras de vidrio

Este tipo de muro es concreto a la vista reforzado con fibras de vidrio, es un mortero de cemento Portland armado con fibras de vidrio, lo que lo hace resistente a los álcalis liberados con la hidratación del concreto.



Figura 30. Concreto reforzado con fibra de vidrio

Fuente: Tomado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/el-concreto-reforzado-con-fibras-de-vidrio>.(2022)

Algunas de las ventajas de la utilización de este material son las siguientes:

- Las fibras de vidrio distribuyen toda la masa del hormigón.
- La presencia física de las fibras de vidrio inhibe el movimiento de la humedad en el concreto, durante y después de su colocación, obteniendo un concreto más homogéneo y con mayor resistencia.
- Las fibras de vidrio mejoran la resistencia a los daños.
- Mejora la resistencia a la tracción / flexión consiguiendo eliminar los refuerzos de acero en elementos no estructurales.
- Las fibras de vidrio disminuyen el agrietamiento del hormigón por contracciones plásticas.

Materiales:

- Concreto Portland.
- Fibras de vidrio.
- Agua.

Equipos:

- Mezcladora de cemento.
- Plataformas.
- Andamios.
- Formaletas.
- Balde.
- Llana metálica.
- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.3.3. Revestimientos verticales simples y acústicos

En los sitios de las estaciones subterráneas donde los niveles de ruido son amplios debido a los espacios grandes, se recomienda colocar revestimientos acústicos absorbentes en los muros.

Estos paneles ofrecen un alto rendimiento a la hora de tratar un aislamiento y acondicionamiento de superficies, también ofrecen buenos valores en las clasificaciones STC y NRC, con resistencia al fuego de Clase A, son paneles porosos, ligeros, fácil de limpiar, resistente a la humedad, al impacto, bacterias y hongos.



Figura 31. Revestimiento vertical acústico

Fuente: Tomado de <https://aislamania.com/como-instalar-paneles-acusticos/>.(2022).

Estos paneles son muy fáciles de instalar, ya que se pueden atornillar o pegar a las paredes.

Para la instalación de estos paneles se deben seguir los siguientes pasos:

- Primero se medirá y marcará la distancia a un borde de la ubicación donde se vaya a instalar el panel.
- Medir y marcar la distancia al lugar donde irá el panel desde el techo.
- Marcar la línea vertical del borde utilizando el nivel, teniendo en cuenta que la longitud de la línea debe ser ligeramente más corta que alto del panel.
- También se marcará una línea horizontal en el borde superior utilizando el nivel. La longitud de la línea debe ser ligeramente más corta que el largo del panel.
- Se deberá alinear los bordes del panel con la línea vertical y la línea horizontal superior.
- Se deberá aplicar una presión uniforme, con fuerza en el lateral y en la parte superior para fijar el borde adhesivo.
- Se deberá aplicar una presión uniforme sobre toda la superficie para fijar el adhesivo en el área restante.
- También se deberá aplicar presión hacia la junta cuando dos paneles acústicos se unan entre sí.
- Repetir estos pasos para el resto de los paneles hasta completar toda la superficie que se va a aislar.

Materiales:

- Panel acústico para paredes.
- Spray adhesivo de contacto
- Pegamento verde o green glue.

Equipos:

- Pistola para pegar adhesivo.
- Un cuchillo.
- Algún utensilio para perforar el cartucho adhesivo.
- Cinta métrica.
- Lápiz de marcado.

- Nivel.
- Equipo menor de albañilería.

Para la instalación se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

10.19.3.2.4.3.4. Paneles de vidrio serigrafiado

Son vidrios de seguridad con acabado serigrafiado, es decir con motivos sencillos, geométricos, hasta imágenes personalizadas, es seguro y resistente al envejecimiento y a la radiación ultravioleta.

Se puede elegir en cualquier color RAL, tonos metálicos, esmaltes brillantes o mate. Pueden también desarrollarse con colores personalizados. Tienen excelente resistencia mecánica.



Figura 32. Panel de vidrio serigrafiado

Fuente: Tomada de <https://www.archiexpo.es/prod/agc-glass-europe/product-49576-326101.html> (2022).

Materiales:

- Vidrio templado
- Serigrafía seleccionada.
- Estopa.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Plataformas de trabajo.

- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

Para la ejecución de los cerramientos de vidrio deberán considerarse como documentos de referencia las normas técnicas colombianas aplicables y todos los manuales técnicos elaborados por los fabricantes o proveedores de los materiales y equipos a utilizar en la ejecución de las obras.

10.19.3.2.4.3.5. Paneles opacos de vidrio templado

En los espacios interiores de las estaciones, se puede utilizar vidrios laminados decorativos, que reducen la cantidad de calor transmitida y protegen de la radiación ultravioleta. Estos paneles están formados de vidrios con una película de polester serigrafiada con una matriz de puntos opacos (De color luminoso hacia el exterior y grises o negros hacia el interior) que producen una imagen o color que es visible desde el exterior, pero desaparece cuando se mira desde el interior. Esta película se coloca entre dos láminas de PVB y dos vidrios en un proceso autoclave mediante presión y temperatura. Se puede fabricar laminado incoloro o tintado reflectante, de baja emisividad, templado, curvado y doble acristalamiento.



Figura 33. Panel opaco de vidrio templado

Fuente: Systra-Ingetec. Arquitectura de Estaciones - Guía de diseño. ETP LMB-ET07-L00-IFU-E-002-R0. (2018)

Materiales:

- Vidrio laminado opaco.
- Estopa.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Plataformas de trabajo.
- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

Para la ejecución de los cerramientos de vidrio deberán considerarse como documentos de referencia las normas técnicas colombianas aplicables y todos los manuales técnicos elaborados por los fabricantes o proveedores de los materiales y equipos a utilizar en la ejecución de las obras.

10.19.3.2.4.4 Carpintería metálica

10.19.3.2.4.4.1. Puerta doble de vidrio

Las puertas dobles de vidrio templado se utilizarán en las zonas de cerramiento de fachadas de vidrio y los niveles de andén, para su instalación se deberán seguir los siguientes pasos:

- Confirmar las dimensiones de sitio de instalación antes de iniciar la fabricación.
- Proceder a la instalación verificando niveles, plomo, escuadra y demás condiciones que afecten la correcta instalación y operación de las puertas.
- Al finalizar limpiar y proteger el vidrio del deterioro.

Materiales:

- Vidrio templado o laminado.
- Empaques, tornillos, platinas y accesorios de instalación.
- Estopa.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Plataformas de trabajo.
- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.4.2. Puerta metálica sencilla cuartos técnicos

En los cuartos técnicos donde se requiera de puertas sencillas se colocarán fabricadas de lámina cold rolled o de lámina galvanizada, con una estructura a partir de un perfil perimetral de 10 cm x 4 cm, ideal para uso en cuartos que requieran de ventilación natural a través de sus celosías. Para su instalación se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.



Figura 34. Puerta metálica sencilla

Fuente: Tomada de <https://induma.com.co/producto/persiana-sencilla/>

10.19.3.2.4.4.3. Puerta metálica doble cuartos técnicos

En los cuartos técnicos donde se requiera de puertas dobles se colocarán fabricadas de lámina cold rolled o de lámina galvanizada, con una estructura a partir de un perfil perimetral de 10 cm x 4 cm, ideal para uso en cuartos que requieran de ventilación natural a través de sus celosías. Para su instalación se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.



Figura 35. Puerta metálica doble

Fuente: Tomada de <https://induma.com.co/producto/persiana-ala-doble/>

10.19.3.2.4.4.4. Puerta de seguridad caja taquillas

La puerta de seguridad para la caja de taquillas deberá presentar las siguientes características:

- Cotización de puerta de seguridad nivel III, con cerradura de alta seguridad.
- Alma de la puerta en lámina calibre 12 hr.
- Refuerzos internos en lámina calibre 12 hr.
- Marco de lámina calibre 12 hr.

- Marco anclado y fundido en concreto.
- Puerta de diseño y estética lisa pintada en electroestática.
- Pasadores en los tres costados de la puerta.
- Dos pasadores en el costado de la cerradura.
- un pasador en la parte superior.
- Dos pasadores en el costado de las bisagras.
- Dos bisagras tipo bóveda.
- Cerradura de alta seguridad.
- Seis llaves de alta seguridad.
- Peso aproximado de 190 kg.
- Ventanilla con pasador.

10.19.3.2.4.4.5. Ventana de seguridad caja taquillas

La ventana de seguridad que se utilizará para las taquillas de la zona paga, estas deberán tener las siguientes características:



Figura 36. Ventana de seguridad taquillas

Fuente: Tomada de <http://zonadepago.com/transito-1.html>(2022)

- Una ventana.
- Caja de tránsito con puertas correderas. Funcionamiento manual o eléctrico con conmutador de corriente. Apertura alternativa. Bloqueo mecánico no manipulable que permite abrir solo una puerta a la cerrada.
- Un pasamonedas, paquetes, provisto en su parte superior de una bandeja corredera y en su parte inferior un cajón deslizante contra direccional y no manipulable mientras las bandejas se deslizan.
- Sistema de intercomunicación dúplex integral.
- Antibalas certificado M3/FB4.
- Resistencia al fuego F30-F60-F90.

10.19.3.2.4.4.6. Pasamanos de acero inoxidable cilíndrico y barandillas acristaladas hechas de paneles de vidrio templado laminado.

- Los pasamanos y barandillas deberán ser realizadas de acero inoxidable con paneles de vidrio templado de 10 mm.
- Los pasamanos deberán ser de diseño elíptico.
- Las barandas de uso comercial público: Cristal templado y laminado de 5 mm + 5 mm. 6+6 o más.

Para la instalación de la carpintería se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

10.19.3.2.4.5. Cubierta metálica y cielos rasos

10.19.3.2.4.5.1. Cubierta metálica liviana y canal metálica

Para la cubierta de las bocas de acceso se recomienda unas tejas Standing Seam de rolado en frío formando láminas de acero galvanizado, grafadas y selladas de manera manual o mecánica.

Pueden contar con un aislamiento de poliestireno, poliuretano o lana de roca. Deberá contar con un sistema de fijación por medio de clips, no requiere de perforaciones, y no deberá poseer traslapos en la dirección del flujo del agua. Para su instalación se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

Materiales:

- Cubierta y canal metálica.
- Accesorios para instalación.
- Estopa.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Plataformas de trabajo.
- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.5.2 Láminas de aluminio composite con acabado madera y aluminio

El Aluminio Composite con acabado de aluminio está compuesto por dos chapas de aluminio y un núcleo interior de base termoplástica que puede albergar carga mineral. Su estándar de fabricación deberá ser de una lámina exterior de aleación de aluminio 5005 e interior 3105. También se puede utilizar con acabado de madera. Para su instalación se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.



Figura 37. Aluminio Composite

Fuente: Tomada de <https://www.grupolaminex.com/productos.php?ids=1&idc=50>
(2022)

10.19.3.2.4.5.3. Falso techo de escayola

El cielo raso de escayola deberá estar fabricado a base de yeso y fibras sintéticas, que proporcione un ambiente de calidad como aislante acústico con buena reflectividad a la luz.

Las láminas de escayola deberán estar elaboradas de hemidrato de calcio con pureza superior al 90%. y deberán contener las siguientes características:

- Resistentes al fuego de 1 hora a temperatura de 823 K (550°C) sin producir llama, gases tóxicos o humo con una degradación máxima del 30%.
- Yeso 100% natural.
- Resistentes a la humedad con propiedades higrométricas.
- Resistencia mecánica.
- Modulares.
- Asépticos.
- Acústicos y ligeros.

Características Técnicas	
Color	Blanco
Reflexión de Luz (%)	83.30
Resistencia a la Humedad	RH 90
Espesor (mm)	19.0
Suspensión Opcional	Todos los modelos 15/16"
Clasificación de atenuación del panel acústico	.33
Coefficiente de reducción de ruidos	.15
Peso por M2 (Kg)	12.0
Resistencia al Fuego (Hrs.)	1 hora
Conductividad Térmica Aparente W (Km)-1	0.1775
Resistencia Térmica Km2 (W) -1	0.10

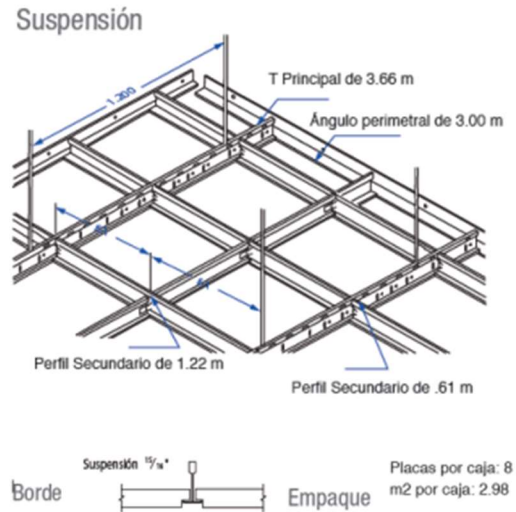


Figura 38. Características cielo raso de Escayola

Fuente: Tomada de <https://www.hopsa.com/wp-content/uploads/2014/06/Cielo-raso-de-Escayola.pdf>.(2022)

Materiales:

- Yeso 100% natural.
- Accesorios para instalación (Angulo- T principal y T secundarias).
- Estopa.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Plataformas de trabajo.
- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

En las bocas de acceso y estaciones se utilizarán varios tipos de pinturas con tres manos de la siguiente manera:

- Estuco plástico y pintura koraza para exteriores.
- Estuco plástico y pintura de vinilo para interiores
- Estuco y pintura de protección contra el fuego (Espacios especiales, cuartos técnicos, estructura metálica).
- Estuco plástico y pintura acrílica para enfermería, cuartos de aseo, baños, cuartos de basura y cocinetas.

Para la aplicación de las pinturas primero se deberá preparar la superficie eliminando impurezas que puedan atacar a la pintura, desmejorar su apariencia, o alterar el acabado final.

Se deberán utilizar brochas de ½ a 1" para marcos, rejas y superficies angostas, de 6" a 7" para muros rasos y superficies externas, rodillos para superficies grandes y planas, y pistolas de aspersion para acabados que así lo requieran.

Previa iniciación de la aplicación se cubrirán con periódicos las áreas que no deban ser salpicadas, se harán las diluciones y mezclas indicadas por los fabricantes, y se procederá aplicando el número de manos recomendadas.

Antes de aplicar la pintura se deberá pulir con papel de lija N. 0 o 1 en una sola dirección evitando las rayas y limpiando el polvo resultante.

Antes de aplicar la primera mano de pintura, se deberán eliminar las partes flojas, se limpiarán las manchas de grasa y se corregirán todas las imperfecciones, luego se lijará y se limpiará totalmente el polvo.

Sobre las superficies sobre la capa de estuco se aplicarán las manos necesarias de pintura de primera calidad con alto poder cubridor a base de vinilo, que podrá ser aplicado con brocha, rodillo o pistola y que dé como resultado una superficie homogénea en el color libre de salpicaduras, goteras.

La superficie deberá ser revisada con el método del bombillo encendido con la cual se verificará que el acabado del estuco y pintura sea el correcto sin que haya rugosidades, ondulaciones y diferentes planos de acabados en una misma superficie del muro. En caso de que se encuentren imperfecciones estas estarán a cargo del contratista y con el visto bueno del interventor.

Materiales:

- Pintura.
- Estuco
- Agua.
- Cinta de enmascarar.
- Lijas.
- Estopa.
- Brochas.
- Rodillos.
- Balde.
- Pistola de aspersion.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.

- Plataformas de trabajo.
- Arnés.
- Equipo menor de albañilería.

10.19.3.2.4.7. Aparatos sanitarios y de cocinetas

Para la instalación de los aparatos sanitarios en las estaciones se recomiendan los siguientes artefactos:

- Lavamanos de sobreponer Lavamanos Pontus blanco 60 con desagüe 8" Ref. 813551001 de Corona o equivalente.
- Lavamanos de colgar (Personas de movilidad reducida) Lavamanos Aquapro Blanco Ref. 080111001 de Corona o equivalente.
- Sanitario de fluxometro, Kit taza Céltica entrada posterior con fluxómetro de sensor Ref.088641001 de Corona o equivalente.
- Grifería lavamanos de sensor. Grifería Dolphin Ref, ST 1030001 de Corona o equivalente.
- Grifería de poceta. Grifería para lavamanos monocontrol Koral Alta Cromo Ref. KO 1000001 de Corona o equivalente.
- Dispensador vertical de sobreponer para toallas de papel de acero inoxidable satinado con cerradura de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Dispensador Jumbo de papel higiénico de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Dispensador horizontal de sobreponer para jabón líquido, de acero inoxidable satinado importado Bonbrick de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Secador eléctrico para manos de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Percha sencilla redonda de acero inoxidable de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Canecas de sobreponer de 14, 5 lts de acero inoxidable de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Tapa de registro de 15 cm x 15 cm con botón, de empotrar de acero inoxidable satinado de Accesorios & Acabados o equivalente.
- Cambiador de pañales importado de Accesorios & Acabados o equivalente.

Cuando los aparatos sanitarios lleguen a la obra se deberá verificar que se encuentren en perfecto estado, no se deberán permitir artefactos defectuosos de fabricación, con cambios de color, defectos en la porcelana, poros o grietas. Estos deberán ser colocados perfectamente nivelados y con verificación del correcto funcionamiento con la grifería correspondiente a las especificadas. Antes de su instalación los pisos deberán estar terminados, los enchapes colocados y ambientes pintados. También se deberán seguir todas las recomendaciones del fabricante para su instalación.

Materiales:

- Artefacto sanitario.
- Cemento blanco.
- Estopa.
- Agua.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Equipo menor de albañilería.

- Palustre.
- Balde.
- Nivel.
- Llave de tubo.
- Hombre solo.

10.19.3.2.4.8. Mobiliario interior

En los sitios indicados en los planos de las estaciones se instalarán los siguientes tipos de mobiliario. Para su instalación se deberán seguir las recomendaciones del fabricante en cada caso. Se buscará que los diseños del mobiliario sean similares o equivalentes a los de la PLMB.

10.19.3.2.4.8.1. Escaleras metálicas

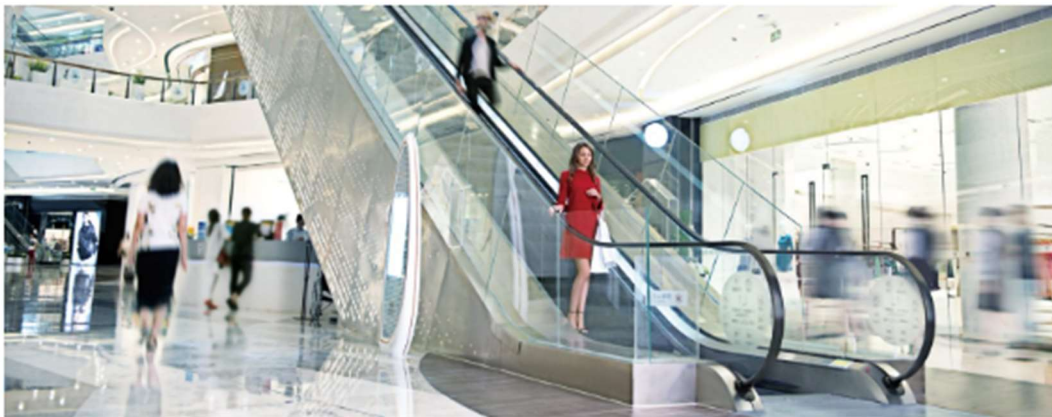


Figura 39. Escaleras eléctricas

Fuente: Tomado de <https://www.schindler.com/co/internet/es/soluciones-de-movilidad/productos/escaleras-electricas.html>
(2022)

10.19.3.2.4.8.2. Ascensor de fachada acristalada



Figura 40. Ascensor con fachada de cristal

Fuente: Tomada de <https://www.schindler.com/co/internet/es/soluciones-de-movilidad/productos/ascensores/schindler-1000.html>.(2022)

10.19.3.2.4.8.3. Torniquetes de acero inoxidable



Figura 41. Torniquete de acero inoxidable

Fuente: Tomada de <https://www.incomelec.com.co/bancolombia-direccion-general-pasillos-automaticos/>.(2022)

10.19.3.2.4.8.4. Sillas de acero inoxidable

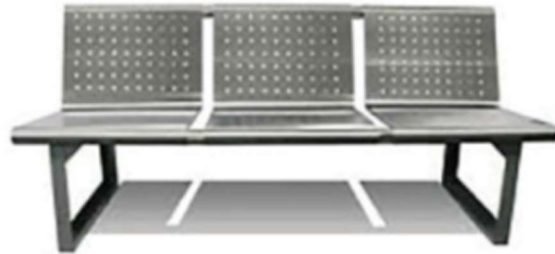


Figura 42. Silla de acero inoxidable

Fuente: Tomada de <https://www.grupozingal.co/categoria-producto/mobiliario-urbano-y-arquitectonico/bancas-metalicas-en-acero-inoxidable-para-parques/> (2022)

10.19.3.2.4.8.5. Canecas de basura de acero inoxidable



Figura 43. Canecas de acero inoxidable

Fuente: Tomada de <https://www.grupozingal.co/categoria-producto/mobiliario-urbano-y-arquitectonico/canecas-en-acero-inoxidable-para-parques/>.(2022)

10.19.3.2.4.8.6. Bancas metálicas



Figura 44. Banca de acero inoxidable

Fuente: Tomada de <https://www.grupozingal.co/categoria-producto/mobiliario-urbano-y-arquitectonico/bancas-metalicas-en-acero-inoxidable-para-parques/> (2022)

10.19.3.2.4.8.7. Divisiones de baño de acero inoxidable

Se utilizará para las divisiones de baño acero inoxidable de pintura horneada galvanizada con recubrimiento de 0,04 mm de espesor de zinc. Las partes se elaborarán con los siguientes espesores mínimos:

- Paneles cal 20 ga (1.1mm.).
- Pilastras cal 16 ga (1.6 mm).
- Puertas cal 22 ga (0.85 mm).
- Refuerzo interior para dobleces cal 14 ga (2.0 mm).
- Refuerzo interior para anclajes cal 12 ga (2.8 mm).

Las pilastras, puertas y particiones serán entamboradas, con refuerzos interiores inoxidables o galvanizados.

Para los herrajes de las puertas se utilizarán con aleación de zinc, o acero inoxidable con acabados en cromo pulido, bisagras ajustables, aldabas al interior del panel que garanticen el libre movimiento del pestillo, combinación de gancho de tope de puerta.

Se utilizará un tope de caucho en la división de cada compartimiento de personas de movilidad reducida.

La perfiles del panel será en aluminio extruido. Las divisiones deberán ser ensambladas en fábrica, incluyendo perforaciones y refuerzos, deberán tener caras planas, lisas, libres de ondas, libres de crestas, ondulaciones, rugosidades o cualquier defecto. Las puertas deberán ser de 60 cm de ancho en cabinas normales y de 80 cm en cabinas para personas de movilidad reducida.

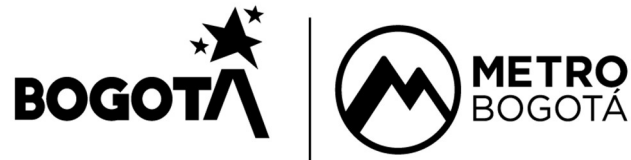
Materiales:

- Divisiones de acero inoxidable.

Equipos:

- Botas.
- Gafas.
- Casco.
- Guantes.
- Equipo menor de albañilería.

Para la instalación de las divisiones de acero inoxidable y del mobiliario para el interior de las estaciones, se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	08-03-2022	Integración general de modificaciones solicitadas	Observaciones de FDN/Interventoría/EMB.
C	05-05-2022	-	-

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 18-05-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Revisó: O. Véliz 05-05-2022	Revisó: F. Faria 05-05-2022	Revisó: C.L. Umaña 05-05-2022	Aprobó: J.M. Martínez 05-05-2022
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO	5
10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN	5
10.19.4 ESTACIONES Y EDIFICIOS - REDES HIDROSANITARIAS Y DRENAJES	5
10.19.4.1. Descripción del sistema	5
10.19.4.2. Normatividad aplicable	5
10.19.4.3. Criterios de diseño	6
10.19.4.2.1. Conducción de agua potable	6
10.19.4.2.1.1. Pérdidas por fricción	7
10.19.4.2.1.2. Pérdidas menores	7
10.19.4.2.1.3. Caudal de Diseño	10
10.19.4.2.1.4. Pérdidas por accesorios	12
10.19.4.2.1.5. Velocidad de diseño	13
10.19.4.2.1.6. Tipo de tuberías y presiones de trabajo	13
10.19.4.2.1.7. Accesorios para el control hidráulico en la conducción	14
10.19.4.2.1.8. Descripción general del sistema hidráulico de agua potable	14
10.19.4.2.2. Red de drenaje sanitario	15
10.19.4.2.2.1. Caudal de diseño de la red de drenaje sanitario	15
10.19.4.2.2.2. Cálculo de caudales	15
10.19.4.2.2.3. Velocidad de diseño y fuerza tractiva	15
10.19.4.2.2.4. Coeficiente de rugosidad de Manning	16
10.19.4.2.2.5. Velocidad mínima	16
10.19.4.2.2.6. Diámetro mínimo	16
10.19.4.2.2.7. Tipo de tubería de la red de drenaje sanitario	17
10.19.4.2.3. Red de drenaje pluvial	17
10.19.4.2.3.1. Caudal de diseño	17
10.19.4.2.3.2. Coeficiente de escorrentía	17
10.19.4.2.3.3. Intensidad de la precipitación	19
10.19.4.2.3.4. Periodo de retorno y tiempo de concentración	20
10.19.4.2.3.5. Velocidad de diseño y fuerza tractiva	20
10.19.4.2.3.6. Coeficiente de rugosidad de Manning	20
10.19.4.2.3.7. Velocidad mínima	20
10.19.4.2.3.8. Diámetro interno mínimo	20
10.19.4.2.3.9. Dimensionamiento de las bajantes para las cubiertas	21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de normas para el diseño de redes hidrosanitarias

Tabla 2. Coeficientes de pérdida (Ks) para materiales de tuberías

Tabla 3. Coeficientes de pérdida (km) para accesorios

Tabla 4. Unidades de consumo y presiones requeridas

Tabla 5. Equivalencia de las unidades de consumo en caudal (l/s)

Tabla 6. Longitudes equivalentes en metros de tubería rectilínea para el cálculo de las pérdidas por accesorios

Tabla 7. Dimensionamiento del múltiple (Manifold)

Tabla 8. Unidades de los aparatos según el método de Hunter

Tabla 9. Máximo número de unidades de desagüe

Tabla 10. Coeficientes de escorrentía

Tabla 11. Valores de caudal

Tabla 12. Áreas máximas para bajantes de aguas lluvias (m²)

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

10.19.4 ESTACIONES Y EDIFICIOS - REDES HIDROSANITARIAS Y DRENAJES

10.19.4.1. Descripción del sistema

Para las redes de las estaciones y edificaciones se proyecta el trazado de los sistemas de agua potable, drenaje residual y drenaje pluvial. Las conexiones están previstas hasta el empate de la red existente. Se deja previsto la acometida de agua potable hasta el tanque de almacenamiento en 2" con su respectivo centro de medición, drenaje de aparatos sanitarios en tubería pvc s de 4" y 6", para el drenaje pluvial se contempla una bajantes de 6" por cada 400m².

Los drenajes generados por la infiltración de toda la edificación subterránea, serán recolectados en un pozo de bombeo el cual se localiza bajo el nivel andén, y será evacuado con equipos de bombeo, mediante tubería en pvc presión de 4" hasta en nivel de superficie donde será evacuado al sistema de alcantarillado existente de la ciudad. Así mismo se empleará el mismo sistema de evacuación para el sistema de drenaje de agua residual.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, a continuación se presentan los criterios y las metodologías a emplear en los diseños de redes hidrosanitarias para las estaciones y edificaciones de la Línea 2 del metro de Bogotá.

10.19.4.2. Normatividad aplicable

Respecto al diseño de redes Hidrosanitarias, el producto de factibilidad de la L2MB tendrá en consideración las normas relacionadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de normas para el diseño de redes hidrosanitarias

CÓDIGO	TÍTULO
NS-068	Conexiones domiciliarias de alcantarillado
NS-057	Cunetas y canaletas de drenaje superficial
NS-085	Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado
NS-030	Lineamientos para trabajos topográficos
NS-054	Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado
NS-028	Presentación de diseños de acueducto

NS-033	Criterios para diseño de Red Matriz
NS-036	Criterios para diseño de red de acueducto secundaria y menor distribución
NS-060	Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado
NS-077	Cajas para accesorios de acueducto
NP-011	Accesorios para acueducto.
NS-128	Lineamientos generales para diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias internas y sistema contra incendio.
NTC-1500	Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias – Cuarta actualización (2020)
	National Plumbing Code-2021

10.19.4.3. Criterios de diseño

10.19.4.2.1. Conducción de agua potable

El suministro de agua potable para las estaciones se hará a partir de las redes secundarias de agua potable aledañas a cada estación, la red se alimentará por medio de llaves para hacer el lavado de las estaciones, el caudal se estimó de acuerdo con los parámetros de la norma ICONTEC NTC 1500 – Cuarta actualización (2020), para una llave de poceta de servicio público y el caudal de la red por el método de hunter, asumiendo 2,25 unidades por llave. Así mismo se contempla la Ley 142 de 1994 Servicios públicos domiciliarios, donde se establecen las condiciones mínimas de prestación del servicio de acueducto y alcantarillado por parte de la EAAB-ESP, la disponibilidad de servicios públicos para las estaciones, accesos y galerías deberá ser tramitada por el IDU o quien se delegue como parte de la licencia de construcción para estas edificaciones.

La normatividad que se aplicará en el diseño corresponde al Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias NTC 1500, Cuarta actualización y a las normas de la EAAB-ESP que se listan a continuación.

- Cajillas de piso para medidores de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ". NP-021.
- Instalación de acometidas domiciliarias de acueducto diámetros 1/2". NS-024.
- Excavaciones. Bogotá. NS-019.
- Rellenos. Bogotá. NP-040.
- Medidores de agua potable. Definiciones y clasificación. NT-001
- Terminología de Acueducto. NT-002
- Lineamientos generales para diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias internas y sistema contra incendio. NS-128

10.19.4.2.1.1. Pérdidas por fricción

Para las presiones de servicio y las pérdidas hidráulicas en la red de suministro de agua potable, se consideró que la tubería es en PVC-P, accesorios en el mismo material.

Las pérdidas por fricción se calcularon mediante la ecuación de Darcy Weisbach para la red de suministro, la cual se presenta a continuación:

$$hf = \frac{L \times V^2}{D \times 2 \times g}$$

Donde:

f es el factor de fricción adimensional, depende del número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería

L es la longitud de la tubería, (m)

D es el diámetro interno, (m)

V es la velocidad media, (m/s)

hf es la pérdida por fricción, (m)

g es la aceleración de la gravedad (m/s²)

El factor de fricción se calcula con la ecuación de Colebrook, White (Rodríguez, 2009, pág. 56)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{ks}{3.7 \times D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

Donde:

Re es el número de Reynolds (adimensional).

Ks es la rugosidad absoluta (m)

Se reemplaza el valor de f obtenido en la ecuación de pérdidas por fricción para obtener este valor para la tubería.

10.19.4.2.1.2. Pérdidas menores

Para el cálculo de pérdidas menores para la red de acometidas de las estaciones y patio se tomará como referencia lo descrito en la norma técnica NS-128 de la EAAB-ESP; los valores empleados se indican en la Tabla 2 y Tabla 3.

Ks: Valor de los coeficientes de pérdidas menores de todos los accesorios empleados en la acometida domiciliaria desde la derivación de la red.

Tabla 2. Coeficientes de pérdida (Ks) para materiales de tuberías

Material	Descripción	Valor coeficiente de fricción C	Valor coeficiente de rugosidad Ks (mm)
----------	-------------	---------------------------------	--

HF	Hierro fundido	120	0,150
ACE	Acero	140	0,046
AC	Asbesto cemento	140	0,030
HG	Hierro Galvanizado	120	0,150
CR	Concreto reforzado	120	0,1200
CCP	Tubería reforzada con cilindro de acero y varilla	120	0,1200
PCCP	Tubería de hormigón pretensada cilíndrica	110	0,1200
PVC	Policloruro de vinilo	130	0,0015
PE	Polietileno	150	0,0070
HD	Hierro dúctil	120	0,2500

Fuente: Saldarriaga J. 2007. Hidráulica de tuberías – Abastecimiento de Aguas, redes y Riegos. Ed. Alfaomega. Fichas Técnicas PE, PVC Fabricantes nacionales

Tabla 3. Coeficientes de pérdida (km) para accesorios

Accesorios	(km)
Válvula de control tipo globo, completamente abierta	5,5
Válvula de control tipo Y, completamente abierta	5,5

Válvula en ángulo, completamente abierta	5,0
Válvula de cheque, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2
Válvula de mariposa, completamente abierta	1,0
Válvula de bola, completamente abierta	0,1
Codo de radio corto 90°	0,9
Codo de radio mediano 90°	0,8
Codo de gran radio 90°	0,6
Codo de 45°	0,4
Retorno (curva en U)	2,2
TEE en sentido recto	0,3
TEE salida lateral	1,8
Unión	0,3
Yee 45°, sentido recto	0,3
Yee 45°, salida lateral	0,8
Filtro de cilindro o malla perforada	5,0
Medidor de consumo de agua potable	5,0
Entrada recta a tope	0,5
Entrada con boca acampanada	0,1
Entrada con tubo reentrante	0,9

Entrada a tanque	1,0
Contracción	0,1
Expansión	0,1

Fuente: Saldarriaga J. 2007. Hidráulica de tuberías – Abastecimiento de Aguas, redes y Riegos. Ed. Alfaomega. Alba V. Díaz Corrales. 2008. Mecánica de Energía – Pérdidas de Energía total. Presentación <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/10/presentacion1.pdf>

10.19.4.2.1.3. Caudal de Diseño

Las instalaciones hidráulicas domiciliarias corresponden a las redes internas de suministro hasta los puntos de consumo.

Para el cálculo de los caudales de diseño de las redes internas de suministro de las estaciones, se utilizará el método modificado de Hunter. Este método considera la probabilidad de uso simultáneo de los aparatos sanitarios alimentados por un ramal dado. El método se basa en asignar a cada aparato sanitario un número denominado unidad de consumo de acuerdo con la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4. Unidades de consumo y presiones requeridas

Aparato	Unidades de Consumo		Presión Requerida	
	Privado	Público	m.c.a	psi
Sanitario Tanque	2	2	7*	9,95
Lavamanos	0,5	1,5	5,63	8
Poceta	2,25	2,25	5,63	8

*Se toma para el sanitario de tanque una presión requerida 7 m.c.a., tomando como base las tablas de presiones recomendadas de la literatura recomendada; 1) Diseño de redes hidráulicos y desagües –Rafael Pérez Carmona, 2) Diseño hidráulicos sanitarios y de gas en edificaciones – Héctor Rodríguez, 3) Redes hidráulicas y sanitarias en edificios – Jorge Granados.

Una vez se determine el número de unidades abastecidas por cada ramal, se establecerá el caudal correspondiente de acuerdo con la Tabla 5, la cual se obtiene utilizando la metodología Roy Hunter Modificado (ICONTEC, 2017, pág. 216).

Tabla 5. Equivalencia de las unidades de consumo en caudal (l/s)

Sistema de suministro principalmente para sanitarios de Tanque	Sistemas de suministro principalmente para fluxómetro
--	---

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Carga	Demanda		Carga	Demanda		Carga	Demanda		Carga	Demanda	
Unidades de Aparato	Caudal		Unidades de Aparato	Caudal		Unidades de Aparato	Caudal		Unidades de Aparato	Caudal	
	gal/min	l/s		gal/min	l/s		gal/min	l/s		gal/min	l/s
1	3,0	0,19	50	29,1	1,83	-	-	-	50	50,0	3,15
2	5,0	0,32	60	32,0	2,02	-	-	-	60	54,0	3,40
3	6,5	0,41	70	35,0	2,21	-	-	-	70	58,0	3,65
4	8,0	0,50	80	38,0	2,40	-	-	-	80	61,2	3,85
5	9,4	0,60	90	41,0	2,58	5	15	0,95	90	64,3	4,05
6	10,7	0,67	100	43,5	2,74	6	17,4	1,10	100	67,5	4,25
7	11,8	0,74	120	48,0	3,02	7	19,8	1,25	120	73,0	4,60
8	12,8	0,81	140	52,5	3,31	8	22,2	1,40	140	77,0	4,85
9	13,7	0,86	160	57,0	3,60	9	24,6	1,55	160	81,0	5,10
10	14,6	0,92	180	61,0	3,84	10	27	1,70	180	85,5	5,39
11	15,4	0,97	200	65,0	4,09	11	27,8	1,75	200	90,0	5,67
12	16,0	1,00	225	70,0	4,41	12	28,6	1,80	225	95,5	6,02
13	16,5	1,04	250	75,0	4,73	13	29,4	1,85	250	101,5	6,39
14	17,0	1,07	275	80	5,04	14	30,2	1,92	275	104,5	6,58
15	17,5	1,10	300	85	5,36	15	31	1,95	300	108	6,80
16	18,0	1,13	400	105	6,62	16	31,8	2,00	400	127	8,00
17	18,4	1,16	500	124	7,81	17	32,6	2,05	500	143	9,01
18	18,8	1,18	750	170	10,71	18	33,4	2,10	750	177	11,15
19	19,2	1,21	1000	208	13,10	19	34,2	2,15	1000	208	13,10
20	19,6	1,23	1250	239	15,07	20	35	2,21	1250	239	15,06
25	21,5	1,35	1500	269	16,95	25	38	2,39	1500	269	16,95
30	23,3	1,47	1750	297	18,71	30	42	2,65	1750	297	18,71
35	24,9	1,57	2000	325	20,48	35	44	2,77	2000	325	20,48
40	26,3	1,66	2500	380	23,94	40	46	2,90	2500	380	23,94
45	27,7	1,74	3000	433	27,28	45	48	3,02	3000	433	27,28

Así mismo, el sistema de suministro interno se ajustará a los parámetros de diseño hidráulico propios de su funcionamiento, estos parámetros se describen a continuación:

1. Las tuberías de ½" de diámetro deberán ser de PVC RDE 9 (RDE: relación diámetro - espesor), las cuales admiten una presión de trabajo a 23 °C de 500 psi (352 m.c.a.).
2. Para tuberías de ¾" de diámetro deberán ser de PVC RDE 11 (RDE: relación diámetro – espesor), las cuales admiten una presión de trabajo a 23 °C de 400 psi (281,6 m.c.a.).
3. Para tuberías con diámetros superiores o iguales a 1", las tuberías deberán ser de PVC RDE 21 (RDE: relación diámetro – espesor), las cuales admiten una presión de trabajo a 23 °C de 200 psi (140,8 m.c.a.).
4. Las tuberías que quedan expuestas al público se instalarán en hierro galvanizado de ½".

10.19.4.2.1.4. Pérdidas por accesorios

Los accesorios en una red producen una pérdida por fricción adicional a la de los tramos de tubería. Para tener en cuenta esta pérdida, se convierte en una longitud equivalente de tubería del mismo diámetro y calidad que produce el mismo efecto. Esta longitud se suma a los tramos rectos y luego se calcula la pérdida total.

Tabla 6. Longitudes equivalentes en metros de tubería rectilínea para el cálculo de las pérdidas por accesorios

Accesorio o válvula	Dimensión de tubería (Pulgadas)							
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
Codo de 45 grados	0,4(1,2)	0,5(1,5)	0,5(1,8)	0,7(2,4)	0,9(3,0)	1,2(4,0)	1,5(5,0)	1,8(6,0)
Codo de 90 grados	0,6(2,0)	0,8(2,5)	0,9(3,0)	1,2(4,0)	1,5(5,0)	2,1(7,0)	2,4(8,0)	3,1(10,0)
"T" de paso	0,2(0,6)	0,2(0,8)	0,3(0,9)	0,4(1,2)	0,5(1,5)	0,6(2,0)	0,8(2,5)	0,9(3,0)
"T" de ramificación	0,9(3,0)	1,2(4,0)	1,5(5,0)	1,8(6,0)	2,1(7,0)	3,1(10,0)	3,7(12,0)	4,6(15,0)
Válvula de compuerta	0,1(0,4)	0,1(0,5)	0,2(0,8)	0,2(0,8)	0,3(1,0)	0,4(1,3)	0,5(1,6)	0,6(2,0)
Válvula de balanceo	0,2(0,8)	0,3(1,1)	0,5(1,5)	0,6(1,9)	0,7(2,2)	0,9(3,0)	1,1(3,7)	1,4(4,5)
Llave tipo obturador	0,2(0,8)	0,3(1,1)	0,5(1,5)	0,6(1,9)	0,7(2,2)	0,9(3,0)	1,1(3,7)	1,4(4,5)
Válvula de retención	1,7(5,6)	2,6(8,4)	3,4(11,2)	4,3(14,0)	5,1(16,8)	6,8(22,4)	8,5(28,0)	10,2(33,6)

Válvula globo	4,6(15,0)	6,1(20,0)	7,6(25,0)	10,7(35,0)	13,7(45,0)	16,8(55,0)	19,8(65,0)	24,4(80,0)
Válvula de Ángulo	2,4(8,0)	3,7(12,0)	4,6(15,0)	5,5(18,0)	6,7(22,0)	8,5(28,0)	10,4(34,0)	12,2(40,0)

10.19.4.2.1.5. Velocidad de diseño

De acuerdo con el Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias (Norma ICONTEC NTC 1500, Cuarta actualización), el dimensionamiento de las redes de agua potable estará acorde a lo estipulado en la Tabla 7, teniendo en cuenta la demanda.

Tabla 7. Dimensionamiento del múltiple (Manifold)

Dimensión nominal diámetro interno (pulgadas)	Máxima demanda L/min (g/min)	
	Velocidad a 1,22 m/s (4 pies/s)	Velocidad a 2,44 m/s (8 pies/s)
(½)	7,6 (2)	19 (5)
(¾)	23 (6)	42 (11)
(1)	38 (10)	76 (20)
(1 ¼)	57 (15)	117 (31)
(1 ½)	83 (22)	166 (44)

Fuente: ICONTEC. NTC 1500 Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias (2017).

- Disminuyen las pérdidas hidráulicas
- Atenúan los efectos del golpe de ariete
- Reducen el desgaste interior de las tuberías por erosión
- Evitan la cavitación en tuberías, especialmente en maquinaria hidráulica

La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tubería de diámetro inferior a 76,2 mm, para diámetros de 76,2 mm o mayores la velocidad máxima debe ser 2,50 m/s, o aquella recomendada por el fabricante.

10.19.4.2.1.6. Tipo de tuberías y presiones de trabajo

La tubería proyectada será de PVC que tiene un coeficiente de Hazen – Williams C de 150 y una rugosidad absoluta Ks de 0,0015 mm, la unión deberá hacerse mediante pegado con sistema de soldadura PVC, con las cuales se obtiene:

- Facilidad de instalación.
- Deflexión normal para ajustarse al terreno (máx. 3°)
- Garantiza hermeticidad en las uniones.
- Mayor rapidez en su instalación.
- Resistente a la agresividad del suelo.

Las tuberías seleccionadas serán de PVC 9, 11, 13,5 y 21 (RDE: relación diámetro – espesor), las cuales admiten una presión de trabajo a 23°C entre 500 psi y 200 psi respectivamente.

Se obtendrá el factor de fricción según el material de la tubería, con el valor f obtenido y aplicado en la ecuación de Darcy – Weissbach, asumiendo la velocidad como la relación entre el caudal y el área transversal del tubo se obtendrán las pérdidas por fricción, luego iterando se regresará a la ecuación de Darcy – Weissbach en donde se despejará la velocidad real del flujo:

$$V^2 = \frac{2 \times g \times h_f}{f \times \frac{L}{D}}$$

Donde:

V es la velocidad (m/s)

g es la aceleración de la gravedad (m/s²)

hf es la pérdida por fricción (adimensional)

f es el factor de fricción de Darcy

L es la longitud de la tubería (m)

D es el diámetro de la tubería (m)

10.19.4.2.1.7. Accesorios para el control hidráulico en la conducción

Se deberá prever de acuerdo con la norma NS 024 de la Empresa de Acueducto de Bogotá, EAAB-ESP, Acometida domiciliaria de acuerdo con la distribución y conexiones que tenga cada estación, las válvulas de control y medición localizadas en la cajilla de registro, registros de corte en las llaves que quedan expuestas al público.

10.19.4.2.1.8. Descripción general del sistema hidráulico de agua potable

El sistema de suministro de agua potable será abastecido por la red secundaria adyacente a la estación operada por la EAAB-ESP, la cual proporciona la presión y caudal necesario para los requerimientos del total de unidades de servicio. El cálculo del caudal se realizará con la metodología de Hunter, que permite establecer un caudal para cada unidad instalada. Se diseñarán las redes de agua potable y agua lluvia. El cálculo de caudales se llevará a cabo con la

metodología de Hunter, que permite establecer un caudal para cada unidad instalada, la red de acometida se conectará desde la red menor proyectada, pasando por un medidor hasta los puntos de servicio directamente.

10.19.4.2.2. Red de drenaje sanitario

La red de drenaje de aguas residuales corresponderá al sistema de evacuación de las aguas residuales domésticas de las estaciones. Las descargas se realizarán a los pozos existentes y proyectados.

Es importante tener en cuenta que las aguas negras serán las provenientes de los sanitarios, sifones de piso, lavamanos y pocetas de aseo de las edificaciones anteriormente mencionadas.

10.19.4.2.2.1. Caudal de diseño de la red de drenaje sanitario

Para el dimensionamiento de las instalaciones sanitarias se utilizará el método de unidades sanitarias modificado de Hunter (ICONTEC, 2017) descrito en la Tabla 8 , teniendo en cuenta el número de aparatos sanitarios proyectados para cada edificio, el número de unidades aplicado a los diferentes aparatos sanitarios.

La estimación del caudal de diseño se determinará a partir del caudal máximo probable obtenido mediante los caudales correspondientes a las unidades de fluxómetros en la Tabla 8.

Tabla 8. Unidades de los aparatos según el método de Hunter

Aparato	Unidades Sanitarias
Sanitario de Tanque	4
Lavamanos	1
Desagüe de piso	2

Fuente: ICONTEC. NTC 1500 Código Colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias. (2020). Tabla 8.9.1, pág. 140.

10.19.4.2.2.2. Cálculo de caudales

Una vez se determina el número de unidades abastecidas para las estaciones, se establecerá el caudal correspondiente que se obtiene utilizando la metodología Roy Hunter Modificado (ICONTEC, NTC 1500 -2020).

10.19.4.2.2.3. Velocidad de diseño y fuerza tractiva

El procedimiento de cálculo se basa en suponer que el flujo es uniforme en el conducto y como tal; el análisis se ha efectuado empleando la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V es la velocidad media, (m/s)

n es el coeficiente de rugosidad de Manning (m^{1/3}/s)

R es el radio hidráulico, (m)

S es la pendiente de la línea de energía, (m/m)

10.19.4.2.2.4. Coeficiente de rugosidad de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning dependerá de las características de la tubería y de los materiales de construcción de esta, los cuales serán establecidos según las normas indicadas en el [numeral 2.3.1](#) de este documento.

10.19.4.2.2.5. Velocidad mínima

La norma NTC 1500 establece que “la pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño, con una velocidad comprendida entre 0,60 m/s y 5,0 m/s (condiciones a tubos llenos) o mínimo 0,15 kg/m² de fuerza tractiva” para las redes internas” (ICONTEC, NTC 1500, cap. 8.4.1 - 2017).

10.19.4.2.2.6. Diámetro mínimo

El máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a un alcantarillado de la edificación, desagüe de la edificación o ramal horizontal del desagüe de la edificación de un determinado tamaño, deberá determinarse usando la Tabla 9 (tabla 8.10.1 (1) de la NTC 1500, pág. 142).

Tabla 9. Máximo número de unidades de desagüe

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a cualquier porción del desagüe o alcantarillado de la edificación, incluyendo los ramales del desagüe de la edificación			
	Pendiente en % (pendiente pulgada por pie)			
	0,5% (1/16)	1,0% (1/8)	2,0% (1/8)	4,0% (1/8)
1 1/4	-	-	1	1
1 1/2	-	-	3	3

2	-	-	21	26
2 1/2	-	-	24	31
3	-	-	42	50
4	-	-	216	250
6	-	36	480	575

10.19.4.2.2.7. Tipo de tubería de la red de drenaje sanitario

La red externa de drenaje sanitario se diseñará con tuberías en PVC para alcantarillado fabricadas bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 3722,3 (ICONTEC, 2012), los diámetros de la tubería serán definidos de acuerdo con los cálculos realizados. Las tuberías se conectarán mediante pozos de inspección de 1,20 m de diámetro, que descargarán a un pozo de inspección perteneciente a la red de drenaje sanitario proyectado y existente.

10.19.4.2.3. Red de drenaje pluvial

El diseño del drenaje pluvial de las cubiertas se realizará siguiendo los lineamientos establecidos por la empresa de servicios públicos EAAB-ESP, así mismo, se tienen en cuenta los criterios establecidos en la norma NTC 1500 (ICONTEC, 2017) Cuarta actualización.

10.19.4.2.3.1. Caudal de diseño

La determinación de los caudales de diseño de la red de drenaje se llevará a cabo con el Método Racional (RAS- Resolución 0330- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio y la NS-085), el cual estima el caudal suponiendo una intensidad uniforme de la precipitación durante el tiempo de concentración en el área de acción. Este método es aplicable a cuencas donde el área de drenaje es inferior a 0,8 km² y se define mediante la siguiente ecuación.

$$Q = 2,78 * C * I * A$$

Donde:

Q es el caudal máximo (m³/s)

C es el coeficiente de escorrentía (adimensional)

I es la intensidad máxima del aguacero de diseño (mm/hr)

A es el área de drenaje (km²)

10.19.4.2.3.2. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación entre el pico de escorrentía directa y la intensidad promedio de precipitación en una tormenta. Este parámetro es función del tipo del suelo del área tributaria, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de todos aquellos factores que determinan qué parte de la precipitación se convierte en escorrentía.

Se determinará el valor del coeficiente de escorrentía “C” siguiendo las recomendaciones de la norma técnica de la EAAB ESP, (Véase Tabla 10).

Tabla 10. Coeficientes de escorrentía

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)				
	5	10	25	50	100
Áreas desarrolladas					
Asfáltico	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
Concreto/techo	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)					
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)					
Plano, 0-2%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47
Promedio, 2-7%	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53
Pendiente superior a 7%	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55
Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 75% del área)					
Plano, 0-2%	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41
Promedio, 2-7%	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49
Pendiente superior a 7%	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)					
Plano, 0-2%	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36
Promedio, 2-7%	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51
Áreas no desarrolladas					
Área de cultivos					
Plano, 0-2%	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47
Promedio, 2-7%	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51
Pendiente superior a 7%	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54
Pastizales					
Plano, 0-2%	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41
Promedio, 2-7%	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49
Pendiente superior a 7%	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53
Bosques					
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39
Promedio, 2-7%	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47
Pendiente superior a 7%	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52

Fuente: Tomado de EAAB-ESP. Norma Técnica. NS-085, V. 4.1.

10.19.4.2.3.3. Intensidad de la precipitación

De acuerdo con lo establecido en la norma NS-085 de la EAAB, la intensidad de precipitación se determinará a partir del periodo de retorno, frecuencia y duración de la tormenta de diseño. Los datos para diferentes periodos de retorno serán empleados una vez se reciba la información por parte de la EAAB ESP.

$$I\left(\frac{mm}{h}\right) = C_1 \cdot (Duración(\text{minutos}) + X_0)^{C_2}$$

Donde los valores de los coeficientes C_1 , X_0 y C_2 serán suministrados por la EAAB ESP.

10.19.4.2.3.4. *Periodo de retorno y tiempo de concentración*

El dimensionamiento de los colectores verticales y horizontales para los desagües de las edificaciones de agua pluvial será basado en el caudal de precipitación para una hora en un intervalo de 100 años de acuerdo con el capítulo 12.6.1 de la NTC 1500 Cuarta actualización.

10.19.4.2.3.5. *Velocidad de diseño y fuerza tractiva*

Para el cálculo de estos parámetros se supone flujo uniforme con lo cual el análisis se efectúa empleando la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V es la velocidad media (m/s)

n es el coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

R es el radio hidráulico (m)

S es la pendiente de la línea de energía (m/m)

10.19.4.2.3.6. *Coefficiente de rugosidad de Manning*

El coeficiente de rugosidad de Manning dependerá de las características de la tubería y de los materiales de construcción de esta, los cuales serán establecidos según las normas indicadas en el numeral 2.3.1 de este documento.

10.19.4.2.3.7. *Velocidad mínima*

La velocidad mínima será aquella que permita que las condiciones del sistema de autolimpieza cumplan con el criterio de fuerza atractiva, como lo indica el capítulo 4.4.4 de la norma NS-085 de la EAAB-ESP.

10.19.4.2.3.8. *Diámetro interno mínimo*

El diámetro mínimo de las redes pluviales se estipulará con base en la norma Icontec NTC 1500, de acuerdo con la relación que se indica en la tabla 12.6.3 (Dimensionamiento de la tubería horizontal de desagües de aguas lluvias), de dicho documento.

10.19.4.2.3.9. Dimensionamiento de las bajantes para las cubiertas

El caudal que puede transportar una bajante está en función de la relación del área del anillo de agua pegado a las paredes con el área total de la sección, (Granados, 2002) El caudal que puede transportar una bajante está expresado por la siguiente ecuación.

$$q = 1,754 * r^{5/3} * d^{8/3}$$

Donde:

q es el caudal puede transportar la bajante (l/s)

r es la relación del área del anillo de agua de la sección de la tubería (r=7/24)

d es el diámetro de la bajante (pulgadas)

En la Tabla 11 se indican los valores de caudal para diferentes diámetros y diferentes relaciones de r.

Tabla 11. Valores de caudal

Diámetro pulgadas	Caudal (l/s)		
	r=1/4	r=7/24	r=1/3
2	1,10	1,43	1,78
3	3,26	4,21	5,26
4	7,02	9,07	11,36
6	20,09	26,75	33,41
8	44,55	57,60	71,96
10	80,77	104,43	130,47
12	131,34	169,82	212,15

Fuente: (Granados, 2002)

El área que puede drenar una bajante de diferentes diámetros para diferentes intensidades de lluvia está dada en la Tabla 12. Donde se asumirá que el agua está ocupando 7/24 del área total, dejando el resto para el cilindro de aire que se forma en el centro.

Tabla 12. Áreas máximas para bajantes de aguas lluvias (m²)

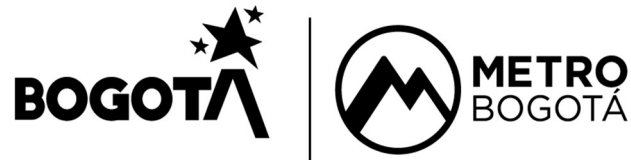
Intensidad (mm/h)	Diámetro de las bajantes (pulgadas)
----------------------	-------------------------------------

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

	2	2 1/2	3	4	6	8
50	132	240	402	841	2469	5303
75	88	160	268	560	1645	3535
100	66	120	201	420	1234	2652
125	53	95	161	336	987	2121
150	44	80	134	281	823	1766
200	33	60	101	210	617	1326

Fuente: Robayo (2002)



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GRN-IN-0003_VC



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	08-03-2022	Integración general de modificaciones solicitadas	Observaciones de FDN/Interventoría/EMB.
C	05-05-2022	-	-

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 18-05-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Revisó: O. Véliz 05-05-2022	Revisó: F. Faria 05-05-2022	Revisó: C.L. Umaña 05-05-2022	Aprobó: J.M. Martínez 05-05-2022
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO	<u>44</u>
10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN	<u>44</u>
10.19 ESTACIONES Y EDIFICIOS	<u>44</u>
10.19.5 Mecánica	<u>44</u>
10.19.5.1 Sistema de ventilación	<u>44</u>
10.19.5.1.1 Descripción de los sistemas	<u>44</u>
10.19.5.1.1.1. Sistemas de suministro de aire	<u>44</u>
10.19.5.1.2 Normativa aplicable	<u>55</u>
10.19.5.1.3 Procedimientos de cálculo para dimensionamiento y selección de equipos	<u>55</u>
10.19.5.2 Gestión de humos	6
10.19.5.2.1 Descripción del sistema	6
10.19.5.2.2 Normativa aplicable	6
10.19.5.2.3 Cálculos para dimensionamiento y selección de equipos	6
10.19.5.2.4 Configuración de los sistemas de ventilación, extracción y gestión de humos	7
10.19.5.3 Ascensores y escaleras eléctricas	<u>77</u>
10.19.5.3.1 Ascensores para acceso a las estaciones	<u>77</u>
10.19.5.3.2 Escaleras mecánicas	<u>88</u>
10.19.5.3.3 Normativa aplicable	<u>88</u>
10.19.5.4 Sistemas de bombeo	<u>99</u>
10.19.5.4.1 Descripción de los sistemas	<u>99</u>
10.19.5.4.1.1. Bombeo de aguas de drenaje	<u>99</u>
10.19.5.4.1.2. Bombeo de aguas residuales domésticas	<u>99</u>
10.19.5.4.1.3. Equipos de agua potable	<u>1144</u>
10.19.5.4.1.4. Normativa aplicable	<u>1144</u>
10.19.5.4.2. Procedimientos de cálculo para dimensionamiento y selección de equipos	<u>1242</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bomba sumergible

Figura 2. Bomba centrífuga horizontal

Figura 3. Esquema del sistema de bombeo de agua potable con hidroacumuladores

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

10.19 ESTACIONES Y EDIFICIOS

10.19.5 Mecánica

10.19.5.1 Sistema de ventilación

10.19.5.1.1 Descripción de los sistemas

Para las estaciones de la segunda línea del metro de Bogotá, se preverán sistemas de ventilación que permitirán renovar de manera continua el aire.

Estos sistemas permitirán mantener la temperatura en un rango que brinde condiciones de confort aceptables para los usuarios, en cada una de las áreas dónde es requerido.

Se preverá la instalación de sistemas de suministro y extracción de aire para el control de la temperatura en las salas que albergan equipos electrónicos. Asimismo, se considerarán sistemas de ventilación para las oficinas, salas técnicas que albergan equipos informáticos o dispositivos electrónicos.

10.19.5.1.1.1. Sistemas de suministro de aire

Mediante ventiladores centrífugos, ubicados en los Cuarto de Ventiladores se suministrará el caudal requerido a cada uno de los recintos que requieren renovación de aire, a través de una red de ductos.

El suministro de aire contará con sistemas independientes para suplir los requerimientos las áreas que sean definidas de acuerdo con los planos arquitectónicos:

- Locales técnicos
- Baños
- Locales operativos y vestidores
- Subestaciones eléctricas (Grupos de tracción)

Para la ventilación de componentes críticos se contará con un sistema de suministro de aire con dos ventiladores de la misma capacidad que permita redundancia en el suministro de aire en caso de una falla de uno de los equipos.

10.19.5.1.1.2. Sistemas de extracción de aire

Con respecto a la extracción de aire, se tendrán sistemas independientes para áreas como:

- Subestaciones eléctricas (Grupos de tracción)
- Locales técnicos
- Baños y cuarto de limpieza
- Vestidores y almacenamiento
- Cuartos de basuras

Se considerarán sistemas independientes para los cuartos de almacenamiento de basura con el fin de evitar el paso de malos olores hacia otros recintos.

Se contará con un sistema de extracción de aire con dos ventiladores de la misma capacidad que permitan redundancia en la extracción de aire viciado para los locales técnicos.

Se considerará que para aquellos recintos con presión negativa tales como cuarto de basuras, baños públicos y locales de almacenamiento, se deberán instalar rejillas de transferencia en las puertas cuya área permita una velocidad de flujo de 1,5 m/s del aire desde los recintos contiguos hacia el interior de los mismos.

En las zonas de circulación de personas a nivel superficial, que cuenten con aperturas laterales, se considerará un sistema de ventilación natural de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.4.2 de la ASHRAE 62.1 en la cual se establece un criterio mínimo del 4% de aperturas respecto al área a ventilar.

Tanto la toma de aire fresco como la descarga de aire viciado se realizará sobre los cuartos de ventilación mediante “chimeneas” o ductos dedicados los cuales deberán ser diseñados para cumplir el área mínima requerida por los equipos de ventilación.

10.19.5.1.2 Normativa aplicable

Para los diseños serán tenidas en cuenta las recomendaciones y criterios aplicables de las siguientes normas y estándares:

- NSR 10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
- NTC 5183 Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores
- ASHRAE 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- ASHRAE Handbook—Fundamentals
- NFPA 130 Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems 2014.

10.19.5.1.3 Procedimientos de cálculo para dimensionamiento y selección de equipos

En primer lugar, se realizará una identificación de cada uno de los recintos y se establecerá su área y ubicación. Para cada recinto se establecerá el requerimiento de suministro, extracción de aire y remoción de calor para los locales de operación y locales técnicos.

Posteriormente, para los locales de operación se realizará el cálculo del calor a ser removido en función de la ocupación de personas, cargas por equipos y radiación solar. A partir del calor a ser removido se estimará el caudal de aire requerido.

En paralelo se realizará el cálculo del caudal requerido para remover el calor producido por los equipos en los locales técnicos.

Para todos los recintos se realizará el cálculo del caudal de ventilación requerido por las normas NTC 5183 y ASHRAE 62.1 en función de la ocupación y el área. De esta manera se establecerá el caudal de ventilación total del sistema.

Finalmente se procederá con el dimensionamiento de los ductos y el estimativo de pérdidas.

~~10.19.5.2~~ Gestión 10.19.5.2 Gestión de humos

10.19.5.2.1 Descripción del sistema

El sistema para extracción de humo en las estaciones y otros edificios que lo requieran, será un sistema dedicado para cumplir con el objetivo de garantizar las condiciones de evacuación de los usuarios y unas condiciones óptimas para el acceso de los servicios de emergencia.

El diseño del sistema de extracción de humos y de lucha contra incendio será diseñado, según se describe en el capítulo 10.19.19.8. - “Gestión de humos y Lucha Contra incendios”.

El sistema de humos estará coordinado con los sistemas de suministro y extracción, de manera tal que en caso de que los detectores de la estación detecten un incendio en un área pública, ~~los ventiladores de suministro de la estación se detendrán~~ los ventiladores de suministro de la estación se detendrán y comenzará el funcionamiento de los ventiladores de extracción.

En cada uno de los niveles de la estación se dispondrán de redes de conductos de suministro de aire fresco, extracción de aire viciado y extracción de humos.

En funcionamiento normal de la estación, los conductos de impulsión de aire fresco y extracción de aire viciado estarán operativos, mientras que el conducto de extracción de humos estará inoperativo.

En caso de incendio dentro de estación los conductos de impulsión de aire fresco y extracción de aire viciado se inhabilitarán en la zona del incendio y entrará en funcionamiento el sistema de extracción de humos.

A su vez, para asegurar la adecuada evacuación de la estación y evitar que pudiera verse afectado los recintos vecinos, éstos se mantendrán en sobrepresión.

~~10.19.5.2.2~~ Normativa 10.19.5.2.2 Normativa aplicable

- NFPA-130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems. National Fire Protection Association. 2014.
- NFPA 92 SMOKE CONTROL SYSTEMS.
- NSR 10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
- NTC 5183 Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores
- ASHRAE 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

~~10.19.5.2.3~~ Cálculos 10.19.5.2.3 Cálculos para dimensionamiento y selección de equipos

El cálculo de los caudales de ventilación necesarios para la extracción de humos en caso de incendio se realizará según se describe en el capítulo 10.19.8. - “Gestión de humos y Lucha Contra incendios”.

Teniendo en cuenta que el

no solo se podrá dar simultáneamente en una zona, los ventiladores se seleccionarán para ser capaces de extraer el caudal en la zona más desfavorable, es decir, en la zona con mayores necesidades de caudal y presión.

El cálculo de conductos se realizará mediante el método de recuperación estática para los conductos de impulsión y por el método de pérdida de carga constante para los conductos de extracción y retorno.

Toda la red de conductos será especificada en chapa de acero galvanizado de distintos espesores en función de las dimensiones del conducto, siendo la dimensión determinante la mayor.

10.19.5.2.4 Configuración de los sistemas de ventilación, extracción y gestión de humos

En los esquemas L2MB-1430-300-MOV-DP-MEC-EQ-0001_V01 y L2MB-1430-300-MOV-DP-MEC-EQ-0002_V01 se presenta de manera esquemática la configuración de los sistemas de ventilación, extracción de aire viciado y gestión de humos para una estación tipo.

Se ha previsto que los equipos de ventilación se encuentren ubicados en el Mezanine -2, en la zona de Locales técnicos. Inicialmente se considerará un cuarto en cada costado de la estación. Uno de los cuartos albergará los equipos de suministro de aire fresco y el otro los equipos de extracción de aire viciado y de gestión de humos.

La toma de aire se realizará desde la superficie mediante un pozo vertical. De igual forma, la descarga de los humos se realizará a través de un pozo vertical que descargará a la superficie, con una alineación paralela al pozo de descarga del sistema de gestión de humos de los túneles.

10.19.5.3 Ascensores y escaleras eléctricas

10.19.5.3.1 Ascensores para acceso a las estaciones

Con la instalación de ascensores en las estaciones se obtienen las siguientes mejoras en el servicio:

Permiten el acceso a andenes a personas de movilidad reducida (PMR).

Reducen el tiempo de viaje. En caso de ser necesaria la instalación de ascensores de gran capacidad, éstos permiten reducir el tiempo de viaje mediante su sincronización con la llegada de trenes a la estación.

Todas las estaciones serán accesibles a personas con movilidad reducida y dependiendo de la tipología de las estaciones y las condiciones de acceso a las PMR se deberá contemplar la instalación de uno o más ascensores. Tanto en los accesos a los vestíbulos como a los andenes según se requiera.

Preferiblemente estos deberán ser de alimentación eléctrica.

En caso de contemplarse la instalación de éstos, los cuales no se consideran vías de evacuación, deben en caso de emergencia activarse para dirigirse a la planta de nivel de calle y mantenerse inactivos en ella. Deben igualmente disponer de un sistema de alimentación eléctrica por batería para el rescate automático y el control prioritario para “uso de bomberos”.

Así mismo, los ascensores estarán preparados para ser telemandados a partir del cuadro de control y dispondrán de renovación de aire de cabina y de foso.

Las indicaciones de cada aparato elevador deben ser tanto visuales como acústicas, de forma que los discapacitados físicos (invidentes y personas sordas) no tengan problemas para la utilización de los elevadores.

Los recintos de los ascensores deberán ser preferentemente acristalados para evitar la sensación de claustrofobia.

10.19.5.3.2 Escaleras mecánicas

Para desniveles inferiores a 25 metros, la solución con escaleras mecánicas debe ser la primera alternativa a evaluar. Para desniveles mayores debe realizarse un estudio particular tanto funcional como económico de la solución.

Las escaleras mecánicas pueden ser aceptadas como vías de evacuación en caso de incendio, por lo que deberán disponer de sistemas de seguridad que las detengan tanto manualmente como a distancia.

En caso de incendio, las escaleras que funcionen en sentido de la salida pueden dejarse en servicio mientras que las escaleras que funcionen en sentido contrario deberán detenerse. Los materiales para su construcción serán no inflamables y autoextinguibles.

Para la instalación del tipo y número de escaleras a instalar en cada estación, se deberá tener en cuenta la ordenación de las circulaciones de personas, la capacidad de transporte de cada escalera y la afluencia máxima de personas en hora punta. Las escaleras serán reversibles.

La escalera estará dotada de puesta a tierra y toma de fuerza trifásica y monofásica para la utilización en el mantenimiento de herramientas y luces portátiles.

La escalera estará preparada para ser telemandada.

10.19.5.3.3 Normativa aplicable

- NTC 2769-1 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores, ascensores especiales para el transporte de personas y **cargas.PARTEcargas. PARTE 1: Ascensores eléctricos**
- NTC 2769-2 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores, ascensores especiales para el transporte de personas y **cargas.PARTEcargas. PARTE 2: Ascensores hidráulicos**
- NTC 2769-4 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores, ascensores especiales para el transporte de personas y **cargas.PARTEcargas. PARTE 4 -:Plataformas4: Plataformas** elevadoras verticales para el uso de personas con movilidad reducida
- NTC 5926-1 Criterios para las inspecciones de ascensores, escaleras mecánicas, andenes móviles y puertas eléctricas. **PARTE 1 Ascensores electromecánicos e hidráulicos.**
- NTC 5926-2 Criterios para las inspecciones de ascensores, escaleras mecánicas, andenes móviles y puertas eléctricas. **PARTE 2:Escaleras2: Escaleras** mecánicas y andenes móviles.

- NFPA 130 Norma para sistemas de tránsito sobre rieles fijos y sistemas de transporte ferroviario de pasajeros.
- NTC 4349: Accesibilidad de las personas al medio ~~físico~~. ~~Edificios~~ ~~físico~~. Edificios. Ascensores
- Decreto 1660 de 2003 por el cual se reglamenta la accesibilidad a los modos de transporte de la población en general y en especial de las personas con discapacidad

10.19.5.4 Sistemas de bombeo

10.19.5.4.1 Descripción de los sistemas

10.19.5.4.1.1. Bombeo de ~~aguas de~~ ~~aguas~~ ~~drenaje~~ ~~de drenaje~~

Como se menciona en el apartado 10.19.4.1 del presente documento “Infraestructura necesaria para la operación” “Los drenajes generados por ~~la~~ ~~por~~ la infiltración de toda la edificación subterránea, serán recolectados en un pozo de bombeo el cual se localiza bajo el nivel andén, y será evacuado con equipos de bombeo”. Las aguas pluviales se recogerán en un pozo situado en el nivel del sótano de la estación. Desde la canaleta situada en la cámara bufa y mediante una tubería enterrada se conectará dicha canaleta con una cámara de recogida de aguas pluviales previa a la cámara de bombeo en la que Son dos pozos ubicados en cada extremo de la estación, en correspondencia con las Areas Técnicas dispuestas a ese nivel, en los que se ubicarán cuatro ~~tres~~ bombas de drenaje, dos funcionando al 100% y ~~dos~~ ~~una~~ ~~tercera~~ de reserva (Son dos bombas por pozo).

El material para la tubería que coleccionará el agua de infiltración así como de recogida de aquella que conducirá el agua de drenaje hacia la superficie será la indicada en el apartado s10.19.4.1 ya citado. La tubería del ramal de descarga de cada bomba será en acero y una vez los dos ramales de cada pozo se unan en una sola tubería, aguas abajo de las válvulas de cheque y de compuerta o bola para el cierre, se hará la transición a la tubería de PVC que discurre en toda la altura de la estación, para conducir el agua hacia la superficie. pluviales será de PVC en el caso de tubería aérea y de PVC de doble pared cuando la tubería discorra empotrada o enterrada. La tubería de impulsión de aguas pluviales será de acero galvanizado de manera que se asegure tanto la resistencia a las presiones como la durabilidad del material. Fuera de la estación se instalará una arqueta de rotura de presión que permitirá realizar la acometida a la red municipal sin más presión que la presión piezométrica.

En el esquema anexo L2MB-1400-300-MOV.DP-MEC-EQ-001 se muestra la disposición típica, la cual igualmente se encuentra esquematizada en la versión del modelo en Revit de las estaciones 1 y 5 ~~preparada de manera preliminar para ilustrar la disposición típica de las estructuras, redes hidrosanitarias y drenaje y los equipos de ventilación.~~ ~~La representación en planos de las acometidas desde la estación a la red de alcantarillado público es orientativa. La acometida definitiva se deberá contrastar con la situación definitiva de las acometidas previstas en el producto 5 “Diagnóstico e interferencias con redes” de manera que se asegure que los trazados sean correctos.~~

Las bombas se seleccionarán conforme los criterios indicados en el numeral 3.3.2.1 del aparte ET25 - ESTACIONES Y EDIFICIOS MECÁNICA de los “Apéndices- Criterios de diseño” que forman parte del Documento 2 - Resumen ejecutivo del estado de avance de estudios y diseños de factibilidad, ~~que de acuerdo con los estimativos iniciales,~~ cada una de ellas debe tener una capacidad de descarga de 33,5 l/s para una altura estática de 40m aproximadamente.

10.19.5.4.1.2. Bombeo de aguas residuales domésticas

La tubería de recogida de aguas residuales se descolgará por el techo del nivel inferior donde se encuentre el aparato sanitario, poquetas y sifones y se conducirá mediante bajantes hasta los pozos de bombeo que se ubicarán en el mezanine -3, o sea en la placa del piso inmediatamente superior situados en el nivel inferior de la estación, al nivel del andén. Como se menciona en ~~el apartado~~ apartado 10.19.4.1 arriba citado, de manera similar al sistema de drenaje, se encuentra ubicado un pozo en cada extremo de la estación. En cada uno de estos ~~En estos~~ pozos se ubicarán dos bombas iguales, una de ~~reserva, de reserva, de la capacidad requerida que dotarán al agua de la suficiente presión~~ para evacuar las aguas residuales de la estación. Para asegurar la integridad mecánica de la tubería de descarga de las bombas, se especificará en hierro dúctil, que tiene la opción de disponer de tubería y accesorios con juntas del tipo acerrojado, hasta hacer la transición a la tubería en PVC que conducirá el agua residual hasta los pozos circulares que conectaran la red externa de tuberías de drenaje sanitario. La tubería impulsión de aguas residuales será de acero galvanizado de manera que se asegure tanto la resistencia a las presiones como la durabilidad del material.

Igual que en el caso de las bombas para Drenaje, en el esquema anexo L2MB-1400-300-MOV.DP-MEC-EQ-001 se muestra la disposición típica de las bombas para agua residual, la cual igualmente se encuentra esquematizada en la versión del modelo en Revit de las estaciones 1 y 5 ~~preparada~~ preparada de manera preliminar para ilustrar la disposición típica de las estructuras, redes hidrosanitarias y ~~drenaje y drenaje~~ drenaje y los equipos de ventilación.

Para estos sistemas de bombeo se plantea el uso de bombas sumergibles o bombas centrífugas de eje vertical ~~horizontales~~ vertical según los requerimientos arquitectónicos, de obra civil y CAPEX y OPEX



Figura 1. Bomba sumergible

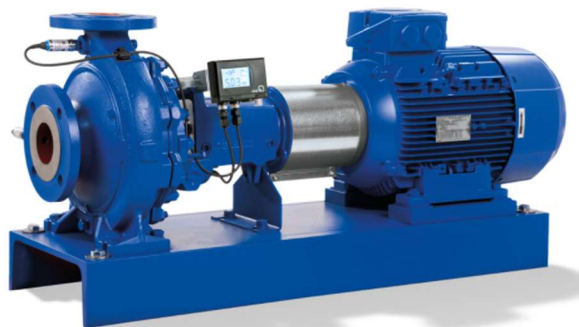


Figura 2. Bomba centrífuga horizontal

10.19.5.4.1.3. Equipos de agua potable

Se prevé la necesidad de agua potable para el funcionamiento con el fin de suplir los requerimientos de los servicios de saneamiento e higiene adecuados en cada una de las áreas donde sea requerido. El agua potable proviene de un tanque el cual se alimenta del punto de acometida suministrado por la EAB [conforme lo indicado en el numeral 10.14.4.2.2.1." Conducción de agua potable" del presente documento "Infraestructura necesaria para la operación"](#). Según la norma NTC 1500, el tanque debe tener la capacidad suficiente para la acumulación de 1 día de consumo.

Dependiendo de las definiciones de distribución ~~de equipos~~ de equipos durante la Fase 3 o por la posible conveniencia de ubicación del tanque de agua potable contiguo al del sistema contra incendio, se ha considerado la instalación de un sistema hidroneumático cuya presurización se realizará con tres bombas, dos de las cuales tendrán la capacidad para atender del 500% de la demanda caudal y ~~por lo~~ por lo cual una estará en reserva en caso de falla de alguna de las otras dos. Para un desgaste similar de las bombas se tiene una alternancia de operación entre ellas. El punto de operación se seleccionará en conformidad con el estimativo de pérdidas de las tuberías de distribución, que se diseñará conforme lo expuesto en las secciones correspondientes de la red hidrosanitaria.Preliminarmentehidrosanitaria. Preliminarmente se ha estimado que el ~~sistema~~ sistema de agua potable tendrá una demanda de 5 l/s y requerirá de 2 hidroacumuladores de 300 litros y una presión de 35/50 psi.

En el ~~esquema~~ esquema L2MB-1500-100-MOV-DP-MEC-EQ-007 se encuentra la disposición típica del equipo que se tiene contemplado para este propósito, cuyas características específicas se confirmarán una vez se tenga la definición final ~~de la~~ de la demanda ya indicada.

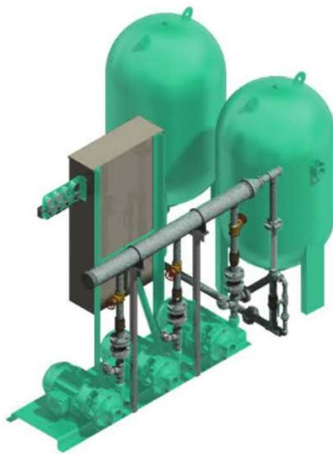


Figura 3. Esquema del sistema de bombeo de agua potable con hidroacumuladores

10.19.5.4.1.4. Normativa aplicable

- NTC-1500 – Código Colombiano de Fontanería.
- NS-128 (v. 2009) Lineamientos Generales para Diseño y Construcción de Instalaciones Hidrosanitarias Internas y Sistemas Contra - Incendio.
- RAS Título B Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – Título B.

- American Society of Mechanical Engineers – ASME.
 - Selección de válvulas: ASME B16.34.
 - Selección de bombas: ASME B73.1
 - Tuberías: ASME B31
- American National Standards Institute – ANSI.
 - Codos: ASME/ANSI B16.28.
 - Bridas: ASME/ANSI B16.5/47.
 - Empaques: ANSI/ASME B16.20-1998
 - Diseño de Bombas: ANSI/HI 1.3-2009.
- American Water Works Association – AWWA.
 - Diseño de tubería de acero: AWWA M-11
 - Diseño de tubería de polietileno: AWWA M-55
 - Tubería de PVC: AWWA C-900
 - Tubería de polietileno: AWWA C-906
- National Association of Corrosion Engineers – NACE.
 - Corrosión interna de tubería de acero: SP106-2006.
 - Corrosión externa de tubería de acero enterrada o sumergida: SP169-2007.

10.19.5.4.2. Procedimientos de cálculo para dimensionamiento y selección de equipos

En primer lugar, el diámetro de la tubería se obtiene al definir una velocidad máxima de 3 m/s en la tubería teniendo en cuenta el caudal requerido. Seguido a esto, se calculan las pérdidas en las tuberías y accesorios según el trazado de la misma.

Seguido a esto, se calcula la cabeza total dinámica (TDH) sumando la altura estática y las pérdidas totales a lo largo de la tubería. El TDH junto con el caudal requerido se usan como datos de entrada para seleccionar una bomba que pueda suplir la presión y el caudal. El tipo de bomba se selecciona según CAPEX Y OPEX los requerimientos arquitectónicos, de operación y de mantenimiento.

El punto de operación de la bomba se determina con la intersección de la curva del sistema y la curva de catálogo cuya presión esté por encima del TDH calculado. Obtenido el punto de operación, se determina la potencia requerida por la bomba y la cabeza de neta de succión positiva requerida por la bomba (NPSHr). Luego, se verifica que el NPSHr sea menor al NPSHa (cabeza neta de succión positiva disponible)

Adicionalmente, la soportería de la tubería se diseña teniendo en cuenta las fuerzas que se desarrollan en los accesorios debido al movimiento del fluido de trabajo.



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	08-03-2022	Integración general de modificaciones solicitadas	Observaciones de FDN/Interventoría/EMB.
C	05-05-2022	-	-

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 18-05-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Revisó: O. Véliz 05-05-2022	Revisó: F. Faria 05-05-2022	Revisó: C.L. Umaña 05-05-2022	Aprobó: J.M. Martínez 05-05-2022
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO	4
10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN	4
10.19. ESTACIONES Y EDIFICIOS ...	4
10.19.7. Telecomunicaciones	4
10.19.7.1. Sistema de voz y datos	4
10.19.7.1.1. Objetivos	4
10.19.7.1.2. Importancia	4
10.19.7.1.3. Funcionamiento	4
10.19.7.2. Sistema CCTV	8
10.19.7.2.1. Objetivos	10
10.19.7.2.2. Importancia	10
10.19.7.2.3. Funcionamiento	10
10.19.7.3. Sistema de megafonía	¡Error! Marcador no definido.
10.19.7.3.1. Objetivos	17
10.19.7.3.2. Importancia	17
10.19.7.3.3. Funcionamiento	17
10.19.7.4. Sistema de detección y alarma contraincendios	21
10.19.7.4.1. Objetivos	22
10.19.7.4.2. Importancia	22
10.19.7.4.3. Funcionamiento	23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Red de voz y datos - Estaciones

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama - Sistema de detección y alarma contraincendios

1. A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

2. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

2.1. ESTACIONES Y EDIFICIOS ...

2.1.1. Telecomunicaciones

2.1.1.1. Sistema de voz y datos

2.1.1.1.1. *Objetivos*

El sistema de voz y datos para las estaciones y edificaciones tiene por objeto incluir todos los equipos e infraestructura necesaria para implementar los sistemas de comunicación interna y externa de las estaciones para fines corporativos, es decir permitir a los operadores comunicarse entre sí en los recintos al interior de las estaciones y con la red de telefonía pública, así como permitir el acceso a internet.

2.1.1.1.2. *Importancia*

El sistema de voz y datos para las estaciones y edificaciones permitirá a los usuarios encargados de las tareas administrativas y corporativas dentro del proyecto de la L2MB, contar con acceso a servicios que no hacen parte de la operación propia del sistema Metro, pero que sí hacen parte del proceso administrativo del mismo.

2.1.1.1.3. *Funcionamiento*

Este sistema se basa en una red de puntos de conexión, tanto voz como datos, en distintas áreas de la estación. Estas áreas se dividen entre zonas operacionales y zonas técnicas. Como parte de las zonas operacionales se encuentran; la supervisión de la estación, sala de descanso de empleados (generales Metro), local o espacio de Policía, local o espacio de primeros auxilios, sala de reunión y oficina de mantenimiento de estación y operadores de telecomunicaciones exteriores del sistema. Mientras que, en las zonas técnicas se encuentran oficinas propias del sistema Metro.

Tabla 1. Red de voz y datos - Estaciones

ZONA	ÁREAS CON RED VOZ Y DATOS CON PROPÓSITOS OPERACIONALES	REQUERIDO
Operacional	Supervisor de la estación	Sí
	Sala de reposo empleados	Sí
	Local para Policía	Sí
	Local primeros auxilios	Sí
	Sala de reunión y oficina Mantenimiento	Sí
	Operadores telecomunicaciones exteriores	Sí
Técnico	Oficinas propias sistema Metro	Sí

2.1.1.1.4. Criterios de diseño

Los criterios de diseño empleados para el estudio y definición del sistema voz y datos, se encuentran dados bajo las siguientes consideraciones:

- Los equipos del sistema de voz y datos deben permitir la comunicación interna y externa del personal operativo en oficinas, cuartos técnicos, salas de reunión, zonas de mantenimiento de la estación, zonas de Policía y enfermería o primeros auxilios. Se instalarán puntos de voz y datos en estas áreas con el fin de permitir la conexión de equipos de cómputo y teléfonos.
- En cantidades de cableado, se considera que la distancia del cableado de cobre desde cada Rack de distribución horizontal hasta los puntos de datos (puestos de trabajo) no superará los 100 m de longitud, cumpliendo con la normativa para cableado categoría 6A.
- Se considera un Rack de comunicaciones en cada una de las estaciones. El dimensionamiento del Rack tuvo en cuenta la cantidad de equipos que se conectarán en la estación.
- Se contará con un sistema de voz IP para los diferentes puntos de acceso en las estaciones.

Como parte del sistema, se han considerado los siguientes equipos que hacen parte del diseño de la red de voz y datos se incluyen para cada estación:

- Cable STP categoría 6A

- Patch cord voz y datos
- RJ45 (salida de información)
- Canaletas
- Bandejas
- Tubería IMC
- Fibra óptica multimodo indoor 6 hilos
- ODF
- Patch cord
- Rack de comunicaciones de la estación (incluye router, switches, servidores, PBX IP)



2.1.1.1.5. Ubicación Estación Típica

Como planteamiento inicial de ubicación del sistema de voz y datos se propone la ubicación del Rack de comunicaciones en uno de los cuartos operativos que se encuentran en la primera planta de la estación, siendo este el lugar al cual estarán dirigidas todas las conexiones de voz y datos dentro de la estación.

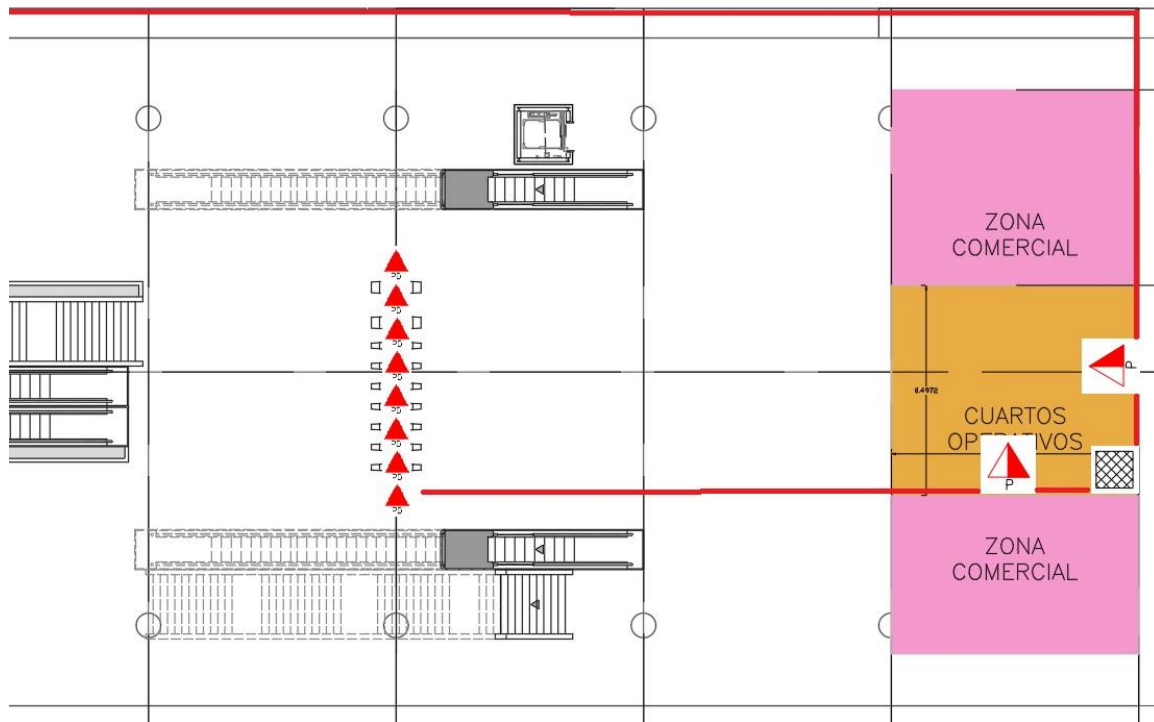


Figura 1. Sistema voz y datos Planta 1 Estación típica

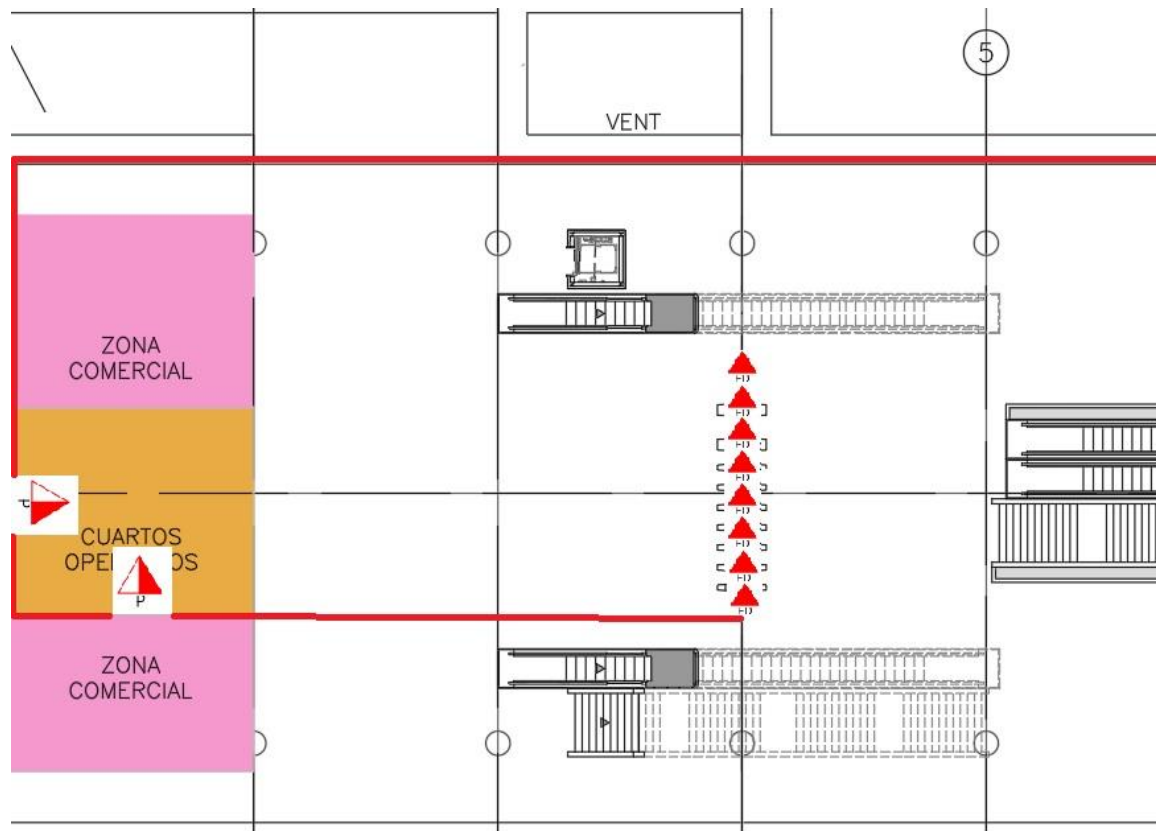


Figura 2. Sistema voz y datos Planta 1 Estación típica

Además de esto se plantea inicialmente la ubicación de dos puntos de voz y datos por cuarto técnico y operativo de la estación, a lo cual se suman los puntos de datos que estarán ubicados en cada uno de los torniquetes de entrada a la estación.

En la planta 3 se encuentra ubicada una zona técnica en la cual actualmente no se tiene definido a qué corresponde cada uno de los cuartos, cabe recalcar que esta zona técnica se encuentra de forma idéntica en los dos extremos de esta planta, razón por la cual el diseño de conexiones del sistema de voz y datos es idéntico. También se plantea la ubicación del sistema de voz IP en alguna de estas dos zonas por considerarse una zona en la cual se deberá ubicar un operador de manera continua.

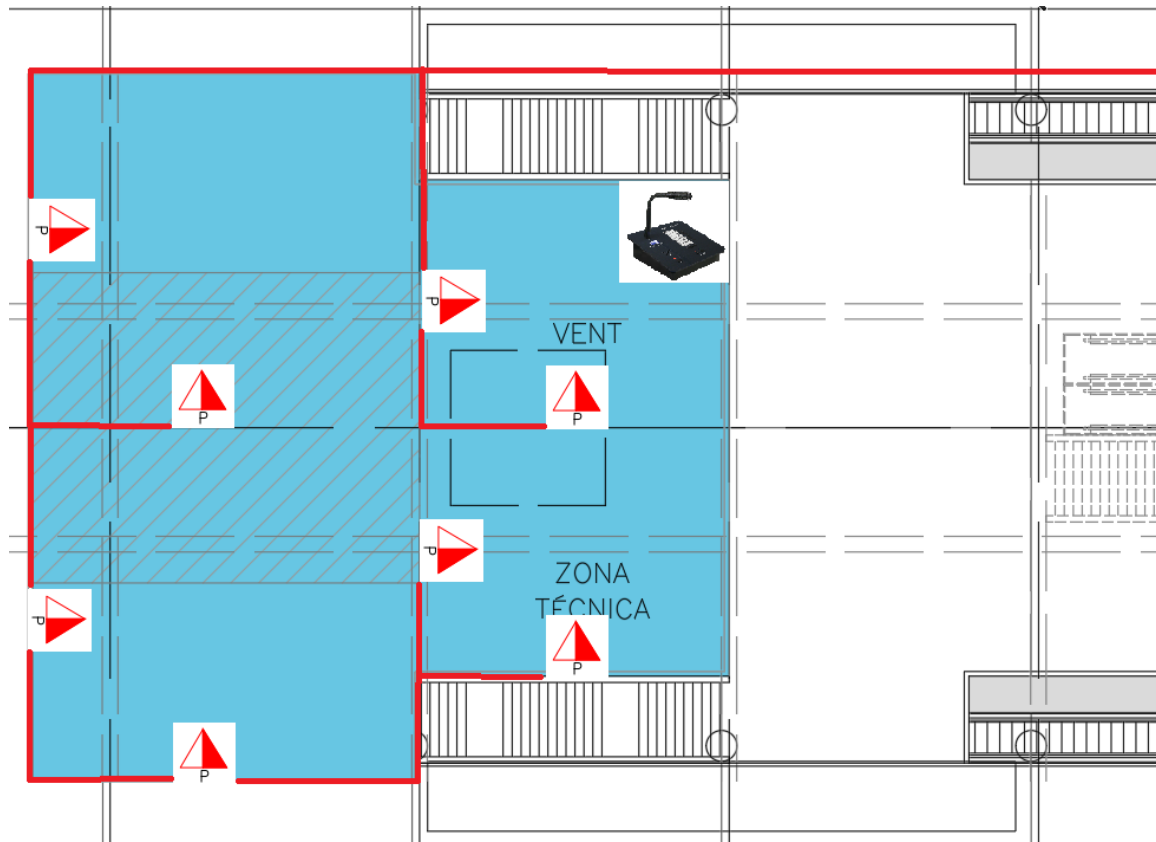


Figura 3. Sistema voz y datos Planta 3 Estación típica

Para el caso de la planta 4 en la cual está ubicada la plataforma se encuentran ubicados 4 cuartos de zonas técnicas en la cual actualmente no se tiene definido a qué corresponde cada uno de los cuartos, donde dos se encuentran a un extremo de la planta y los otros dos al otro extremo de forma idéntica, razón por la cual se plantea la misma conexión y ubicación de los puntos de voz y datos.

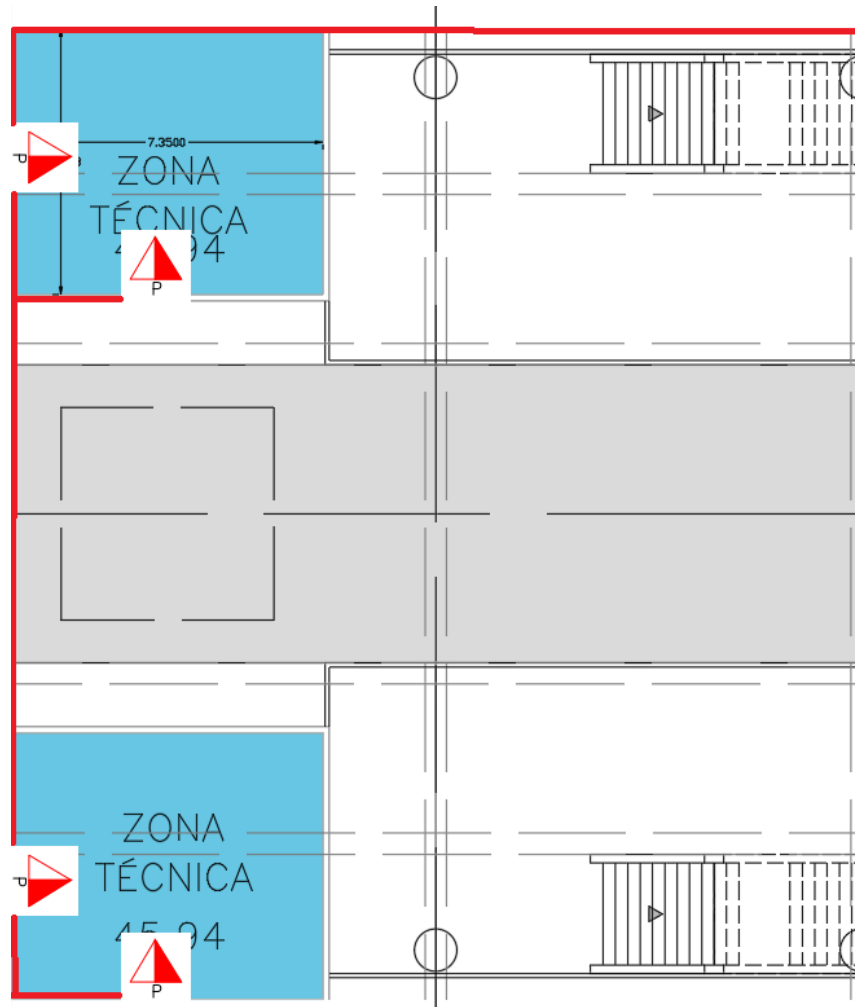


Figura 4. Sistema voz y datos plataforma Estación típica



2.1.1.1.6. Cantidades

A partir de las ubicación de puntos de voz y datos propuestos en la anterior sección se plantean unas cantidades iniciales de puntos de voz y datos en la estación típica .

Tabla 2. Cantidades Puntos de voz y datos Estación típica

Zona	Punto voz y datos	Punto de datos	Rack Comunicaciones	Sistema Voz IP
Zonas Torniquetes	-	18	-	-
Cuartos Operativos	4	-	1	

Zona	Punto voz y datos	Punto de datos	Rack Comunicaciones	Sistema Voz IP
Zona Técnicas planta 3	16	-	-	1
Zonas Técnicas plataforma	8	-	-	-
Total	28	18	1	1

2.1.1.2. Sistema CCTV

2.1.1.2.1. Objetivos

El sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) tiene como objeto la visualización, supervisión, seguridad y almacenamiento, en tiempo real durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana, de imágenes de puntos estratégicos de las estaciones y edificaciones del proyecto.

2.1.1.2.2. Importancia

Este sistema, además de visualizar, supervisar y almacenar imágenes de puntos estratégicos de la estación y edificaciones del proyecto en tiempo real durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana, también tendrá la capacidad de detectar intrusos en áreas restringidas, humo en las estaciones, objetos y personas en la vía. Adicionalmente, tendrá identificación facial.

2.1.1.2.3. Funcionamiento

La red de video de las cámaras del CCTV de las estaciones estará enlazada en fibra óptica o cable UTP categoría 6A conforme a la distancia de la cámara al switch o concentrador. Considerando la longitud de la estación de 160 m se han destinado 6 cámaras para la vigilancia en cada estación. Se incluyen también switches con puertos ópticos y eléctricos que permiten la conexión de las cámaras. La consola en su conjunto incluye un videograbador, monitor y software de manejo.

Las funciones que del software del sistema CCTV son las siguientes:

- Configurar y gestionar remotamente los dispositivos: cámaras, monitores y los servidores de almacenamiento.
- Registrar y gestionar los usuarios que podrán utilizar el sistema, estableciendo distintos perfiles de usuario para limitar el acceso al sistema.

- Escoger el modo de visualización de las imágenes de las cámaras; es decir, si se quiere hacer por secuencias o grupos de cámaras que cambian de forma síncrona o si se quiere mostrar una o más cámaras permanentemente en el monitor.
- Ajustar la cantidad de cámaras a desplegar en cada monitor y el orden en que se visualizarán las mismas.
- Establecer una ventana hotspot. Esto significa que cuando el operador observe alguna cámara en la que esté ocurriendo algo a lo que se le deba prestar atención, pueda escoger, sin tener que dejar de visualizar la información de las demás cámaras, y ésta se enmarque en un borde de un color que resalte.
- Controlar el zoom de las cámaras.
- Acceder a los videos grabados.
- Monitorear el estado de los dispositivos pertenecientes al sistema CCTV. En caso de que se detecte algún fallo, se generará automáticamente una alarma que lo indique; además, esto deberá quedar registrado en un reporte.
- Desplegar la información relacionada con cada una de las cámaras: estado, tipo de cámara y ubicación
- Generar alarmas al operador en caso de detección de incidentes y anomalías como objeto en la vía, objeto extraviado, humo, presencia de personas en lugares no autorizados

2.1.1.2.4. Criterios de diseño

Los criterios para el sistema de vigilancia electrónica, se establecen de forma que pueda cumplir con las siguientes características:

- El sistema de vigilancia electrónica estará compuesto por el sistema de detección de intrusos y el sistema CCTV.
- El sistema de vigilancia electrónica debe permitir realizar reconocimiento facial
- Mediante el sistema de vigilancia electrónica CCTV se podrá realizar la detección de fuego y humo en zonas específicas de las estaciones, al integrarlo con un sistema de detección de incidentes
- El sistema de vigilancia electrónica podrá realizar detección de objetos inusuales - objetos perdidos en zonas de circulación de usuarios al interior de la estación
- El sistema de vigilancia electrónica permitirá la detección de obstáculos en la vía o personas que se encuentren dentro de las vías férreas en la estación.
- El sistema podrá detectar personal no autorizado en áreas restringidas como oficinas, zonas administrativas o zonas técnicas de las estaciones con posibilidad de habilitar o deshabilitar el sistema según el horario.
- El sistema notificará al CCO sobre eventos inusuales, incidentes o falta de reconocimiento de alarmas por parte del personal de la estación.



2.1.1.2.5. Ubicación Estación Típica

Como planteamiento inicial de ubicación del sistema CCTV se propone para la estación típica la ubicación de cámaras de seguridad en puntos estratégicos a lo largo de la estación , junto a su ubicación en el interior de los distintos cuartos inmersos en las zonas técnicas .

Para la planta 1 se plantea la ubicación de una cámara en cada uno de los cuartos operativos , junto a un conjunto de 4 cámaras encargadas de monitorear la zona de torniquetes las cuales también logran monitorear la entrada al cuarto operativo y escaleras de la planta , este diseño se plantea de forma idéntica al otro extremo de esta planta ya que estas zonas son iguales.

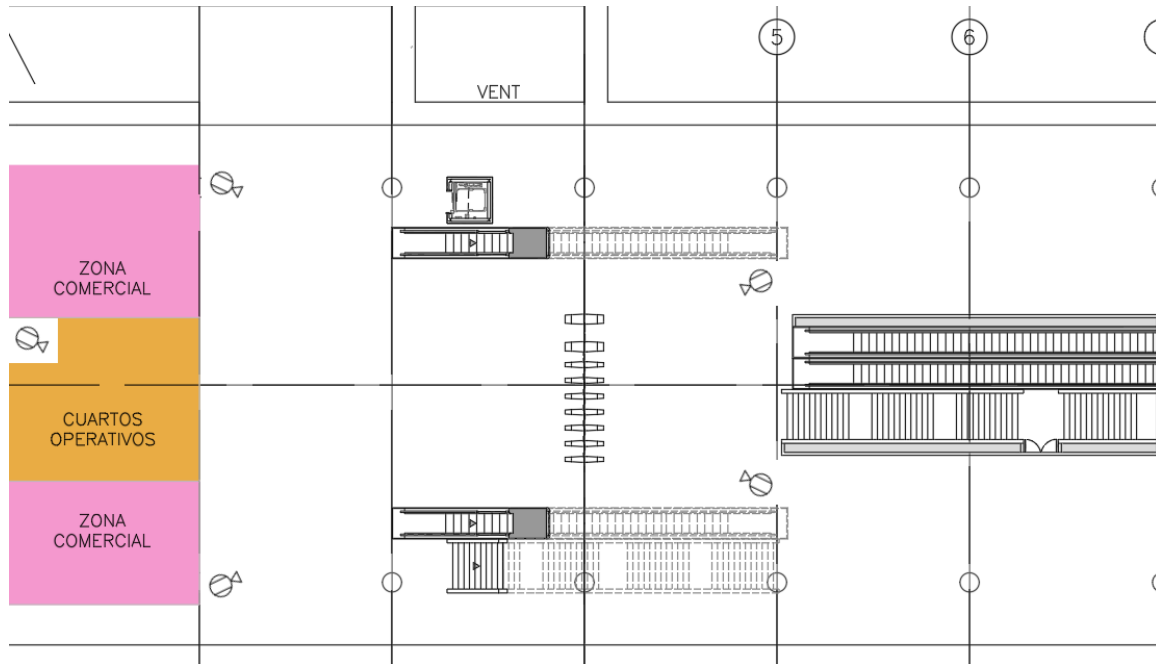


Figura 5. Sistema CCTV Planta 1 Estación típica

Para la planta 1 también se plantea la ubicación de cuatro cámaras que permitan el monitoreo de las puertas de los ascensores.

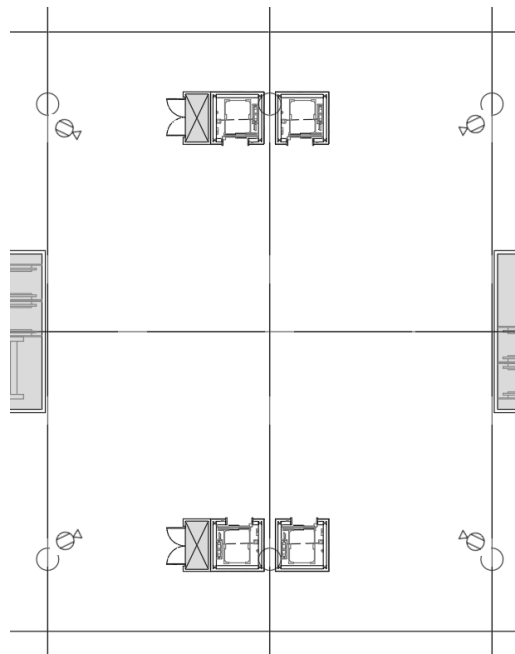


Figura 6. Sistema CCTV ascensores Planta 1 Estación típica

En la planta 2 se plantea ubicación de cámaras de seguridad en la zona de ascensores y escaleras , en donde se ubican cuatro cámaras que logran la cobertura de las puertas de los ascensores, junto con otras cuatro que se encargan del monitoreo en las zonas de las escaleras de esta planta.

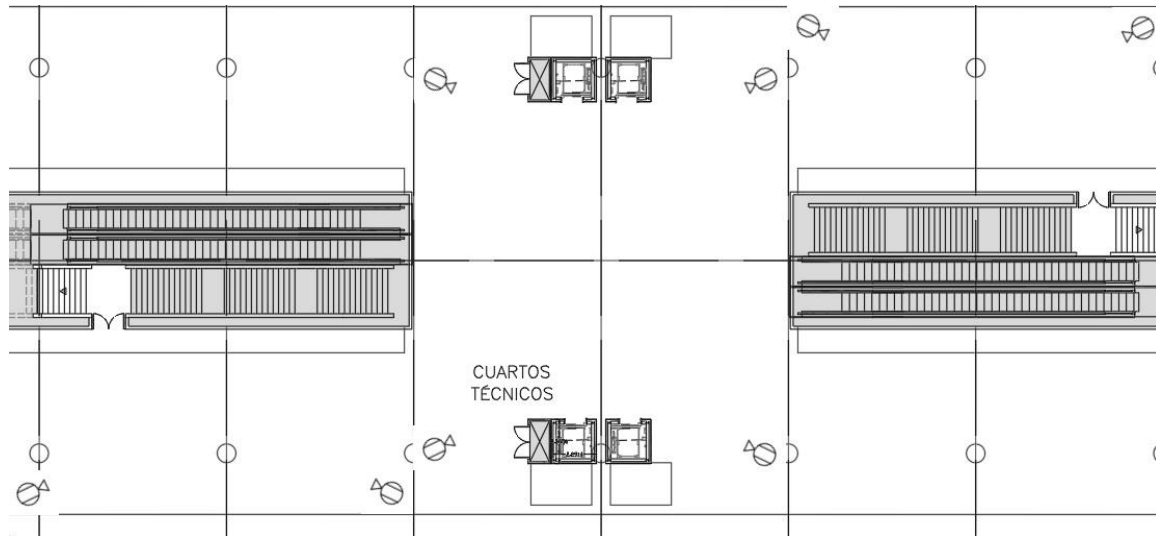


Figura 7. Sistema CCTV Planta 2 Estación típica

En planta 3 se plantea ubicación de cámaras en zonas técnicas , las cuales corresponden a los distintos cuartos técnicos de la estación, para estos se plantea la ubicación de una cámara de seguridad dentro de cada uno de ellos, también se ubican cámaras de seguridad afuera de los cuartos técnicos de tal forma que logren monitorear las puertas de estas zonas y las escaleras de la planta. Este diseño se presenta de forma idéntica para el otro extremo de esta planta ya que son iguales.

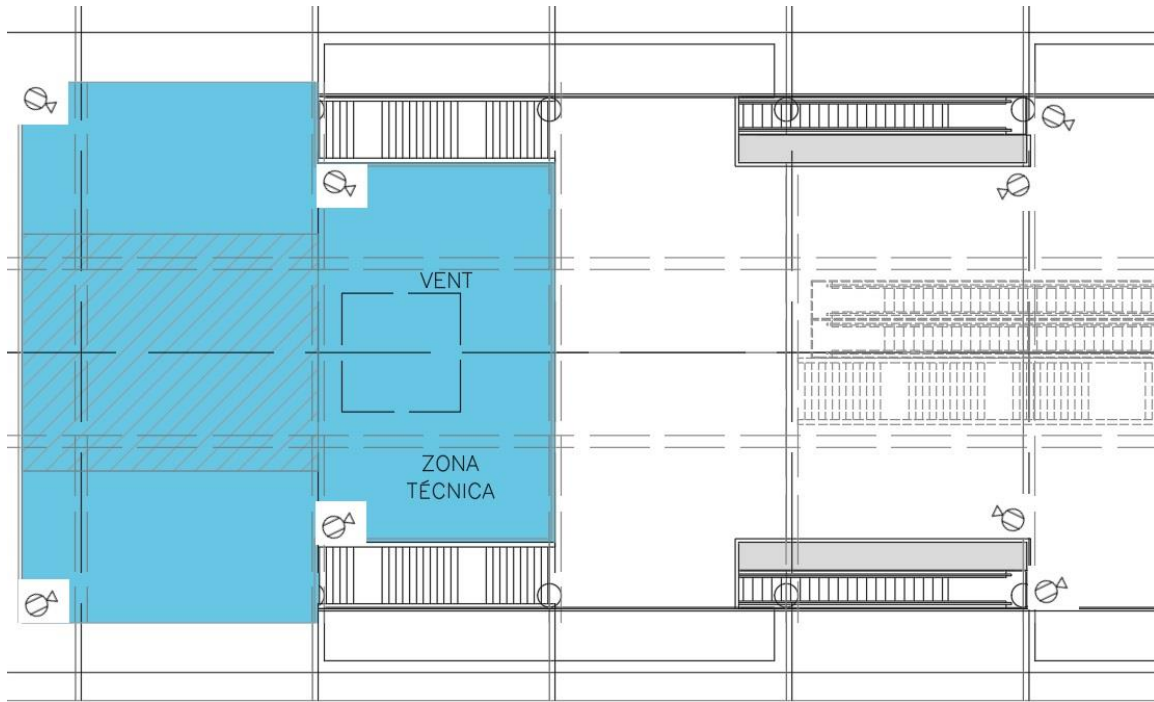


Figura 8. Sistema CCTV Planta 3 Estación típica

También se plantea la ubicación de cuatro cámaras en la zona de ascensores, las cuales logran monitorear las puertas de los ascensores junto con las escaleras ubicadas en esta zona de la planta 3.

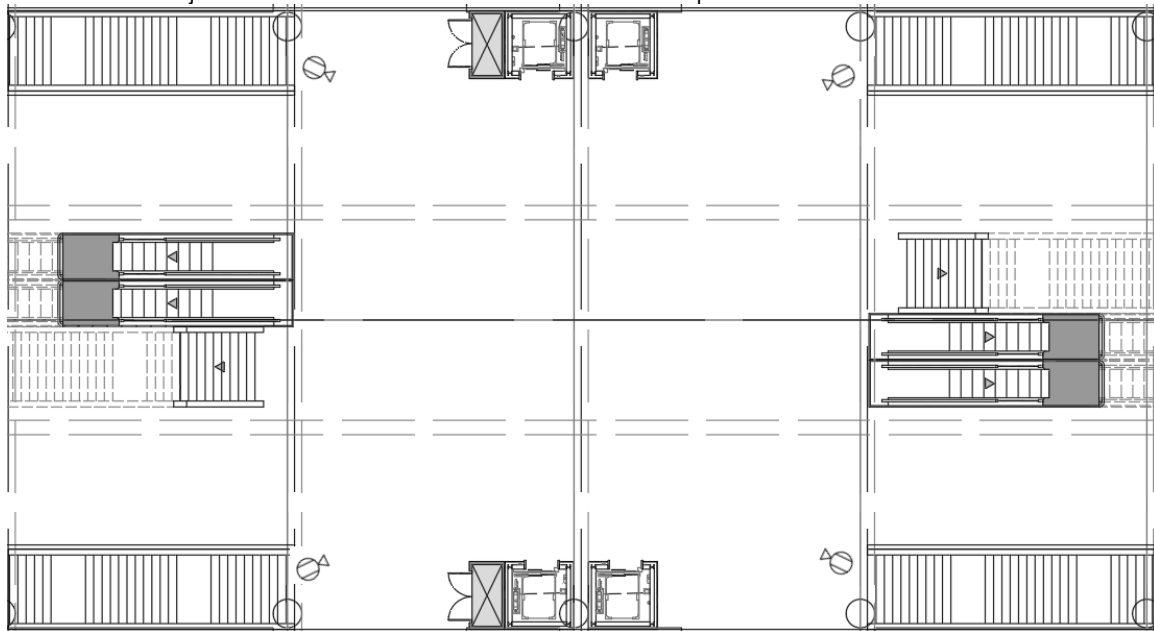


Figura 9. Sistema CCTV ascensores Planta 3 Estación típica

En el caso de la planta 4 en la cual está ubicada la plataforma, se encuentran 4 zonas técnicas en donde 2 se encuentran en cada extremo y aun no se encuentran identificadas por cual cuarto técnico son, para estas zonas técnicas se propone la ubicación de una cámara de seguridad dentro de cada uno de ellos, además de esto se plantea la ubicación de dos cámaras afuera de cada uno de los cuartos técnicos de tal forma que se monitoree las escaleras, entrada al cuarto técnico y la plataforma. A lo largo de la estación se ubican otras dos cámaras a cada costado de la planta las cuales monitorean zonas de escaleras y plataforma. Cabe destacar que este mismo diseño también se aplica al otro extremo de la planta por ser idénticos.

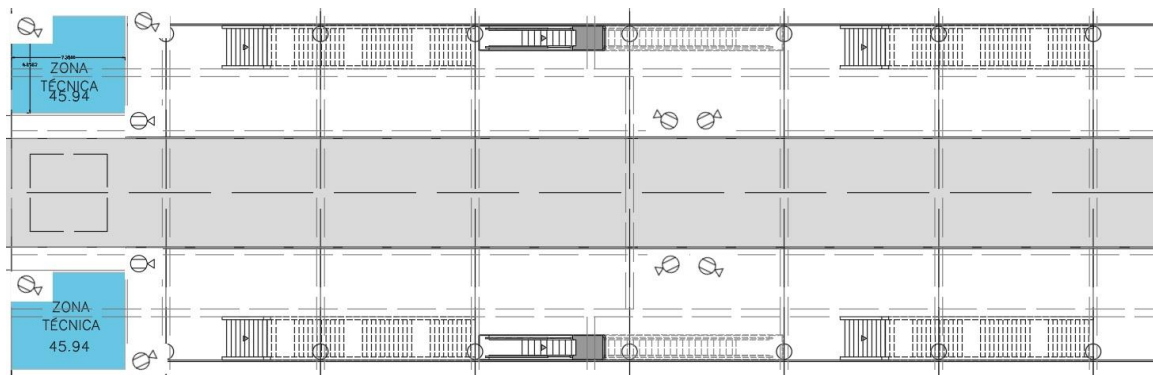


Figura 10. Sistema CCTV Plataforma Estación típica

En la zona de ascensores de la plataforma se plantea la ubicación de dos cámaras que monitorean la entrada a los ascensores y escaleras y dos cámaras que monitorean plataforma; estas cámaras deben estar distribuidas en los dos costados de la plataforma.

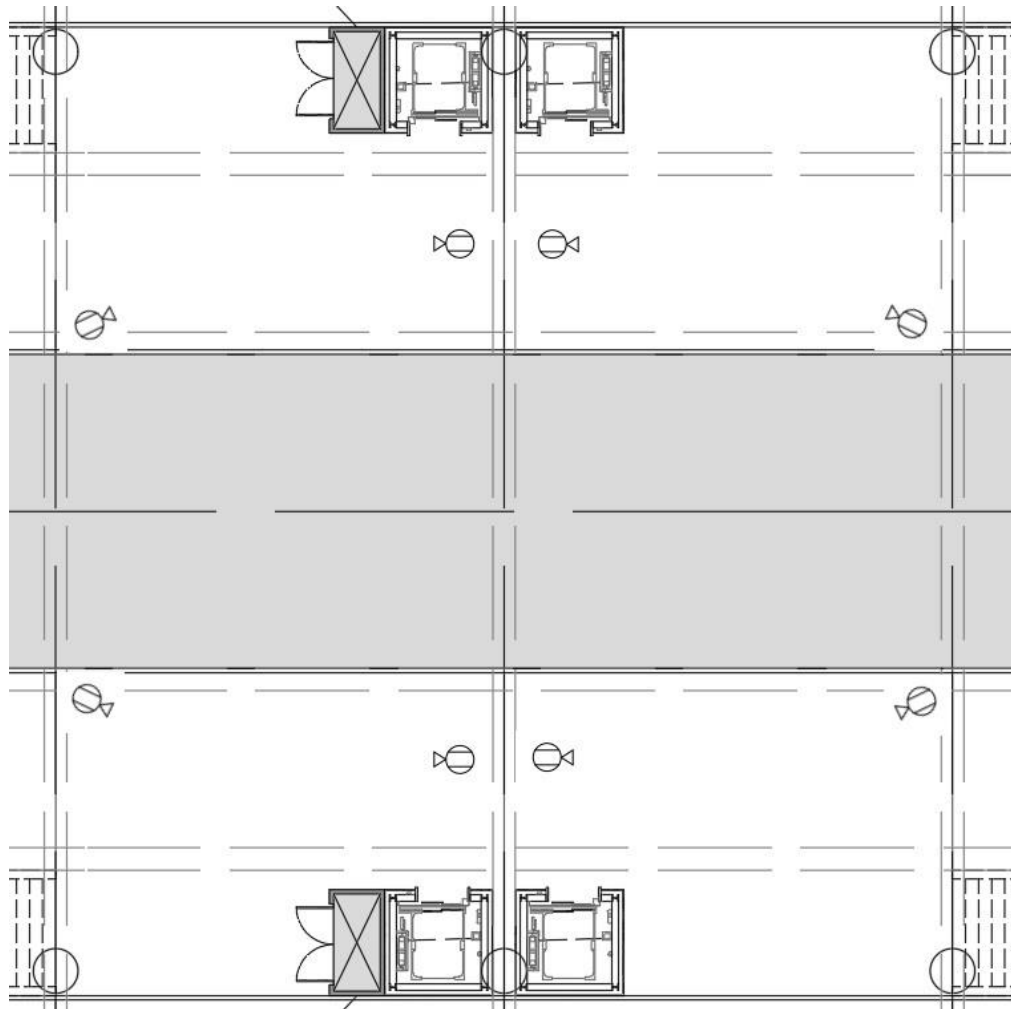


Figura 11. Sistema CCTV ascensores Plataforma Estación típica



2.1.1.2.6. Cantidades

A partir de las ubicaciones de cámaras dadas en la anterior sección para el sistema CCTV en estaciones típicas se obtuvieron las siguientes cantidades:

Tabla 3. Cantidad cámaras sistema CCTV Estación típica

Zona	Cámaras de seguridad
Cuartos operativos	2
Zona torniquetes planta 1	8

Zona	Cámaras de seguridad
Zona ascensores planta 1	4
Zona ascensores planta 2	8
Zonas técnicas planta 3	8
Escaleras zonas técnicas planta 3	8
Zonas técnicas plataforma	4
Plataforma	24
Total	66

2.1.1.3. Sistema de megafonía

2.1.1.3.1. Objetivos

El objetivo del sistema de megafonía es permitir la difusión de mensajes de audio en tiempo real o pregrabado a diferentes espacios de la L2MB: estaciones y edificaciones del sistema, con el propósito de comunicar información a los usuarios de la L2MB.

2.1.1.3.2. Importancia

El sistema de megafonía se utilizará para la difusión de mensajes informativos o de emergencia en tiempo real o pregrabado a diferentes espacios de la L2MB. También, tendrá la capacidad de transmitir mensajes enviados desde el CCO o desde el cuarto de jefe de cada estación a distintas zonas en simultáneo. El sistema de megafonía tendrá la capacidad de difundir mensajes de voz en tiempo real o pregrabados con un nivel jerárquico, siendo el CCO el nivel más alto de prioridad para la difusión de estos.

2.1.1.3.3. Funcionamiento

Para el correcto funcionamiento de este sistema se considera la instalación de altavoces en el techo, o pared, en las distintas zonas de la estación, tales como las galerías, andenes y escaleras. También se contará con un sistema de supervisión remota que permitirá conocer el estado de las líneas de altavoces y amplificadores, así como una corrección continuada y automática del nivel sonoro por zonas.

2.1.1.3.4. Criterios de diseño

Dentro de los criterios considerados para el sistema de megafonía se tuvieron en cuenta lo siguientes:

- Se contará con altavoces en las siguientes áreas:

- Acceso a la estación
 - Vestíbulos y pasillos de interconexión
 - Andenes de estación
 - Salidas de emergencia
 - Ascensores
 - Locales y dependencias técnicas.
- Los altavoces estarán ubicados en el techo o pared según el área de instalación
 - El sistema de megafonía en estaciones contará con micrófonos, controladores de audio y amplificadores integrados al sistema de megafonía
 - El sistema tendrá la posibilidad de sonorizar una, varias o todas las zonas de la estación



2.1.1.3.5. Ubicación Estación Típica

Como planteamiento inicial de ubicación del sistema Megafonía se propone para la estación típica la ubicación de altavoces en Cuartos operativos, puntos estratégicos de la estación, salidas de emergencia y zonas técnicas.

En la planta 1 se plantea ubicación de altavoces en los cuartos operativos , donde se encontraría un altavoz dentro de cada uno. También se propone la ubicación de un altavoz en la zona de torniquetes y se utiliza este mismo diseño para el otro extremo de la planta por ser idénticas.

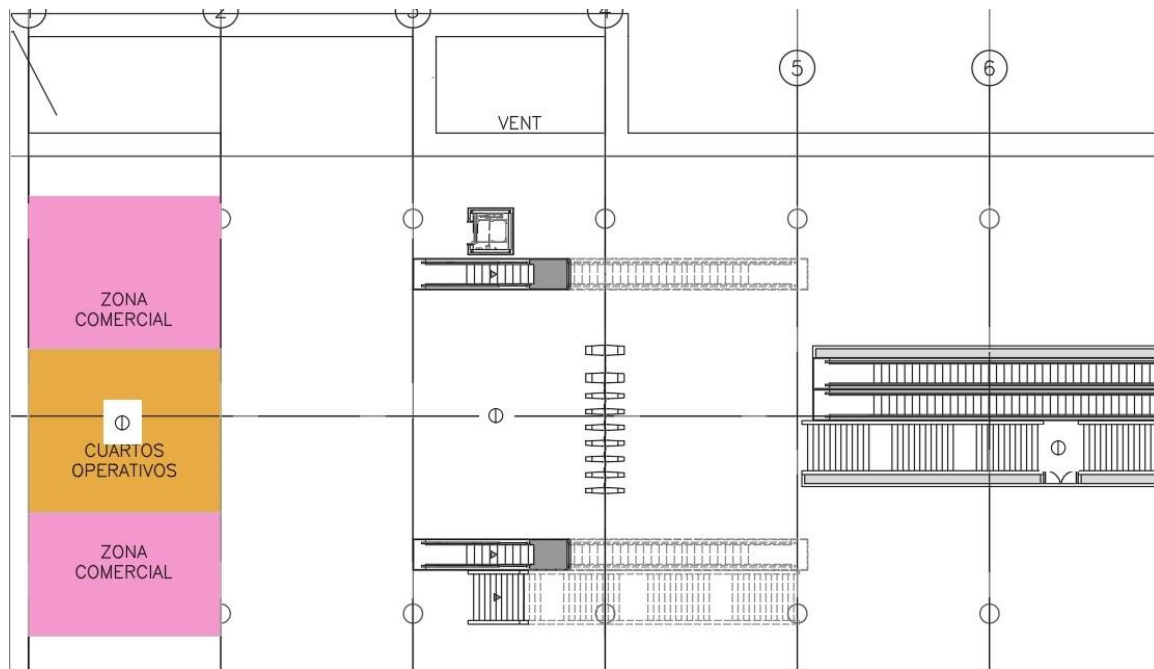


Figura 12. Sistema Megafonía Planta 1 Estación típica

Para la planta 1 también se ubica un altavoz en la zona de los ascensores y altavoces en las escaleras cercanas a esta zona.

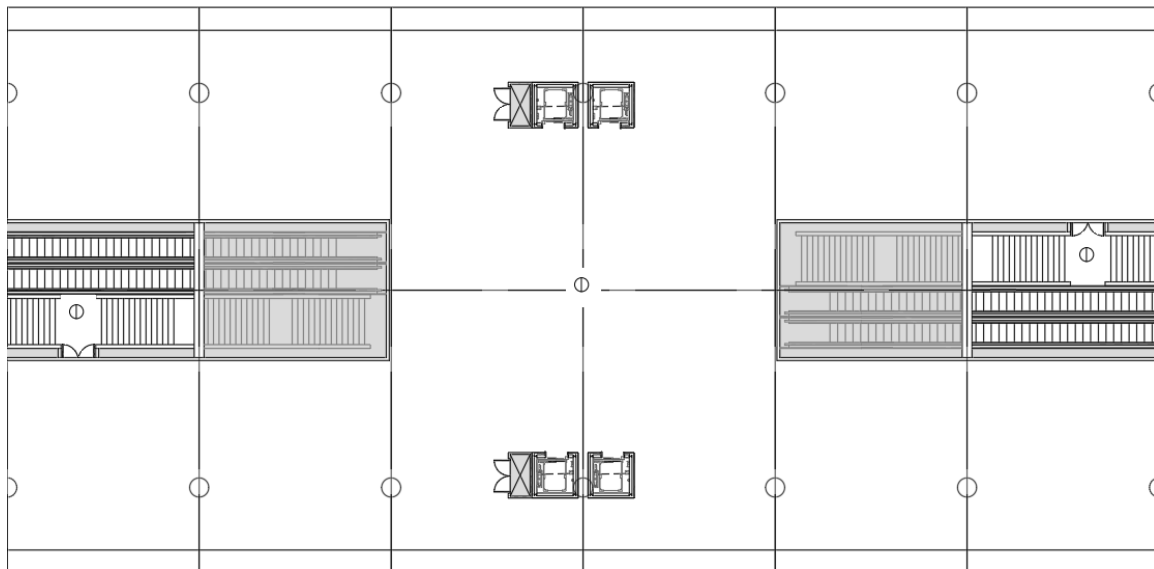


Figura 13. Sistema Megafonía ascensores Planta 1 Estación típica

En la planta 2 se plantea ubicación de altavoces en zona de ascensores y escaleras.

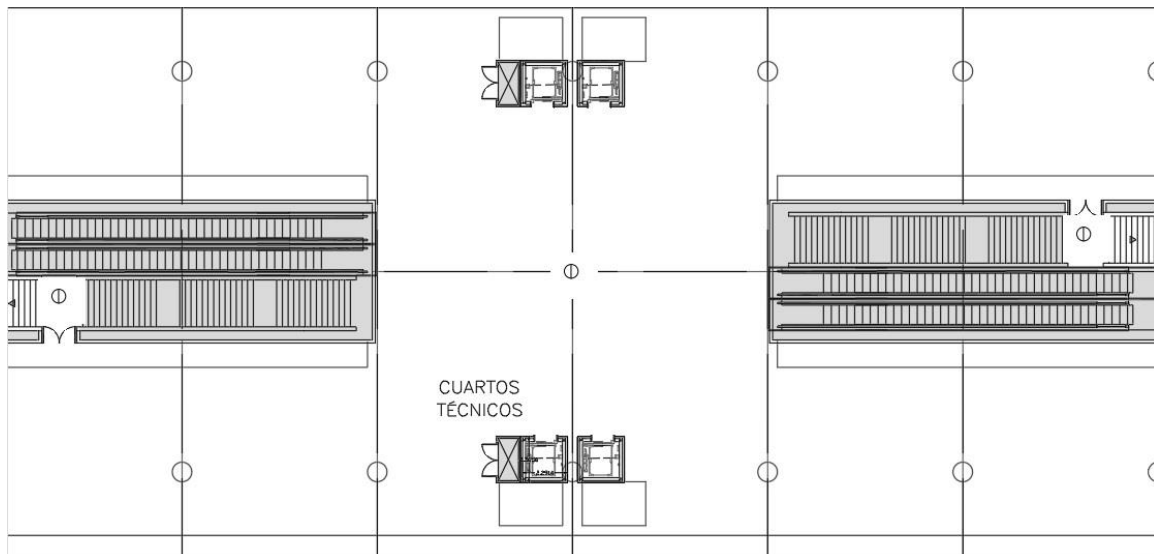


Figura 14. Sistema Megafonía Planta 2 Estación típica

Para la planta 3 se propone ubicación de altavoces en zonas técnicas, las cuales corresponden a los diferentes cuartos técnicos que aún no han sido especificados, en donde se plantea la ubicación de un altavoz en cada uno de estos; también se plantea la ubicación de altavoces en cada una de las escaleras. Al ser idéntica esta zona a su otro extremo en esta planta se realiza el mismo diseño.

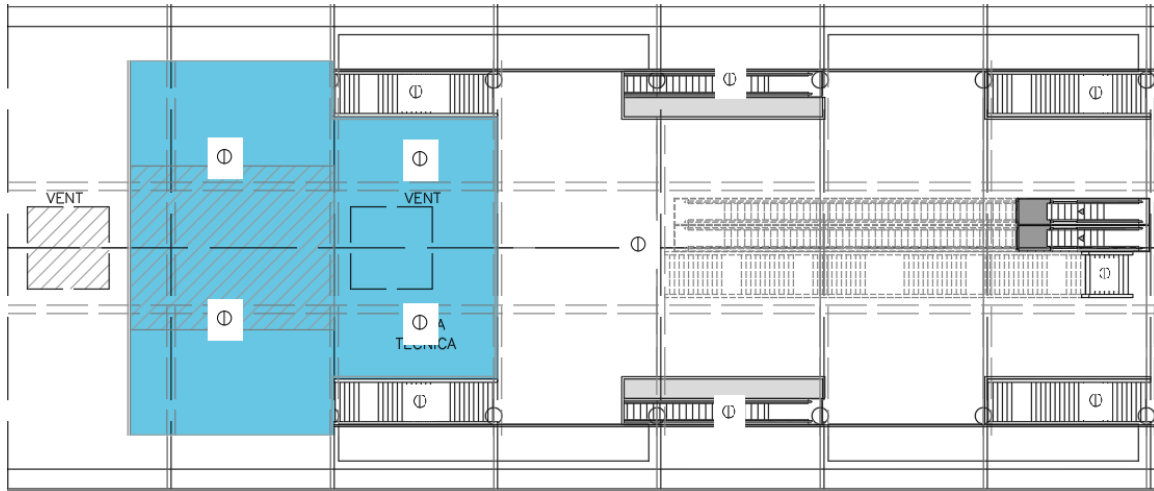


Figura 15. Sistema Megafonía Planta 3 Estación típica

En la planta 3 también se propone la ubicación de un altavoz en la zona de los ascensores.

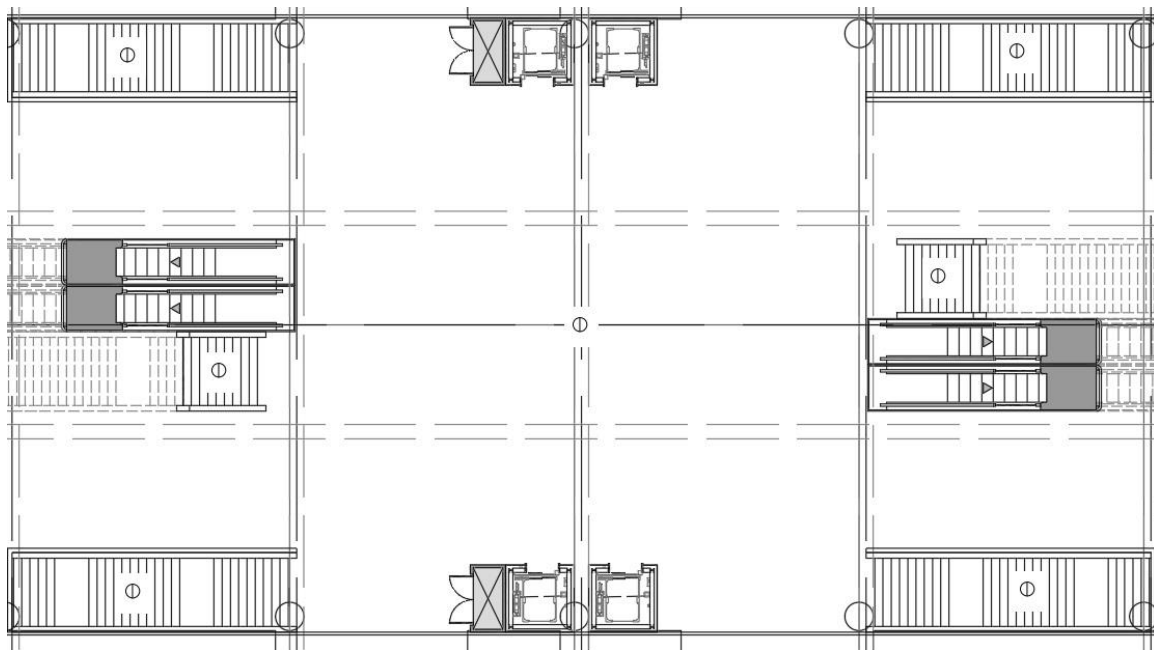


Figura 16. Sistema Megafonía ascensores Planta 3 Estación típica

Para la planta 4 en la cual se encuentra la plataforma se plantea ubicación de un altavoz en cada una de las zonas técnicas, donde dos se encuentran en un extremo y otras dos en el otro ubicadas de forma idéntica, lo cual permite que se realice el mismo diseño.

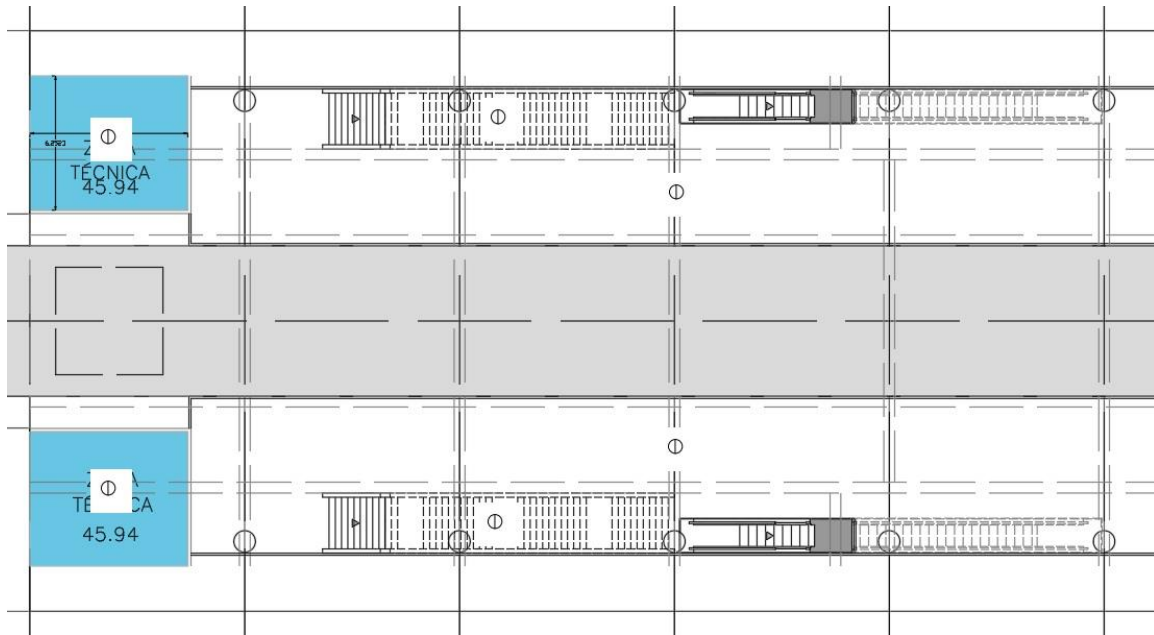


Figura 17. Sistema Megafonía Plataforma Estación típica

En la plataforma también se plantea ubicación de altavoces a lo largo de esta y en las zonas de las escaleras, estando ubicados de forma idéntica en los dos costados de la plataforma.

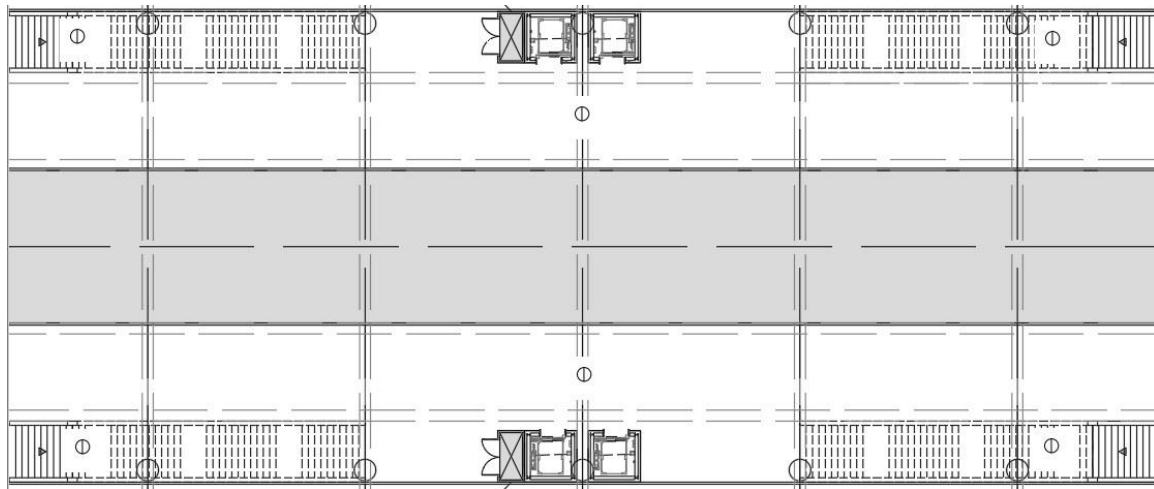


Figura 18. Sistema Megafonía ascensores Plataforma Estación típica



2.1.1.3.6. Cantidades

A partir de las ubicaciones de los altavoces dadas en la anterior sección para el sistema de Megafonía en estaciones típicas se obtuvieron las siguientes cantidades:

Tabla 4. Cantidades altavoces sistema de Megafonía Estación típica

Zona	Altavoces
Cuartos operativos	2
Zona torniquetes	2
Zona ascensores planta 1	3
Zona ascensores planta 2	3
Zonas técnicas planta 3	8
Escaleras cercanas Zonas técnicas planta 3	10
Zona ascensores planta 3	7
Zonas técnicas plataforma	4
Escaleras cercanas Zonas técnicas plataforma	8
Zona ascensores plataforma	6
Total	53

2.1.1.4. Sistema de detección y alarma contra incendios

2.1.1.4.1. Objetivos

Como objetivos del sistema de detección y alarma contra incendios se busca cumplir con lo siguiente:

- Garantizar una detección temprana y confiable de un conato de incendio en estaciones y, en general, en las edificaciones del proyecto, incluyendo galerías de acceso, puntos de venta de tiquetes y demás sitios del proyecto
- Propender por la seguridad humana, minimizar la afectación de bienes y limitar las posibles afectaciones sobre la operación de la L2MB.

2.1.1.4.2. Importancia

Este sistema es de vital importancia para la seguridad de los usuarios y operarios del sistema, así como de los equipos y materiales de las estaciones. Este sistema garantizará una detección temprana y confiable ante la presencia de humo o calor en las distintas instalaciones de la L2MB.

2.1.1.4.3. Funcionamiento

El diseño para el sistema de detección y alarma contraincendios en cada estación ha considerado un panel controlador que se comunica con el CCO por medio de la red multiservicios RMS. Este sistema permitirá activar las alarmas de forma automática y manual. Para esto se instalarán detectores de incendio en la planta baja de la estación (zona de usuarios) y las galerías, además, se dispondrán de activadores manuales. En estos mismos lugares, se tendrán dispositivos que notificarán la alarma a los usuarios, operarios y personal del sistema. Es importante señalar que cada estación dispondrá de instrumentos de supervisión y control, donde se podrán observar las señales de flujo de los rociadores, gabinetes, además, del sistema de control asociado. En la Figura 1 se puede observar un diagrama general del sistema de detección y alarma contraincendios.

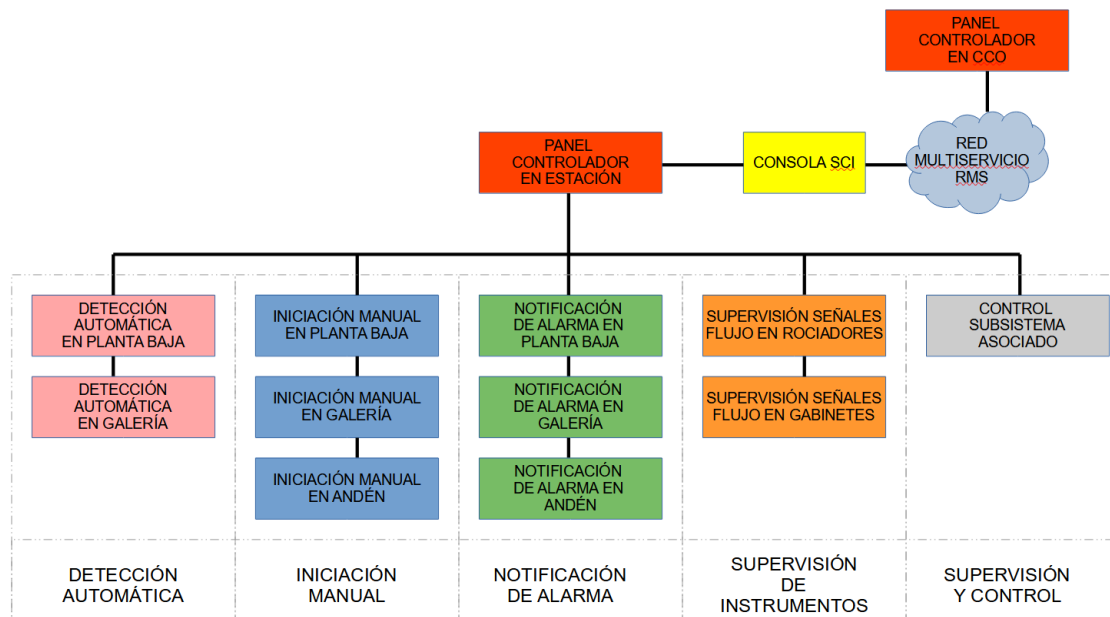


Figura 19. Diagrama - Sistema de detección y alarma contraincendios

2.1.1.4.4. Criterios de diseño

Para el sistema de detección y alarma contraincendio, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se tendrá un sistema autónomo por cada una de las estaciones, por lo cual, cada estación contará con un panel controlador de incendio desde el cual se podrá supervisar todos los eventos y se podrá tener acceso a la información proveniente de los distintos sensores, alarmas y actuadores que componen este sistema. Los paneles controladores serán direccionales y estarán enlazados entre sí
- Existirá un sistema de interfonía de emergencia que permita que los usuarios del sistema se comuniquen con los operarios de cada estación y, en caso de que no sea posible contactarlos, se debe redirigir la comunicación con el CCO, el cual tendrá personal las 24 horas
- La notificación de alarma se confirmará previamente a su anunciación mediante el panel controlador (durante un tiempo determinado), con el propósito de validar el escenario detectado, por parte del operador autorizado

- El panel controlador de cada estación reportará su estado operativo y su registro de eventos al panel controlador ubicado en el CCO por medio de la red multiservicios
- Activar los sistemas de notificación de alarma para la evacuación de emergencia
- Supervisar/iniciar acciones en el sistema de extinción de incendio
- Supervisar/iniciar acciones en el sistema de extracción de humo
- Para el CCO, el sistema deberá supervisar los diferentes paneles de control dispuestos en las diferentes estaciones y edificios pertenecientes a L2MB
- Operar señales de otros subsistemas asociados aplicables (ventilación, control de acceso, extinción de incendios y agente limpio) ante una emergencia
- Cumplir con lo estipulado en la NSR-10, NFPA 72, NFPA 101, NFPA 20, NFPA 2001, NFPA 13, NFPA 11, NFPA 70, NFPA 130, NFPA 14, UL y FM



2.1.1.4.5. Ubicación Estación Típica

Como planteamiento inicial de ubicación del sistema de Detección de incendios se propone para la estación típica la ubicación de Estaciones Manuales (EMA), Alarmas audiovisuales y detectores de humo de haz de luz, donde estos últimos son considerados a utilizar por su alcance y por el alto de los pisos de las estaciones el cual es de aproximadamente de 6 metros.

La ubicación de EMA y alarmas audiovisuales se plantea para que estas se encuentren a lo largo de la estación de tal forma que logren ser una guía para la evacuación de la misma y mecanismo de alerta en caso de que alguna persona detecte algún incidente relacionado con incendio, la distancia máxima a la cual deben ser ubicados no debe sobrepasar los 60 metros entre cada una de ellas. La ubicación de los detectores de humo de haz de luz está dada para que se encuentren monitoreando por completo la estación y cada uno de los cuartos técnicos.

Para la planta 1 se plantea la ubicación de detector de humo de haz de luz en los cuartos operativos, EMA acompañado de alarmas audiovisuales en las distintas escaleras y un total de seis detectores de humo de haz de luz ubicados a lo largo de la planta para cobertura total.

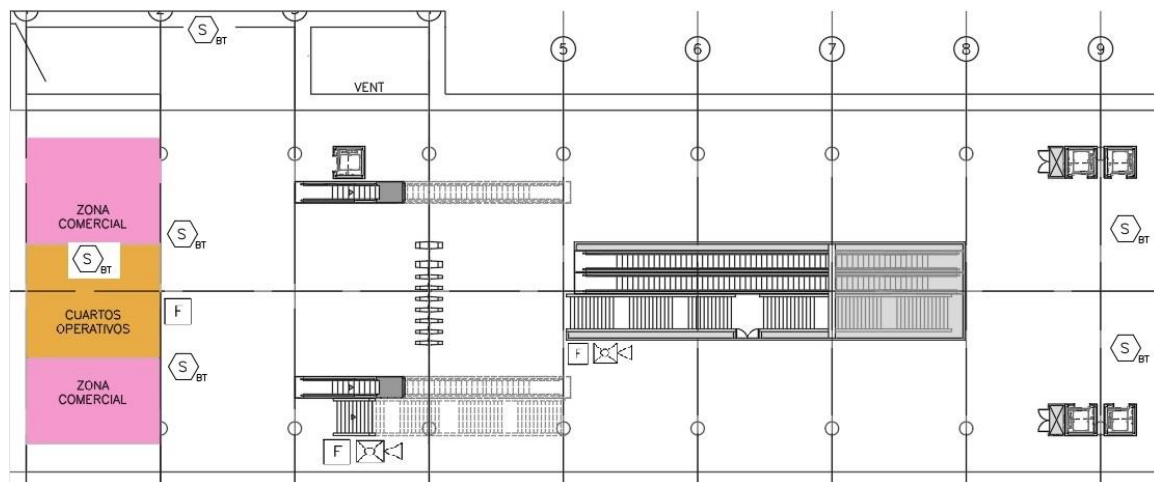


Figura 20. Sistemas detección de incendios Planta 1 Estación típica

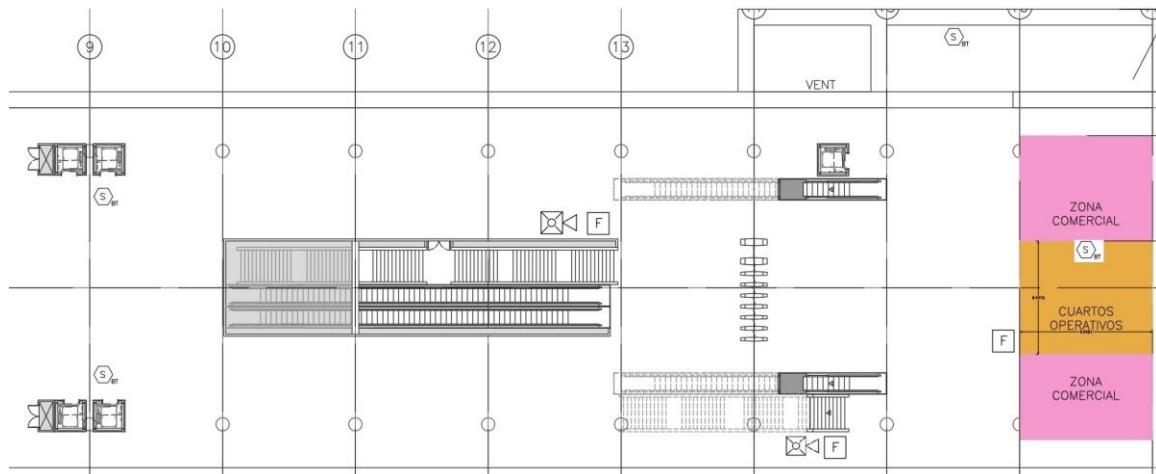


Figura 21. Sistemas detección de incendios Planta 1 Estación típica

Para la planta 2 se plantea la ubicación de EMA y alarma audiovisual en escaleras y un total de 6 detectores de humo de haz de luz ubicados a lo largo de la planta.

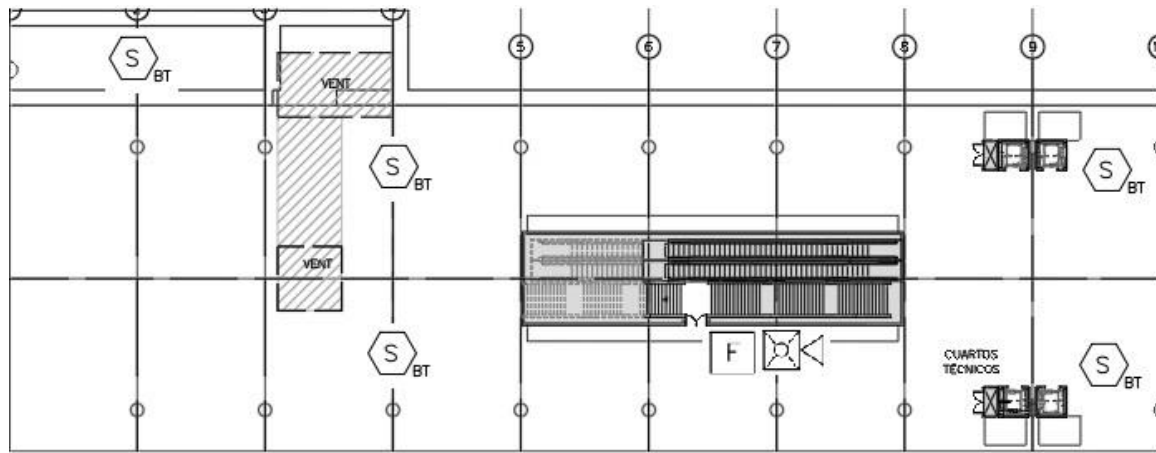


Figura 22. Sistemas detección de incendios Planta 2 Estación típica

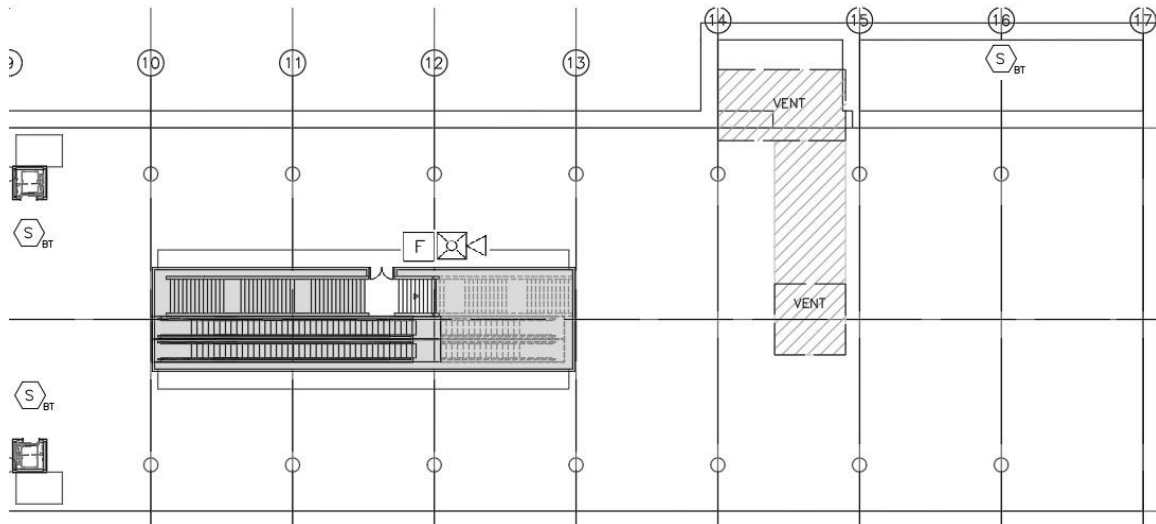


Figura 23. Sistemas detección de incendios Planta 2 Estación típica

En la planta 3 se encuentran zonas técnicas que hacen referencia a los distintos cuartos técnicos que aún no se encuentran definidos, para estos cuartos se plantea la ubicación de un detector de humo de haz de luz en cada uno de ellos, además de esto se plantea ubicación de EMA y alarmas audiovisuales afuera de estos y en escaleras; a lo largo de la planta se ubican un total de ocho detectores de humo de haz de luz encargadas del monitoreo de la misma.

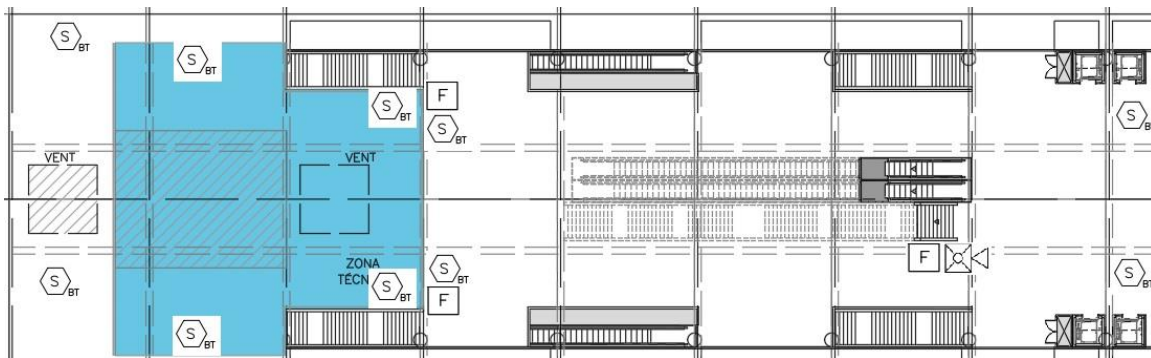


Figura 24. Sistemas detección de incendios Planta 3 Estación típica

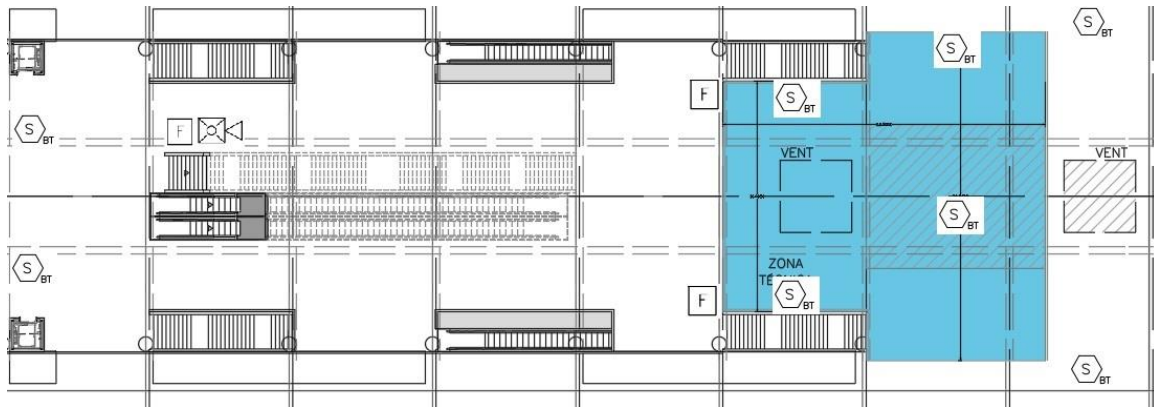


Figura 25. Sistemas detección de incendios Planta 3 Estación típica

Para la planta 4 en la cual se encuentra la plataforma están ubicados un total de 4 zonas técnicas, las cuales corresponden a los distintos cuartos técnicos que aún no se encuentran definidos, estos se encuentran ubicados en los extremos de la estación y se ubicará un detector de humo de haz de luz en cada uno de ellos. Las EMA y las alarmas audiovisuales estarán ubicadas en las distintas escaleras de la planta y se ubican un total de cuatro detectores de humo de haz de luz a lo largo de la plataforma.

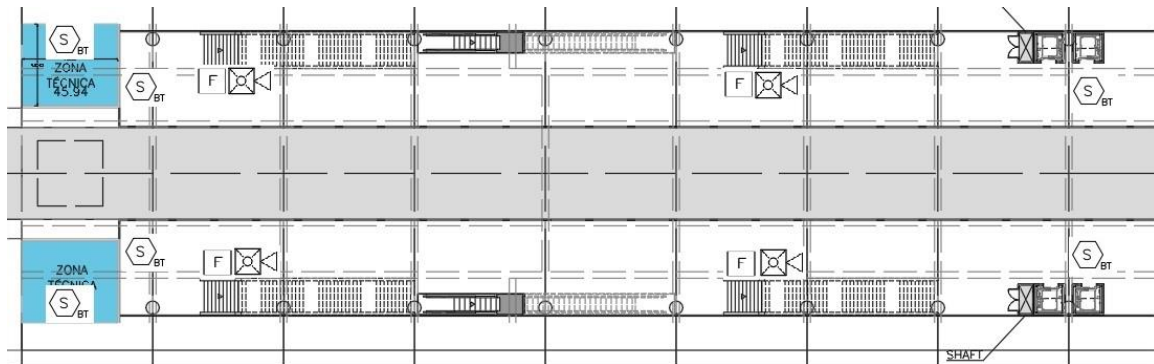


Figura 26. Sistemas detección de incendios Plataforma Estación típica

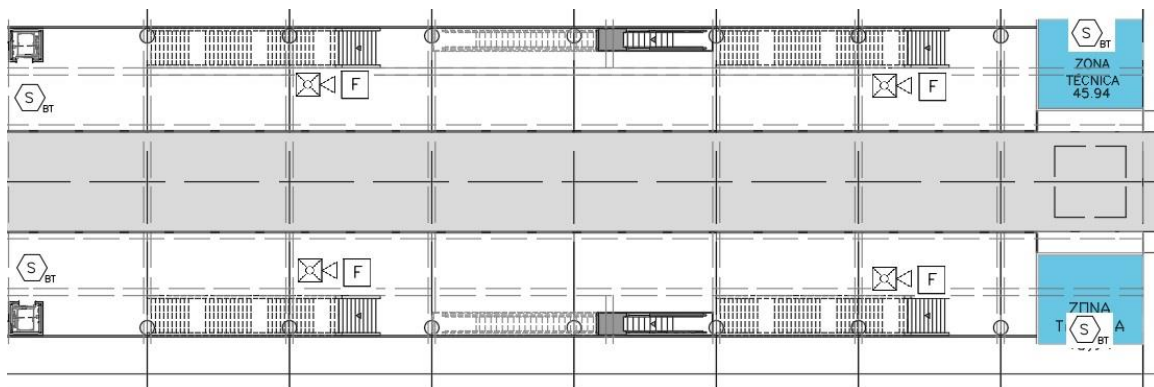


Figura 27. Sistemas detección de incendios Plataforma Estación típica



2.1.1.4.6. Cantidades

A partir de las ubicaciones de las EMA, alarmas audiovisuales y detectores de humo de haz de luz dadas en la anterior sección para el sistema de Detección de incendios en estaciones típicas se obtuvieron las siguientes cantidades:

Tabla 5. Cantidades sistema de detección de incendios Estación típica

Zona	EMA	Alarma audiovisual	Detectores de humo de haz de luz
Cuartos operativos	-	-	2
Planta 1	6	4	6
Planta 2	2	2	6
Zonas técnicas planta 3	-	-	8
Planta 3	6	4	8
Zonas técnicas plataforma	-	-	4
Plataforma	6	6	4
Total	20	16	38



2.2. Conclusiones

- Para el sistema de voz y datos, a partir de la implantación de la estación típica, se propuso ubicación de puntos de datos en para conexión de torniquetes y puntos de voz y datos en diferentes zonas técnicas en las que además de utilizarse equipos de cómputo. Se incluyó además, los puntos de voz en los sitios específicos donde se necesite realizar comunicaciones por voz por parte del personal de la estación.
- Como parte de los equipos en la estación, se incluyó el rack de comunicaciones, el cual estará localizado en unos de los cuartos técnicos de la estación.
- Para el sistema CCTV, a partir de las implantaciones de la estación típica se plantea ubicación de cámaras a lo largo de cada uno de los pisos de la estación, de tal forma que se logren monitorear los pasillos, ascensores y escaleras de la estación, buscando además no tener distancias mayores a 60 metros para el monitoreo de las zonas generales. Como parte del sistema CCTV, se incluyeron cámaras dentro de las distintas zonas técnicas.
- Para la estación típica, el sistema de megafonía consideró la ubicación de altavoces en la zona de taquilla, escaleras, zona de ascensores y plataforma. Además de esto se plantea ubicación de altavoces dentro de cada una de las zonas técnicas.
- Conforme a las áreas de la implantación de la estación típica, el sistema de detección de incendios consideró la ubicación de estaciones manuales de alarma (EMA's) y alarmas audiovisuales (AAV's) en todos los pisos,

a lo largo de la estación, de tal forma que permitan ser una guía en la ruta de evacuación estando dirigidas a las zonas de las escaleras.

- El sistema de detección y alarma contraincendio en estaciones contempló el uso de detectores de humo de haz de luz de luz ubicados a lo largo de cada planta de la estación, permitiendo un monitoreo completo de las mismas. Como parte del diseño, se seleccionó este tipo de detector, por la distancia que se debe monitorear, además de considerar la altura de cada planta, la cual es de 6 metros aproximadamente. Se consideró además en el diseño, ubicar detectores de haz de luz dentro de las zonas técnicas, por ser zonas en las cuales se encuentran equipos electrónicos, como computadores, que puedan representar algún riesgo.



Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero

Entregable 4
Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte
Anexo A

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha	Sección Modificada	Observaciones
A	18-02-2022	-	Versión Inicial
B	08-03-2022	Integración general de modificaciones solicitadas	Observaciones de FDN/Interventoría/EMB.
C	05-05-2022	-	-

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

J. C. Pantoja 18-05-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Revisó: O. Véliz 05-05-2022	Revisó: F. Faria 05-05-2022	Revisó: C.L. Umaña 05-05-2022	Aprobó: J.M. Martínez 05-05-2022
VoBo. Director Técnico	VoBo. Director Financiero	VoBo. Director Legal	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO	5
10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN	5
10.19. ESTACIONES Y EDIFICIOS	5
10.19.8 Sistema gestión de humo	5
10.19.8.1. Estándares de referencia	5
10.19.8.2. Criterios de diseño	5
10.19.8.2.1. Condiciones climáticas externas	5
10.19.8.2.2. Nivel de ruido	6
10.19.8.2.3. Requerimientos operacionales	6
10.19.8.3. Metodología y principios de dimensionamiento - Sistema de gestión de humo	6
10.19.8.4. Resultados del dimensionamiento preliminar - Sistema de gestión de humo	8
10.19.9 Sistema de lucha contra incendios	8
10.19.9.1. Estándares de referencia	8
10.19.9.2. Criterios de diseño	9
10.19.9.2.1. Áreas públicas	9
10.19.9.2.2. Salas auxiliares	9
10.19.9.2.3. Salas técnicas	10
10.19.9.2.3. Salas de basuras, almacenamiento y área comercial	10
10.19.9.3. Metodología de dimensionamiento	11
10.19.9.3.1. Red de hidrantes	11
10.19.9.3.2. Sistema de rociadores (sprinkler)	12
10.19.9.3.3. Sistema de extinción automática a gas	12
10.19.9.4. Resultados del dimensionamiento preliminar	13
10.19.9.4.1. Red de hidrantes	13
10.19.9.4.2. Red de rociadores (sprinkler)	14
10.19.9.4.3. Sistema de extinción automática a gas	14
10.19.9.4.4. Extintores	14

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. - Niveles de ruido

Tabla 2. - Dimensionamiento preliminar - red de hidrantes

Tabla 3. - Dimensionamiento preliminar - red de rociadores

Tabla 4. - Dimensionamiento preliminar - extintores

A. DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERACIONAL Y FINANCIERO

10. INFRAESTRUCTURA BÁSICA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN

10.19. ESTACIONES Y EDIFICIOS

10.19.8 Sistema gestión de humo

El sistema de gestión de humo de la estación está constituido por el conjunto de ventiladores, silenciadores, compuertas y ductos destinados a extraer los humos en caso de incendio en la estación. Este sistema está únicamente diseñado para funcionar en una situación de emergencia (incendio) que ocurre en el área pública de la estación.

El sistema de gestión de humos se diseñará para satisfacer los siguientes criterios:

- Para evitar que el humo se propague a áreas que no están directamente afectadas por el fuego,
- Para mantener un entorno tolerable para todas las salidas/egresos y caminos de acceso a las áreas de refugio, durante el tiempo suficiente para permitir que todos los ocupantes lleguen a una salida o área de refugio,
- Para evitar que la capa de humo entre en la zona ocupada en las inmediaciones del incendio,
- Para mantener una visibilidad adecuada en las áreas cercanas al fuego para permitir que el personal de la Brigada de Bomberos se acerque, localice y extinga el fuego.

10.19.8.1. Estándares de referencia

A continuación, se presentan los estándares y los documentos contractuales con los cual se debe cumplir para la ejecución de los estudios y diseño del sistema de ventilación, climatización y gestión de humo en las estaciones subterráneas:

- [1] NFPA 92 – 2015: Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Spaces
- [2] NFPA 92B – 2009: Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Spaces
- [3] NFPA 130 – 2020: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- [4] ASHRAE Handbook Fundamentals – 2017: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- [5] ET25 - Estaciones y edificios

10.19.8.2. Criterios de diseño

A continuación, se definen los criterios y requerimientos seguidos para el diseño del sistema de ventilación, climatización y gestión de humo en las estaciones subterráneas de la Línea 2 del Metro Bogotá.

10.19.8.2.1. Condiciones climáticas externas

El sistema está dimensionado a partir de las siguientes condiciones climáticas externas que han sido extraídas del estándar ASHRAE [4] y se refieren al mes más caluroso (condición más gravosa: Cooling 0.4%):

- Temperatura de bulbo seco: 21.2°C
- Temperatura media coincidente de bulbo húmedo: 13.4°C

10.19.8.2.2. Nivel de ruido

La siguiente tabla muestra los valores límite de los niveles de ruido en las diferentes aras del sistema metro, definidos en base a los estándares o las buenas prácticas derivados de proyectos similares. Sin embargo, estos datos deben ser confirmados por la norma local (si aplica).

Tabla 1. - Niveles de ruido

Parámetro	Ubicación	Funcionamiento normal (criterios de confort)	Funcionamiento en emergencia (criterios de tenabilidad)
Nivel de ruido	Área pública de estación	Presión de nivel de sonido < 55dBA	Presión de nivel de sonido < 75dBA

10.19.8.2.3. Requerimientos operacionales

Los ventiladores que constituyen el sistema de gestión de humo en estación deben ser resistentes al fuego para garantizar su funcionamiento en caso de emergencia. Deben cumplir las normas IEC 60331, IEC 34-1 y IEC 34-5 y deben estar homologados con certificado clase 3 para garantizar dicho funcionamiento hasta una temperatura de 400 °C durante un tiempo mínimo de 2 horas [6].

El funcionamiento de los componentes del sistema de ventilación de emergencia se iniciará desde el centro de control de operaciones. El centro de control de operaciones debe recibir verificación de la respuesta adecuada de los ventiladores de emergencia y dispositivos interrelacionados. Se debe permitir que el control local sobrepase el centro de control de operaciones en caso de que este último deje de funcionar o cuando la operación de los componentes del sistema de ventilación de emergencia se dirija específicamente a otro sitio [2].

La esperanza de vida debe ser de 30 años para todos los equipos [2].

10.19.8.3. Metodología y principios de dimensionamiento - Sistema de gestión de humo

El sistema de gestión de humos en las estaciones se definirá para diferentes escenarios en función de la localización del incendio en las áreas públicas de estación.

Para el dimensionamiento de sistema se consideran los siguientes escenarios:

- Caso 1: Incendio de equipaje/basura a nivel andén (1MW)
- Caso 2: Incendio de equipaje/basura a nivel mezanina (1MW)
- Caso 3: Incendio de trenes en el túnel de estación (10MW)

Según NFPA 92 [1], el caudal másico de humo viene dado por la siguiente relación, válida cuando $z < z_i$:

$$m_f = 0.032 E_c^{3/5} z$$

donde:

Mf: Caudal másico de humo a la altura z (kg/s)

Ec: Porción de convección de la tasa de liberación de calor (kW), que es equivalente al 70% de la potencia de fuego total.

z: Altura deseada del espacio libre debajo de la capa de humo, igual a 2m (NFPA 130)

zi: Limitación de elevación, igual a $0,166 E_c^{1/5}$ (m)

La temperatura de la capa de humo se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T_f = T_a + \frac{K_f E_c}{m_f c_p}$$

donde:

Tf: Temperatura de la capa de humo (K)

Ta: Temperatura ambiente (K)

K: Fracción convectiva, da ponerse igual a 1.0 para calcular el caudal volumétrico de humo a extraer

Cp: Calor específico del humo, igual a 1.0 kJ/kg K

El caudal volumétrico de humos a extraer se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$q_f = \frac{m_f}{\rho_f} = \frac{m_f T_f}{\rho_a T_a}$$

donde:

qf: caudal volumétrico de humos a extraer (m³/s)

ra: Densidad del aire fresco (kg/m³)

En la fase 3, simulaciones tridimensionales a través del programa FDS serán desarrolladas por una estación tipológica para evaluar el logro de las condiciones de tenabilidad a lo largo de las áreas públicas de estación y confirmar la adecuación del caudal volumétrico de humo a extraer calculado analíticamente.

10.19.8.4. Resultados del dimensionamiento preliminar - Sistema de gestión de humo

Aplicando las ecuaciones definidas en el capítulo 10.19.8.3, se reportan a continuación los resultados preliminares en términos de caudal volumétrico de humo a extraer en los diferentes escenarios.

Cabe destacar que cálculos más detallados en función de la arquitectura de la estación y del sistema de ventilación de estación serán efectuados en la Fase 3, entonces estos datos se deben considerar sólo como informativo.

- Caso 1: Incendio de equipaje/basura a nivel andén (1MW) à Caudal volumétrico de humo a extraer = 16 984,5 m³/h
- Caso 2: Incendio de equipaje/basura a nivel mezzanine (1MW) à Caudal volumétrico de humo a extraer = 16 984,5 m³/h
- Caso 3: Incendio de trenes en el túnel de estación (10MW) à Caudal volumétrico de humo a extraer = 110 578,7 m³/h

10.19.9 Sistema de lucha contra incendios

La función principal de los medios de extinción de incendios es permitir contener un incendio que pueda ocurrir en cualquier parte de la red de transporte y esto con el fin de proteger a las personas (pasajeros o personal operativo) y equipos.

La elección final de la tecnología del sistema de extinción de incendios se realizará considerando al menos lo siguiente:

- Propósito de las salas/área a proteger
- Presencia continua de personal o no
- Tipo de equipamiento dentro de la sala
- Área requerida para almacenar el agente extintor de incendios
- Tipo de fuego esperado

Algunas salas con propósito similar pueden combinarse y protegerse mediante el mismo subsistema. En este caso, el tamaño de almacenamiento del agente extintor de incendios debe tener en cuenta únicamente el mayor riesgo.

10.19.9.1. Estándares de referencia

A continuación, se presentan los estándares y los documentos contractuales con los cual se debe cumplir para la ejecución de los estudios y diseño del sistema de extinción de incendios de túnel y en estación:

- [1] NFPA 130 – 2020: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System
- [2] NFPA 2001 - 2018: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems
- [3] ISO 14520 - 2019: Gaseous Fire Extinguishing Systems
- [4] NFPA 10 – 2018: Standard for portable fire extinguishers
- [5] NFPA 1963 – 2019: Standard for fire hose connections
- [6] NFPA 14 – 2019: Standard for standpipe and hose systems

- [7] NFPA 101 – 2021: Life safety code
- [8] NFPA 20 – 2019: Standard for the installation of stationary pumps for fire Protection,
- [9] NFPA 70 – 2020: National Electrical Code
- [10] NFPA 13 – 2019: Standard for the Installation of Sprinkler Systems

10.19.9.2. Criterios de diseño

10.19.9.2.1. Áreas públicas

Se prevé un sistema de tomas de hidrantes de clase I (NFPA 14) en las estaciones, equipado en diferentes niveles y ubicaciones. El diámetro de las conexiones debe estar de acuerdo con las normas locales. La NFPA recomienda 65 mm para las tomas de hidrantes utilizadas por el cuerpo de bomberos.

De acuerdo con los requisitos de NFPA 14, el sistema de tubería debe tener el tamaño adecuado para suministrar tres conexiones de manguera que operan simultáneamente a una presión residual de 6,9 bares con un flujo mínimo de 2840 l/min (946 l/min por toma de hidrante). Este requisito se define para una toma de hidrante de 65 mm y se acordará con la autoridad local que tenga jurisdicción.

El sistema debe estar conectado a un suministro de agua con la capacidad de satisfacer la demanda del sistema durante un mínimo de 30 minutos de acuerdo con NFPA 14.

El sistema de tubería será del tipo húmedo, conteniendo agua presurizada en todo momento, lo que permitirá conocer el estado y la disponibilidad del sistema.

El sistema de bombeo de la red de hidrantes de la estación será común con el sistema de bombeo de la red de hidrantes del túnel.

En el caso de bombas, se debe garantizar una redundancia de energía, y se debe tener en cuenta: 1 o 2 bombas en funcionamiento + 1 bomba de reserva + 1 bomba jockey.

Se prevé la instalación de un solo tanque de agua por todos los sistemas de extinción a agua. El volumen del tanque se considerará como máximo de los tres sistemas: red de hidrantes por estación, red de hidrantes por túnel y rociadores de estación.

También se proporcionarán extintores (NFPA 10) en todas las áreas de la estación pública.

10.19.9.2.2. Salas auxiliares

Se proporcionará extintor de incendios portátil en áreas auxiliares como salas de personal, sala de oficina de boletos y sala de seguridad de la estación, según el tipo de peligro, de la siguiente tipología:

- Extintores portátiles – 5kg CO2
- Extintores portátiles – 6kg ABC

Los extintores deben realizarse de acuerdo con la norma NFPA 10.

10.19.9.2.3. Salas técnicas

En los pasillos técnicos se instalarán conexiones de manguera conectadas al sistema de tubería de la estación.

En las salas críticas se instalará un sistema automático de extinción de incendios por gas, tales como:

- Salas de transformadores
- Cuarto de baterías (UPS)
- Salas de señalización y telecomunicaciones
- Salas de control

Cabe destacar que la lista de salas a proteger con el sistema automático a gas será confirmada en la fase 3, cuando se tendrá un diseño más actualizado de las estaciones.

El sistema utilizará nitrógeno gas inerte IG541 y la concentración de diseño para el gas deberá cumplir con los requisitos de NFPA 2001.

El sistema de extinción automático se interconectará con el sistema de alarma contra incendios proporcionado dentro de las salas en cuestión.

La condición de inundación total por el gas se mantendrá durante la extinción de incendios en la zona protegida.

Todas las aberturas, excepto la abertura de liberación de presión, deben cerrarse antes de descargar el gas.

Se proporcionará un sistema de ventilación para extraer el gas después de la parada del sistema de extinción de incendios.

Además, en estas salas técnicas se proporcionará extintor de incendios portátil de CO₂ (NFPA 10).

En lo que respecta a las salas técnicas, incluido el HVAC o el equipo de extracción de humos, sólo se proporcionarán extintores de incendios portátiles de CO₂.

10.19.9.2.3. Salas de basuras, almacenamiento y área comercial

Se proporcionará un sistema de rociadores (sprinkler) en la siguiente área de la estación:

- Área comercial
- Área de almacenamiento
- Cuarto de basura

El sistema de rociadores debe ser del tipo húmedo hecho de acuerdo con la norma NFPA 13.

El procedimiento de cálculo hidráulico tendrá en cuenta los parámetros de instalación como:

- Clasificación de ocupación (tipo de peligro)

- Densidad
- Área de operación de rociadores
- Duración de la operación
- Presión residual mínima

En el caso de bombas, se debe garantizar una redundancia de energía, y se debe tener en cuenta: 1 o 2 bombas en funcionamiento + 1 bomba de reserva + 1 bomba jockey.

Se prevé la instalación de un solo tanque de agua por todos los sistemas de extinción a agua. El volumen del tanque se considerará como máximo de los tres sistemas: red de hidrantes por estación, red de hidrantes por túnel y rociadores de estación.

Además del sistema de rociadores, en estas salas se proporcionarán extintores de incendios portátiles (NFPA 10), después del peligro de incendio.

10.19.9.3. Metodología de dimensionamiento

10.19.9.3.1. Red de hidrantes

De acuerdo con los requisitos de NFPA 14, el sistema de tubería debe tener el tamaño adecuado para suministrar agua por tres tomas de hidrantes que operan simultáneamente a las siguientes características:

- Presión residual de 6,9 bar
- Flujo mínimo de 2840 l/min (946 l/min por cada hidrante)

Este requisito se define para una toma de hidrante de 65 mm y se acordará con la autoridad local que tenga jurisdicción.

El sistema se conectará a un suministro de agua con capacidad para satisfacer la demanda del sistema durante un mínimo de 30 minutos en la estación, de acuerdo con NFPA 14, y 60 minutos en túnel, de acuerdo con NFPA 130.

La presión de la bomba se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula.

Los cálculos hidráulicos se realizan utilizando:

- Las pautas proporcionadas por el NFPA 14
- Las dimensiones de las tuberías de acero tipo “schedule 40”
- La tabla de longitud de tubería equivalente
- El valor C de Hazen William de 120 (correspondiente a tubos de acero galvanizado)
- La fórmula de pérdidas de presión de Hazen Williams:

$$P_m = 6.05 \left(\frac{Q_m^{1.85}}{d^{4.87} C^{1.85}} \right) 10^5$$

donde:

Pm = Resistencia a la fricción en bar por metro de tubería
Qm = Caudal en l/m
C = Coeficiente de pérdida por fricción
d = Diámetro interno real en mm

La pérdida de carga total se incrementará en un 20% como margen de seguridad.

10.19.9.3.2. Sistema de rociadores (sprinkler)

La red de rociadores deberá dimensionarse para abastecer simultáneamente la operación del área protegida hidráulicamente más alejada. La demanda de los rociadores se determinará siguiendo el procedimiento de cálculo hidráulico NFPA 13 para lo cual se han elegido los siguientes parámetros:

- Clasificación de ocupación: Riesgo ordinario 2
- Duración de la operación: 60 minutos
- Factor K del aspersor: 5,6
- Área implicada: 139 m²
- Densidad: 0,20 gpm/ft² (8,1 mm/min)
- Presión residual mínima: 20 psi (1,38 bar)
- Tipo de rociador: estándar
- Las dimensiones de las tuberías de acero tipo "Schedule 40"
- Hazen William C valor de 120 (tubos de acero galvanizado)
- La fórmula de pérdidas de presión de Hazen Williams:

$$Pm = 6.05 \left(\frac{Qm^{1.85}}{d^{4.87} C^{1.85}} \right) 10^5$$

La pérdida de carga total se incrementará en un 20% como margen de seguridad.

10.19.9.3.3. Sistema de extinción automática a gas

El agente utilizado es IG 541 y la carga de cada botella de gas es de 30 kg.

La concentración de diseño para el gas deberá cumplir con los requisitos de NFPA 2001.

Los requisitos de volumen de agente de gas inerte se calculan a partir de la siguiente fórmula (NFPA 2001):

$$X = \left(\frac{VS}{S} \right) \times \ln \left(\frac{100}{100 - C} \right)$$
$$Q = X \times V$$

donde:

X: Volumen de agente requerido por metro cúbico de volumen protegido para producir la concentración indicada a una temperatura específica [m³/m³]
 Vs: Volumen específico del agente gas inerte a 25°C y 1.013 bar
 S: Volumen específico del vapor IG 541 sobrecalentado [m³/kg] a 1 atmósfera.
 T: La temperatura de diseño en el área de riesgo (°C)
 C: Concentración Volumétrica (%) de IG 541 en aire a la temperatura indicada.
 V: Volumen neto del área de peligro (m³)
 Q: Volumen requerido del agente (m³)

10.19.9.4. Resultados del dimensionamiento preliminar

Considerando cuatro presentado en las secciones anteriores, a seguir se indican los resultados principales del dimensionamiento preliminar basado sobre la condición más gravosa.

Cabe destacar que estos resultados son estimaciones muy preliminares que deben ser verificadas en el desarrollo de la Fase 3 de acuerdo a los resultados de los cálculos más detallados y de los datos más actualizados de la infraestructura.

Estos resultados han sido utilizados para la preparación de los CAPEX preliminar presentados en sección 6.1.1.2.

10.19.9.4.1. Red de hidrantes

Tabla 2. - Dimensionamiento preliminar - red de hidrantes

Ítem	Descripción	Cantidad
Bombas eléctricas	- Caudal: 85.4 m ³ /h - Presión: 13 bar - Potencia nominal: 74.0kVA	3 per cada estación subterránea: - 2 en operación; - 1 en posición de espera. Total: 30
Bomba jockey	- Caudal: 2.0 m ³ /h - Presión: 14 bar - Potencia nominal: 3.0kVA	1 per cada estación subterránea. Total: 10
Tubería DN150, incluyendo soportes, válvulas, accesorios		200m por cada estación (estimación)
Tubería DN150, incluyendo soportes, válvulas, accesorios		150m por cada estación (estimación)
Conexión por los Bomberos DN150 y accesorios		2 por cada estación Total: 20
Conexión por los Bomberos DN200 y accesorios		2 por cada estación Total: 20
Conexión de maNguera		14 por cada estación (estimación)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Ítem	Descripción	Cantidad
		Total: 140

Cabe destacar que las mismas bombas son utilizadas también por el sistema de hidrantes en el túnel.

10.19.9.4.2. Red de rociadores (sprinkler)

Tabla 3. - Dimensionamiento preliminar - red de rociadores

Ítem	Descripción	Cantidad
Bombas eléctricas	- Caudal: 91 m ³ /h - Presión: 8bar - Potencia nominal: 50.0kVA	2 por cada estación subterránea: - 1 en operación; - 1 en posición de espera. Total: 20
Bomba jockey	- Caudal: 1 m ³ /h - Presión: 9bar - Potencia nominal: 1.5kVA	1 por cada estación subterránea. Total: 10
Tubería DN100, incluyendo soportes, válvulas, accesorios		120m por cada estación (estimación)
Cabezal de rociador		12 por cada estación (estimación) Total: 120

10.19.9.4.3. Sistema de extinción automática a gas

Se prevé un sistema de gas centralizado por cada estación. El sistema incluye principalmente boquillas, detectores de humo digital direccionable, detectores de aumento de calor digital direccionable, sirenas, luz intermitente, liberación manual e interruptor abortar, módulo de control de liberación.

10.19.9.4.4. Extintores

Tabla 4. - Dimensionamiento preliminar - extintores

Item	Cantidad
Extintor portátil - 5kg CO2	21 por cada estación (estimación) Total: 210
Extintor portátil - 6kg ABC	42 por cada estación (estimación)

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E4 – Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte – Anexo A – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003_VC

Item	Cantidad
	Total: 420

LZMB
MEMORIA DE CÁLCULO SELECCIÓN DE CABLES Y CONDUITS
TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

REV: 0

17/05/2022

Tabla General TGE 208-120 V	I n t.	Circuito	CARGA							INTERRUPTOR							SELECCIÓN DEL CONDUCTOR										SELECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN												
			Tensión nominal [V]	Fases	Potencia instalada [kW]	Cos φ	S carga [kVA]	Factor uso	Factor simult. necesid.	Potencia [kW]	Corriente nominal [A]	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor [A]	Longitud [m]	Material del conductor	Aislamiento del conductor	Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase [AWG/kcmil]	Capacidad de corriente del conductor de fase [A]	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase correcto [A]	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro [AWG/kcmil]	Calibre del cable de tierra [AWG/kcmil]	Impedancia conductor fase [Ω/km]	Regulación voltaje [% circuito]	[% total]	Pérdidas (PR)		Pérdidas de energía al año [kWh/año]		Conductores circuito		Conduits			
																														[W]	[kWh/año]	[mm]	[mm ²]	[kg/m]	Tag	Tipo	Díametro [pulg.]	Área disponible [mm ²]	Llenado [%]
Alimentador Transformador - TGE	Q0	-	208	3	75.0000	1.00	75.0	1.00	-	75.0	208.2	1	208.2	225	20	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	250	1	40	4	0.25	0.02%	0.02%	228.75	1503.5	71.19	831.52	4.53	--	EMT	1	8107	10.3%
TDN2.1	Q1	C1-C3-C5	208	3	2.6400	1.00	2.6	1.00	-	2.6	7.3	1.25	9.2	15	60	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	2.08%	3.00%	18.34	128.55	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%
TDN2.2	Q2	C2-C4-C6	208	3	2.4800	1.00	2.5	1.00	-	2.5	6.9	1.25	8.6	15	3	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.10%	0.10%	0.81	5.67	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%
TDN3.1	Q3	C7-C9-11	208	3	5.1000	1.00	5.8	1.00	-	5.8	16.2	1.25	20.3	30	25	Cu	HFFR/LS	1	10	30	1.00	1.0	30	1	10	10	3.46	1.17%	2.06%	22.76	159.47	21.20	70.60	0.18	--	EMT	1	507	13.9%
TDN3.2	Q4	C8-C10-C12	208	3	3.2000	1.00	3.2	1.00	-	3.2	8.9	1.25	11.1	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	2.11%	3.02%	22.46	157.4	16.9	44.86	0.2	--	EMT	1	507	8.9%
TDN4.1	Q5	C13-C15-C17	208	3	2.4400	1.00	2.4	1.00	-	2.4	6.8	1.25	8.5	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.61%	2.52%	13.06	91.5	16.9	44.86	0.2	--	EMT	1	507	8.9%
TDN4.2	Q6	C14	208	3	2.4800	1.00	2.5	1.00	-	2.5	6.9	1.25	8.6	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.63%	2.56%	13.49	94.5	16.9	44.86	0.2	--	EMT	1	507	8.9%
TDN5.1	Q7	C14	208	3	2.6000	1.00	2.6	1.00	-	2.6	7.2	1.25	9.0	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.71%	2.63%	14.83	103.9	16.9	44.86	0.2	--	EMT	1	507	8.9%
TDN5.2	Q8	C14	208	3	2.4400	1.00	2.4	1.00	-	2.4	6.8	1.25	8.5	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.61%	2.52%	13.06	91.5	16.9	44.86	0.2	--	EMT	1	507	8.9%
Reservas		2																																					

Tabla TDN2.1 208-120 V	I n t.	Circuito	CARGA							CARGA DEMANDADA							SELECCIÓN DEL CONDUCTOR										SELECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN													
Tensión nominal [V]			Fases	Potencia instalada [kW]	Cos φ	S carga [kVA]	Factor uso	Factor simult. necesid.	Potencia [kW]	Corriente nominal [A]	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor [A]	Longitud [m]	Material del conductor	Aislamiento del conductor	Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase [AWG/kcmil]	Capacidad de corriente del conductor de fase [A]	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase correcto [A]	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro [AWG/kcmil]	Calibre del cable de tierra [AWG/kcmil]	Impedancia conductor fase [Ω/km]	Regulación voltaje [% circuito]	[% total]	Pérdidas (PR)		Pérdidas de energía al año [kWh/año]		Conductores circuito		Conduits					
																													[W]	[kWh/año]	[mm]	[mm ²]	[kg/m]	Tag	Tipo	Díametro [pulg.]	Área disponible [mm ²]	Llenado [%]		
Alimentador TGE - TDN2.1	Q0	-	208	3	2.6400	1.00	2.6	1.00	-	2.6	7.3	1.25	9.2	15	60	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	2.08%	3.00%	18.34	128.55	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%	
Luminarias superior derecha	Q1	C1	208	3	0.4400	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.2	1.25	1.5	15	60	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.35%	0.35%	3.38	0.51	3.57	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Luminarias derecha medio	Q2	C2	208	3	0.4800	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.3	1.25	1.7	15	65	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.41%	0.41%	0.66	4.60	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%	
Luminarias inferior derecha y toma	Q3	C3	208	3	0.5600	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.8	1.25	1.9	15	40	Cu	HFFR/LS	1	12	30	1.00	1.0	30	1	12	12	5.69	0.29%	0.29%	0.55	3.86	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%	
Toma corriente bifásico	Q4	C4-C6	208	3	0.6000	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.7	1.25	2.1	15	35	Cu	HFFR/LS	1	12	30	1.00	0.8	24	1	12	12	5.69	0.28%	0.28%	0.55	3.87	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%	
Luminarias en medio y toma	Q5	C5	208	3	0.5600	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.8	1.25	1.9	15	20	Cu	HFFR/LS	1	12	30	1.00	0.8	24	1	12	12	5.69	0.15%	0.15%	0.28	1.93	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%	
Reserva	Q15	C7-C8																																						
Reserva		C9-C10																																						

Tabla de distribución TDN2.2 208-120 V	I n t.	Circuito	CARGA							CARGA DEMANDADA							SELECCIÓN DEL CONDUCTOR										SELECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN													
Tensión nominal [V]			Fases	Potencia instalada [kW]	Cos φ	S carga [kVA]	Factor uso	Factor simult. necesid.	Potencia [kW]	Corriente nominal [A]	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor [A]	Longitud [m]	Material del conductor	Aislamiento del conductor	Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase [AWG/kcmil]	Capacidad de corriente del conductor de fase [A]	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase correcto [A]	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro [AWG/kcmil]	Calibre del cable de tierra [AWG/kcmil]	Impedancia conductor fase [Ω/km]	Regulación voltaje [% circuito]	[% total]	Pérdidas (PR)		Pérdidas de energía al año [kWh/año]		Conductores circuito		Conduits					
																													[W]	[kWh/año]	[mm]	[mm ²]	[kg/m]	Tag	Tipo	Díametro [pulg.]	Área disponible [mm ²]	Llenado [%]		
Alimentador TGE - TDN2.2	Q0	-	208	3	2.4800	1.00	2.5	1.00	-	2.5	6.9	1.25	8.6	15	3	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.10%	0.10%	0.81	5.67	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%	
Luminarias superior derecha	Q1	C1	208	3	0.4400	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.2	1.25	1.5	15	60	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.29%	0.29%	0.39	0.42	2.98	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Luminarias derecha medio	Q2	C2	208	3	0.4000	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.1	1.25	1.4	15	10	Cu	HFFR/LS	1	12	30	1.00	0.7	21	1	12	12	5.69	0.05%	0.05%	0.15	0.07	0.49	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Luminarias inferior derecha y toma	Q3	C3	208	3	0.5200	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.4	1.25	1.8	15	10	Cu	HFFR/LS	1	12	30	1.00	0.7	21	1	12	12	5.69	0.07%	0.07%	0.12	0.83	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%	
Toma corrientes bifásicos	Q4	C4-C6	208	3	0.6000	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.7	1.25	2.1	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.39%	0.39%	0.49	0.79	5.53	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Luminarias en medio y toma	Q5	C5	208	3	0.5200	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.4	1.25	1.8	15	50	Cu	HFFR/LS	1	12	30	1.00	0.7	21	1	12	12	5.69	0.34%	0.34%	0.59	4.16	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%	
Reserva	Q6	C7																																						
Reserva		C8																																						

Tabla TDN3.1 208-120 V	I n t.	Circuito	CARGA							CARGA DEMANDADA							SELECCIÓN DEL CONDUCTOR										SELECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN									
Tensión nominal [V]			Fases	Potencia instalada [kW]	Cos φ	S carga [kVA]	Factor uso	Factor simult. necesid.	Potencia [kW]	Corriente nominal [A]	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor [A]	Longitud [m]	Material del conductor	Aislamiento del conductor	Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase [AWG/kcmil]	Capacidad de corriente del conductor de fase [A]	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase correcto [A]	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro [AWG/kcmil]	Calibre del cable de tierra [AWG/kcmil]	Impedancia conductor fase [Ω/km]	Regulación voltaje [% circuito]	[% total]	Pérdidas (PR)		Pérdidas de energía al año [kWh/año]		Conductores circuito		Conduits	
																													[W]	[kWh/año]	[mm]	[mm ²]	[kg/m]	Tag	Tipo	Díametro

I n t.	Circuito	Carga Instalada						Carga demandada						Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase	Capacidad de corriente del conductor de fase	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase corregido	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro	Calibre del cable de tierra	Impedancia conductor fase	Regulación voltaje	Pérdidas		Conductores circuito				Conduits							
		Tensión nominal	Fases	Potencia instalada	Cos φ	S carga	Factor similitud	Potencia	Corriente nominal	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor	Longitud												Material del conductor	Aislamiento del conductor	Pérdidas (PR)	Pérdidas de energía al año [Wh/año]	E diámetros exteriores	Área total	Peso total	Tag	Tipo	Diámetro	Área disponible	Llenado		
		[V]		[kW]	[N/A]			[kVA]	[A]		[A]	[A]	[m]														[A]	[A]	[A]	[kcmil]	[kcmil]	[Ω/km]	[% circuito]	[% total]	[W]	[Wh/año]	[mm]	[mm ²]
Tabla TDM.1 208-120 V																																						
208-120 V, 3F+N+T, 60 Hz, 10 kA, 12 cbs																																						
Q0	-	208	3	2.4400	1.00	2.4	1.00	-	2.4	6.8	1.25	8.5	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.61%	2.5%	13.56	91.51	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%
Q1	C1	208	3	0.4000	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.1	1.25	1.4	15	20	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.11%	2.63%	0.14	0.98	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q2	C2	208	3	0.4000	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.1	1.25	1.4	15	30	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.16%	2.68%	0.21	1.48	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q3	C3	208	3	0.5200	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.4	1.25	1.8	15	40	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.27%	2.79%	0.47	3.32	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q4	C4-C6	208	3	0.6000	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.7	1.25	2.1	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.39%	2.92%	0.79	5.53	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q5	C5	208	3	0.5200	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.4	1.25	1.8	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.34%	1.26%	0.59	4.16	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q6	C7	208																																				
Q7	C8	208																																				

I n t.	Circuito	Carga Instalada						Carga demandada						Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase	Capacidad de corriente del conductor de fase	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase corregido	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro	Calibre del cable de tierra	Impedancia conductor fase	Regulación voltaje	Pérdidas		Conductores circuito				Conduits							
		Tensión nominal	Fases	Potencia instalada	Cos φ	S carga	Factor similitud	Potencia	Corriente nominal	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor	Longitud												Material del conductor	Aislamiento del conductor	Pérdidas (PR)	Pérdidas de energía al año [Wh/año]	E diámetros exteriores	Área total	Peso total	Tag	Tipo	Diámetro	Área disponible	Llenado		
		[V]		[kW]	[N/A]			[kVA]	[A]		[A]	[A]	[m]														[A]	[A]	[A]	[kcmil]	[kcmil]	[Ω/km]	[% circuito]	[% total]	[W]	[Wh/año]	[mm]	[mm ²]
Tabla TDM.2 208-120 V																																						
208-120 V, 3F+N+T, 60 Hz, 10 kA, 12 cbs																																						
Q0	-	208	3	2.4400	1.00	2.5	1.00	-	2.5	6.9	1.25	8.6	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.63%	2.55%	13.49	94.54	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%
Q1	C1	208	3	0.4000	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.1	1.25	1.4	15	20	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.11%	2.63%	0.14	0.98	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q2	C2	208	3	0.4400	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.2	1.25	1.5	15	30	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.17%	2.69%	0.25	1.79	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q3	C3	208	3	0.5200	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.4	1.25	1.8	15	40	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.27%	2.79%	0.47	3.32	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q4	C4-C6	208	3	0.6000	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.7	1.25	2.1	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.39%	2.92%	0.79	5.53	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q5	C5	208	3	0.5200	1.00	0.5	1.00	1.0	0.5	1.4	1.25	1.8	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.34%	1.26%	0.59	4.16	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q6	C7	208																																				
Q7	C8	208																																				

I n t.	Circuito	Carga Instalada						Carga demandada						Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase	Capacidad de corriente del conductor de fase	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase corregido	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro	Calibre del cable de tierra	Impedancia conductor fase	Regulación voltaje	Pérdidas		Conductores circuito				Conduits							
		Tensión nominal	Fases	Potencia instalada	Cos φ	S carga	Factor similitud	Potencia	Corriente nominal	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor	Longitud												Material del conductor	Aislamiento del conductor	Pérdidas (PR)	Pérdidas de energía al año [Wh/año]	E diámetros exteriores	Área total	Peso total	Tag	Tipo	Diámetro	Área disponible	Llenado		
		[V]		[kW]	[N/A]			[kVA]	[A]		[A]	[A]	[m]														[A]	[A]	[A]	[kcmil]	[kcmil]	[Ω/km]	[% circuito]	[% total]	[W]	[Wh/año]	[mm]	[mm ²]
Tabla TDM.1 208-120 V																																						
208-120 V, 3F+N+T, 60 Hz, 10 kA, 12 cbs																																						
Q0	-	208	3	2.6000	1.00	2.6	1.00	-	2.6	7.2	1.25	9.0	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.71%	2.63%	14.83	103.91	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%
Q1	C1	208	3	0.2800	1.00	0.3	1.00	1.0	0.3	0.8	1.25	1.0	15	20	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.07%	2.59%	0.07	0.48	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q2	C2	208	3	0.2800	1.00	0.3	1.00	1.0	0.3	0.8	1.25	1.0	15	30	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.11%	2.63%	0.10	0.72	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q3	C3	208	3	0.2800	1.00	0.3	1.00	1.0	0.3	0.8	1.25	1.0	15	40	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.15%	2.67%	0.14	0.96	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q4	C4	208	3	0.2800	1.00	0.3	1.00	1.0	0.3	0.8	1.25	1.0	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.18%	2.70%	0.17	1.21	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q5	C5	208	3	0.4400	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.2	1.25	1.5	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.29%	1.20%	0.42	2.98	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q6	C6	208	3	0.4400	1.00	0.4	1.00	1.0	0.4	1.2	1.25	1.5	15	20	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.12%	1.03%	0.17	1.19	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q7	C7-C9	208	3	0.6000	1.00	0.6	1.00	1.0	0.6	1.7	1.25	2.1	15	30	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.24%	2.76%	0.47	3.32	16.90	44.86	0.18	--	EMT	3/4	285	15.7%
Q8	C8	208																																				
Q9	C10	208																																				

I n t.	Circuito	Carga Instalada						Carga demandada						Número de conductores por fase	Calibre del cable de fase	Capacidad de corriente del conductor de fase	Corrección por temperatura	Corrección por agrupamiento	Capacidad de corriente del conductor de fase corregido	Número de conductores de neutro	Calibre del cable de neutro	Calibre del cable de tierra	Impedancia conductor fase	Regulación voltaje	Pérdidas		Conductores circuito				Conduits							
		Tensión nominal	Fases	Potencia instalada	Cos φ	S carga	Factor similitud	Potencia	Corriente nominal	Factor sobre carga	Corriente sobre carga	Corriente interruptor	Longitud												Material del conductor	Aislamiento del conductor	Pérdidas (PR)	Pérdidas de energía al año [Wh/año]	E diámetros exteriores	Área total	Peso total	Tag	Tipo	Diámetro	Área disponible	Llenado		
		[V]		[kW]	[N/A]			[kVA]	[A]		[A]	[A]	[m]														[A]	[A]	[A]	[kcmil]	[kcmil]	[Ω/km]	[% circuito]	[% total]	[W]	[Wh/año]	[mm]	[mm ²]
Tabla TDM.2 208-120 V																																						
208-120 V, 3F+N+T, 60 Hz, 10 kA, 12 cbs																																						
Q0	-	208	3	2.4400	1.00	2.4	1.00	-	2.4	6.8	1.25	8.5	15	50	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	1.61%	2.52%	13.56	91.51	16.90	44.86	0.18	--	EMT	1	507	8.9%
Q1	C1	208	3	0.2800	1.00	0.3	1.00	1.0	0.3	0.8	1.25	1.0	15	20	Cu	HFFRLS	1	12	25	1.00	1.0	25	1	12	12	5.69	0.07%	2.59%	0.07	0.48	16.90	44.86						

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ESTACIONES NIVEL 2.1

TAPE (6 Circuitos - 4 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN	
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C		
Luminarias superior derecha	440			440					11	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A						480	480			Luminarias derecha medio	
Luminarias inferior derecha y toma		560		560					14	3 X 15 A	3		X		4									300		Toma corriente bifasico	
Luminarias en medio y toma			560	560					14	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A					2	600			300		
Reserva	0			0	0					X A	7	X			8	X A						0	0			Reserva	
Reserva		0									9		X		10	X A						0		0		Reserva	
	440	560	560	1560																		1080	480	300	300		
	TOTAL											TOTAL															

Carga por fase (W)	
A	920
B	860
C	860

Desbalance entre fases		
A	B	C
920	860	860
7%		

Carga instalada(W)	2640
Carga instalada(VA)	2640
Corriente nominal(A)	7,3
Corriente x 1,25 A	9,2
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	1,0
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 2.2
 TAPE (6 Circuitos - 4 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C	
Luminarias superior derecha	440			440	0				11	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A					400	400			Luminarias derecha medio	
Luminarias inferior derecha y toma		520		520					13	3 X 15 A	3		X		4								300		Toma corrientes bifasicos	
Luminarias en medio y toma			520	520					13	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A					2	600			300	Toma corrientes bifasicos
Reserva	0			0						X A	7	X			8	X A						0	0			Reserva
Reserva		0									9		X		10	X A						0		0		Reserva
	440	520	520	1480																	1000	400	300	300		
	TOTAL											TOTAL														

Carga por fase (W)	
A	840
B	820
C	820

Desbalance entre fases		
A	B	C
840	820	820
2%		

Carga instalada(W)	2480
Carga instalada(VA)	2756
Corriente nominal(A)	7,6
Corriente x 1,25 A	9,6
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 3.1
 TAPE (18 Circuitos - 3 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C	
Luminarias superior derecha	520			520	0				13	3 X 15 A	1	X		2	3 X 15 A	15					600	600			Luminarias derecha medio	
Luminarias inferior derecha y toma		600		600					15	3 X 15 A	3		X	4	3 X 15 A	20					800		800		Luminarias Debajo	
Luminarias en medio y toma			1580	1580	7				8	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A	3				120			120	Luminarias arriba	
Luminarias	280			280					7	3 X 15 A	7	X		8	3 X 15 A					2	600	300			Tomas corrientes bifasicas	
reserva		0		0					X A	9		X	10													
Reserva			0	0						X A	11			X	12	X A					0			0	Reserva	
Reserva	0			0						X A	13	X			14	X A					0	0			Reserva	
Reserva		0		0						X A	15		X		16										Reserva	
											17			X	18										Reserva	
	800	600	1580	2980																	2120	900	1100	120		
	TOTAL											TOTAL														

Carga por fase (W)	
A	1700
B	1700
C	1700

Desbalance entre fases		
A	B	C
1700	1700	1700
0%		

Carga instalada(W)	5100
Carga instalada(VA)	5667
Corriente nominal(A)	15,7
Corriente x 1,25 A	19,7
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 3.2
 TAPE (18 Circuitos - 3 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C	
Luminarias superior derecha	360			360	0				9	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A	10					400	400			Luminarias derecha medio
Luminarias inferior derecha y toma		560		560					14	3 X 15 A	3		X		4	3 X 15 A	13					520		520		Luminarias Debajo
Luminarias en medio y toma			760	760					19	3 X 15 A	5			X	6										300	Toma corrientes bifasicas
Luminarias	0			0						3 X 15 A	7	X			8	3 X 15 A					2	600	300			
reserva		0		0						X A	9		X		10	X A						0		0		Reserva
Reserva			0	0						X A	11			X	12	X A						0		0		Reserva
Reserva	0			0						X A	13	X			14	X A						0	0			Reserva
Reserva		0		0						X A	15		X		16											Reserva
											17			X	18											Reserva
	360	560	760	1680						TOTAL					TOTAL							1520	700	520	300	

Carga por fase (W)	
A	1060
B	1080
C	1060

Desbalance entre fases		
A	B	C
1060	1080	1060
2%		

Carga instalada(W)	3200
Carga instalada(VA)	3556
Corriente nominal(A)	9,9
Corriente x 1,25 A	12,3
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 4.1
 TAPE (18 Circuitos - 3 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN					
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C						
Luminarias superior derecha	400			400					10	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A						400	400			Luminarias derecha medio					
Luminarias inferior derecha y toma		520		520					13	3 X 15 A	3		X		4									300							
Luminarias en medio y toma			520	520					13	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A					2	600			300	Toma corriente bifasico					
tomas bifa	0			0	0					3 X 15 A	7	X			8	X A						0	0			Reserva					
		0									9		X		10	X A						0		0		Reserva					
Reserva			0	0						X A	11			X	12	X A						0		0		Reserva					
Reserva	0			0						X A	13	X			14	X A						0	0			Reserva					
Reserva		0		0						X A	15		X		16											Reserva					
											17			X	18											Reserva					
	400	520	520	1440																		1000	400	300	300						
	TOTAL											TOTAL																			

Carga por fase (W)	
A	800
B	820
C	820

Desbalance entre fases		
A	B	C
800	820	820
2%		

Carga instalada(W)	2440
Carga instalada(VA)	2711
Corriente nominal(A)	7,5
Corriente x 1,25 A	9,4
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 4.2
 TAPE (18 Circuitos - 3 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN					
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C						
Luminarias superior derecha	400			400					10	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A	11					440	440			Luminarias derecha medio					
Luminarias inferior derecha y toma		520		520					13	3 X 15 A	3		X		4									300							
Luminarias en medio y toma			520	520					13	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A					2	600			300	Toma corriente bifasico					
tomas bifa	0			0	0					3 X 15 A	7	X			8	X A						0	0			Reserva					
		0									9		X		10	X A						0		0		Reserva					
Reserva			0	0						X A	11			X	12	X A						0		0		Reserva					
Reserva	0			0						X A	13	X			14	X A						0	0			Reserva					
Reserva		0		0						X A	15		X		16											Reserva					
											17			X	18											Reserva					
	400	520	520	1440																		1040	440	300	300						
	TOTAL											TOTAL																			

Carga por fase (W)	
A	840
B	820
C	820

Desbalance entre fases		
A	B	C
840	820	820
2%		

Carga instalada(W)	2480
Carga instalada(VA)	2756
Corriente nominal(A)	7,6
Corriente x 1,25 A	9,6
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 5.1
 TAPE (18 Circuitos - 3 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C	
Luminarias superior derecha	280			280				7	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A	7					280	280			Luminarias derecha medio	
Luminarias inferior derecha y toma		280		280				7	3 X 15 A	3		X		4	3 X 15 A	7					280		280		Luminarias derecha medioLA	
Luminarias en medio y toma			440	440				11	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A	11					440			440	Luminarias derecha medioLO	
tomas bifa	300			600	2				3 X 15 A	7	X			8	X A						0	0			Reserva	
		300								9		X		10	X A						0		0		Reserva	
Reserva			0	0					X A	11			X	12	X A						0		0		Reserva	
Reserva	0			0					X A	13	X			14	X A						0	0			Reserva	
Reserva		0		0					X A	15		X		16											Reserva	
										17			X	18											Reserva	
	580	580	440	1600						TOTAL				TOTAL							1000	280	280	440		

Carga por fase (W)	
A	860
B	860
C	880

Desbalance entre fases		
A	B	C
860	860	880
2%		

Carga instalada(W)	2600
Carga instalada(VA)	2889
Corriente nominal(A)	8,0
Corriente x 1,25 A	10,0
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208

L2MB - ESTACIONES
 TABLERO DE DISTRIBUCION ESTACIONES NIVEL 5.2
 TAPE (18 Circuitos - 3 Reservas)

UBICACIÓN	Cargas por Fase [W]			Carga [W]	Cargas tomas 180 [W]	Cargas Iluminación				Interruptor	Circuito No.	FASES			Circuito No.	Interruptor	Cargas Iluminación				Cargas tomas 180 [W]	Carga [W]	Cargas por Fases [W]			UBICACIÓN				
	A	B	C			9 [W]	15 [W]	2x5 [W]	40 [W]			A	B	C			40 [W]	2x5 [W]	15 [W]	9 [W]			A	B	C					
Luminarias superior derecha	280			280				7	3 X 15 A	1	X			2	3 X 15 A	6					240	240			Luminarias derecha medio					
Luminarias inferior derecha y toma		240		240				6	3 X 15 A	3		X		4	3 X 15 A	7					280		280		Luminarias derecha medio LN					
Luminarias en medio y toma			400	400				10	3 X 15 A	5			X	6	3 X 15 A	10					400			400	Luminarias derecha medio LS					
tomas bifa	300			600	2				3 X 15 A	7	X			8	X A						0	0			Reserva					
		300								9		X		10	X A						0		0		Reserva					
Reserva			0	0					X A	11			X	12	X A						0		0		Reserva					
Reserva	0			0					X A	13	X			14	X A						0	0			Reserva					
Reserva		0		0					X A	15		X		16											Reserva					
										17			X	18											Reserva					
	580	540	400	1520																	920	240	280	400						
	TOTAL											TOTAL																		

Carga por fase (W)	
A	820
B	820
C	800

Desbalance entre fases		
A	B	C
820	820	800
2%		

Carga instalada(W)	2440
Carga instalada(VA)	2711
Corriente nominal(A)	7,5
Corriente x 1,25 A	9,4
Interruptor	3 x 15 A
Conductor	3 No.12(F) +1 No.12(N) +12(T)

Factor de Potencia	0,9
Tensión	208