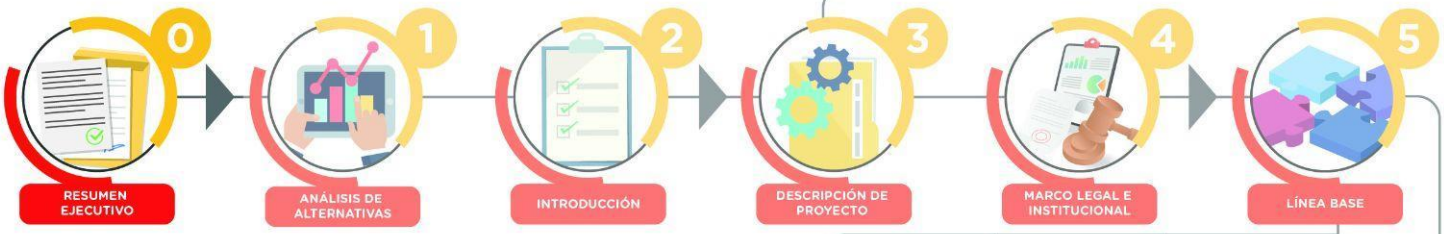
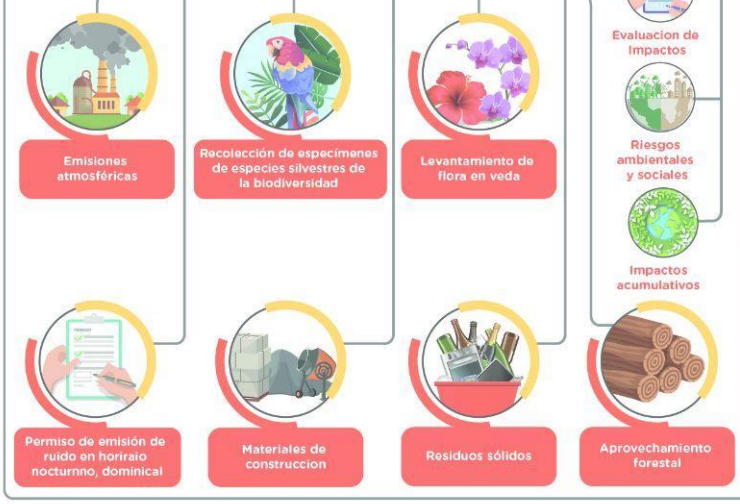
¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

0. RESUMEN EJECUTIVO

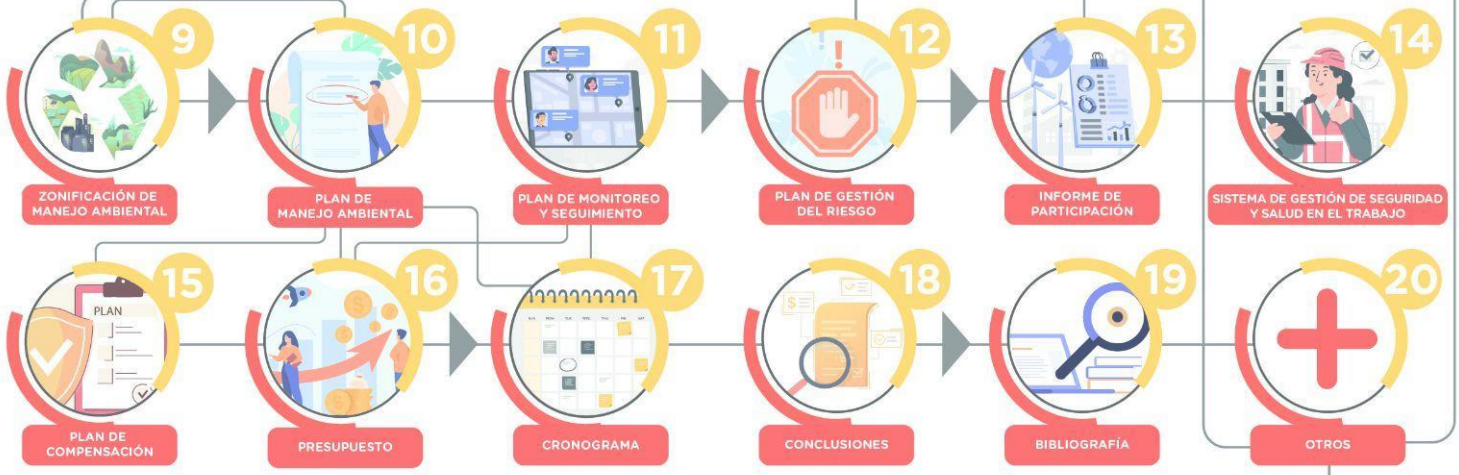














Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Capítulo 0
Executive Summary

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VD

Elaborado por:

Financiera de Desarrollo Nacional

U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Revisión	Fecha	Sección modificada	Observaciones
A	26-11-2022	_	Versión original
B	08-11-2022	A lo largo del documento	Se atienden las observaciones generadas por: Banca Mundial. Producto de las mesas de trabajo realizadas durante los días octubre 3,4 y 5 de 2022. Interventoría presentadas en correo electrónico de octubre 6 de 2022
C	04-11-2022	A lo largo de documento	Atención de observaciones generadas por la Interventoría asociadas a la completitud, presentadas a través de la comunicación INTL2MB-EGIS-MOV-CE-TEC-270 del 28 de octubre de 2022 y las allegadas mediante correo del 2 de noviembre de 2022.
D	10-02-2023	A lo largo de documento	Atención de observaciones generadas durante las misiones de la Banca realizadas en los meses de noviembre y diciembre de 2022. Atención de observaciones Empresa Metro de Bogotá presentadas en la comunicación EXTS22-0006106 de 4 de noviembre de 2022. Atención de observaciones al Banco Europeo. Atención de observaciones interventoría presentadas el 19 de enero de 2023.

REVISIÓN Y APROBACIÓN FDN

Nombre. Apellido ##-##-2022
Director de estructuración

REVISIÓN Y APROBACIÓN ASESORES MOVIUS

DIVISIÓN AMBIENTAL	Preparó: D. Duarte 10-02-2023	Revisó: D. Martinez 10-02-2023	Revisó: I. Silva 10-02-2023
	VoBo. Ingeniero Ejecutor medio Abiótico	VoBo. Coordinador medio abiótico	VoBo. Director de Departamento
	Preparó: D. Peña 10-02-2023	Revisó: G. Pedraza 10-02-2023	Revisó: R. Martin 10-02-2023
	VoBo. Ingeniero Ejecutor medio Biótico	VoBo. Coordinador medio biótico	VoBo. Director de Departamento
	Preparó: J. Otero 10-02-2023	Preparó: J. Samaniego 10-02-2023	Revisó: Y. Ruiz 10-02-2023
	VoBo. Ingeniero Ejecutor Medio Socioeconómico	VoBo.Coordinador medio Medio Socioeconómico	VoBo. Director de Departamento

Preparó: A. Sáenz 10-02-2023	Revisó: A. Amaya 10-02-2023
VoBo. Coordinador Estudio Ambiental	VoBo. Director Estudio Ambiental

Preparó: F. Sánchez 10-02-2023	Revisó: O. Véliz 10-02-2023	Aprobó: J.M. Martínez 10-02-2023

VoBo. Coordinador Técnico	VoBo. Director Técnico	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

0. RESUMEN EJECUTIVO 9
0.1. INTRODUCCIÓN. 9
0.2. ESTÁNDARES, SALVAGUARDIAS Y CUMPLIMIENTO DE BRECHAS 10
0.3. PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDAS EN EL PROYECTO 13
0.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 14
0.5. GENERALIDADES ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS) 15
0.6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 17
0.7. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO 18
1.8. LÍNEA BASE (CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL) 19
0.8.1. ÁREA DE INFLUENCIA 19
0.8.2. Caracterización del medio Abiótico 21
0.8.2.1. Geología 21
0.8.2.2. Geomorfología 22
0.8.2.3. Paisaje 22
0.8.2.4. Suelos 23
0.8.2.4.1. Vulnerabilidad a la contaminación de los suelos 24
0.8.2.5. Hidrología 24
0.8.2.6. Calidad del agua 25
0.8.2.7. Usos del agua 25
0.8.2.8. Hidrogeología 25
0.8.2.8.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC 26
0.8.2.8.2. Modelo Hidrogeológico Numérico - MHN 27
0.8.2.9. Geotecnia 28
0.8.2.10. Meteorología 28
0.8.2.11. Calidad del aire 28
0.8.2.12. Ruido 30
0.8.2.13. Vibraciones 32
0.8.3. Caracterización del medio Biótico 32
0.8.3.1. Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles en el área de intervención del proyecto L2MB 32
0.8.3.2. Hábitats modificados, naturales y críticos - EAS 6 33
0.8.3.3. Vegetación con connotación especial 33
0.8.3.4. Fauna 34
0.8.3.5. Ecosistemas acuáticos 34
0.8.3.6. Servicios ecosistémicos 35
0.8.4. Caracterización del medio Socioeconómico 36
0.8.4.1. Dimensión demográfica 39

0.8.4.2. Dimensión espacial 40
0.8.4.3. Dimensión económica 41
0.8.4.4. Dimensión cultural 43
0.8.4.5. Dimensión político-organizativa 44
0.8.4.6. Componente arqueológico 46
0.8.4.7. Población a reasentar 46
0.8.4.8. Tendencias del desarrollo 48
0.9. ZONAS LEGALMENTE PROTEGIDAS Y RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE 49
0.10. JERARQUÍA DE MITIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 49
0.10.1. Medidas de manejo bióticas en los hábitat modificados 50
0.10.2. Medidas de manejo bióticas en los hábitat naturales 50
0.10.3. Medidas de manejo ambiental en los hábitat críticos 50
0.11. PLAN DE ACCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 51
0.12. IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES (EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES) 52
0.12.1. Evaluación de impactos 52
0.12.1.1. Escenario sin proyecto 52
0.12.1.2. Escenario con proyecto. 54
0.12.2. Riesgos ambientales y sociales 55
0.12.3. Impactos Acumulativos 58
0.12.4. Beneficios de los impactos ambientales y sociales 60
0.12.5. Pasivos ambientales 60
0.13. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL (PMAS Y PMS) 61
0.13.1. Planes de manejo ambiental y social. (PMAS) 61
0.13.2. Planes de Monitoreo y Seguimiento (PMS) 64
10.1.2.1.1.1 66
0.13.3. Compensaciones del medio biòtico 68
0.13.4. Plan de compensaciòn por pérdida de biodiversidad 69
0.14. DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES (INCLUYE MENCIÓN DE PERMISOS AUTORIZACIONES) 70
0.14.1. Aprovechamiento Forestal 70
0.14.2. Balance de zonas verdes. 71
0.14.3. Permiso de levantamiento de veda 72
0.14.4. Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad 72
0.15. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 73
0.16. CRONOGRAMA 74
0.17. PRESUPUESTO 76
0.18. CONSULTAS Y SOCIALIZACIONES CON LAS PARTES INTERESADAS 77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización proyecto L2MB

Figura 2. Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Ambiental

Figura 3. Trazado y estaciones de la L2MB.

Figura 4. Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto L2MB

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Brechas

Tabla 2. Permisos requeridos

Tabla 3. Leyenda de suelos en el área de influencia edafológica

Tabla 4. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Tabla 5. Características generales del desarrollo comercial en el AID

Tabla 6. Entidades oficiales y organizaciones con presencia en el AID

Tabla 7. Predios y unidades sociales identificados por cada una de las estaciones proyectadas

Tabla 8. Impacto escenario sin proyecto.

Tabla 9. Impactos escenario con proyecto

Tabla 10. Identificación del tipo de amenaza.

Tabla 11. Criterios de identificación para los elementos vulnerables.

Tabla 12. Aceptabilidad del riesgo

Tabla 13. Resultados del análisis de impactos acumulativos

Tabla 14. Programas de manejo definidos para los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico

Tabla 15. Programas de manejo ambiental y programa de monitoreo y seguimiento asociados

Tabla 16. Tipos de compensación parar el proyecto L2MB a nivel de factibilidad

Tabla 17. Tratamientos Silviculturales propuestos al arbolado urbano L2MB

Tabla 18. Zonas verdes existentes en el área de intervención por obras de la L2MB

Tabla 19. Balance de Zonas verdes por implementación de diseños paisajísticos de la L2MB

Tabla 20. Cronograma de implementación del PMAS Y PMS de la L2MB

Tabla 21. Consolidado Presupuesto Ambiental y Social

0. RESUMEN EJECUTIVO

0.1. INTRODUCCIÓN.

Teniendo en cuenta los antecedentes descritos en el Capítulo 2 - Introducción, y de acuerdo con la necesidad de adelantar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá en sus componentes legal, riesgos, técnico, y financiero, LA EMB y LA FDN suscribieron el Contrato Interadministrativo 136 de 12 de abril de 2021 (en adelante el "Contrato Interadministrativo").

Con ocasión del Contrato Interadministrativo, la FDN firmó con La Unión Temporal MOVIUS un contrato el cual tiene por objeto "REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO", el cual incluye el Estudio de Impacto Ambiental y Social.

Para la ejecución de los estudios y diseños del componente técnico, se desarrollaron los siguientes productos de forma transversal, de acuerdo con las especificaciones técnicas:

- ET-01. Estudio de demanda
- ET-02. POP
- ET-03. Movilidad
- ET-04. Predial
- ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)
- ET-06. Estudios Topográficos
- ET-07. Diseño geométrico vial
- ET-08. Urbanismo y paisajismo
- ET-09. Redes de servicios
- ET-10. Geotecnia y pavimentos
- ET-11. Estructuras
- ET-12. Señalización y control de trenes
- ET-13. Telecomunicaciones
- ET-14. RAMS
- ET-15. PMP
- ET-16. Puertas de andén
- ET-17. Material rodante
- ET-18. Alimentación eléctrica y tracción
- ET-19. Patios y Talleres
- ET-20. Diseño geométrico férreo
- ET-21. BIM
- ET-22. Superestructura de vía
- ET-23. CCO
- ET-24. Proyecto túnel
- ET-25. Estaciones y edificios
- ET-26. CapEx
- ET-27. Programa de obra y flujo de inversiones
- ET-28. OpEx
- ET-29 Beneficio costo

El presente Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) - ET-05 del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB, es una herramienta de gestión ambiental y social que permite identificar las características y el entorno de las áreas donde se desarrolla, insumos que brindarán las herramientas para evaluar los posibles efectos negativos y positivos que el proyecto generará sobre el medio ambiente durante la etapa preoperativa y etapa de operación y mantenimiento, además de

proponer conforme la teoría de la jerarquización de la mitigación, las medidas de manejo que permitan prevenir, corregir y compensar los impactos identificados. Por otra parte, el abordaje en todos los capítulos de este Estudio se realiza a partir de la normatividad ambiental y social aplicable a nivel nacional, así como los diferentes estándares y normas de desempeño establecidas por la Banca Multilateral, en cada capítulo se realizan las anotaciones de su cumplimiento y el contexto de aplicabilidad correspondiente.

La evaluación ambiental y social del proyecto L2MB ha requerido de un esfuerzo extraordinario y atípico, que ha requerido actividades multidisciplinarias, involucrando especialistas y profesionales de varias disciplinas.

El estudio recoge y analiza información primaria y secundaria que en algunos casos supera la década en cuanto a recolección histórica de información de la ciudad. Además, la misma evaluación plantea retos de gran importancia para el proyecto y los análisis requeridos para soportar el entendimiento del territorio. En este sentido se realizaron estudios con alto grado de especialización enfocados principalmente a temas relacionados con geología, geotecnia, hidrogeología, suelos, calidad del aire, ruido, vibraciones, paisaje calidad del aguas, temas bióticos, temas sociales y culturales, la mayoría de los cuales son parte de este documento y están incorporados como anexos al estudio.

Cabe resaltar que la evaluación ambiental y social del proyecto L2MB, requirió la identificación de áreas de influencia directa e indirecta, sobre las cuales se construyeron modelos amplios y suficientes para entender dinámicas hidrogeológicas, comportamiento de la calidad del aire, ruido y vibraciones en las localidades bajo el escenario sin proyecto y con proyecto y entendimiento de las dinámicas sociales y culturales. De esta forma se identificó el alcance de los impactos ocasionados por las actividades del proyecto.

Como nota final se presenta como anexo 0-6 el Resumen Ejecutivo Detallado, el cual está estructurado para dar cumplimiento a la l Especificación Técnica 05 Ambiental y Social de la Financiera de Desarrollo Nacional - FDN

0.2. ESTÁNDARES SALVAGUARDAS Y ANÁLISIS PRELIMINAR DE BRECHAS

El proyecto se desarrolló siguiendo los estándares y salvaguardas ambiental y social de la banca multilateral que se consideran aplicables al proyecto, según el siguiente listado[1].

- Normas de desempeño IFC. International Finance Corporation (Corporación Financiera Internacional)
- Guia sobre medio ambiente, salud y seguridad Ferrocarriles IFC
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad IFC
- Marco ambiental y social Banco Mundial
- Estándar de Desempeño Ambiental y Social del Banco Interamericano de Desarrollo - BID
- Banco Europeo De Inversiones - BEI
- CAF Normas Ambientales y Sociales

Durante el proceso de elaboración del EIAS, se realizó un análisis de brechas preliminar con los siguientes estándares, marcos y normas de desempeño de la Banca Multilateral: i) Marco Ambiental y Social del Banco Mundial (2016), ii) Marco de Política Ambiental y Social del BID (2020), iii) Normas Medio Ambientales y Sociales del BEI (2022) y iv) Normas de Desempeño de la IFC (2012).

Tabla 1. Análisis preliminar de Brechas

[1]La descripción de los estándares internacionales o políticas de salvaguardia ambiental y social se encuentra desglosado en el numeral 4.5. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL del Capítulo 4 Marco Legal.

ESTÁNDAR	BANCA MULTILATERAL				AL	BRECHAS PRELIMINARES IDENTIFICADAS
	BM	BID	B EI	IFC		
Evaluación y gestión de riesgos e impactos ambientales y sociales	1	1	1	1		Conciliación con las bancas multilaterales de los planes de acción sociales y ambientales para las siguientes etapas del proyecto Definición de los mecanismos de reporte a las bancas multilaterales. Necesidad de fortalecimiento del sistema de gestión Ambiental, Social y SST de la EMB
Trabajo y Condiciones Laborales	2	2	8	2		Necesidad de identificar y establecer un mecanismo diferencial de Peticiones, Quejas y Reclamos para trabajadores del proyecto Necesidad de consolidar todos los documentos e instrumentos laborales de la normatividad nacional en un plan de gestión laboral Definición conjunta de categorización de accidentes laborales para los reportes a la banca multilateral
Eficiencia en el uso de los recursos y prevención y gestión de la contaminación	3	3	3	3		En el proyecto L2MB no se identifican brechas frente a este estándar de la Banca Multilateral
Salud y Seguridad en la comunidad	4	4	9	4		En el proyecto L2MB no se identifican brechas frente a este estándar de la Banca Multilateral
Adquisición de tierras, restricciones sobre el uso de la tierra y reasentamiento involuntario	5	5	6	5		El análisis de brechas y el alineamiento con esta norma de desempeño se abordarán a través del Marco y el Plan de Reasentamiento (PR) del proyecto
Conservación de la Biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales	6	6	4	6		Necesidad de elaboración de un plan de acción de biodiversidad para los humedales Juan Amarillo y la Conejera Diferencia entre el mecanismo de compensación ambiental de la normatividad distrital y los estándares de la banca multilateral

Pueblos Indígenas	7	7	7	7	N/A	De acuerdo con las características del proyecto y con base en las conclusiones de las diferentes misiones con la Banca Multilateral se determinó que el estándar de comunidades étnicas no es aplicable.
Patrimonio cultural	8	8	10	8		En el proyecto L2MB no se identifican brechas frente a este estándar de la Banca Multilateral
Partes Interesadas	10	10	2	N/A		Necesidad de NO OBJECIÓN del Plan de Participación de Partes Interesadas - PPPI
Cambio Climático	N/A	N/A	5	N/A		En el proyecto L2MB no se identifican brechas frente a este estándar de la Banca Multilateral
Convenciones						
AL						Alineamiento
Alineamiento total						
Alineamiento Parcial						
Sin						Alineamiento 
No Aplica						N/A

Fuente: FDN 2022

Lo anterior es resultado de las conclusiones generadas en las diferentes misiones realizadas hasta la fecha con representantes de las diferentes bancas multilaterales y el ejercicio elaborado por el consultor para revisar temas específicos asociados a los requerimientos de las normas aplicables de la Banca Multilateral y su estado de cumplimiento en el EIAS (ANEXO DE LA TABLA ELABORADA POR MOVIUS).

A partir de este análisis de brechas realizado preliminarmente, se procederá con la validación de estas con los profesionales ambientales, sociales y SST de las diferentes Bancas y se desarrollarán los instrumentos establecidos por cada entidad para la gestión de brechas, entre las que podemos destacar el Environmental and Social Action Plan (ESAP) del BID y el Plan de Compromiso Ambiental y Social (PCAS) del Banco Mundial.

Con el fin de asegurar que el Proyecto cumple con las políticas aplicables de la Banca Multilateral específicamente asociado a las guías ambientales y sociales y de ferrocarriles del IFC, en el anexo 0-7, se resumen las brechas preliminares detalladas con los aspectos ambientales y sociales principales y de su alineamiento con las políticas. El análisis preliminar de brechas permitió identificar qué aspectos ameritan mayor detalle o definición, con ello su incorporación dentro del EIAS.

En el Anexo 0-2. Lista de chequeo salvaguardas, se presenta la comparación del estándar o capítulo del EIAS en donde se desarrolla, incluyendo las anotaciones de su cumplimiento y el contexto de aplicabilidad correspondiente, teniendo en cuenta las distintas normas establecidas por algunos Bancos, dentro del EIA.

0.3. PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDAS EN EL PROYECTO

A continuación se relacionan los permisos ambientales que demandará el proyecto L2MB durante las etapas preoperativa y operación los cuales deberán ser tramitados por el Concesionario en la etapa preoperativa - fase de previa. En caso que en la etapa de construcción, el Concesionario modifique algunos diseños, deberá verificar la necesidad o no de tramitar permisos adicionales

Tabla 2. Permisos requeridos

Permiso a tramitar	Entidad	Etapa / Fase del Proyecto	Responsable
Permiso de aprovechamiento forestal	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Solicitud de compensación por afectación de áreas permeables	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Presentación de los diseños paisajísticos propuestos para su implementación en el proyecto constructivo	Secretaria Distrital de Ambiente, Jardín Botánico de Bogotá	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la Diversidad Biológica – Flora y Arbolado Urbano	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Permiso de levantamiento temporal de flora en veda	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Registro de Publicidad Exterior Visual	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Permiso para desarrollar de trabajos en horario nocturno	Alcaldía local	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
PIN para trámites de residuos de construcción y demolición	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario

Fuente: UT MOVIUS 2022

Se realizaron consultas ante las autoridades ambientales relacionadas con las áreas RAMSAR, y con respecto a los humedales Juan Amarillo y La Conejera, UT Movius mediante comunicación L2MB-MOV-ANLA-CE-TEC-003 del 18 de octubre de 2022 a la ANLA, solicito concepto sobre la NO afectación de los humedales Juan Amarillo y Conejera, considerando que no habrá intervención sobre estos por parte del trazado y el cruce del brazo del humedal Juan Amarillo

se produce a nivel de subsuelo, y para la Conejera, el Patio Taller se encuentra fuera del área de delimitación del humedal. La ANLA mediante oficio del 28 de octubre del 2022 y con Radicación:2022242123-2-000 señaló que no es competencia de la ANLA pronunciarse respecto a la comunicación del asunto, considerando que la delimitación de los humedales y la protección que se hace a los mismos está fuera del alcance ambiental de la entidad. Adicionalmente mencionó que le corresponde a la Secretaría de Ambiente de Bogotá como máxima autoridad ambiental regional, dar respuesta a las inquietudes y mediante radicado 2022240480-2-000 del 26 de octubre de 2022, la ANLA dio traslado a dicha entidad para que en el marco de sus competencias diera respuesta a la solicitud. A la fecha, la SDA no se ha pronunciado, por lo que UT Movius dirigió comunicación a la SDA solicitando el concepto sobre el tema de los humedales y el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá.

0.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto L2MB conectará la ciudad de Noreste a Noroccidente desde la localidad de Chapinero hasta la localidad de Suba, la línea contará con una longitud aproximada de 15,8 km discurriendo por los corredores de la Calle 72, Avenida Ciudad de Cali, reserva vial ALO y la extensión de la Avenida Transversal de Suba.

El K0+000 se localiza en la Calle 72 con Carrera 11 aproximadamente y continúa hasta tomar dirección norte por el eje de la Avenida Ciudad de Cali o Carrera 86, hasta la Calle 75 donde toma el costado Oriental del corredor para llegar a la estación No 6. Posteriormente, en la Avenida. Ciudad de Cali a la altura de la Carrera 103 se cruza el barrio Nueva Colombia para encontrar la reserva de la ALO. De ahí continúa cruzando las estaciones 9, 10 y 11 hasta llegar a Fontanar del río donde se localiza el Patio Taller. (Ver Figura 1).

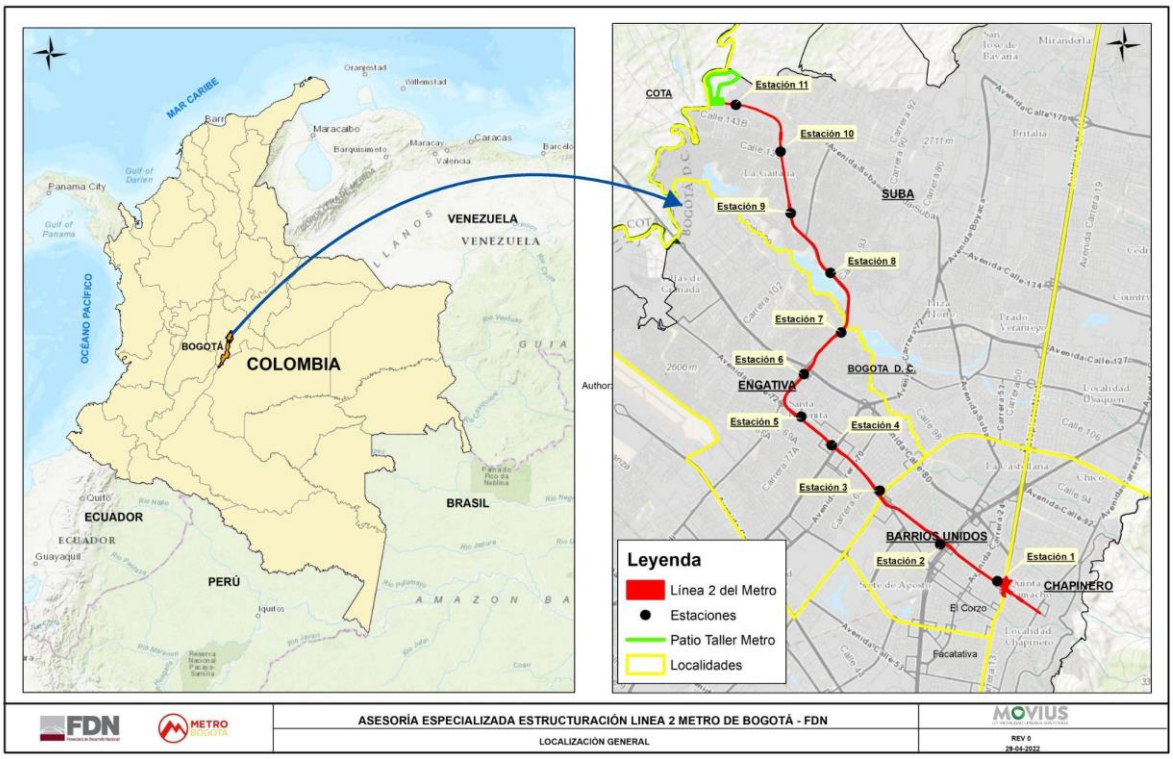


Figura 1. Localización proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

0.5. GENERALIDADES ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

Para el caso del medio abiótico y a manera de ejemplo, para entender los resultados del modelo hidrogeológico que soportan el área de influencia abiótica, se requiere entender y conocer la base conceptual (modelo hidrogeológico conceptual), que se basa en la geología, hidráulica, hidrología e hidrogeoquímica del territorio. El mismo modelo hidrogeológico confirma que con relación a la modificación en la dinámica de intercambio, las valoraciones desarrolladas a lo largo de la línea subterránea incluyendo estaciones y pozos, permitieron establecer que ni durante construcción ni una vez entren en operación las obras, se producirá afectación alguna en referencia a la condición actual del sistema; las tasas de intercambio entre las unidades geológicas y las fuentes de agua superficial no presentan fluctuación una vez entra en operación la infraestructura

.

Con relación a la modificación en la superficie freática, en conjunto con los resultados de la dinámica de intercambio del sistema, los resultados de la modelación no reflejan fluctuación en la superficie freática ni durante construcción ni una vez entra en operación el proyecto, salvo en lo que respecta los cambios asociados a la construcción de estaciones subterráneas y pozos, los cuales implican remoción de suelo. En este último caso el impacto se circunscribe al perímetro de las obras mencionadas y está asociado al reemplazo de los suelos existentes por las estaciones y los pozos.

Para el medio biótico de acuerdo con reporte del MADS, el proyecto L2MB no intersecta, áreas de las Reservas Forestales Nacionales o regionales, ni reservas forestales de Ley 2da de 1959, Estrategias Complementarias de Conservación, Ecosistemas Estratégicos, ni Reservas de la biosfera. Sin embargo reporta la intersección del proyecto L2MB con el sitio Ramsar, correspondiente al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, situación que se sobrepone de manera subterránea. De igual manera, la consulta a Parques Nacionales Naturales no reportó traslape del proyecto con áreas de Parques Nacionales Naturales, ni Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680, ni superposición con áreas RUNAP.

Por lo anterior, no se encuentran en el área de intervención del proyecto áreas a nivel nacional ni regional que pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP ni áreas CONPES 3680, ni páramos, ni reservas que hagan parte de la cuenca alta del río Bogotá; y las áreas con distinciones internacionales que se encuentran, sin ser categorías de manejo de áreas protegidas sino estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica, corresponden al Sitio Ramsar humedal Juan Amarillo o Tibabuyes que hace parte del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, y el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, cómo un Área Importante para la Conservación de las aves de Colombia y del Mundo - AICAS.

A nivel local y de acuerdo con la categorización de la EEP establecida en el POT de la ciudad de Bogotá D.C. de 2021, adoptado mediante el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., el área de intervención del proyecto cruza de manera subterránea sobre cinco elementos de tres categorías de la EEP, correspondientes a los componentes de las Zonas de conservación, las Áreas de especial importancia ecosistémica y las Áreas complementarias para la conservación.

En el componente de las Zonas de conservación, se encuentra dentro del Sistema Distrital de Áreas Protegidas, la Reserva Distrital del Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

Entre las Áreas de especial importancia ecosistémica, se encuentran como parte del Sistema hídrico de la ciudad, cuatro cuerpos de aguas naturales y dos cuerpos de agua artificiales que son cruzados de manera subterranea por el trazado del proyecto y que corresponden dentro de los naturales a los canales Cafam y Salitre, el río Salitre y el humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, y entre los cuerpos de agua artificiales, los cuerpos hídricos del Lago Club Los Lagartos 3 y el Lago Club Los Lagartos 4. Con respecto al humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, el trazado del proyecto cruza el brazo nororiental del humedal bajo el subsuelo y a profundidad, por lo que el tunel subterráneo proyectado de la L2MB se encuentra por fuera del limite legal establecido por la SDA para la superficie del humedal y la zonificación del Plan de Manejo Ambiental. De

igual forma, todos los cuerpos de agua del Sistema Hídrico son cruzados de manera subterránea por el proyecto, sin afectar sus cauces, rondas hídricas, fajas paralelas, ni el área de protección o conservación aferente.

En el componente de las Áreas complementarias para la conservación, el trazado proyectado de la L2MB no cruza áreas de la categoría de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde, sin embargo, atraviesa áreas de la categoría Subzona de importancia ambiental del POMCA Río Bogotá, que corresponden al área de restauración ecológica ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, la cual es atravesada de forma subterránea por el tunel proyectado, por lo que las obras constructivas del proyecto no intervendran en superficie las áreas ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto L2MB no interviene elementos de la EEP de la ciudad de Bogotá y su cruce se realiza de forma subterránea sin intervenir los límites legales establecidos por la SDA, sin interferir la zonificación ambiental del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, y sin afectar sus componentes y funcionalidad ecológica.

Es importante señalar que concordancia con la jerarquía de la mitigación y los lineamientos de la banca multilateral se logró de manera temprana realizar ajustes en los diseños de obras superficiales del proyecto L2MB, a partir de la aplicación de criterios sociales y ambientales, permitiendo la no afectación de EEP como son los canales Cafam, Salitres y el humedal Juan Amarillo Tibabuyes

Por su parte, para el medio socioeconómico, es fundamental entender las dimensiones culturales, político organizativas, actividades económicas, el entorno físico y la población a reasentar; bajo este último se indica que el proceso de adquisición predial en el proyecto L2MB y en consecuencia el impacto de traslado involuntario de población y el Plan de Reasentamiento están relacionados, de manera directa, con el planeamiento y ejecución de las obras superficiales y en particular con las estaciones previstas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto del Traslado Involuntario de Población, se presentará en las áreas específicas de barrios de siete UPZ y tres localidades (Barrios Unidos, Engativá y Suba) de la ciudad de Bogotá (Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

Los criterios de diseño de las obras superficiales del proyecto L2MB y de los procesos de selección y adquisición predial tuvieron en cuenta los principales conceptos, enfoques y lineamientos de la Banca Multilateral, en particular de los estándares del Banco Mundial, BM y de las normas de desempeño del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, referentes a la evitación del impacto de traslado involuntario de población.

En correspondencia con los lineamientos de la banca multilateral descritos, la optimización de los diseños de obras superficiales del proyecto L2MB, a partir de la aplicación de criterios sociales y ambientales, permitió desafectar algunos predios que inicialmente se habían considerado los cuales en su mayoría correspondían a usos residenciales evitando, de este modo, la afectación de Unidades Sociales localizadas principalmente en la UPZ de Minuto de Dios, de la Localidad de Engativá.

El documento EIAS que se presenta a continuación es interesante, con un alto nivel investigativo y científico, íntegro, multidisciplinar, interdisciplinar, que recoge la realidad del territorio y que plantea y sustenta el desarrollo de un proyecto de transporte masivo necesario para la ciudad de Bogotá que transformará su sistema de transporte, el espacio público a lo largo del trazado, mejorará la calidad de vida de los usuarios del sistema y de los ciudadanos que vivan o trabajen en sus cercanías. .

El siguiente Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental contiene la información necesaria para entender los elementos principales del proyecto (localización, características de obras y actividades constructivas, criterios de diseño, entre otros), sus fases de desarrollo, las particularidades de cada medio, el proceso y resultado de la evaluación ambiental y social (incluyendo la determinación del área de influencia y la zonificación), la propuesta del plan de manejo ambiental y

otros elementos importantes para entender el territorio y los resultados del estudio. El Resumen Ejecutivo se presenta siguiendo la estructura del propio documento EIAS, siguiendo cada uno de los capítulos que conforman el documento (Ayuda mapa mental - PORTADA)

0.6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Se realizó la selección de la zona de expansión de la L2MB-T1 y se identificaron 18 alternativas de trazado con la finalidad de llegar al proyecto de expansión priorizado, estas alternativas de trazado identificadas fueron analizadas en el marco de los Términos de Condiciones Contractuales – TCC y acordadas con la Empresa Metro de Bogotá EMB y la Financiera de Desarrollo Nacional – FDN, bajo la óptica de componentes como: Impacto ambiental, urbano-paisajístico, beneficios sociales generados por el transporte y financiero, y así contar con una batería de indicadores que brindaron la información requerida para la toma de decisión por parte del Comité Técnico (FDN y EMB).

Como resultado, de la presentación de las alternativas iniciales al Comité Técnico del Contrato, se acogió la recomendación de la Consultoría y para la Fase 2, se seleccionaron: seis corredores:

1. Calle 127-Avenida. Rincón –Avenida Ciudad de Cali,
2. Calle 100 - Avenida. 68 – Calle 80
3. Canal Rionegro
4. Calle 80 - Avenida. Rincón - Avenida. Cali
5. Calle 80-Avenida Ciudad de Cali.
6. Calle 72 – Avenida Ciudad de Cali

La alternativa de la Calle 80 - Av. Cali - Av. Rincón (Subterránea) es la alternativa con mayor puntaje entre las alternativas evaluadas, independientemente de su tipología. En segundo lugar, se encuentra la Calle 80 – Av. Cali- Av. Rincón (Elevada). A continuación, se observan los resultados por componente. Estos resultados se ordenan en orden descendente de puntaje para ese componente Afectación Ambiental:

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	94,6
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	92,9
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	77,6
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	74,1
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	72,0
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	72,0
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	71,4
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	69,0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	65,4
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	21,1

Figura 2. Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Ambiental
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

De acuerdo con la metodología desarrollada para la evaluación de la "matriz multicriterio", Evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capitulo 4, elaborado por Egis (2020), en la cual se encuentran los componentes, criterios e indicadores que deben ser evaluados para determinar la "Alternativa de mejor desempeño", en donde se incluyeron porcentajes de cada una de éstas y tomando como referencia la metodología del documento de "Estudio de alternativas para optimizar el diseño de la L2MB - L2MB-SYS-DOC-TOD- 0300-0C", la alternativa con la mejor calificación de las catorce (14) alternativas estudiadas corresponde a la alternativa Calle 72 – Avenida Cali, Línea nueva tipología mixta".

La alternativa de mejor desempeño de acuerdo con el análisis se caracteriza por tener índices superiores al promedio en los siguientes criterios, que representan el 56,8% del total de la ponderación de la matriz:

- Traslape con zonas de importancia en biodiversidad
- Identificación de receptores sensibles
- Tiempo total de construcción
- Perturbación en la operación del BRT
- Potencial de generación de Espacio Público
- Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios
- Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico
- Impacto visual
- Afectación a la infraestructura o equipamiento social
- Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal
- Pasajeros transportados (HP)
- Facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT
- Costos de operación y mantenimiento
- Riesgo de Subsidencia, derrumbes o afectación a estructuras
- Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción

Es importante mencionar, que dentro de la concepción del proyecto, la construcción y operación de la subestación eléctrica, estará a cargo del proveedor de energía que corresponda, por lo que estará bajo su responsabilidad el manejo de los impactos y riesgos que la construcción y operación que este sistema genere, así como también la coexistencia de este con el proyecto Línea 2 Metro de Bogotá.

El documento del análisis de alternativas se puede consultar en el Anexo. 1-1 Evaluación multicriterio de alternativas. del presente estudio.

Nota: Se aclara que este documento no puede tener modificaciones debido a que es un producto aprobado de un convenio ya liquidado.

0.7. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

La L2MB se ha considerado como una línea de metro pesado con un trazado **predominantemente subterráneo** cuyo recorrido empieza en el nororiente de la ciudad (calle 72 con Av. Caracas, lugar donde se integrará a la estación 16 de la PLMB), y termina en la zona noroccidental (Fontanar del Río), junto al río Bogotá, donde operará el patio-taller. Tendrá 15,5 km de longitud y dispondrá de 11 estaciones

La Figura 3 ilustra el trazado y las estaciones de la L2MB sobre el mapa de la ciudad de Bogotá.

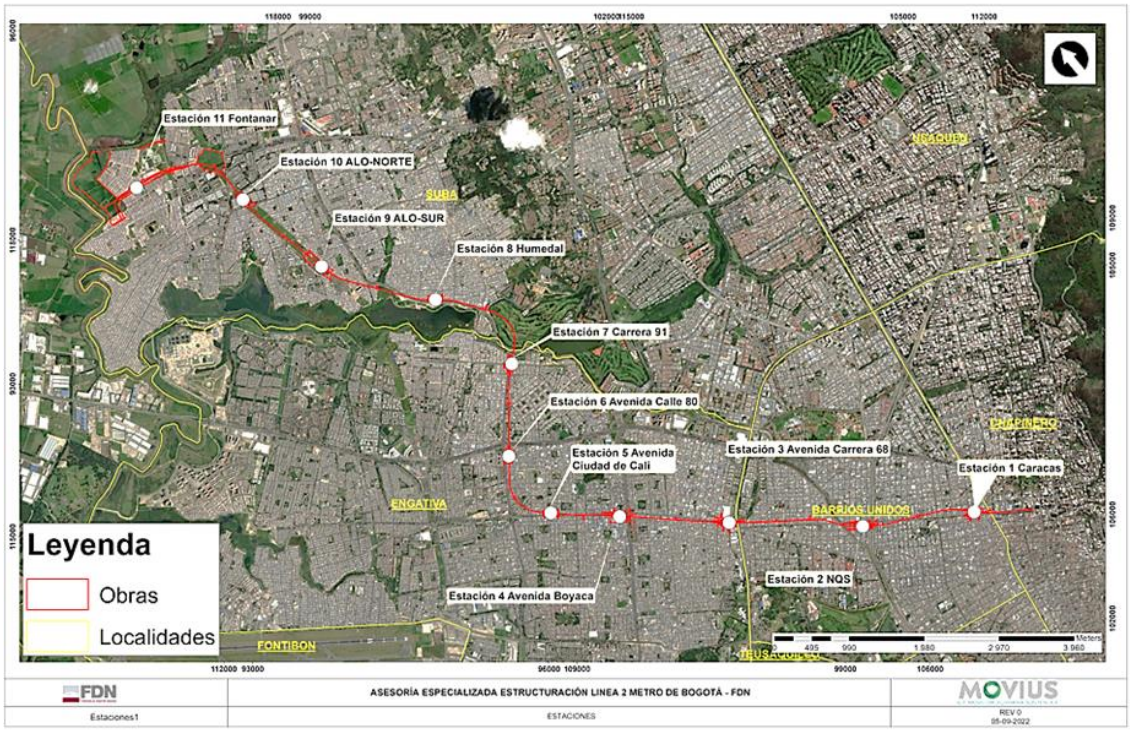


Figura 3. Trazado y estaciones de la L2MB.
Fuente: Google Earth - UT MOVIUS

La L2MB se compone de tres secciones tipo:

- Un tramo en túnel de 14,4 km de longitud (93% del trazado)
- Un tramo en trinchera (transición túnel a viaducto) de 135 m de longitud (1% del trazado)
- Un tramo en viaducto de 1 km de longitud (6% del trazado).

Desde la perspectiva de implantación urbana, y considerando que se trata de una línea principalmente subterránea, se ha tenido especial consideración en evitar afectaciones en superficie como consecuencia de la obra y de su futura operación. Al respecto, se ha dispuesto geométricamente un **túnel profundo** para aislarlo de la superficie y minimizar las posibles interacciones dentro de niveles tolerables, según la normatividad nacional e internacional.
Las características del trazado de la L2MB se describen en el capítulo 3. Descripción del proyecto, así como en los distintos ET que hacen parte del contrato de estructuración de la L2MB.

La alimentación eléctrica del proyecto llega a subestaciones de ENEL Codensa, las cuales no forman parte de la L2MB, en el caso que la empresa prestadora de servicios públicos requiera construir nuevas instalaciones para prestar el servicio eléctrico al proyecto, estas podrán ser consideradas dentro de las instalaciones conexas del proyecto. Estas instalaciones conexas cumplirán con los requisitos de los EIAS en la medida en apliquen según las políticas ambientales y sociales de la banca multilateral.

1.8. LÍNEA BASE (CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL)

0.8.1. ÁREA DE INFLUENCIA

Siguiendo los Términos de Referencia que rigen el presente Estudio[2] y en línea con lo establecido por la Banca Multilateral[3], se establecen para el proyecto dos áreas de influencia: Directa e Indirecta, con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el Proyecto. Se define como área de influencia directa aquella área en donde se manifiestan los impactos directos del proyecto, es decir, aquellos impactos ocasionados por el proyecto y que surgen contemporáneamente en el lugar del mismo, por lo que están circunscritos al área de intervención del proyecto. Esta área de influencia directa se analiza con información primaria.

Bajo los mismos lineamientos, como área de influencia indirecta se establece un territorio complementario al definido como área de influencia Directa, el cual se extiende hasta donde llegan los impactos indirectos, entendidos estos últimos como aquellos impactos ocasionados por el proyecto y que trascienden el área del impacto directo. Esta área se analiza con información primaria y secundaria.

- El área de influencia directa del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas definidas para cada componente suelos, geología, hidrología, paisaje, hidrología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 231,56 ha en donde predomina el área de intervención del proyecto asociado al desarrollo de las obras.
- El área de influencia indirecta definitiva del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas finales para cada componente suelos, geología, hidrología, hidrogeología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 236,21 ha en donde predomina en la zona urbana por el área de influencia definida para la calidad de aire y ruido.
- El área de influencia biótica se definió a partir de un procedimiento metodológico en donde se involucran varios factores de análisis: (i) La definición del área de intervención del proyecto a partir de la actualización de los diseños de ingeniería. (ii) El área de influencia preliminar identificada para el medio biótico. (iii) La identificación de las repercusiones del proyecto sobre los diferentes componentes bióticos, y el estado actual de estos a partir de la caracterización biótica. (iv) La actualización de las repercusiones de los componentes abióticos (hidrogeología, calidad del agua, geología subterránea) que inciden en los componentes bióticos.
- Se definieron dos áreas de influencia para el medio biótico: El área de Influencia Directa - AID y el Área de Influencia Indirecta - AII. El AID se circunscribe al área de intervención del proyecto donde se desarrollarán las obras superficiales con una extensión de 66,60 ha. Está definida por la afectación de los elementos de la flora y la fauna. No se identificó AID para los componentes de hidrobiota ni de la Estructura Ecológica Principal - EEP (entre esta los humedales Juan Amarillo y la Conejera), al no ser intervenidos durante la etapa constructiva ni de operación del proyecto. Se encuentra que los componentes evaluados de la vegetación y la hidrobiota en el marco del AII no son afectados por el proyecto, y por tanto, los componentes de fauna y de la EEP definen el AII del medio biótico. El AII final del medio biótico ocupa una extensión de 120,31 ha.
- El área de influencia directa para el medio socioeconómico se ha definido como el área sobre la cual se extienden los impactos directos asociados a este medio, por lo cual el área de influencia directa para el medio socioeconómico se define como; un buffer de 300 m alrededor de las obras en superficie como las 11 estaciones, el patio taller, los pozos de bombeo, evacuación y ventilación y en el área de túnel una manzana costado y costado, en esta última área es necesario precisar que debido al método constructivo no se prevén afectaciones o impactos en superficie, no obstante, se considerará desde el medio socioeconómico para los procesos de información y participación debido a las expectativas que pueden presentar por al túnel y con el objetivo de adelantar un relacionamiento asertivo con los diferentes actores sociales.
- Área de Influencia Indirecta del medio socioeconómico se definió luego de la revisión de las áreas de influencia indirectas de los medios físico, biótico, así como la jurisdicción político administrativa del territorio que corresponde a las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, se considera que el área de influencia indirecta preliminar establecida para el medio socioeconómico se mantiene y no presenta variaciones, sobre estas áreas se considera se presentarán los impactos de carácter positivo como la generación de empleo, el fortalecimiento de la cultura ciudadana y el Fortalecimiento de la red interinstitucional en torno a la L2MB

[2] FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL - FDN. 2021. Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021. ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS). Mayo de 2021

[3] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID. 2020. Marco de Política Ambiental y Social. Septiembre de 2020. Pag. 28.

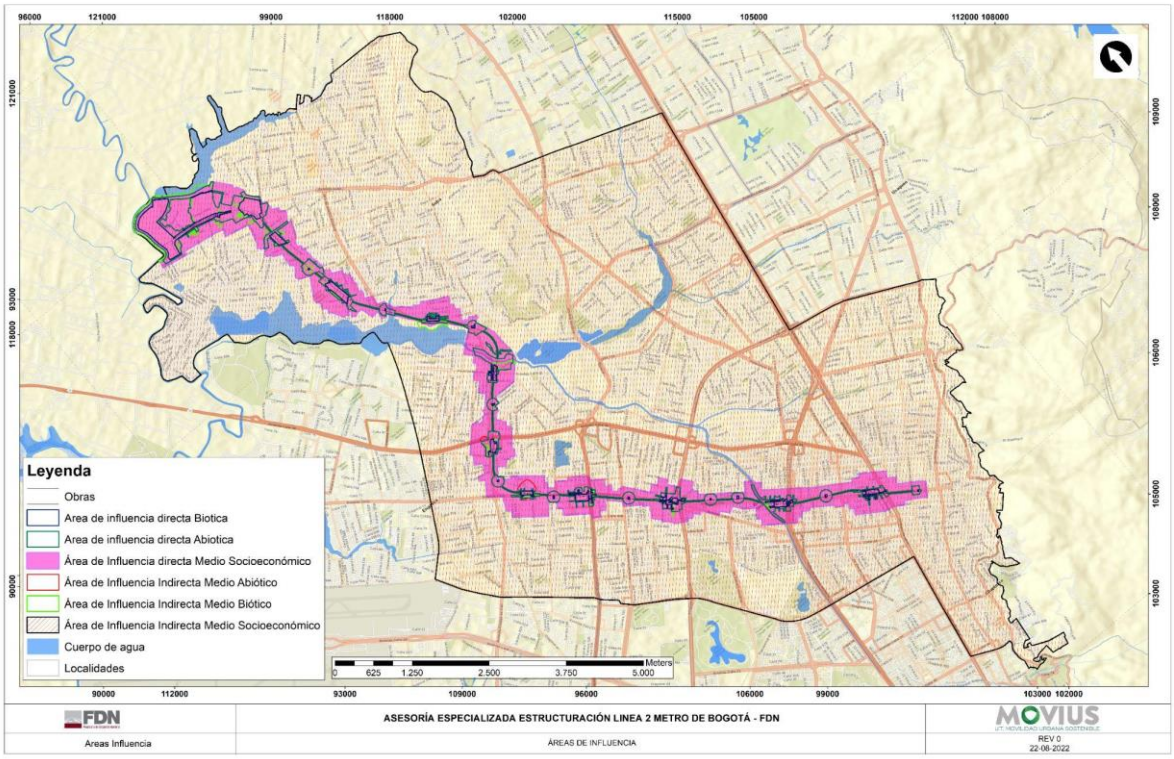


Figura 4. Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022.

0.8.2. Caracterización del medio Abiótico

0.8.2.1. Geología

- El modelo geológico de superficie y del subsuelo se sustenta además en las mediciones directas profundas ejecutadas en el marco de los estudios de diseño. El proyecto realizó en dos fases las campañas exploratorias, ambas de dos jornadas de trabajo continuas, donde se ejecutaron en total 4.959,45 metros de perforación, distribuidos en 109 puntos a lo largo del trazado. De las perforaciones realizadas, en 57 puntos se instalaron piezómetros.
- El proyecto L2MB discurre en su gran mayoría sobre los depósitos de la Sabana de Bogotá de origen lacustre denominados Formación Sabana (Qta) y los depósitos de la llanura de inundación (Qlla) del río Bogotá. No obstante, hacia los cerros de Suba afloran rocas sedimentarias del límite Cretácico - Terciario correlacionadas con la Formación Guaduas, los cuales no afloran dentro del área de influencia del proyecto.
- La Formación Sabana se distribuye aproximadamente en un 95% del proyecto de túnel y se caracteriza por la ocurrencia de arcillas plásticas de color gris oscuro, en niveles de 0,4 m a 1,0 m de espesor, con intercalaciones de lentes de arena, grava y ceniza volcánica, éstas últimas siendo abundantes hacia la parte media del depósito fluvio lacustre. .
- Los depósitos de llanura de inundación están constituidos por arcillas, limos y arenas, depositados sobre la secuencia cuaternaria de la Formación Sabana y se relacionan aproximadamente desde la Estación 11 hasta la zona del Patio -Taller.

0.8.2.2. Geomorfología

- El método de cartografía y clasificación de terrenos propuestos en el estudio de la L2MB, está basado principalmente en el Sistema International Institute for Aerospace Survey and Earth Science – ITC (Van Zuidam, 1986), Verstappen y Van Zuidam (1992) y Carvajal (2002), mediante la interpretación de imágenes aerospaciales (Modelo Elevación Digital - DEM) y propias del proyecto, cuyo objetivo es delimitar áreas, geoformas del relieve, patrones de drenaje de manera concisa y sistemática que permite determinar las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que se presentan en el área, donde la información adquirida ha de ser agrupada y compilada mediante sistemas de información Geográfica (SIG).
- En el área de influencia se diferencian dos tipos de paisaje, originados en procesos geomorfológicos diferentes y que presentan geoformas características. El paisaje de montaña que está conformado por las rocas de la Formación Guaduas, cuyo ambiente morfogenético es de tipo Montañoso Estructural - Denudacional y el paisaje de planicie que incluye el relieve plano a levemente inclinado (paisaje que conforma toda el área del trazado del proyecto L2MB, representado por los depósitos cuaternarios cuyo ambiente morfogenético corresponde a fluvio–lacustre donde las geoformas corresponden a llanuras de inundación, abanicos, terrazas aluviales y fluvio torrenciales.
- Específicamente, la morfología del proyecto, está determinada por los depósitos diferenciados en la Formación Sabana y los depósitos de llanura de inundación del río Bogotá y principales afluentes, y dentro de estos últimos zonas de humedales como remanentes en general del lago antiguo en la cual se depositaron los sedimentos de la Sabana de Bogotá. Ambas formaciones son comúnmente afectadas por diversas actividades antrópicas que cambian su percepción morfológica y su estructura a nivel superficial.

0.8.2.3. Paisaje

- En el paisaje del área de influencia predominan las superficies con pendientes bajas a planas que oscilan entre el 0 y 3%, las cuales ocupan un 90,31% del AIPa (área de influencia de paisaje).
- Se caracteriza por la presencia de coberturas de la tierra transformadas. Se destaca la muy baja proporción de elementos naturales que aportan al paisaje de la comunidad. Las zonas verdes urbanas y las zonas recreativas son las que brindan un mayor potencial de calidad y belleza paisajística.
- Los resultados de la modelación reporta el predominio de las superficies con calidad visual media que cubren el 52,90% de toda el área y una gran dominancia de coberturas transformadas que no le aportan elementos atractivos al paisaje local.
- Los únicos elementos destacables dentro del contexto del proyecto son los elementos vegetales de las zonas verdes urbanas y los cuerpos de agua, no obstante, el efecto por la adyacencia del tejido urbano y las vías reduce su calidad general.
- En cuanto la fragilidad visual del AIPa, predominan los valores bajos con un 98,84% del área total debido a que el área de proyecto comprende áreas con relieve con pendientes bajas y geoformas planas donde las alteraciones son menos evidentes y más aceptadas por parte de los observadores.
- Las zonas verdes urbanas a pesar de ser de importancia ecológica y visual, son elementos con una fragilidad visual baja dado que sus elementos pueden ser introducidos o retirados según el manejo antrópico que se les de.
- El índice de belleza paisajística reporta valores bajos (46,46%), por el predominio de elementos homogéneos de carácter antrópico con bajo interés o atractivo paisajístico, seguido por áreas de belleza media (32,04%) representados por los canales y pastos, y en menor medida con alta belleza (21,50%) los parches de zonas verdes, los parques y los humedales.
- En general el proyecto ocurre de forma predominante a lo largo de la unidad paisajística Mbj y Bbj, teniendo en cuenta el alto grado de transformación y el relieve de la región.
- Las coberturas vegetales de pastos limpios no presentan un gran aporte a los elementos del paisaje, siendo zonas de poca importancia paisajística y sin mayor uso del espacio por parte de las comunidades.

- El proyecto no tendrá una afectación significativa sobre espacios de alta calidad visual y ecológica, y la intervención a nivel paisajístico (0,02%) se relaciona con una pequeña zona de bosque de galería en el patio taller. No se tendrán afectaciones directas sobre zonas humedales.

0.8.2.4. Suelos

El estudio del suelo se basa en la comprensión de la naturaleza, las propiedades, dinámicas y funciones del suelo como parte del paisaje y los ecosistemas; inicia con la disponibilidad de información confiable sobre la morfología de los suelos y otras características obtenidas a través del estudio y la descripción del suelo en el campo[4].

Los ambientes edafogenéticos son áreas en las que coinciden la posición geomorfológica (paisaje y tipo de relieve), la litología o la naturaleza de los sedimentos (material de origen) y el clima ambiental. Por lo tanto, las poblaciones de suelos que allí ocurren presentan un grado relativo de similitud, lo que facilita la interpretación, tanto de su capacidad de uso y manejo como de su vulnerabilidad ante la acción de los factores ambientales y la actividad del hombre. Por consiguiente, su identificación y análisis es muy útil, en el caso del presente EIAS, para prever los impactos del proyecto sobre el área de influencia del componente edafológico y para conocer las limitaciones del medio edáfico para el desarrollo de las obras proyectadas y para evaluar el estado actual de la erosión, la posible salinización, la desertificación y remoción como recomiendan los protocolos que han publicado el IDEAM y el IGAC.

La determinación de los puntos de monitoreo de suelos, se realizó teniendo en cuenta las unidades de suelos que de acuerdo con los requerimientos propios del proyecto, podrían ser susceptibles de intervención. Se escogieron 8 puntos de monitoreo de suelos, donde se realizó la descripción de perfiles, las respectivas pruebas de infiltración y la toma de muestras para análisis fisicoquímicos en laboratorio, todos con sus respectivas coordenadas, incluyendo las correspondientes unidades cartográficas geomorfológicas determinadas para el área de influencia del componente edafológico.

En el área de influencia del componente edafológico se identificó una unidad cartográfica de suelos, la cual se describe a continuación:

Tabla 3. Leyenda de suelos en el área de influencia edafológica

Paisaje	Clima	Tipo de relieve	Material parental	Forma del Terreno	Componente	Símbolo	Fases	Perfil	Área (ha)	%
Planicie - Depositacional	Frío	Vallecito	Sedimentos finos	Vega	Typic Halaquepts, familia fina	RaL02	RaL02ai	P3	40,42	56,93
Zona Urbana									30,58	43,07
Total									71,0	100

Fuente: UT MOVIUS, 2022. Elaborado con información del POMCA, 2017

En general los suelos presentes son superficiales, están limitados por fragmentos de rocas tipo cascajo de forma irregular, y residuos de materiales de relleno en el segundo horizonte haciendo de este un suelo antrópico. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderadamente rápida, de texturas medias y ph ligeramente ácidos en superficie y neutros a profundidad.

De acuerdo con la capacidad agrológica y el tipo de uso actual del suelo, se clasificaron las variables correspondientes a estos parámetros, dando como resultado 7 categorías de conflicto de uso que dependen principalmente del uso y manejo

[4] FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos.

de los suelos y del manejo adecuado de los recursos naturales renovables y no renovables que permiten la concordancia y el equilibrio sistémico de la zona .

Sin embargo, teniendo en cuenta que el proyecto se localiza en el casco urbano, de acuerdo con el POT adoptado por el Decreto 555 de 2021, no se tendría ningún conflicto por usos del suelo.

0.8.2.4.1. Vulnerabilidad a la contaminación de los suelos

Con el fin de determinar posibles zonas contaminadas por hidrocarburos, se identificaron y monitorearon las estaciones de servicio que se encuentran dentro del área de influencia asociada al proyecto L2MB. Inicialmente se realizó la identificación de los lugares potenciales para la toma de muestras, basada en imágenes satelitales del área de estudio y la dirección del flujo de agua subterránea. A partir de la selección preliminar de las 12 estaciones de servicio y los 24 puntos en donde se llevarían a cabo las perforaciones, se realizó la verificación en campo. Se llevaron a cabo monitoreos de 2 puntos por estación, de los cuales se extrajeron 7 muestras por perforación. Para la determinación de los posibles contaminantes se siguió la metodología descrita en el "Manual Técnico para la Ejecución de un Análisis de Riesgos para Sitios de Distribución de Derivados de Hidrocarburos", publicado en noviembre de 2007 por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Los resultados se compararon con los Límites Genéricos Basados en Riesgo estipulados en el manual. El detalle se presenta en el numeral 5.2.1.4.5, del Capítulo 5.2, Parte 1.

0.8.2.5. Hidrología

La caracterización hidrológica del área de estudio asociada al proyecto L2MB se realizó a partir de los registros de las estaciones hidroclimatológicas de la zona operadas por el IDEAM, la CAR, la EAAB, el IDIGER y la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, esta permitió conocer el comportamiento altitudinal y temporal de variables climáticas como: temperatura y la distribución espacial y temporal de la precipitación total. Además de la variables climatológicas se realizó la caracterización de las subcuencas de los cauces en términos de caudales medios, máximos y mínimos y la estimación del caudal ambiental mediante la metodología ANLA 2013, así como la estimación de los índices hidrológicos de uso del agua, índice de regulación hídrica, índice de aridez y de vulnerabilidad hídrica.

Los análisis de dinámica fluvial se enfocaron en el análisis multitemporal de los cauces que cruzan con el trazado del proyecto L2MB, para ello se consultaron imágenes satelitales de la herramienta Google Earth para los años 2009 - 2015 - 2021, evidenciando que los cauces presentan un bajo índice de sinuosidad, y de igual forma no se evidencian cambios en su alineamiento, esto se debe principalmente a que el trazado de los canales se encuentra revestido con concreto en gran parte de su recorrido, solo el brazo del humedal Juan Amarillo no presenta revestimiento en su sección transversal.

Para el balance hídrico de las cuencas en el proyecto se utilizó el método de Thornthwaite y Matter, de los resultados para las diferentes subcuencas analizadas, se determinó que, en general la escorrentía en toda la zona es alta debido a que la mayor parte de las subcuencas están compuesta por territorios artificiales cuyas coberturas son impermeables y por ello se tienen altos valores de los coeficientes de escorrentía. Para la zona de calle 72 se concluyó que, la subcuenca urbana aferente tiene menor capacidad de infiltración debido a que la cobertura en su mayoría es impermeable, donde se encontró una percolación de 0 mm, mientras que, para la subcuenca rural de los cerros orientales se obtuvo una percolación de 83 mm que representa el 7,4% de la precipitación total. En este sentido, se puede concluir como resultado de los análisis realizados, que no hay recarga del acuífero por precipitación en las cuencas analizadas.

Como complemento a los análisis hidrológicos, se realizó la revisión de niveles de lámina de agua en el río Bogotá, específicamente en la zona del patio taller, esto con la finalidad de verificar niveles de inundaciones en la zona del Patio Taller para el proyecto L2MB. De este análisis se concluyó que aunque el nivel de los diques en el modelo digital de la CAR es más bajo, con los niveles del modelo digital de terreno realizado por INGETEC se evidencia que el nivel de la lámina de agua para un periodo de retorno de 1000 año no sobrepasará la altura de los dique disminuyendo el riesgo asociado a inundaciones en el patio taller para el periodo de retorno evaluado.

Se resalta y se da claridad que los cruces del proyecto L2MB con los cuerpos de agua son solo en la vista en planta ya que estos se localizan a nivel de terreno y el trazado para el proyecto es de forma subterránea en gran parte de su recorrido incluidos los pasos con los cuerpos de agua.

0.8.2.6. Calidad del agua

Con el propósito de evaluar el estado de la calidad del agua de los cuerpos hídricos identificados en el área de influencia del proyecto, antes de su ejecución, y estimar los potenciales impactos sobre este, se realiza la caracterización fisicoquímica, bacteriológica y microbiológica sobre 14 puntos de muestreo localizados en los cuerpos de agua más representativos en el trazado de la L2MB. Se aclara que en el proyecto no se tienen contemplados permisos de vertimiento o de captación de agua superficial.

- Índices de calidad del Agua

El indicador de calidad del agua superficial se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de cinco variables que determinan la calidad de las aguas corrientes superficiales. Las variables son: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH.

Teniendo en cuenta el resultado del índice ICA en las dos campañas de monitoreo, se indica una calidad del agua de tipo regular y mala en la mayoría de los puntos. Esto, puede estar influenciado principalmente por elevadas concentraciones de conductividad eléctrica; también, por las características del tipo de suelos y rocas por los cuales fluye el agua, por la concentración de partículas en suspensión, el pH, la demanda química de oxígeno y la concentración de nitrógeno y fósforo total, que inciden en la carga de materia orgánica en las muestras de agua.

0.8.2.7. Usos del agua

El eje del sistema hídrico de la ciudad de Bogotá D.C., cuenta con tres grandes ríos que dividen la ciudad básicamente en tres cuencas de drenaje; Salitre, Fucha y Tunjuelo, siendo estos los cauces mayores que nacen en los cerros orientales recibiendo las aguas de varias quebradas creándose así por su confluencia.

La presente caracterización se ha llevado a cabo mediante la revisión de información secundaria proveniente de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (ORARBO) y el Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional.

Se hace la aclaración, de que a pesar de los cuerpos de agua o cauces que se encuentren, no se generará área de influencia con relación al proyecto, a razón de que el trazado del metro es subterráneo. En otras palabras, no hay intervención en la fuente con respecto a la línea 2 del metro, por lo tanto no se generarán conflictos sobre la disponibilidad y usos de agua.

Sin embargo en el 5.2.2.1.11. Identificación de sistemas lénticos y lóticos, se presenta el inventario de las fuentes superficiales del proyecto.

0.8.2.8. Hidrogeología

El estudio de las condiciones hidrogeológicas del AI contempló la caracterización cualitativa y cuantitativa de las unidades geológicas, la estimación de sus parámetros hidráulicos y la calidad del agua, así como la determinación de los niveles del agua en el subsuelo y la definición de la zonas de recarga y direcciones de flujo. Estos aspectos esenciales para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual (MHC) y modelo hidrogeológico numérico (MHN) -el cual se desarrolla sobre el primero- permitieron establecer las condiciones iniciales del sistema y predecir los posibles impactos relacionados a las actividades que conforman el desarrollo del proyecto.

0.8.2.8.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC

El modelo geológico como una de las líneas de análisis dentro del MHC, relaciona los resultados de los estudios de detalle que incluye la interpretación de la información litológica registrada en estudios anteriores y complementada con la información geológica registrada en la etapa actual mediante exploraciones de campo tanto superficiales así como la información litológica en profundidad que se obtiene a partir del registro de las exploraciones ejecutadas a lo largo del corredor de la L2MB, incluye 149 sondeos con recuperación de núcleos y alcanzaron profundidades que oscilan entre 21 m y 200 m.

La distribución litológica longitudinal del trazado a nivel vertical y lateral expone la siguiente geometría:

- Entre el K0+000 y K0+500 se presentan sedimentos del complejo de conos (Qcc) asociado a las unidad hidrogeológicas Ac-Qcc denominada Acuíferos de baja productividad asociados a sedimentos grueso - granulares con capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m. Bajo esta unidad se diferencia el nivel de rocas de la formación Bogotá (Tpb) asociado a la unidad hidrogeológica Ac-Tpb denominada Acuitardo y niveles de acuíferos semiconfinados a confinados locales de muy baja productividad con capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m.
- Entre el K0+500 y el K14+480 la secuencia de sedimentos corresponden a niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre Formación Sabana (Qta) asociados con la unidad hidrogeológica Ac-Qta denominada acuitardo en depósito cuaternario de muy baja productividad con capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m
- Entre el K14+480 y K15+530 la secuencia de sedimentos a nivel más superficial corresponde al Depósito de Llanura de Inundación (Qlla) que reposa sobre los niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre Formación Sabana (Qta) Esta secuencia litológica corresponde con las unidades hidrogeológicas A-Qlla Acuíferos de baja productividad asociados a sedimentos granulares finos con capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m y Ac-Qta denominada acuitardo en depósito cuaternario de muy baja productividad.

Los resultados de los ensayos hidráulicos, evidencia que para las zonas Homogéneas 1, 2, los sectores donde existe predominio de materiales granulares, asociados principalmente con el Complejo de Conos (Qcc), los valores máximos de permeabilidad obtenidos en las pruebas realizadas oscilan en 1x10-7 m/s y 1x10-9 m/s lo que permite relacionarlas dentro de una unidad hidrogeológica de muy baja permeabilidad. Las pruebas realizadas en las zonas homogéneas 2, 3 y 4, particularmente en los niveles finos que corresponde en general con las arcillas, lentes de arenas finas y materia orgánica de la formación Sabana (Qta), se obtuvieron valores máximos de permeabilidad entre 1x10-6 m/s y 1x10-9 m/s relacionadas dentro de una unidad hidrogeológica de muy baja permeabilidad.

Los niveles más profundos se registran en la zona homogénea 1, esta variación corresponde con la presencia de materiales granulares los cuales fueron registrados en la perforación L2MB-TUN-PT-01 cercana a los cerros orientales. Para las zonas homogéneas 2, 3 y 4 los niveles freáticos alcanzan profundidad máxima de 4,64 m manteniendo una continuidad que se relaciona con la presencia de niveles arcillosos identificados a lo largo de las perforaciones realizadas con mayor presencia en los niveles arcillosos de la Formación Sabana (Qta).

Producto del análisis de la información piezométrica (que corresponde a 54 puntos de observación distribuidos a lo largo de la línea subterránea) se puede establecer que los flujos subterráneos están típicamente orientados en dirección paralela a la superficie del terreno, con un gradiente de flujo que va desde los cerros Orientales (zona principal de recarga por infiltración) y cerros de Suba hacia los puntos de drenaje natural, que corresponde con las fuentes de agua superficial (canal Salitre, humedal Juan Amarillo, Lago del club Los Lagartos y río Bogota). La posición del nivel freático a lo largo del área de estudio se caracteriza por ser somera a una profundidad promedio de 1,7 m, esto para el caso de la formación Sabana (unidad sobre sobre la cual se desarrolla la mayoría de la L2MB, 15,0 km aproximadamente); en la zona de la avenida Calle 72 en cercanía de los cerros Orientales (sobre la formación complejo de conos - Qcc) el nivel freático toma mayor profundidad, alcanzado los 12,7 m en la perforación L2MB-TUN-PT-04 (ubicada al inicio del trazado).

Los análisis de variación en el nivel freático en cuanto a movilidad del mismo entre época de estiaje y de lluvias permitieron caracterizar un nivel freático con poca fluctuación, con una variación máxima promedio de 1,0 m entre épocas hidrológicas, indicativo de la baja sensibilidad del sistema a procesos de recarga, particularmente por infiltración.

0.8.2.8.2. Modelo Hidrogeológico Numérico - MHN

Los resultados de la modelación numérica desarrollada sobre la base del MHC, constituido para el área de estudio, permiten establecer de manera cuantitativa los cambios en la dinámica de intercambio del sistema entre la condición actual y condición de operación (que considera el túnel las estaciones y pozos), así como los potenciales abatimientos en la superficie freática tras el desarrollo de las obras; resultados que se resumen a continuación.

- Modificación en la dinámica de intercambio: Las valoraciones desarrolladas a lo largo de la línea subterránea incluyendo estaciones y pozos, permitieron establecer que ni durante construcción ni una vez entren en operación las obras se producirá afectación alguna en referencia a la condición actual del sistema; las tasas de intercambio entre las unidades geológicas y las fuentes de agua superficial no presentan fluctuación una vez entra en operación la infraestructura.

- Modificación en la superficie freática: En conjunto con los resultados de la dinámica de intercambio del sistema los resultados de la modelación no reflejan fluctuación en la superficie freática ni durante construcción ni una vez entra en operación el proyecto, salvo en lo que respecta los cambios asociados a la construcción de estaciones subterráneas y pozos, los cuales implican remoción de suelo. En este último caso el impacto se circunscribe al perímetro de las obras mencionadas y está asociado al reemplazo de los suelos existentes por las estaciones y los pozos.

La no ocurrencia de variaciones en la dinámica hidrogeológica ni en los niveles freáticos (más allá de las estaciones subterráneas y pozos) está asociada en primera instancia a las características del sistema constructivo planteado y en segunda instancia a las características del terreno. Las características del sistema constructivo están orientadas a evitar flujos de infiltración a través de los frentes de excavación durante construcción y a través del perímetro de las obras durante operación e incluye elementos en concreto, con características básicamente impermeables, y sellos impermeables entre dovelas (en el caso del túnel), pantallas o elementos en general de la estructura en el caso de estaciones subterráneas y pozos. En cuanto a las características del terreno, en la mayor parte del recorrido (en toda la zona correspondiente a la formación Sabana) se cuenta con arcillas de muy baja permeabilidad, las cuales funcionan como una barrera de baja permeabilidad que evita que se produzcan flujos de infiltración hacia túnel, estaciones subterráneas y pozos; en la zona correspondiente a la avenida Calle 72 en cercanías de los cerros Orientales se tiene heterogeneidad en los suelos y algunos de los materiales existentes tienen permeabilidad media, con lo cual sí podrían llegar a generarse flujos de agua subterránea hacia los frentes de excavación / hacia las obras, sin embargo, en dicha zona las características particulares del sistema constructivo impiden dichos flujos.



Los resultados de la modelación muestran que no se generan impactos sobre el componente de agua subterránea, manteniéndose los niveles freáticos y dinámica de intercambio en referencia a la condición actual, dado que no se prevén caudales de infiltración a la L2MB. Teniendo en cuenta esto para hábitats críticos no se tienen impactos, siendo el desarrollo del programa de seguimiento y monitoreo a niveles freáticos la manera de validar dicha premisa.

La premisa de no afectación el componente de aguas subterráneas deberá validarse durante la fase de construcción y la fase de operación y mantenimiento del proyecto mediante el seguimiento y monitoreo a los niveles freáticos (tal como se señala en el capítulo 11.2.5. Seguimiento y monitoreo a niveles freáticos) y actualización del modelo hidrogeológico numérico desarrollado, esto conforme el avance del proyecto y los resultados de los monitores tal como se presenta en el capítulo 10.1.3.5. Programa de manejo de obras subterráneas

0.8.2.9. Geotecnia

Se definieron cuatro zonas homogéneas a lo largo del trazado de la L2MB, con base en la interpretación geológica de las perforaciones donde se logran identificar tres tipos de depósitos: Qcc (depósito de pendiente), Qta (terraza alta) y Qlla (llanura de inundación). La distribución espacial de estos depósitos permite la identificación de al menos cuatro zonas homogéneas, siendo el depósito Qta el de mayor extensión a lo largo de la L2MB.

Por cada zona homogénea se realizó la asignación del suelo considerando su clasificación entre suelo granular y suelo cohesivo, esto con la intención de identificar diferentes comportamientos del suelo asociados a su gradación. Para la asignación de los suelos se realizó una descripción geológica de las perforaciones y se contrastó con los resultados de laboratorio. Para la asignación del tipo de suelo también se consideró como relevante el contenido de materia orgánica.

- La Zona Homogénea 1, va desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+700 y coincide con el depósito de pendiente (Qcc) y se caracteriza por ser la zona del proyecto donde se presenta la mayor variación de los tipos de suelo por su heterogeneidad.
- La zona homogénea 2 va desde la abscisa K0+700 hasta la abscisa K4+400 y su inicio coincide con la finalización del depósito de pendiente (Qcc) y donde inicia el depósito correspondiente a la terraza alta (Qta) o Formación Sabana.
- La zona homogénea 3 va desde la abscisa K4+400 hasta la abscisa K14+600, y se diferencia de la zona 2 al identificar dos estratos de suelo arcilloso (Qta-arc2 y Qta-arc3) con variaciones en su humedad natural, lo que se presume y más adelante se presenta como un comportamiento diferente del suelo. Esta zona presenta en su gran mayoría suelos cohesivos tales como depósitos de Terraza Arcilloso/Limoso de Alta Humedad (Qta-arc2), Terraza Arcilloso/Limoso de Baja Humedad (Qta-arc3), depósitos de Terraza Arcilloso con Materia Orgánica o Turba (Qta-mat).
- La zona homogénea 4 va desde la abscisa K14+600 hasta la abscisa K15+000 y coincide con el contacto inferido entre el depósito de la terraza alta (Qta) y el depósito de la llanura de inundación del río Bogotá (Qlla), que fue definido con la identificación de un suelo arenoso. Esta zona también presenta suelos granulares tales como depósitos de Llanura Aluvial Arenoso (Qlla-are).

0.8.2.10. Meteorología

La caracterización de las variables meteorológicas para el área de estudio asociada al proyecto L2MB se realizó a partir de los registros disponibles en las estaciones hidroclimatológicas de la zona operadas por el IDEAM, la CAR, la EAAB, el IDIGER y la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, esta permitió conocer el comportamiento altitudinal y temporal de variables climáticas como: temperatura, brillo solar, radiación solar, humedad relativa, evaporación, velocidad y dirección del viento, nubosidad y la distribución espacial y temporal de la precipitación total.

Para la escogencia de las estaciones a analizar se realizó la determinación de un periodo común de registros, análisis de consistencia y homogeneidad y análisis de datos anómalos. Teniendo en cuenta lo anterior se determinó el uso de 18 estaciones meteorológicas para realizar la caracterización.

La clasificación climática de la zona de estudio se determinó a partir de la información disponible en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), que cuenta con la clasificación climática Caldas-Lang para el territorio colombiano y a partir de esta se determinó que el trazado para el proyecto L2MB pasa por una sola zona climática cuya clasificación se establece como clima frío semihúmedo.

0.8.2.11. Calidad del aire

Referente al componente atmosférico, para el estudio de la calidad del aire, se realizó un trabajo en campo con el fin de identificar las distintas fuentes de emisiones atmosféricas dentro del área de estudio, y así poder caracterizar el área de influencia previa a la intervención del proyecto. Paralelamente, se realizó un monitoreo ambiental en 24 estaciones de monitoreo en superficie, obteniendo información en 24 días continuos por cada receptor para los contaminantes criterio definidos por la normativa colombiana y algunos gases tóxicos (hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles). Los resultados de la campaña de monitoreo se contrastaron con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) para refinar el análisis de lo levantado en terreno. Finalmente, por medio de herramientas computacionales, se determinó el área de influencia directa e indirecta para todos los escenarios del proyecto.

Los monitoreos de calidad del aire se ejecutaron en 24 puntos, en tres campañas entre el 04 de mayo y el 06 de julio de 2022. De acuerdo con los lineamientos del protocolo para el monitoreo y seguimiento de calidad del aire, se identificó el uso de un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Tipo Industrial, el cual tiene en cuenta directrices de ubicación, procesamiento y validez de los datos de acuerdo con el protocolo de monitoreo y seguimiento de calidad del aire.

En general, se pudo observar que las concentraciones de material particulado fue variable en todas las estaciones de monitoreo, principalmente para la fracción más gruesa (PM_{10}), evidenciando que solo el 37,5% de las estaciones presentaron concentraciones diarias en su totalidad inferiores al límite máximo permisible, en algunos casos, se presentaron concentraciones por encima del límite máximo permisible, esto atribuido a las diferentes fuentes móviles que transitan por las vías circundantes a las estaciones de monitoreo y a la resuspensión de material particulado sedimentado sobre la superficie de las vías. Con respecto a los gases, se evidenciaron en su gran mayoría niveles de inmisión admisibles, las pocas excedencias registradas obedecen a eventos esporádicos y factores meteorológicos que tienen repercusión menor sobre efectos adversos a la población expuesta.

A partir del análisis de los resultados de las simulaciones computacionales, y su comparación con los valores guía de calidad del aire ambiente (IFC), se observa que al reducir significativamente el límite máximo permisible, las áreas en las que habrían excedencias normativas aumentarían notablemente. Este efecto es evidente incluso solo evaluando los resultados del escenario de Línea Base (sin el proyecto), donde es evidente que hay zonas críticas como la Calle 72 con Avenida Ciudad de Cali que es fuertemente impactada por el alto tráfico vehicular, con una flota predominantemente de vehículos pesados. Los contaminantes en los que se vería mayor impacto serían los aerosoles (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y el dióxido de nitrógeno para un periodo de exposición anual. Para ejemplificar lo expuesto con anterioridad, a continuación, en la Figura 5, se muestran los resultados de las simulaciones computacionales para el escenario de construcción de material particulado menor o igual a 10 micras (PM_{10}) en un periodo de exposición anual.

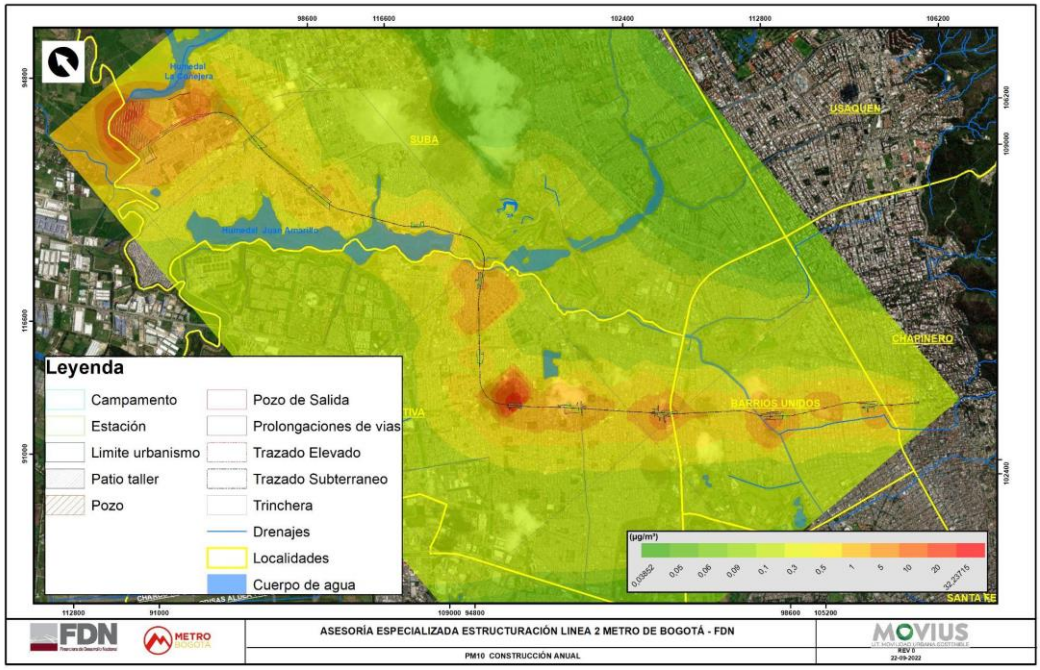


Figura 5. Isopletas de concentración. Material Particulado menor o igual a 10 micras (PM10). Promedio anual. Construcción.
Fuente: UT MOVIUS 2022

0.8.2.12. Ruido

El monitoreo de ruido se ejecutó en 30 puntos, entre el 17 y el 26 de abril de 2022. En conformidad a lo establecido por la Resolución 0627 del 2006 del MADS, el monitoreo se llevó a cabo en un día hábil y festivo (periodo diurno y nocturno) durante una hora en cada estación, con intervalos hacia los cuatro puntos cardinales y un periodo con el micrófono en posición vertical. De acuerdo con la Tabla 1 de la normativa colombiana, los puntos de monitoreo se clasificaron para identificar receptores sensibles como centros de interés y centros poblados que estuvieron posiblemente afectados por las actividades, así mismo, su clasificación conforme al Artículo 17 de la misma norma, se estableció según su ubicación y relación con el entorno, comparando los resultados con el Sector B, subsector de zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes, subsector de parques en zonas urbanas, diferentes a los parques mecánicos al aire libre y Sector C, subsector zonas con usos permitidos de oficinas con un límite máximo de ruido de 65 dB(A) (periodo diurno) y 50 dB(A) (periodo nocturno) para los tres subsectores en mención.

De los resultados reportados para la jornada diurna, en día hábil y en día no hábil, 16 de los 30 puntos de monitoreo se encuentran por debajo del respectivo límite normativo para la jornada diurna en los subsectores correspondientes a cada una de las estaciones. Con respecto a los resultados obtenidos durante la jornada nocturna en día hábil, se evidencia que 25 de 30 puntos de monitoreo se encuentran por encima del límite normativo establecido para cada subsector objeto de comparación, con excepción de los puntos RA20, RA22, RA28, RA29 y RA30. Con respecto a los resultados obtenidos durante la jornada nocturna en día no hábil, se evidencia que 25 de los 30 puntos de monitoreo presentaron resultados que se encuentran por encima de los respectivos límites normativos para cada subsector, con excepción de los puntos RA7, RA23, RA28, RA29 y RA30. Las principales fuentes de ruido evidenciadas durante el monitoreo realizado corresponden a fuentes móviles, sonidos producidos por habitantes y transeúntes de la zona, música cerca de los puntos de monitoreo, sobrevuelos de avión, y sonidos de sirenas y alarmas.

Para los modelos de ruido, se modeló en una primera instancia los escenarios de Línea base, los cuales buscan predecir las condiciones actuales de propagación de ruido donde sus aportes se dan principalmente por el paso de vehículos tanto livianos como pesados por las vías aledañas al proyecto. De esta manera, se puede entender de una forma muy aproximada los cumplimientos o incumplimientos normativos asociados a las dinámicas de tránsito vehicular para los periodos diurnos y nocturnos y como los diferentes receptores perciben estos niveles de ruido a nivel de fachadas para las diferentes alturas de cada edificación. Así mismo, para establecer las condiciones que se presentan actualmente en la zona de estudio para el tránsito vehicular, en el modelo se proporcionaron las características de la vías del área de influencia como ancho de las vías, número de carriles, velocidades promedio en el periodo diurno y nocturno, cantidad de vehículos livianos y pesados en el periodo diurno y nocturno, tipo de suelo, elevación de los puentes y características generales, entre otros (Figura 6).

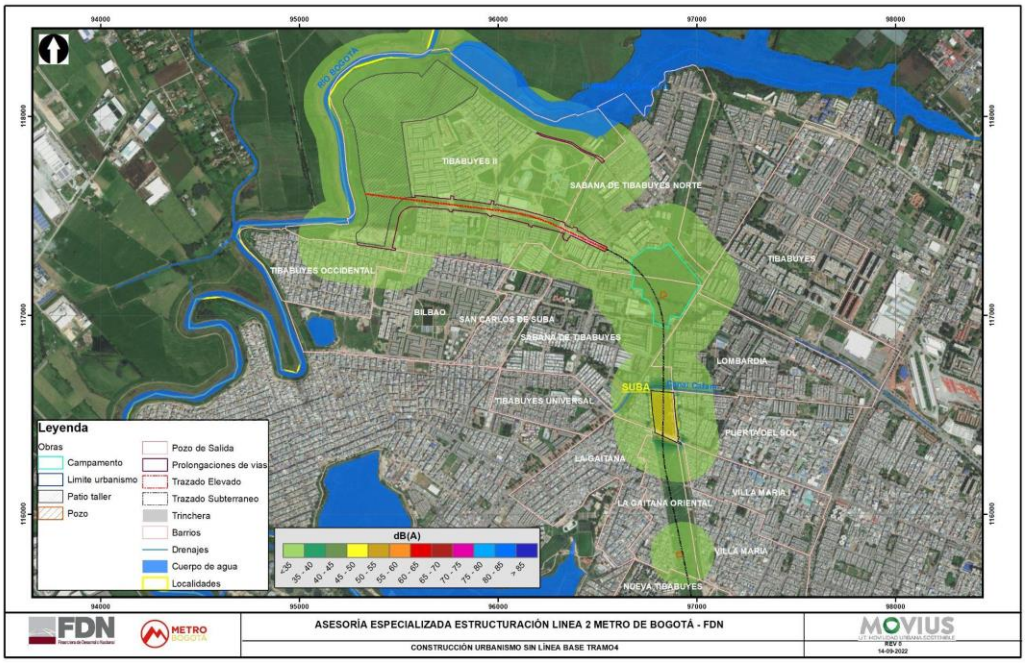


Figura 6. Mapa de ruido Escenario de Construcción primer momento sin Línea base periodo diurno tramo 4. Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Con base en los límites máximos permisibles establecidos en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad (GUÍAS GENERALES: MEDIO AMBIENTE RUIDO) - GRUPO DEL BANCO MUNDIAL, Tabla 1.7.1-Guías de niveles de ruido, se mantienen los incumpimiento normativos en el escenario de Línea Base, los cuales generan los mayores aportes de ruido en comparación al escenario de construcción sin Línea base. Ahora bien, analizando los resultados del escenario de Construcción, sin Línea base, se observa que solo un receptor presentó excedencia normativa (Receptor Odontología Integral R & C Dental Care). A su vez, el escenario de construcción sin Línea base permite entender los aportes individuales de este escenario, entendiendo que el proyecto como aportes individuales no genera excedencias normativas, con excepción de un solo receptor. Es importante entender que el proyecto debe ser entendido como un conjunto de aportes, los cuales, al ser modelados en el escenario de construcción con línea base, no modifican la tendencia de incumplimiento, manteniendo las excedencias reportadas en el escenario de Línea base (escenario actual).

En el escenario de operación, sin el ruido de fondo (escenario de Línea base), no se presentan excedencias normativas para ninguno de sus receptores. Así mismo, el escenario de operación con línea base no presenta cambios en las tendencias de incumplimiento. Es decir que una vez entre en marcha la operación del tren no se generan cambios en los niveles de ruido respecto al escenario actual (Línea base).

0.8.2.13. Vibraciones

La caracterización de los niveles de vibración para la condición de la Línea Base requirió desarrollar un plan de monitoreo de vibraciones y un posterior análisis de resultados que permitan definir los niveles de vibración en la zona de influencia del proyecto para la condición actual, la cual sirvió de punto de partida para analizar los impactos para la condición con proyecto (fase de construcción y la fase de operación y mantenimiento).

En general, se encontró que los niveles de vibración a lo largo del corredor proyectado varían entre No perceptible a personas a fácilmente perceptible a personas, superando en 12 de los 15 de los sitios de análisis el umbral definido de percepción de personas (velocidad de partícula igual a 0,15 mm/s).Con lo anterior, se puede concluir que en gran parte del corredor actualmente se superan los límites de percepción y los valores promedio de velocidad de partícula máxima en los 15 puntos de medición corresponde a 0,48 mm/s, valor que excede el límite normalmente definido para percepción humana en horario diurno de 0,30 mm/s.

En ninguno de los sitios de registro se identificó niveles de vibración que puedan ser asociados con exceder los umbrales más estrictos de daño estructural (PGV > 3 mm/s) por lo cual la caracterización de los niveles de vibración a lo largo del corredor es definida como por encima de los límites de percepción humana pero significativamente menor que los umbrales de daño estructural.

Partiendo de la ecuación predictiva se encuentra que para las condiciones proyectadas para el material rodante del proyecto la distancia para la cual no se esperan impactos asociados con percepción humana es de 16,5 m, 8,0 m y 2,5 m para los sectores a nivel o trinchera, subterráneo y elevado respectivamente. Para el caso del umbral de vibración asociado con un horario diurno (0,30 mm/s) la distancia mínima requerida corresponde a 6,5 m para el tramo a nivel o en trinchera y es menor a 2 m para los casos subterráneo y elevado. Nuevamente se anota que con las estimaciones realizadas los niveles de vibración proyectados por el tránsito del material rodante son muy inferiores a los umbrales de daño (3 mm/s), por lo que el análisis de impactos por aumento de los niveles de vibración está asociado a niveles de percepción humana.

0.8.3. Caracterización del medio Biótico

0.8.3.1. Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles en el área de intervención del proyecto L2MB

- El proyecto L2MB no intersecta, áreas de las Reservas Forestales Nacionales o regionales, ni reservas forestales de Ley 2da de 1959, Estrategias Complementarias de Conservación, Ecosistemas Estratégicos, ni Reservas de la biosfera. Tampoco se reporta traslape del proyecto con áreas de Parques Nacionales Naturales, áreas SINAP, Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680, ni superposición con áreas RUNAP.
- Se reporta la intersección del proyecto L2MB con el sitio Ramsar humedal Juan Amarillo o Tibabuyes que hace parte del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, pero sin intervenir las áreas superficiales ni el límite legal establecido por la SDA y el Plan de Manejo Ambiental de este ecosistema. El túnel subterráneo del trazado férreo del metro cruza a gran profundidad por debajo del brazo nororiental del humedal Juan Amarillo.
- El proyecto se encuentra en el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, Área Importante para la Conservación de las aves de Colombia y del Mundo - AICAS. Se resalta sin embargo, que las coberturas de las obras superficiales de la L2MB que se encuentran en el AICA comprenden en su mayor extensión, pastos limpios (89%), tejido urbano continuo (5%), cuerpos de agua artificiales (2%), y las restantes coberturas con porcentajes menores a 1,5 de extensión.
- El proyecto L2MB a nivel local, cruza cuatro cuerpos de aguas naturales (canales Cafam y Salitre, el río Salitre y el humedal Juan Amarillo) y dos cuerpos de agua artificiales (Lago Club Los Lagartos 3 y el Lago Club Los

Lagartos 4), sin embargo, todos los cuerpos de agua del Sistema Hídrico son cruzados de manera subterránea por el proyecto, sin afectar sus cauces, rondas hídricas, fajas paralelas, ni el área de protección o conservación aferente.

- La premisa establecida para la optimización de los diseños de ingeniería durante el desarrollo del proyecto, fue el no intervenir elementos de la Estructura Ecológica Principal.

0.8.3.2. Hábitats modificados, naturales y críticos - EAS 6

- Mediante la homologación de las coberturas y ecosistemas en el área de estudio del proyecto, considerando los estándares, las salvaguardas y las normas de desempeño de la Banca Multilateral, se definen tres tipos de hábitat: modificados, naturales y críticos. Son predominantes los hábitats modificados.
- En los hábitats modificados, naturales y críticos se pueden ubicar áreas valiosas para la biodiversidad legalmente protegidas y reconocidas a nivel internacional, regional y local. Esta clasificación es insumo base para las compensaciones y la determinación de posibles impactos generados por el proyecto L2MB.
- El proyecto L2MB en su huella y área de influencia directa NO intersecta ningún hábitat crítico y por ende no causa afectaciones sobre estos, tal como se detalla en el capítulo 5.1 Área de Influencia, el capítulo 8. Evaluación de Impacto Ambiental y el capítulo 10.Plan de Manejo Ambiental.

0.8.3.3. Vegetación con connotación especial

- Se registró para la veda arbórea un total de 73 individuos en el área de influencia directa biótica, de 4 especies pertenecientes a 4 familias diferentes. La especie encontrada con mayor abundancia fue la palma de cera (*Ceroxylon quinduense*) con 32 individuos de uso ornamental, el roble (*Quercus humboldtii*), representado por 4 individuos, el nogal (*Juglans neotropica*) con 10 individuos y el pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*) con 27 individuos.
- En cuanto a la flora en veda vascular no arbórea, en los recorridos realizados a lo largo del área de intervención y el área de influencia biótica, no se encontraron individuos de orquídeas, bromelias y helechos arborescentes.
- Para la flora no vascular en veda, en total se obtuvo una riqueza de 44 especies distribuidas en 27 familias y 35 géneros, de las cuales se registraron 12 de las 44 especies en el Área de Influencia Directa. El grupo vegetal más diverso fue el de los líquenes representados por 12 familias, 17 géneros y 20 especies. Los musgos presentaron una riqueza de 17 especies distribuidas en 13 géneros y 10 familias. Con respecto a las hepáticas, se encontraron 7 especies pertenecientes a 5 géneros y 5 familias. Las especies más abundantes y que representan el 54,42% de la cobertura total ocupada por la comunidad no vascular registrada en el Área de Influencia Indirecta Biótica son los musgos *Bryum argenteum* (15,74%), *Syntrichia laevipila* (10,57%) y *Meteoridium remotifolium* (9,64%), seguidos por el liquen *Physcia atrostriata* (9,48%) y el musgo *Didymodon* sp. 1 (8,99%). Las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron los líquenes *Physcia atrostriata* y *Flavopunctelia flaventior*.
- Las especies de flora en veda reportadas se encuentran asociadas a 28 especies de forófitos, pertenecientes a 18 familias botánicas, registrando la mayor abundancia las asociadas al Drago (*Croton coriaceus*) con 10 especies, y con mayor abundancia de epífitas las asociadas al Urapán (*Fraxinus uhdei*).
- En cuanto a los biomas y coberturas ocupadas por la flora no vascular, el Bosque de galería y ripario y la Vegetación secundaria del Orobioma azonal andino altoandino cordillera oriental fueron las que reportaron mayor riqueza, con 26 y 16 especies respectivamente, seguidas de las Zonas verdes urbanas del orobioma andino altoandino de la cordillera oriental con 12 especies.

0.8.3.4. Fauna

- Se realizaron trabajos en campo entre el 14 y el 24 de marzo, entre el 08 y el 15 de junio y el 14 de julio de 2022.

- La avifauna reportó un total de 3115 registros, con 60 especies distribuidas en 55 géneros, 28 familias y 14 órdenes. Esto representa el 41,82% de las especies probables a encontrar en el área de influencia y cerca del 2,35% de la riqueza total de aves en el país. Se encontraron un total de nueve nidos de mirlas y torcazas, en ocho árboles, la mayor parte en el tramo cercano al humedal Juan Amarillo.
- Para el grupo de herpetofauna se registró la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) mediante detecciones auditivas y la serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*) mediante observación directa, ambas especies endémicas y en categoría de Preocupación Menor según la UICN.
- El grupo de mamíferos registró la presencia de la rata parda (*Rattus norvegicus*) como especie invasora y del cuy (*Cavia aperea*) mediante la detección de una madriguera, especie catalogada como de Preocupación Menor según la Lista Roja de la UICN.
- Dado la alta transformación de las coberturas naturales, las especies de fauna encontradas para el área de influencia en su gran mayoría constituyen especies comunes de la región que logran tolerar cierto grado de intervención. Sin embargo, se identifican como zonas de importancia el humedal Juan Amarillo, La Conejera y el río Bogotá. Estos espacios presentaron una alta diversidad de especies alrededor de estas zonas, teniendo en cuenta la oferta de recursos que presentan estos ecosistemas, los cuales brindan lugares de alimentación, refugio y de paso, presentando sitios importantes para la conectividad de la biodiversidad de la región, que incluyen especies de distribución restringida. Cabe resaltar, que la especie endémica *Synallaxis subpudica* se registró fuera del área de influencia directa del proyecto, por ende, no se supone una intervención directa de su hábitat ni sobre la especie.

0.8.3.5. Ecosistemas acuáticos

- Se realizó monitoreo hidrobiológico en trece (13) estaciones ubicadas en los cuerpos de agua de influencia del proyecto, tanto en temporada seca como de lluvias, y simultáneamente a los muestreos de calidad fisicoquímica del agua.
- El análisis de las comunidades hidrobiológicas permiten establecer condiciones del medio de mesotróficas a eutróficas.
- La comunidad perifitica de lluvias se caracterizó por presentar densidades elevadas para las estaciones Canal Salitre aguas abajo, Humedal Juan Amarillo aguas abajo, Canal Cafam aguas abajo y Humedal Juan Amarillo aguas arriba y medias paras las estaciones restantes. En temporada seca se presentaron densidades elevadas para las estaciones Lago Club Los Lagartos, Humedal La Conejera y Canal Salitre aguas abajo, y densidades medias y bajas para las estaciones restantes. En ambos períodos esto puede estar relacionado con las características eutróficas que se evidenciaron para las estaciones a lo largo del estudio. En las dos épocas, la mayor abundancia y densidad celular la presentó el phylum Bacilliarophyta, integrada por especies cosmopolitas con tolerancia a contaminación orgánica, lo cual concuerda con los valores altos de sólidos suspendidos y coliformes reportados para las estaciones.
- El fitoplancton en época de lluvias presentó densidades elevadas en las tres estaciones evaluadas, mientras que en la época seca en dos de las tres estaciones, en ambos casos fue aún mayor para la estación Lago Club Los Lagartos. Las comunidades de los grupos Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa son típicas de áreas con altos valores de carga orgánica; los índices ecológicos evidencian alteraciones en la calidad de los cuerpos de agua evaluados, reportando organismos con tolerancia a la contaminación por materia orgánica.
- Para la comunidad zooplanctónica, se encontraron similitudes en la composición de cada ensamble durante la época de lluvias, pero en temporada seca variaron entre puntos de monitoreo. En relación con las densidades y diversidades, los valores medios son coherentes en la comunidad y las variaciones de composición de

organismos zooplanctónicos entre los puntos pueden estar asociadas a las condiciones fisicoquímicas y morfológicas de los sistemas ya que tienden a ser similares entre sí.

- El establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en cada uno de los puntos de muestreo estuvo relacionado, principalmente, con las condiciones del periodo hidrológico que impacta el establecimiento de las especies y sustratos presentes en cada uno. La clase Insecta fue la más relevante de la comunidad en los dos períodos, influenciada por las condiciones físicas de los cuerpos de agua tales como la corriente, el tipo de sustrato y la vegetación, aspecto reflejado en las abundancias de las estaciones muestreadas.
- La baja representatividad de la comunidad íctica está altamente influenciada por las características de la calidad fisicoquímica del agua. La única especie reportada (*Poecilia sp*.), corresponde a un organismo común en la sabana tolerante a condiciones contaminantes y perturbaciones de su hábitat.
- La comunidad de macrófitas acuáticas fue reportada en las estaciones del Brazo humedal Juan Amarillo, el Humedal La Conejera y el Lago Club Los Lagartos, en las dos épocas climáticas y principalmente en la interface del cuerpo de agua. Las especies registradas se asocian con aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes.

0.8.3.6. Servicios ecosistémicos

La identificación de los SSEE en el territorio en donde se enmarca el proyecto L2MB, se adelanta en el contexto urbano y considerando los procesos y funciones que provienen de la biodiversidad que se encuentra en las áreas urbanas y que son percibidos por sus habitantes como beneficios directos o indirectos que les proveen bienestar y mejor calidad de vida.

Los SSEE que ofrecen el territorio en donde se implementará el proyecto L2MB, de acuerdo con el estado de los hábitat que sustentan la biodiversidad y la percepción de las comunidades corresponden a:

- **Servicios de provisión**

- Madera
- Recursos medicinales (Plantas medicinales)
- Alimentos

- **Servicios de regulación**

- Regulación del clima local
- Purificación del aire
- Almacenamiento y captura de dióxido de carbono
- Polinización
- Regulación hídrica y depuración de aguas

- **Servicios de apoyo o soporte**

- Provisión de hábitat
- Fotosíntesis y producción primaria
- Ciclo de nutrientes

- **Servicios culturales**

Esta categoría de servicios ecosistémicos agrupa los beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas, ya sea a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas.

- Recreación y conocimiento
- Contemplación del entorno natural

0.8.4. Caracterización del medio Socioeconómico

La caracterización del medio socioeconómico se elaboró de acuerdo con lo establecido por la Financiera de Desarrollo Nacional en los términos de referencia ET 05 - Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de mayo de 2021.

El marco o guía de los estándares y normas de desempeño de la Banca Multilateral se enfoca en aspectos relevantes y transversales al Estudio como la consulta y participación de las partes interesadas en el proceso, situación que se tuvo en cuenta para la captura de información primaria en el territorio y en los talleres con comunidades afectadas. Por otra parte, en esta línea base se involucran aspectos incidentes para la identificación de impactos y planes de manejo como aspectos de género, identificación de población a reasentar, identificación y caracterización de aspectos espaciales (vías, equipamientos), aspectos económicos, patrimonio cultural; temas de interés de la Banca que se plasman en las dimensiones caracterizadas.

Los insumos de la caracterización consistieron en fuentes de información secundaria y primaria y se realizaron análisis de información tanto cuantitativa y cualitativa; la revisión, recopilación, evaluación y análisis de la información permitió identificar y dimensionar los impactos que se pueden presentar con ocasión del proyecto en cada una de las etapas por componentes.

La caracterización del Área de influencia Indirecta se adelantó mediante la consulta de fuentes de información oficial, como el DANE, Secretaría Distrital Planeación, Cámara de Comercio, alcaldías locales de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura, Secretaria de Salud, Secretaría de Educación, Instituto Distrital Recreación y Deporte, Secretaría de Movilidad, Ministerio de Cultura entre otros.

En cuanto al Área de Influencia Directa AID, se elaboró con información primaria obtenida con los diferentes actores sociales, durante los espacios de participación como reuniones y talleres en los que se implementaron diversas metodologías con enfoque diferencial, a fin de obtener la particularidad y dinámicas de los territorios en los que se desarrollará la L2MB. Los análisis se complementaron con información secundaria de fuentes oficial y la estructura corresponde a una descripción por dimensiones (demográfica, espacial, cultural, económica y político organizativa) de acuerdo con lo requerido en la ET05 Estudio de Impacto Ambiental y Social, numeral 5.2.5.9 caracterización medio socioeconómico.

Es importante mencionar que el área de influencia directa se estableció considerando diferentes criterios como se explica en el numeral 1.6.1.3 en un buffer de 300 m alrededor de las obras en superficie como las 11 estaciones, el patio taller, los pozos de bombeo, evacuación y ventilación y en el área de túnel una manzana costado y costado, en esta última área es necesario precisar que debido al método constructivo mitiga significativamente las afectaciones o impactos en superficie, no obstante, se considerará desde el medio socioeconómico para los procesos de información y participación debido a las expectativas que se pueden presentar por al túnel y con el objetivo de adelantar un relacionamiento asertivo con los diferentes actores sociales. De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta la organización del territorio, la caracterización se adelantó priorizando las convocatorias a la población ubicada en estas áreas de proyecto y a los presidentes de las Juntas de Acción Comunal de los barrios en los que el proyecto se desarrollará, así mismo la caracterización fue complementada con los datos de fuentes oficiales como las administraciones locales y entidades del distrito, las cuales procesan la información y tienen salidas de la misma sobre barrios, siendo esta la unidad considerada para complementar los análisis considerando que los impactos no se extienden a la totalidad del área de los barrios.

A continuación se presenta el listado de las localidades y barrios que configuran el Área de Influencia del Proyecto:

Tabla 4. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Localidad	Barrio	Actividad
Chapinero	Porciúncula	Estación 1
	Quinta Camacho	Estación 1
Barrios Unidos	San Felipe	Estación 1
	Concepción Norte	Estación 1
	Colombia	Estación 1
	Alcázares	Línea
	Alcázares Norte	Línea
	La Aurora	Línea
	La Merced Norte	Estación 2
	Once de Noviembre	Estación 2
	12 de octubre	Estación 2
	San Fernando	Estación 2
	San Fernando Occidental	Estación 3
	José Joaquín Vargas	Estación 3
Engativá	Metrópolis	Estación 3
	Las Ferias	Estación 3
	Bellavista Occidental	Estación 3
	Simón Bolívar	Estación 3
	Las Ferias Occidental	Línea
	La Estrada	Línea
	Bonanza	Estación 4
	Palo Blanco	Estación 4

Localidad	Barrio	Actividad
	Santa María del Lago	Estación 4
	Boyacá	Estación 4 y 5
	Tabora	Estación 5
	Santa Helenita	Estación 5
	Florencia	Línea
	Almería	Línea
	Soledad Norte	Estación 5 y 6
	París	Estación 6
	La Granja	Estación 6
	Los Cerezos	Estación 6 y 7
	París Gaitán	Estación 6 y 7
	La Española	Estación 6 y 7
	La Serena	Estación 7
Suba	Club Los lagartos	Estación 7
	Rincón Altamar	Estación 8
	Rincón de Suba	Estación 8
	Japón	Estación 8
	Santa Teresa de Suba - Humedal Juan Amarillo	Estación 8
	San Cayetano	Estación 8
	Lech Walesa / Nuevo Corinto	Línea
	Aures II	Estación 9

Localidad	Barrio	Actividad
	Nueva Tibabuyes	Estación 9
	Villamaría	Línea
	Villamaría I	Estación 10
	Gaitana Oriental	Estación 10
	Puerta del sol	Estación 10
	Sabana de Tibabuyes	Estación 10
	Lombardía	Estación 10
	Sabana de Tibabuyes Norte	Línea
	Tibabuyes Universal	Línea
	Tibabuyes II (sectores caminos de Esperanza y Quintas de Santa Rita	Estación 11
	Tibabuyes Occidental	Patio Taller
	Bilbao	Patio Taller
	Tibabuyes	Patio Taller

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.8.4.1. Dimensión demográfica

El componente demográfico se elaboró con fuentes de información distritales y se trajeron a colación los datos y las percepciones más relevantes de los habitantes sobre la dinámica demográfica en sus barrios. Esto como resultado del ejercicio participativo de caracterización socioeconómica que se llevó a cabo en los distintos sectores del área de influencia del proyecto. La importancia del reconocimiento de estas perspectivas particulares sobre la evolución de la población en las UPZ y/o en los barrios, reside en identificar cambios en la vida social, económica, así como variaciones, adaptaciones o permanencia de necesidades y demandas locales.

Se evidenció la tendencia de crecimiento para las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba desde el año 2005 hasta la proyección para el año 2035. A su vez, los datos del DANE muestran un crecimiento significativo de la

población en la localidad de Suba, lo cual también puede estar directamente relacionado con su tamaño, así como el crecimiento inmobiliario en la localidad que resulta atractivo para los ciudadanos.

A su vez, se presentó una diferencia marcada entre Suba y las demás localidades que hacen parte del presente estudio para el año 2021. Esta localidad, además de ser una de las de mayor tamaño, también alberga una proporción considerable del total de la población de la ciudad, con una proyección de 1.252.675 habitantes. En Suba, las UPZ que concentran la mayor cantidad de habitantes, son: El Rincón, Tibabuyes, Suba, entre las tres agrupan el 18% de la población local.

Engativá corresponde a la segunda localidad con mayor población del área de influencia. Las UPZ que contienen el mayor número de población son Engativá, Boyacá Real y Minuto de Dios. Chapinero y Barrios Unidos son las localidades con menos población, presentan cifras que están entre los 150.000 y 200.000 habitantes.

Entre otros datos relevantes, el estrato socioeconómico que se desataca a lo largo del corredor en las localidades de Barrios Unidos y Engativá corresponde al estrato tres, en el trazado que se desarrolla en la localidad de Chapinero se observan estratos cuatro y cinco y en la localidad de Suba se destaca el estrato dos, no obstante, se identificaron áreas sin estrato donde es posible considerar que se relacionan con las áreas de la reserva vial de la Avenida Longitudinal de Occidente.

0.8.4.2. Dimensión espacial

Bogotá es la ciudad que mayor cobertura en la red de servicios públicos presta a su población (energía eléctrica, acueducto, red de gas, comunicaciones, saneamiento y recolección de basuras), con porcentaje que supera el 60%. Por ello, la diferencia en la cobertura de estos servicios entre las localidades aquí analizadas es menor, y esto es determinado en parte por la vocación comercial de cada sector, y la demanda de servicios que particularmente requieren.

Las cuatro localidades del Área de Influencia Indirecta presentan un alto porcentaje referente a la cobertura de servicios públicos domiciliarios (acueducto, alcantarillado, recolección de basuras, energía eléctrica) con niveles cercanos al 100% en los hogares de las 19 localidades urbanas, desde hace más de 15 años. Así, el servicio de acueducto presenta una cobertura de casi el 100%, con un nivel ligeramente menor en la localidad de Suba. Sin embargo, se debe considerar que esta localidad es la más extensa de la muestra, además de presentar más de presentar mayor cantidad de zonas rurales. En Barrios Unidos, este servicio público se encuentra cubierto en un 100%, de manera similar a todas las localidades urbanas de la ciudad, las cuales, en general, cuentan con coberturas superiores. De la misma manera que el servicio de acueducto, un porcentaje del 100% de los hogares de Barrios Unidos cuenta con el servicio de alcantarillado.

En cuanto a la seguridad social Chapinero tiene el 6,7% de su población atendida bajo el régimen subsidiado, frente a 4.6% de Barrios Unidos, 8.2% de Engativá y 6.9% de la población de Suba, donde el 2,1% hace parte del régimen de excepción, mientras que la población de esa localidad que no está cubierta en seguridad social en salud asciende al 0,2% (DANE-SDP,2017). En la localidad de Barrios Unidos la población afiliada al régimen contributivo es del 90,2%, seguido del 4,6% de población atendida por el régimen subsidiado, 2,6% hacen parte del régimen de excepción, mientras que la población de esa localidad que no está cubierta en seguridad social en salud es del 0,2%. En esta última localidad, 3,0% hacen parte del régimen de excepción; en Engativá Barrios Unidos y Chapinero es el 2.6%, respectivamente.

La población sin cobertura a seguridad social en salud es del 0.3% en la localidad de Suba; del 0.5 en Engativá y Barrios Unidos, respectivamente; y del 0.2 en la localidad de Chapinero.

Otro aspecto que se tiene en cuenta es la cobertura en educación, lo cual está directamente relacionado con la densidad de población joven por localidad. En el estudio de caracterización educativo 2019-2020 desarrollado por la Secretaría de Educación del Distrito (SED), arrojó que la población de edad escolar (PEE) para el año 2019 tiene en Suba su mayor representatividad, con 227.976 personas de 1.452.283 que hay en la ciudad de Bogotá, es decir, el 15.7%, que la ubica como la localidad con mayor población en edad estudiantil. Por su parte, Engativá cuenta con 140.910 personas, Barrios Unidos con 35.508 y Chapinero con 14.871 habitantes como PEE. Según la Encuesta Multipropósito 2017, el porcentaje

de niños y niñas menores de 5 años que asisten a una institución de atención integral a la primera infancia: 58,6 % niños y 49% niñas. El porcentaje de niños y niñas menores de 5 años que no asisten a una institución de atención integral por falta de cupo por localidad de Barrios Unidos es de 4,1% niños y el 3% niñas.

Respecto a los equipamientos sociales y recreativos, se verá que hay una relación directa entre la cantidad de los mismos y el tamaño de cada localidad, que para este caso se refleja también en su densidad poblacional y al porcentaje de zonas residenciales y de uso comercial que tenga destinado cada sector de la localidad.

0.8.4.3. Dimensión económica

Al hablar de los aspectos económicos en el Área de Influencia, es pertinente mencionar que el proyecto desde su diseño involucra diferentes corredores viales sobre los cuales históricamente se ha erigido una dinámica territorial en la cual la promoción de iniciativas comerciales ha sido importante tanto desde la institucionalidad pública, como desde el sector privado. La calle 72 y la Avenida Ciudad de Cali, se destacan como los corredores más reconocidos que se conectan con otros sectores ubicados especialmente en la localidad de Suba. Dicha condición también guarda una directa relación con el avance de la ciudad desde lo que se puede llamar en este caso el centro (calle 72 con Avenida Caracas) hacia la periferia (Sector de Fontanar de Suba) proceso en el cuál se consolidaron los diferentes sectores residenciales y comerciales al par con el desarrollo de la ciudad, y que hoy en día son muy evidentes.

Así por ejemplo, si desde el número de establecimientos comerciales se trata, por todo el corredor de la calle 72 entre la Avenida Caracas y la Avenida Boyacá se concentra el 52,3% del total del AI alrededor de tan solo cuatro de las 11 estaciones que integran el proyecto. Tal situación, resulta apenas lógica si se parte del hecho que la calle 72 durante el siglo XX fue uno de los ejes sobre el cual se desarrolló la ciudad de Bogotá no solo en su expansión hacia el norte, sino también hacia el noroccidente conectando y posteriormente integrando a la dinámica de la ciudad, los pueblos de Usaquén y Suba, los cuales posteriormente pasaron a ser localidades. En este escenario, la creación y consolidación de las Plazas de Mercado jugaron un papel fundamental, pues hasta la actualidad siguen siendo los referentes más importantes en lo que al comercio se refiere, y además tienen una importancia cultural muy reconocida; se destacan en este caso la plaza del barrio 12 de Octubre, La Plaza de Las Ferias, y la Plaza del Siete de Agosto, aún cuando esta última se encuentra por fuera del Área de Influencia del proyecto.

Cabe destacar que la configuración del comercio local en relación con el área de influencia del proyecto mantiene un comportamiento creciente sostenido en la consolidación de los diferentes nodos comerciales establecidos alrededor de las estaciones proyectadas, cuyas características se presentan a continuación.

Tabla 5. Características generales del desarrollo comercial en el AID

Sector Estación	Establecimientos	Cantidad de actividades según códigos CIIU	Características generales
Calle 72 x Avenida Caracas	696	55	-Comercio altamente diversificado -Impresión y publicidad -Veterinarias e insumos agropecuarios -Ferreterías y mecánica automotriz

Sector Estación	Establecimientos	Cantidad de actividades según códigos CIIU	Características generales
Calle 72 x NQS	859	42	- Plaza 12 de Octubre. - Zona de muebles y decoración. - Talleres de mecánica automotriz e industrial. - Restaurantes
Calle 72 x Carrera 68	649	46	-Sector Plaza de las Ferias -Sector Alkosto -Sector San Andresito -Comercio altamente segmentado
Calle 72 x Avenida Boyacá	834	52	-Altamente segmentado -Sector pisos laminados y maderas -Talleres y metalmecánica -Restaurantes -Mecánica automotríz -Concentrado sobre la Calle 72
Calle 72 x Avenida Cali	394	46	-Altamente segmentado -Concentrado sobre la calle 72 -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar
Avenida Cali x Calle 80	476	46	-Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotríz
Avenida Cali x Calle 90	231	39	-Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotríz
Avenida Cali x Carrera 93	325	38	-Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotríz

Sector Estación	Establecimientos	Cantidad de actividades según códigos CIIU	Características generales
ALO x Calle 129	400	38	-Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotríz
ALO x Calle 139	592	41	-Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotríz
Tr. Suba x Carrera 141 A	358	36	-Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotríz

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.8.4.4. Dimensión cultural

Dentro del corredor se evidencia una oferta cultural específica y diferenciada por localidad. En sectores principalmente de la localidad de Chapinero donde se encuentra la zona G hay una gran variedad de sitios en torno al entretenimiento, la cultura, el arte orientados a la recepción de ciudadanos con distintas capacidades de consumo. Estos sitios ofrecen experiencias culturales de referentes locales, regionales e internacionales. En general la localidad de Chapinero es reconocida por ser un territorio especial para la comunidad LGTBIQ, se presenta una amplia oferta de escenarios para el desarrollo de actividades culturales incluyentes con las diversas identidades de género. Sobre el corredor de la localidad del Chapinero se evidencia constantemente programaciones culturales lideradas por el sector distrital, pero también el sector académico, principalmente por la Universidad Pedagógica Nacional y sectores privados que agendan eventos específicos alrededor de temáticas de la cultura, la educación inclusiva, el diseño, la moda, la gastronomía, entre otros.

A pocas cuadras de la UPZ Chicó Lago se encuentra el barrio San Felipe de la localidad de Barrios Unidos. El barrio está ubicado a pocas cuadras de la Estación 1 de la L2MB y en la última década ha sido un lugar de tendencia en términos culturales. Sus parques como el parque La Araña, plazoletas y casas han sido transformadas con el paso del tiempo a tal punto que ahora es considerado el barrio San Felipe como Distrito de Arte de la capital.

El corredor de la calle 72 que comprende la estación 1 hasta la 5, se caracteriza por una amplia oferta económica que incluye actividades culturales. Por ejemplo, se observa la presencia de plazas de mercado, en especial la Plaza de Mercado del 12 de Octubre, la Plaza de Mercado de Las Ferias y la Plaza de mercado del 7 de Agosto. Las plazas de mercado han constituido una oportunidad para conservar las relaciones con el mercado interno, especialmente en la región central del país que agrupa los departamentos del Tolima, Huila, Meta, Cundinamarca, Boyacá. Alrededor de las plazas de mercado se teje una conciencia ciudadana sobre la diversidad, el medio ambiente y el patrimonio cultural inmaterial de la gastronomía criolla.

Alrededor de los tres humedales que se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto; Humedal Santa María de Los Lagos, Humedal Juan Amarillo y Humedal La Conejera, se han desarrollado acciones a nivel cultural desde el ámbito institucional y comunitario. Desde espacios de formación artística, programas de sensibilización medio ambiental, hasta celebraciones de festividades como la conmemoración de los años de la ciudad de Bogotá, los humedales siempre han sido escenarios de apropiación cultural.

De manera general, en el Área de Influencia Directa del Proyecto se identifica un anhelo por retomar acciones comunitarias y establecer los vínculos entre vecinos. Algunos de los habitantes que participaron de los talleres de caracterización, fueron cofundadores de los barrios. Estas personas rememoran las primeras acciones como: dividir los lotes, labrar los trigales, elevar muros de las futuras viviendas o las casas de función pública como juntas de acción comunal, escuelas, iglesias, plazas de mercado. Resalta la organización de eventos vecinales como bazares, respaldados principalmente por instituciones religiosas como la iglesia católica, para la recolección de fondos para la obtención de recursos, materiales de construcción y adecuación de espacios de carácter público. Estas acciones reflejan el sentido de pertenencia, solidaridad y cohesión social de personas que pese a la ausencia de recursos, principalmente en Engativá y Suba, contribuyeron a construir una comunidad organizada.

Como lo manifestaron varios de los participantes, estas acciones implican procesos de resistencia expresados mediante protestas, cerramientos a terrenos, jornadas de trabajo que, en algunos casos conllevan a actos de violencia. El desarrollo de eventos como bazares, festivales, así como también el acto de encerrar un lote o construir una edificación, es una acción equiparable a una práctica cultural porque denota experiencias, vivencias compartidas.

Finalmente, en cuanto a los sitios de importancia cultural, se identifican los siguientes:

Estación 1 : Estatua San Francisco de Asís, Iglesia La Porciúncula, Parque La Estación, Parque Los Alcázares, Plaza de Mercado 7 de Agosto

Estación 2 : Plaza de Mercado 12 de Octubre, Parroquia San Fernando Rey,

Estación 4 y 5: Iglesia Nueva Apostólica, Parroquia de San Juan de Mata, Plaza de Mercado Las Ferias, Humedal Santa María de Los Lagos, Parroquia Nuestra Señora de la Concepción, Parque la Almeria

Estación 7: Parroquia El Santísimo Redentor, Parque La Serena, Parroquia Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, Plaza de Mercado Quirigua

Estación 11: Parque Fontanar Del Rio, Humedal La Conejera, Iglesio San Dionicio

0.8.4.5. Dimensión político-organizativa

Las cuatro localidades que se encuentran en el área del desarrollo del proyecto, al formar parte integral del Distrito Capital, cuentan con la presencia de las secretarías y entidades del orden Distrital, que brindan atención a la ciudadanía en los distintos aspectos relacionados con las diferentes problemáticas que se presentan en la localidad.

En ese sentido, Bogotá, como Distrito Capital, es una división territorial de primer orden, cuya estructura administrativa comprende: Sector central conformado por el despacho del Alcalde Mayor, las secretarías y los departamentos administrativos. Las secretarías Distritales (General, Gobierno, Hacienda, Planeación, Desarrollo económico, Educación, Salud, Integración social, Cultura, Recreación y deporte, Ambiental, Movilidad y Hábitat). El Concejo Distrital, que posee atribuciones legislativas y es el encargado de ejercer el control político en la administración distrital, el cual se encuentra compuesto por 45 concejales que representan a las veinte localidades.

Además de la estructura administrativa del distrito, a nivel del área de influencia indirecta (AII), hacen presencia diferentes instituciones distritales, organizaciones comunitarias e instancias de participación. De acuerdo al sondeo realizado por el

IDPAC en el año 2018 con respecto a los mecanismos de participación local que rigen en el Distrito Capital, se observó que el 21,9% de la población consultada en Barrios Unidos pertenece a una organización o colectivo social, comunitario o comunal, frente a 24,69% de Chapinero, 15,04 de Engativá y 30,67% en Suba. De estos porcentajes, es preciso considerar temáticas que se han fortalecido actualmente, como el ambiental, industrial y cultural.

Una entidad representativa en la localidad de Suba es el Cabildo Indígena de Suba, cuyos miembros se reconocen como habitantes ancestrales del territorio de Bogotá. En su esquema organizacional, la autoridad indígena está conformada por un Gobernador, Vicegobernador, un Alcalde Mayor, un Alcalde Menor, Alguaciles, Tesorero, Secretario y Fiscal, además de los consejos, que son estructuras dentro del cabildo que buscan guiar, aconsejar y enseñar a los comuneros Indígenas en los diferentes ramos culturales propios, y que actualmente se dividen en cinco consejos: Consejo de mayores, Consejo de Mujeres, Consejo de jóvenes, Consejo de Salud y Consejo de Educación.

A su vez, se considera de especial relevancia en las localidades de Engativá y Suba es la Red de Humedales y, que tiene su génesis en Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental, enfocado a la Conservación de los Humedales de Bogotá, con el fin de compartir información relacionada a los humedales de la ciudad, su situación, bienes, servicios ambientales, amenazas y problemáticas.

En consideración con la relación de las comunidades de estas cuatro localidades del AI con respecto a la participación ciudadana y la experiencia obtenida en el desarrollo de los diferentes espacios para su desarrollo, se presentan a continuación las diferentes organizaciones sociales y comunitarias con mayor incidencia en el AI a partir de sus estrategias de relacionamiento y divulgación.

Tabla 6. Entidades oficiales y organizaciones con presencia en el AID

Entidades Distritales	Entidad Eje	Organizaciones
Alcaldías menores (Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba) Alcaldía distrital presente con sus diferentes dependencias y secretarías.	Empresa Metro de Bogotá	Barrios Unidos: JAC de los barrios 11 de Noviembre y Merced del Norte,, Veeduría Ciudadana de Acción Comunal, Veeduría Interbarrial de Barrios Unidos, Organización Guardianes del Humedal Salitre y la Veeduría Nacional de la Participación y Acción Comunal - VENACOM, ASOJUNTAS de Barrios Unidos
JAL Chapinero, JAL BarriosUnidos, JAL Engativá, JAL Suba		Engativá: JAC del barrio Florencia, Almería, Soledad Norte, San Cayetano y La Serena. Se vinculan a la participación entidades ambientales como la Red de Humedales de la Sabana de Bogotá
Contraloría delegada para la participación ciudadana Personería Distrital Veeduría		Suba: Juntas de Acción Comunal de San Cayetano, Rincón, Japón, Corinto -o Lech Walesa-, Bilbao y Lagos de Suba. Otras de las entidades presentes identificadas fueron la Comisión de Movilidad de Suba, la Red Conejera - CAL - CPL, la Veeduría ciudadana de Suba Caminos de Esperanza y Fontanar, y la Huerta Comunitaria de Fontanar

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.8.4.6. Componente arqueológico

El objetivo del componente arqueológico consiste en la implementación de un Programa de Arqueología Preventiva (PAP) para el proyecto. Como parte de este EIAS, se contempla adelantar el PAP para las fases de 1. Registro 2. Diagnóstico y Prospección, 3. Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.

Dichas actividades fueron realizadas de acuerdo con la normatividad del ICANH, con el fin de dar cumplimiento al marco legal vigente en materia de protección y salvaguarda del patrimonio arqueológico, expresado en la resolución 297 del 5 de diciembre de 2019, en el decreto 138 de 2019, en la ley 1185 de 2008, los Decretos 763 de 2009 y 1080 de 2015 y los "Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva" del ICANH.

Se realizó el Registro de dicho PAP, el cual fue aprobado mediante la Resolución No. 1250 del 01 de agosto del 2022. De igual manera, se elaboró el diagnóstico arqueológico, el cual fue entregado al ICANH el día 01 de noviembre del 2022.

De manera paralela, en el transcurso del mes de octubre se adelantó la prospección en campo, actividad que fue combinada con el análisis de fotografías aéreas históricas e imágenes satelitales, con el fin de establecer una aproximación a paisajes e intervenciones del pasado.

Los resultados de estas actividades permitieron adelantar la fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico, que consistió en la elaboración de un informe de acuerdo con los "Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva" del ICANH". Este informe incluyó el Plan de Manejo Arqueológico en el cual se proponen las respectivas medidas preventivas y de mitigación que, posteriormente, deberán ser ejecutadas en la siguiente fase del Programa de Arqueología Preventiva. De esta manera, se determinó la necesidad de implementar medidas de rescate en dos áreas del proyecto. La primera corresponde a la excavación de trincheras en el área del patio-taller, con el fin de intentar identificar y caracterizar los camellones que se observaron en las fotografías históricas, mientras que la segunda corresponde a la excavación de un corte exploratorio en el sector norte de la Estación 9 donde se encontró material arqueológico en dos pozos de sondeo.

0.8.4.7. Población a reasentar

El sujeto afectado por el fenómeno de traslado involuntario de población en la L2MB corresponde a las Unidades Sociales localizadas en las áreas prediales de intervención del proyecto.

El concepto de unidad social se entiende como "las personas naturales o jurídicas, con vínculos o no de consanguinidad que guardan relación de dependencia legal, física o económica respecto del inmueble requerido para la construcción de las obras del Sistema de Transporte. Es la unidad básica de medida de los estudios sociales para la adquisición de predios" .

En términos específicos, se distinguen cinco tipos básicos de unidades sociales: i) Unidad Social Hogar (USH); ii) Unidad Social Socioeconómica (USSE); iii) Unidad Social Económica (USE); iv) Unidad Social Económica Rentista (USE rentista) y v) Unidad Social Institucional.

Las Unidades Sociales pueden ser clasificadas, a su vez, por tipos de tenencia. Los tipos de tenencia básicos son: i) propietario; ii) poseedor inscrito; iii) poseedor NO inscrito; iv) arrendatario, v) subarrendatario; vi) usufructuario y vii) tenedor.

El proceso de adquisición predial en el proyecto de la L2MB y en consecuencia el impacto de traslado involuntario de población y el Plan de Reasentamiento están relacionados, de manera directa, con el planeamiento y ejecución de las obras superficiales y en particular con las estaciones previstas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto de Traslado Involuntario de Población, en el caso del proyecto de la L2MB se presentará en las áreas específicas pertenecientes a 23 barrios de siete UPZ y tres localidades (Barrios Unidos, Engativá y Suba) de la ciudad de Bogotá.

Los barrios con población a reasentar por el proyecto L2MB son: Alcazares Norte, Colombia, Concepción Norte, San Felipe, Doce de Octubre, San Fernando Occidental, Bellavista Occidental, La Estrada, Las Ferias, Boyacá, Santa María, La Soledad Norte, Santa Helenita, Tabora, La Granja, Paris Gaitan, La Serena, Los Cerezos, Club de Los Lagartos, Lech Walesa, Rincón de Suba, Aures II y Tibabuyes II.

La cobertura del impacto de traslado involuntario, en términos del elemento afectado y de acuerdo con los resultados del censo adelantado, es de 1 847 Unidades Sociales localizadas en 880 predios.

Tabla 7. Predios y unidades sociales identificados por cada una de las estaciones proyectadas

Estación	Predios	Unidades Sociales
Estación 1	81	175
Estación 2	83	240
Estación 3	75	142
Estación 4	99	252
Estación 5	68	152
Estación 6	180	338
Estación 7	61	139
Estación 8	95	253
Estación 9	10	21
Estación 10	0	0
Estación 11	118	123
Patio Taller	10	12
Total	880	1847

Fuente: UT MOVIUS, 2022

Así mismo, es importante mencionar que los 880 predios finales objeto de adquisición por parte del proyecto L2MB tienen diferentes usos que incluyen el habitacional, comercial, usos industriales, y oferta de servicios, institucional, cuya distribución se describe detalladamente en el documento presenta detalladamente en el documento del Plan de Reasentamiento.

En las áreas específicas de las obras superficiales del proyecto L2MB, también se localizan infraestructuras que ofrecen servicios sociales, principalmente de educación, salud, seguridad ciudadana, bienestar social y servicios comunitarios. La infraestructura institucional de seguridad ciudadana corresponde principalmente a dos Centros de Atención Inmediata, CAI, de la Policía Nacional y se destacan también infraestructuras que se constituyen en Lugares Especiales de Alojamiento (LEA) que ofrecen servicios sociales dirigidos a grupos de población vulnerable como adultos mayores, niñas en proceso de restablecimiento de derechos y drogadictos en proceso de rehabilitación (Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

Además de las infraestructuras públicas y privadas en algunas de las áreas de intervención del proyecto L2MB, se destaca la afectación de zonas tradicionalmente especializadas en la oferta de servicios como la fabricación de muebles (UPZ Doce de Octubre) y talleres de mecánica (Tibabuyes). De igual modo se afectan zonas que exigen medidas de manejo particulares por la presencia de establecimientos comerciales que por sus actividades generan alto impacto en las

condiciones de seguridad ciudadana y concentración de población vulnerable en sitios de alojamiento irregular como los llamados pagadiario.

La mayoría de Unidades Sociales afectadas por el impacto de traslado involuntario son arrendatarios del inmueble en el que residen, frente a una proporción un tanto menor de aquellos que se identifican como propietarios.

Para dar respuesta a las situaciones y condiciones de la población a reasentar descritas se plantean en el Plan de Reasentamiento nueve programas en los que incluyen todos los aspectos suficientes y necesarios de información consulta, adquisición y reposición de inmuebles privados y públicos intervenidos por el proyecto y el restablecimiento de condiciones económicas y sociales, con las debidas asesorías y acompañamientos a la población afectada, teniendo en cuenta un enfoque diferencial, de interseccionalidad y de vulnerabilidad para la conveniente atención y manejo social de los casos particulares que lo requieran.

Los programas descritos son los siguientes: i) Programa de información, divulgación y consulta; ii) Programa de atención de peticiones, quejas y reclamos, PQRS; iii) Programa de adquisición de los inmuebles afectados ; iv) Programa de reposición de inmuebles; v) Programa de asesoría para la reconstrucción de inmuebles afectados parcialmente; vi) Programa de restablecimiento de condiciones económicas; vii) Programa de restablecimiento de las condiciones sociales; viii) Programa de adquisición abreviada de inmuebles, áreas de los inmuebles e infraestructura pública afectada y ix) Programa de reposición de inmuebles, infraestructura pública y espacios de uso comunitario afectados Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

0.8.4.8. Tendencias del desarrollo

Las tendencias del desarrollo fueron construidas tomando como fuente la información oficial de la Secretaría Distrital de Planeación y el INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA URBANA realizado por la UT Movius en el año 2021. El objetivo de este componente fue analizar las tendencias y visiones de futuro que se vincularan con el desarrollo de la L2MB de acuerdo con los diferentes instrumentos de planificación como el Plan de Desarrollo Distrital vigente, Planes Locales de Desarrollo, entre otros que pudieran llegar a articularse al plan de manejo de impactos. De acuerdo con esto, algunos de los proyectos identificados en el AI del proyecto fueron:

- Corredor Verde Carrera Séptima
- Primera Línea del Metro de Bogotá
- Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 con Av. Caracas
- Ciclo-Alameda Medio Milenio
- TransMilenio Avenida Carrera 68
- Ampliación y extensión de la Av. Ciudad de Cali
- Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro

A su vez, se tuvo en cuenta la revisión de las Actuaciones Estratégicas, que son intervenciones urbanas integrales en ámbitos espaciales determinados donde confluyen proyectos o estrategias de intervención para concretar el modelo de ocupación territorial (SDP, 2022). El desarrollo de las Actuaciones Estratégicas implica adelantar procesos específicos de diagnóstico, formulación, y toma de decisiones que deben ser adoptadas formalmente por la administración de la ciudad, para convertirse en intervenciones específicas que conduzcan a detonar la transformación o potenciación de los territorios, para el cumplimiento de esta finalidad y de acuerdo con lo establecido en el artículo 483 de 555 de 2021. Las siguientes actuaciones estratégicas propuestas en el vigente POT se encuentran dentro del área de influencia del proyecto:

- Actuación Estratégica prioritaria CALLE 72
- Actuación Estratégica PIEZA RIONEGRO
- Actuación Estratégica LAS FERIAS
- Actuación Estratégica CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO

Además de esto, se revisaron las licencias urbanísticas de proyectos aprobados en el área de influencia directa, así como Planes maestros, Planes zonales, entre otros relativos al POT y se consideraron los lineamientos urbanísticos a seguir, dentro de los cuales están:

- Vías del corredor Metro. Perfiles a nivel de esquema básico.
- Tramos típicos de espacio público: Ejemplos de andenes, separadores, ciclorutas y calzadas.
- Lineamientos para intersecciones viales: Especificaciones de cruces seguros para tráfico mixto, transporte público, bicicletas y peatones.
- Lineamientos para el diseño y el posicionamiento del mobiliario urbano.

0.9. ZONAS LEGALMENTE PROTEGIDAS Y RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE

- En el área de estudio se encuentran tres áreas reconocidas internacionalmente, las cuales corresponden en primer lugar, a dos sitios Ramsar que conforman el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, pertenecientes al humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y al humedal La Conejera, los cuales no son intervenidos de forma directa por las obras constructivas de la L2MB. En segundo lugar, y como parte del Área Importante para la Conservación de las aves de Colombia y del Mundo - AICAS, se encuentra el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá.
- El desarrollo detallado de la información de los humedales y el AICA se presenta a lo largo del EIAS y la caracterización biológica de estos ecosistemas en el capítulo 5.3 Medio biótico. Adicionalmente, se presenta en el Anexo 0-5 Actividades Plan de Acción de Biodiversidad, una guía de las acciones a desarrollar en el "Plan de acción de biodiversidad" durante la etapa constructiva del proyecto, en donde se involucran actividades de recuperación de los humedales Juan Amarillo y La Conejera.

0.10. JERARQUÍA DE MITIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- Se realizó un análisis de la jerarquía de mitigación a los hábitat modificados, naturales y críticos identificados en el área de influencia y principalmente en el área de intervención del proyecto de la L2MB.
- A partir de la línea base biótica desarrollada en el presente EIAS (Capítulo 5.3 Medio biótico), la identificación de las áreas de influencia desde los diferentes componentes de los medios abiótico y biótico, las cuales representan espacialmente los impactos generados por el proyecto (Capítulo 5.1 Área de influencia), y los impactos y riesgos más representativos identificados para los componentes abióticos y bióticos durante la evaluación de los impactos ambientales en el escenario con proyecto (Capítulo 8 Evaluación de impacto ambiental), se formularon las respectivas medidas de manejo de tipo preventivo, mitigatorio y compensatorio que sustentan el marco de la jerarquía de mitigación de la biodiversidad desarrollada para el proyecto. Las jornadas de socialización con las entidades gubernamentales y ambientales, los grupos y asociaciones organizadas, y las comunidades del área de influencia contribuyeron con las medidas de manejo acogidas en el presente estudio, principalmente con aquellas relacionadas con los hábitat críticos como lo son los humedales Juan Amarillo y La Conejera, que aunque no son intervenidos directamente por el proyecto, son de primordial interés y fundamentan las acciones de manejo ambiental formuladas en el Plan de Manejo Ambiental del EIAS de la L2MB.
- La jerarquía de mitigación de la biodiversidad está enmarcada en el enfoque que plantea la Banca Multilateral en el desarrollo de los EIAS para la "Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de Recursos Naturales Vivos" de acuerdo con el Estándar Ambiental y Social 6 del Banco Mundial [5] y la Norma de Desempeño Ambiental y Social 6 del BID [6]. La aplicación de la jerarquía de mitigación, también forma parte de la Norma de

[5] Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, Banco Mundial, Washington, DC. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2016.
[6] Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Marco de política ambiental y social. Septiembre, 2020.

Desempeño 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos, establecida en las Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social del IFC orientada a evitar los impactos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos [7].

0.10.1. Medidas de manejo bióticas en los hábitat modificados

- Las acciones de manejo del medio biótico en los hábitat modificados están dirigidas a prevenir, mitigar y compensar los impactos generados por las actividades constructivas y de operación de las obras superficiales y permanentes del proyecto: 11 estaciones con los accesos a galerías, lugar de campamentos, pozos de entrada y salida del túnel, los pozos de ventilación, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y el patio taller. Cerca de 28 acciones de manejo son de carácter preventivo, 7 corresponden a acciones mitigatorias y 7 son de tipo compensatorio.
- Las medidas compensatorias se relacionan con los impactos residuales sobre el componente de flora, al ser intervenidas las coberturas vegetales y removidos los individuos arbóreos y de flora en veda no vascular asociada, al igual que la afectación y disminución de los hábitats que estos representan para la fauna y su repercusión sobre la composición y abundancia de las poblaciones. El cambio en el paisaje por la implantación del proyecto es otro de los impactos compensados.
- Las compensaciones planteadas para los impactos residuales a nivel biótico en los hábitat modificados, responden a los requisitos y requerimientos de la legislación y normatividad establecida por las autoridades ambientales a nivel local y nacional. Las medidas de manejo propuestas por las comunidades se han involucrado en especial para aquellas de carácter compensatorio.

0.10.2. Medidas de manejo bióticas en los hábitat naturales

- Los hábitat naturales se encuentran restringidos a un pequeño sector con una cobertura boscosa de 0,02 ha en inmediaciones del río Bogotá, que será intervenida por la construcción del patio taller. Las 22 acciones preventivas de carácter biótico se asimilan a las planteadas para los hábitat modificados, y además están dirigidas, a evitar la afectación de los hábitats naturales colindantes al área de intervención del proyecto.

- El impacto residual generado por la remoción de la cobertura boscosa en el patio taller, será compensado de acuerdo con los criterios, alcances, procedimiento y factores de compensación establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS en el Manual de compensación del componente biótico del 2018, compensación desarrollada en el Plan de compensación por pérdida de la biodiversidad en el capítulo 15 del presente EIAS.

0.10.3. Medidas de manejo ambiental en los hábitat críticos

- Los humedales Juan Amarillo y La Conejera que hacen parte de los Sitios Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, corresponden a habitat críticos que no son intervenidos de forma directa por el proyecto. En la formulación del Plan de Manejo Ambiental para la protección de estos ecosistemas, fue tenida en cuenta, la implementación en gran parte de medidas preventivas y mitigatorias, y el impacto residual que se genera, se deriva de la potencial afectación de algunas especies de aves migratorias durante la

[7] Corporación Financiera Internacional - IFC. Nota de orientación 6 de la Corporación Financiera Internacional: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos. 1 de enero de 2012 (actualizada el 27 de junio de 2019).

construcción y al inicio de la operación del proyecto, en especial en el sector del tramo superficial del metro y en su lugar de arribo al patio taller, debido a que tienen como ruta de desplazamiento el corredor del río Bogotá en su llegada al humedal La Conejera.

- Cerca de 43 acciones de carácter preventivo y 9 de tipo mitigatorio se plantean en los programas de manejo de los medios abiótico y biótico, que en términos generales se relacionan con la instalación de sistemas de auscultación que informarán acerca de potenciales desplazamientos del terreno y de los niveles freáticos, registros que permiten el monitoreo y seguimiento durante la fase previa y la fase de construcción del proyecto del sector del humedal Juan Amarillo, con el fin de orientar la toma de medidas correctivas en caso de potenciales cambios en las condiciones previstas. De igual forma, las modelaciones de ruido y calidad del aire, al igual que los registros permanentes de parámetros representativos de estos componentes, garantizarán durante su seguimiento el cumplimiento de la norma. Se instalarán de igual manera las pantallas artificiales y cerramientos en los frentes de obra, que mitigan el ruido y la generación eventual de emisiones atmosféricas. Las restricciones en la generación de ruido para algunos horarios en el sector del patio taller, contribuyen con el desplazamiento de la avifauna en inmediaciones del humedal La Conejera durante los periodos crepusculares.

- Entre las medidas mitigatorias para la protección de la avifauna, especialmente en el sector del tramo elevado del corredor férreo de la L2MB y el patio taller, se encuentra el identificar previamente las rutas utilizadas por las aves para su movilización, con el fin de utilizar señales visibles de advertencia o desviadores de vuelo. El Plan de compensación por pérdida de biodiversidad desarrollado en el presente EIAS, considera la potencial afectación de especies de fauna por la implantación del proyecto.

- Las capacitaciones dirigidas a los trabajadores del proyecto informando acerca de la importancia ecosistémica de los humedales y de la protección de la flora y fauna, al igual que lo relacionado con las restricciones de ingreso a estos lugares durante las actividades constructivas, contribuyen con las acciones preventivas y mitigatorias formuladas.

0.11. PLAN DE ACCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

- Dentro del marco de la política de la Banca Multilateral se establece el garantizar que las actividades que se lleven a cabo sean coherentes con los objetivos de estado de la protección legal de estas áreas, y además, el implementar programas adicionales según corresponda, para promover y mejorar los objetivos de conservación y de la gestión eficaz del área.

- Se propone la elaboración del “Plan de acción de la biodiversidad” o el “Plan de Manejo de la biodiversidad" como parte de la actualización del PMAS de la L2MB que realizará el consorcio durante la construcción del proyecto L2MB, orientado hacia la protección, la conservación y el fortalecimiento de la rehabilitación de los humedales anexos al proyecto con el propósito de conseguir que haya una ganancia neta en la composición de especies, la estructura del hábitat, la función del ecosistema y el uso por parte de las personas, así como de los valores culturales asociados con la biodiversidad en el humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el humedal La Conejera.

- Se recomienda para la elaboración del plan, se contraten a especialistas con experiencia en el diseño de compensaciones que cumplan con los estándares internacionales, y se coordine y se trabaje de la mano con la SDA y las organizaciones ambientales locales que tengan suficientes conocimientos y capacidades para estructurar y gestionar de manera exitosa los proyectos de conservación que sirvan como compensación [8].

[8] Gullison, R.E., J. Hardner, S. Anstee, M. Meyer. 2015. Good Practices for the Collection of Biodiversity Baseline Data. Prepared for the Multilateral Financing Institutions Biodiversity Working Group & Cross-Sector Biodiversity Initiative.

- El “Plan de acción de la biodiversidad” o el “Plan de Manejo de la biodiversidad" corresponden a instancias estratégicas para verificar la eficacia y la viabilidad de las medidas preventivas y de mitigación para la protección de los hábitats críticos o con un potencial riesgo de afectación. El “Plan de acción de la biodiversidad” como estrategia de mitigación del proyecto, está dirigido a lograr aumentos netos en los valores de la biodiversidad y puede estar inmerso en un plan de acción ambiental y social general, o hacer alusión a un plan de acción temático [9]. Por otro lado, el “Plan de Manejo de la Biodiversidad” podrá ser un documento independiente o incluirse como parte del Plan de Compromiso Ambiental y Social - PCAS [10]. En el Anexo 0-5. Actividades Plan de Acción de Biodiversidad, se presenta una guía con las actividades mínimas a considerar en la elaboración del plan durante la actualización del PMAS y durante la fase de construcción por parte del consorcio, y en el marco del Estándar Ambiental y Social 6 del Banco Mundial, la Norma de Desempeño Ambiental y Social 6 del BID, y la Norma de Desempeño 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos del IFC. En el “Plan de acción de la biodiversidad” se analizará a profundidad y se dará énfasis en la identificación, evaluación y gestión de impactos (directos, indirectos y acumulativos) sobre los ecosistemas sensibles de humedal: Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera.

0.12. IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES (EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES)

0.12.1. Evaluación de impactos

Para la evaluación de impactos ambientales del proyecto se utilizó la metodología de la firma INGETEC, la cual se encuentra explicada y desarrollada en profundidad en el **anexo CAP02-INTR, subcarpeta 2-1**.

Esta metodología recoge, adapta y da cumplimiento a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. El método integra definiciones y conceptos de metodologías de INGETEC, utilizadas en múltiples estudios (muchos de ellos licenciados y construidos). De igual modo, el método integra definiciones y conceptos de Vicente Conesa Fernández y Jorge Alonso Arboleda González, aunque introduciendo variaciones en los procedimientos y enfoques de acuerdo con las consideraciones y análisis de expertos de la firma.

0.12.1.1. Escenario sin proyecto

El escenario sin proyecto corresponde al estado actual de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y los indicadores de alteración actuales que tendrán interacción con los impactos que generará el proyecto, a continuación en la Tabla 8 se mencionan los impactos que pueden darse en el escenario sin proyecto.

Tabla 8. Impacto escenario sin proyecto.

[9] Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Marco de política ambiental y social. Septiembre, 2020.
[10] Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, Banco Mundial, Washington, DC. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2016.

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-01	Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-ABI-02	Alteración de la calidad suelo	Moderadamente Significativo	-	4,58
EA-ABI-03	Afectación al componente de aguas subterráneas	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-ABI-04	Alteración de la calidad del aire	Moderadamente Significativo	-	5,46
EA-ABI-05	Alteración de los niveles de presión sonora.	Significativo	-	6,50
EA-ABI-06	Alteración de los niveles de vibración	Poco Significativo	-	4,00
EA-ABI-07	Afectación por asentamientos	Moderadamente Significativo	-	5,54
EA-ABI-08	Reducción de Gases Efecto Invernadero	NEUTRO	NEUTRO	
EA-BIO-01	Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Moderadamente Significativo	-	4,36
EA-BIO-02	Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Moderadamente Significativo	-	5,12
EA-BIO-03	Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-BIO-04	Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-01	Generación de expectativas y conflictos	Moderadamente Significativo	-	5,57
EA-SOC-02	Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-03	Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 Metro de Bogotá	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-SOC-04	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.	Moderadamente Significativo	-	5,11
EA-SOC-05	Afectación a la infraestructura pública y social	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-06	Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-07	Generación temporal de empleo	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-08	Cambio en la dinámica en establecimiento	Moderadamente Significativo	-	4,92
EA-SOC-09	Ocupación y nuevas dinámicas del comercio	NEUTRO	NEUTRO	

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
	informal			
EA-SOC-10	Cambios en la ocupación y valor del suelo	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Significativo	+	6,14
EA-SOC-12	Afectación al patrimonio arqueológico	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-13	Afectación al Patrimonio Cultural	NEUTRO	NEUTRO	

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.12.1.2. Escenario con proyecto.

En el escenario con proyecto muestra los efectos ocasionados por el proyecto en las etapas preliminar, construcción y operación sobre los componentes de cada medio (Abiótico, Biótico y Socioeconómico) a continuación en la Tabla 9 se relacionan los posibles impactos que pueden presentarse.

Tabla 9. Impactos escenario con proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-01	Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	Poco Significativo	+	3,24
EA-ABI-02	Alteración de la calidad suelo	Poco Significativo	-	2,96
EA-ABI-03	Afectación al componente de aguas subterráneas	Poco Significativo	-	3,28
EA-ABI-04	Alteración de la calidad del aire	Poco Significativo	-	3,43
EA-ABI-05	Alteración de los niveles de presión sonora.	Moderadamente Significativo	-	5,55
EA-ABI-06	Alteración de los niveles de vibración	Poco Significativo	-	3,98
EA-ABI-07	Afectación por asentamientos	Moderadamente Significativo	-	4,15
EA-ABI-08	Reducción de Gases Efecto Invernadero	Moderadamente Significativo	+	5,79
EA-BIO-01	Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Moderadamente Significativo	-	5,56
EA-BIO-02	Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Moderadamente Significativo	-	5,97

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-BIO-03	Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	Moderadamente Significativo	-	4,70
EA-BIO-04	Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	Moderadamente Significativo	-	5,32
EA-SOC-01	Generación de expectativas y conflictos	Moderadamente Significativo	-	5,36
EA-SOC-02	Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad	Moderadamente Significativo	+	4,83
EA-SOC-03	Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 Metro de Bogotá	Moderadamente Significativo	+	5,06
EA-SOC-04	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.	Moderadamente Significativo	-	4,39
EA-SOC-05	Afectación a la infraestructura pública y social	Poco Significativo	-	3,25
EA-SOC-06	Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción	Significativo	-	6,30
EA-SOC-07	Generación temporal de empleo	Poco Significativo	+	3,76
EA-SOC-08	Cambio en la dinámica en establecimiento	Moderadamente Significativo	-	4,92
EA-SOC-09	Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal	Moderadamente Significativo	-	5,44
EA-SOC-10	Cambios en la ocupación y valor del suelo	Moderadamente Significativo	+	5,88
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Moderadamente Significativo	+	5,16
EA-SOC-12	Afectación al patrimonio arqueológico	Moderadamente Significativo	-	5,84
EA-SOC-13	Afectación al Patrimonio Cultural	Moderadamente Significativo	-	5,36

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.12.2. Riesgos ambientales y sociales

En el Capítulo 8 Evaluación de impactos y riesgos ambientales y sociales Parte 6. Riesgos ambientales y sociales, se presenta la evaluación de riesgos ambientales y sociales, en donde se utilizó una valoración semicuantitativa con el fin de identificar y valorar los riesgos exógenos y riesgos endógenos. Dicha metodología aplicada al presente PGRD va en cumplimiento a lo establecido en los lineamientos del Decreto 2157 del 2017.

La valoración del riesgo es el proceso global de identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la evaluación del riesgo. GTC 137 (ISO Guía 73:2009, definición 3.4.1).

- Identificación del riesgo

Es la caracterización del riesgo a partir de la evaluación de diferentes eventos amenazantes presentes en el área de interés, teniendo en cuenta qué elementos pueden afectarse en diferentes escenarios y en diferentes fases del proyecto.

- Identificación de eventos amenazantes: Esta identificación consiste en definir los tipos de amenazas exógenas y endógenas del proyecto tanto en su etapa constructiva como operativa. Para el Proyecto L2MB se definieron tres tipos de amenazas: naturales, antrópicas y operativas, a partir del conocimiento de las condiciones de la zona y la posible influencia del proyecto sobre la misma, La identificación incluye las amenazas independientemente de si su origen está o no bajo control del proyecto.
-

Tabla 10. Identificación del tipo de amenaza.

Tipo de amenaza		Descripción
Exógenas	Amenazas Naturales	Los eventos de origen natural, antrópico no intencional se obtiene de los criterios de diseño para el proyecto L2MB, los registros históricos de eventos materializados en el municipio y las metodologías de estimación por entidades oficiales como Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
	Amenazas Antrópicas	A partir de la caracterización social del área de influencia se evalúa las condiciones socio – culturales y de orden público que puedan afectar el normal funcionamiento del proyecto.
Endógenas	Amenazas Técnico / Diseño/ Ingeniería / Operativas	Para identificar las amenazas técnico-operativas se realizó un taller de riesgos el día 06 de Julio del 2017, en el cual se adoptaron los criterios de Hillson y otros autores que relacionan la aplicación combinada entre Lotes de Trabajo (Work Breakdown Structure (WBS)) es decir, las actividades e instalaciones que hacen parte de las fases del proyecto (tanto constructivas como operativas) y las amenazas identificadas que pudieran afectar a cada uno de ellas (Risk Breakdown Structure (RBS)). Relacionando la amenaza-infraestructura del proyecto se realizó una búsqueda de posibles fallas técnicas significativas de manera cualitativa, es decir con base en la experiencia del consultor y utilizando la técnica de juicio de experto con los profesionales en las especialidades de geología, hidrología, hidráulica y geotecnia.

Fuente: UT MOVIUS, 2022

- Identificación de elementos vulnerables y sensibles: Para cada una de las posibles áreas de afectación estimadas previamente se identifican los posibles elementos vulnerables (sensibles) a ser afectados ante la materialización de un riesgo tanto en la etapa constructiva como en la operativa. Esta identificación se realiza con base en la caracterización ambiental (abiótica, biótica y social) del área de influencia que se realizó previamente en el capítulo No 5. Los criterios de identificación se mencionan en la Tabla 11.

  .

Tabla 11. Criterios de identificación para los elementos vulnerables.

Infraestructura pública y privada vulnerable	Descripción
Elementos físicos (Estructuras del proyecto)	Son todos aquellos elementos físicos que componen la infraestructura del proyecto (existente y proyectada)
Elementos ambientales	Son todos aquellos elementos ambientales que pueden ser alterados por las actividades no previstas del proyecto en sus etapas constructiva y operativa, tales como: Aguas subterráneas, ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos, zonas con relevancia para el mantenimiento de la biodiversidad, áreas de manejo especial, áreas naturales protegidas, áreas de conservación, áreas de restricción y exclusión.
Elementos sociales	Son todos aquellos elementos sociales presentes en el área de posible afectación que de una u otra forma son susceptibles a ser afectados por cualquiera de las amenazas identificadas, tales como: Unidad territorial (veredas), núcleos poblados y cabeceras municipales, viviendas dispersas, usos productivos, usos recreativos y culturales, lugares donde se desarrollen actividades públicas recurso de uso social para la movilidad (vías) y equipamientos de servicios sociales.

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

En análisis y valoración del riesgo, determina cuáles riesgos son aceptables y cuáles no, estableciendo los criterios de aceptabilidad, con el fin de proporcionar una base que brinde consistencia en todas sus valoraciones de riesgos (ver Tabla 12).

Tabla 12. Aceptabilidad del riesgo

Nivel de riesgo	Significado
I	No aceptable
II	No aceptable o aceptable con control específico
III	Mejorable
IV	Aceptable

Fuente: MOVIUS, 2022.

De acuerdo con la Ley 1523 de 2012, la valoración del riesgo incluye los pasos relacionados con su identificación, análisis y evaluación, de tal manera que se puedan estimar los daños y pérdidas potenciales, comparables con los criterios de seguridad ya establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención mediante la reducción del riesgo o del manejo del desastre. Una vez consolidados los escenarios de riesgo, se realiza el análisis de los que afectan al proyecto o se puedan generar a causa de la ejecución del mismo.

Los resultados de la superposición y geoprocesamiento de las áreas de afectación y las variables temáticas que contiene la información de elementos expuestos, como: elementos sociales sensibles y coberturas vegetales, pone en evidencia que en el sistema, ningún escenario presenta un riesgo con potencial de desastre ambiental y socioeconómico. Los riesgos que requieren de la intervención de varias autoridades para su pronta respuesta, se asocian con: daño a redes de servicio público, colisiones en zonas de intersección urbano, actos mal intencionados por terceros, bloqueos en vías férreas, asonadas y motines, y acciones hostiles en contra de la ejecución del proyecto, en estos casos se implementarán acciones

adicionales, tales como; articulación de planes de contingencia y planes de ayuda mutua entre la empresa contratista, Empresa METRO, y autoridades municipales y distritales.[11]

0.12.3. Impactos Acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad. Su análisis constituye un proceso sistemático para evaluar las consecuencias ambientales directas o indirectas de políticas, planes o programas con el fin de asegurar que se incorporen plenamente y se aborden adecuadamente en la etapa más temprana de la toma de decisiones, a la par con las consideraciones económicas y sociales. La evaluación y gestión de impactos acumulativos se llevó a cabo a partir de la metodología establecida por el International Finance Corporation – IFC del World Bank Group. La implementación de la metodología y los resultados obtenidos se detallan en el Capítulo 8, Parte 7. En la Tabla 13 se presentan los resultados del análisis cualitativo realizado, a partir del cual se identifica los siguiente:

- Si bien la afectación de los diferentes proyectos analizados es mayoritaria, la porción relativa adicional del proyecto L2MB es menor en todos los casos, de esta manera se puede decir que los mayores riesgos están asociados a las condiciones actuales de la ciudad y no por causa específica del proyecto L2MB.

- Las afectaciones en la movilidad, derivadas por los incremento de cierres viales, constituyen los mayores impactos identificados por la ejecución de las obras. Los proyectos como la Troncal del Transmilenio de la Carrera 68 y el Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá inciden directamente en la movilidad de la ciudad, debido a su actual estado de ejecución. Por lo tanto, el impacto a la movilidad de la ciudad se incrementará durante la etapa constructiva del proyecto L2MB, para lo cual será necesaria la implementación de las respectivas medidas de manejo durante su ejecución.

- El método constructivo para el túnel (tuneladora, sistema de dovelas en concreto), pozos y estaciones (muros pantalla en concreto) y las características de conductividad hidráulica de los suelos en los que se desarrollarán las obras, no propician afectaciones al componente hidrológico. Tampoco se identifica afectación a los niveles freáticos a lo largo del corredor de las obras salvo al interior del perímetro de intervención directa en estación y pozos, donde se da remoción del suelo para conformación de las obras. Por lo tanto, no se considera que dichas afectación puedan constituir impactos acumulativos.

- La afectación a la biodiversidad por la ejecución del proyecto L2MB, no es considerablemente significativo por el tipo de fauna allí presente, la cual cuenta con una capacidad de adaptación a intervenciones antrópicas. Por lo tanto, no se considera que la ejecución simultánea de los otros proyectos considerados pueda significar acumulación o incremento del impacto, ya que se planean ejecutar en zonas donde predominan este tipo de especies. Además, no se evidencia ejecución de actividades en zonas de mayor importancia para la fauna como el humedal Juan Amarillo, humedal La Conejera, río Bogotá, Club Los Lagartos, por parte des estos proyectos.

Tabla 13. Resultados del análisis de impactos acumulativos

VEC	¿IMPACTOS ACUMULATIVOS POTENCIALES?	SIGNIFICANCIA "SI": BENÉFICO (+) O ADVERSO (-)	APORTE: 0: NO, MENOR 5: MAYORITARIA, SIGNIFICANTE
Aire	Si, los proyectos y actividades mencionados son impactos acumulativos potenciales a los que se suma la generación de material particulado y concentración de gases.	Benéfico (+) PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ Adverso (-) PROYECTOS DE OBRAS CIVILES, VIALES Y DE TRANSPORTE	1: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ 5: PROYECTOS DE OBRAS CIVILES, VIALES Y DE TRANSPORTE La operación del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá por sí sola no tiene un impacto significativo, sin embargo al redistribuir el transporte público y/o

[11] Capítulo 8, numeral 8.2.3.4. Análisis y valoración del riesgo.

VEC	¿IMPACTOS ACUMULATIVOS POTENCIALES?	SIGNIFICANCIA "SI": BENÉFICO (+) O ADVERSO (-)	APORTE: 0: NO, MENOR 5: MAYORITARIA, SIGNIFICANTE
			privado si tiene un efecto en la generación de material particulado, y generación de gases, traducido en un incremento esperado.
Ruido ambiental	Si, los proyectos y actividades mencionados son impactos acumulativos potenciales a los que se suma la generación de ruido y aumento en la presión sonora.	Adverso (-)	3: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ 5: ACTIVIDADES PROPIAS DE LA CIUDAD La operación del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá tiene un impacto significativo, pero las condiciones actuales de la ciudad tienen un gran efecto en la generación de ruido.
Movilidad	Si, los proyectos y actividades mencionados anteriormente generan impactos acumulativos potenciales como la alteración de la calidad del aire y el ruido, a los que se suma la alteración de la movilidad.	Benéfico (+) PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ EN OPERACIÓN Adverso (-) PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ EN CONSTRUCCIÓN Adverso (-) ACTIVIDADES PROPIAS DE LA CIUDAD	4: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ 5: ACTIVIDADES PROPIAS DE LA CIUDAD La operación del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá tiene un impacto significativo, pero las condiciones actuales de la ciudad tienen un gran efecto en la movilidad.
Economía	Si, los impactos mencionados anteriormente tienen una condición acumulativa potencial como el incremento de la actividad informal en el espacio público	Benéfico (+) PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ EN OPERACIÓN Adverso (-) PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ EN CONSTRUCCIÓN	4: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ EN OPERACIÓN 4: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ EN CONSTRUCCIÓN
Áreas de compensación	Si, los proyectos y actividades mencionados son impactos acumulativos potenciales.	Adverso (-)	3: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ 5: ACTIVIDADES PROPIAS DE LA CIUDAD La operación del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá tiene un impacto significativo, pero las condiciones actuales de la ciudad tienen efecto en la disminución de las áreas disponible
Áreas para disposición de RCD	Si, los proyectos y actividades mencionados son impactos acumulativos potenciales.	Adverso (-)	3: PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ 4: ACTIVIDADES PROPIAS DE LA CIUDAD La operación del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá tiene un impacto significativo, pero las condiciones actuales de la ciudad tienen efecto en la disminución de las áreas disponibles para la disposición de RCD.

0.12.4. Beneficios de los impactos ambientales y sociales

La L2MB es un proyecto que tiene como objetivo principal, dotar a Bogotá de un medio de transporte masivo de pasajeros que se integre al sistema público actual que permita mejorar la movilidad de la población y la congestión vehicular existente en el área metropolitana de la ciudad, por lo cual, de entrada, implica un proyecto comprometido con el desarrollo social y el desarrollo económico de la ciudad, favoreciendo a millones de habitantes en un tema crítico y fundamental como lo es la movilidad y de paso impulsando el crecimiento económico al mejorar las condiciones de competitividad.

Si se analiza el proyecto desde el sostenimiento ambiental y social, debe primero enfocarse en los fundamentos definidos (rendimiento, contaminación y agotamiento), y orientado hacia los recursos naturales que el proyecto demandará en la fase de construcción y/o en la fase de operación y mantenimiento, donde lo que corresponde al agotamiento de recursos, no se requiere la captación de agua de recursos superficiales o subterráneos naturales, por lo cual no se expone ningún recurso al agotamiento. De la misma manera, no requiere el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del contratista de obra, estos serán suministrados por proveedores que cuenten con permisos y planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

Todos los materiales sobrantes tendrán un tratamiento adecuado dependiendo del tipo de residuo a generarse, enmarcado en el Plan de Manejo Ambiental y Social de los impactos del proyecto, en lo referente a manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, manejo de materiales y equipo de construcción y manejo de residuos sólidos, industriales y especiales.

Un aspecto fundamental que debe destacarse, y que va directamente ligado al tema de la contaminación, y sobre todo al cambio climático, es el tema de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) tales como Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Ozono (O_3), los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs) y vapor de agua (H_2O), en el que la Extensión de la PLMB, se muestra como un reductor efectivo de este tipo de gases, pues los GEI provienen de la quema de la combustión de los combustibles fósiles, las actividades de fabricación de combustibles y las fugas en la manipulación de los mismos, siendo en el sector transporte, las actividades de la quema de combustibles correspondientes a los combustibles usados (Diesel, gasolina, alcohol carburante y Gas Natural Vehicular (GNV)), mientras que el viaducto ferroviario funcionará en su totalidad con energía eléctrica, lo que genera una reducción de GEI, principalmente el CO_2.

Con lo anterior se considera que la L2MB, no tendrá conflictos ambientales y sociales pues propone una solución al problema de movilidad de la ciudad de Bogotá, sin comprometer recursos naturales, reduciendo la emisión de GEI en el contexto del cambio climático, proporcionando planes de manejo y gestión eficaz para el manejo de residuos y material sobrante y garantizando la inclusión social pues mejora la calidad de vida de millones de habitantes.

Con respecto al humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el humedal La Conejera en categoría de sitios Ramsar, aunque no son intervenidos por el proyecto L2MB, se formulan medidas de restauración ecológica para la recuperación de un sector del humedal La Conejera, como medida compensatoria por la intervención de 0,02 ha de bosque de galería o ripario que será afectado por la construcción del patio taller. Lo anterior se enmarca en las políticas del Banco Mundial en el Estándar Ambiental y Social 6 : Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos[12] y en la Norma de Desempeño Ambiental y Social 6 Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de Recursos Naturales Vivos del BID[13] en las cuales, cuando se intervenga un hábitat natural y se registren impactos residuales a pesar de los esfuerzos para evitar, minimizar y mitigar los impactos, se podrán incluir compensaciones por pérdidas de la de biodiversidad que se ajusten al principio “comparable o mejor”. Esta compensación se formula en detalle en Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad del presente EIAS.

0.12.5. Pasivos ambientales

[12] Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, Banco Mundial, Washington, DC. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2016.
[13] BID. Marco de política ambiental y social. Septiembre, 2020.

En el área de influencia asociada al proyecto L2MB no se identificaron pasivos ambientales, lo anterior obedece principalmente a que el proyecto se desarrolla en una ciudad ya consolidada. No obstante se analizaron, posibles sitios que pudieran tener alguna afectación directa al proyecto, como lo fueron las doce estaciones de servicio identificadas en el área de influencia directa, las cuales podrían ser objeto de contaminación del suelo por posibles filtraciones de hidrocarburos a través de los contenedores subterráneos. Según los resultados de laboratorio y tomando como referencia el Manual Técnico para la Ejecución de Análisis de Riesgos del Ministerio de Ambiente, estas concentraciones no son tóxicas al contacto directo o en potencial migración al agua subterránea.

0.13. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL (PMAS Y PMS)

0.13.1. Planes de manejo ambiental y social. (PMAS)

Los programas de manejo fueron diseñados para prevenir, mitigar, corregir o compensar de manera efectiva los impactos identificados en el **Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Socia**l, los programas de manejo que se presentan definidos se encuentran divididos en las temáticas de Gestión ambiental y SST, por otro lado para los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico se encuentran asociados entre el medio al que van dirigidos y el impacto o los impactos que atienden, tal como se presenta en la Tabla 14 que se encuentra a continuación:

Tabla 14. Programas de manejo definidos para los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico

Impactos	Programas
Gestion	
No se encuentran impactos directos asociados al cumplimiento de las obligaciones ambientales, sociales y SST.	PMA-GES-01 Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST)
No se encuentran impactos directos asociados a la supervisión y seguimiento a las empresas de servicios públicos.	PMA-GES-02 Programa de supervisión y seguimiento al traslado de redes
Medio Abiótico / Físico	
EA-ABI-01 Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	PMA-ABI-01 Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo	PMA-ABI-02 Programa de manejo de materiales
	PMA-ABI-03 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales
	PMA-ABI-04 Plan de gestión integral de residuos peligrosos

Impactos	Programas
EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas	PMA-ABI-05 Programa de manejo de obras subterráneas
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas	PMA-ABI-06 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados
EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire	PMA-ABI-07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire
EA-ABI-05 Alteración en los niveles de presión sonora	PMA-ABI-08 Programa de manejo de ruido
EA-ABI-06 - Variación niveles de vibraciones	PMA-ABI-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales
EA-ABI-07 - Afectación por asentamientos	PMAS-ABI-02 Programa de manejo de materiales
	PMAS-ABI-05 Programa de manejo de obras subterráneas
EA-ABI-08 Reducción de Gases Efecto Invernadero	PMA-ABI-10 Programa de manejo de gases efecto invernadero
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo	PMA-ABI-11 Programa de manejo de aceites usados
	PMA-ABI-12 Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire EA-ABI-05 Alteración en los niveles de presión sonora	PMA-ABI-13 Programa de manejo de instalaciones temporales
No se encuentran impactos directos asociados a la gestión para el uso eficiente del agua	PMA-ABI-14 Gestión para el uso eficiente del agua
No se encuentran impactos directos asociados a la gestión para el uso eficiente de la energía	PMA-ABI-15 Gestión para el uso eficiente de la energía

Impactos	Programas
Medio Biótico	
EA-BIO-01 Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	PMA- BIO 01 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote
	PMA- BIO 02 Programa de manejo silvicultural
EA-BIO-04 - Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	PMA- BIO 03 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje
EA BIO 01 - Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes. EA-BIO-04 - Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	PMA- BIO 04 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística
EA-BIO-02. Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	PMA- BIO 05 Programa de manejo de fauna
EA-BIO-03 Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	PMA- BIO 06 Programa de manejo de áreas de la Estructura Ecológica Principal
Medio Social	
EA-SOC 01 Generación de expectativas y conflictos	PMA- SOC 01 Programa de información y comunicación pública PMA- SOC 02 Programa Metro escucha, Metro resuelve PMA- SOC 03 Programa de participación ciudadana
EA-SOC 02 Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad.	PMA- SOC 04 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de la vida urbana.
EA-SOC 03 Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 Metro de Bogotá	PMA- SOC 05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de la vida urbana.
EA-SOC 04 Cambios en la movilidad y accesibilidad de los actores viales.	PMA- SOC 06 Programa de cultura movilidad sostenible
EA-SOC 05 Afectación a la infraestructura pública y social.	PMA- SOC 07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros.
EA-SOC 06 Traslado involuntario de población previo a las actividades constructivas.	PMA- SOC 08 Programa de reasentamiento.

Impactos	Programas
EA-SOC 07 Generación temporal de empleo	PMA- SOC 09 Programa de inclusión socio laboral PMA- SOC 16 Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género.
EA-SOC 08 Cambio en la dinámica en establecimiento	PMA- SOC 10 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal
EA-SOC 09 Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal.	PMA- SOC 11 Programa de manejo para ocupantes del espacio público.
EA-SOC 10 Cambios en la ocupación y valor del suelo.	PMA- SOC 12 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo.
EA-SOC 11 Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad.	PMA- SOC 13 Programa para la construcción de tejido urbano
EA-SOC 23 Afectación al patrimonio arqueológico	PMA- SOC 15 Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1
EA-SOC 13 Afectación al Patrimonio Cultural	PMA- SOC 15 Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.13.2. Planes de Monitoreo y Seguimiento (PMS)

El plan de seguimiento y monitoreo se diseñó atendiendo lo contemplado en los términos de referencia de la especificación técnica ET 05[14] y en la metodología general para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales[15]. Consecuentemente, está dividido en seguimiento y monitoreo a los planes y programas y seguimiento y monitoreo a la calidad del medio. Las fichas presentadas están orientadas a evaluar la eficacia de las medidas de manejo previstas para la atención de los impactos abióticos, bióticos y socioeconómicos del proyecto (Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Social) y a contar con las herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acorde con los resultados obtenidos.
A continuación en la Tabla 15 se mencionan los PMS desarrollados en el presente estudio:

Tabla 15. Programas de manejo ambiental y programa de monitoreo y seguimiento asociados

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
Abiótico	PMA-ABI-01	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD

[14] FINANCIERA DE DESARROLLO URBANO- 2021. Términos de referencia Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)
[15] AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 2018. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
	PMA-ABI-02	Programa de manejo de materiales	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-03	Programa de manejo de residuos sólidos convencionales	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-04	Plan de gestión integral de residuos peligrosos	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-05	Programa de manejo de obras subterráneas	PMS-ABI-05	Seguimiento y monitoreo a niveles freáticos
	PMA-ABI-06	Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados	N.A	
	PMA-ABI-07	Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire	PMS-ABI-02	Seguimiento y monitoreo al manejo de emisiones atmosféricas y control del ruido
	PMA-ABI-08	Programa de manejo de ruido	PMS-ABI-02	Seguimiento y monitoreo al manejo de emisiones atmosféricas y control del ruido
	PMA-ABI-09	Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales	PMS-ABI-04	Seguimiento y monitoreo al control de vibraciones
	PMA-ABI-10	Programa de manejo de gases efecto invernadero	N.A	
	PMA-ABI-11	Programa de manejo de aceites usados	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-12	Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales	PMS-ABI-03	Seguimiento y monitoreo al manejo de recursos hídricos - cruces en cuerpos de agua

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
	PMA-ABI-13	Programa de manejo de instalaciones temporales	N.A	*10.1.2.1.1.1*
Biótico	PMA- BIO 01	Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote	PMS-BIO 01	Seguimiento y monitoreo del manejo y remoción de la cobertura vegetal y descapote
	PMA-BIO-02	Programa de manejo silvicultural	PMS-BIO 02	Seguimiento y monitoreo del manejo silvicultural
	PMA-BIO-03 -	Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje	PMS-BIO 03	Seguimiento y monitoreo del manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje
	PMA-BIO-04	Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística	PMS-BIO 04	Seguimiento y monitoreo de la compensación para el medio biótico por afectación paisajística
	PMA-BIO-05	Programa de manejo para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y protección de fauna	PMS-BIO 05	Seguimiento y monitoreo del manejo de fauna
	PMA- BIO 06	Programa de manejo de áreas de la Estructura Ecológica Principal	PMS-BIO 06	Seguimiento y monitoreo del manejo de las áreas de la EEP
Socio económico	PMA-SOC-01	Programa de información y comunicación pública	PMS-SOC-01-	Seguimiento y monitoreo al Programa de información y comunicación pública
	PMA-SOC-02	Programa Metro escucha, Metro resuelve	PMS-SOC-02	Seguimiento y monitoreo al Programa Metro escucha, Metro resuelve
	PMA-SOC-03	Programa de participación ciudadana.	PMS-SOC-03	Seguimiento y monitoreo al Programa de participación ciudadana
	PMA-SOC-04	Programa para el fomento de la participación	PMS-SOC-04	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa para el fomento de la participación

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
		ciudadana de la Línea 2 del metro de Bogotá		ciudadana de la Línea 2 del metro de Bogotá
	PMA SOC-05	Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana de la Segunda Línea de Metro de Bogotá	PMS-SOC-05	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana de la Segunda Línea de Metro de Bogotá
	PMA-SOC-06	Plan de cultura movilidad sostenible	PMS-SOC-06	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de cultura movilidad sostenible
	PMA-SOC-07	Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros. “Metro buen vecino”	PMS-SOC-07	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros. “Metro buen vecino”
	PMA-SOC-08.	Plan de reasentamiento	PMS-SOC-08	Plan de monitoreo y seguimiento al de reasentamiento
	PMA-SOC-09	Programa de inclusión socio laboral	PMS-SOC-09	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de inclusión socio laboral.
	PMA-SOC-10	Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal	PMS-SOC-10	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal.
	PMA-SOC-11	Programa para ocupantes del espacio público	PMS-SOC-11	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de manejo para ocupantes del espacio público (componente de ventas informales).
	PMA-SOC-12	Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo	PMS-SOC-12	Plan de monitoreo y seguimiento al Observatorio de ocupación y valor del suelo.
	PMA-SOC-13	Programa de manejo para la construcción de tejido	PMS-SOC-13	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para la construcción

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
		urbano de la línea 2 de Metro de Bogotá		de tejido urbano de la línea 2 de Metro de Bogotá

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.13.3. Compensaciones del medio biòtico

Los impactos residuales generados por el proyecto L2MB en el medio biótico plantean para su manejo medidas de tipo compensatorio, las cuales se formulan de acuerdo con las normas establecidas por la SDA, y para aquellas en que esta autoridad ambiental se encuentra desarrollando los lineamientos para su manejo o no posee aún criterios o normatividad asociada, se consideran las del MADS. En la Tabla 16 se sintetizan los tipos de compensación del medio biótico para el proyecto L2MB a nivel de factibilidad.

Tabla 16. Tipos de compensación parar el proyecto L2MB a nivel de factibilidad

Tipo de compensación	Razón que la define	Modo de realización	Parámetro estructurante
Por tratamientos silviculturales	Intervención de árboles urbanos, definida mediante Resolución 7132 de 2011, donde se establece la compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C. y se actualiza mediante Resolución 03158 de 2021 que incluye nuevos factores para el cálculo de la compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados	Compensación por tala mínimo de 1:5 para árboles que sean talados. Tala de 623 individuos y 7 setos y el Bloqueo y traslado de 77 individuos (incluidos los árboles en veda)	Normativa de la SDA
Por afectación de individuos arbóreos en veda o en categoría especial, epífitas no vasculares	Especies silvestres amenazadas mencionadas en la Resolución 1912 de 2017. De acuerdo con los Lineamientos técnicos para la asignación de medidas de manejo por la afectación de veda de flora silvestre del MADS[16], la flora en veda no vascular, al ser organismos de tamaño pequeño y con un tipo de crecimiento agregado, la compensación no se hace por número de individuos sino por área de hábitat afectado (0,74 ha)	Compensar las 0,74 ha en forma agrupada con el Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad propuesto en el capítulo 15 del presente EIAS	Lineamientos en desarrollo según Decreto 2106 de 2019. Circular 8201-2-208 del 9 de diciembre de 2019 del MADS.
Por endurecimiento	Resolución Conjunta SDA-SDP 001 del	Compensación	Normativa de la SDA

[16] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Lineamientos técnicos para la asignación de medidas de manejo por la afectación de veda de flora silvestre. En Anexo Metodología medidas de manejo de especies de flora amenazadas, Circular 8201-2-208 del 9 de diciembre de 2019 “Lineamientos técnicos para la conservación de especies de flora en veda”, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C.: Colombia. 2019. 23 p.

Tipo de compensación	Razón que la define	Modo de realización	Parámetro estructurante
de zonas verdes	2019, donde se establecen los lineamientos y procedimiento para la compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008".	equivalente al área de zonas verdes a endurecer (387.927,86 m^2). Por definir según criterio de la SDA	
Por afectación paisajística	Artículo 15 del Decreto Distrital 531 de 2010 donde se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema.	991 árboles a plantar (871 árboles en la cobertura de pastos limpios, con una densidad de siembra de 3 x 3 m; mientras que para la cobertura de bosque ripario se estiman 120 individuos para su enriquecimiento)	No hay criterio ni normatividad asociada a las compensaciones por afectación paisajística por parte de la SDA
Compensación por pérdida de biodiversidad	Afectación de coberturas naturales de importancia (0,02 ha de Bosque de galería)	Se propone el área de amortiguación del humedal La Conejera para compensación de 0,165 ha	Manual de Compensaciones del Componente Biótico. Resolución 256 del 22 de febrero de 2018, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.13.4. Plan de compensaciòn por pérdida de biodiversidad

- El plan de compensación del componente biótico permite establecer todos los elementos técnicos, jurídicos y financieros necesarios para una compensación efectiva enmarcado en la Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).

- Este se implementará máximo seis meses después de realizar la afectación por el proyecto, en los tiempos y formas indicados por la autoridad ambiental, de acuerdo con los requerimientos legales y con el fin de asegurar que los impactos ambientales generados sean compensados. Las compensaciones se basan en una demanda de recursos naturales (véase en el Capítulo 7. Uso de recursos naturales) realizada específicamente en el área del patio taller, y por lo tanto, provocan repercusiones en los ecosistemas adyacentes.

- Conforme con las áreas compensables (0,02 ha) y los factores de compensación establecidos para cada ecosistema natural, se establece que por la alteración del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental se deben compensar 0,165 ha por la afectación de la coberturas de bosque de galería y ripario.

- A partir de un análisis normativo y ecológico y teniendo en cuenta las zonas priorizadas dentro de la Estructura Ecológica Principal (EEP) de la ciudad, se seleccionó el Humedal La Conejera para llevar a cabo las actividades compensatorias. El objetivo general es asegurar la no pérdida neta de biodiversidad de las áreas intervenidas por el proyecto mediante un plan de restauración fundamentado en estrategias de preservación y rehabilitación, con impacto positivo en la conectividad ecológica.

- Dos áreas se proponen para realizar las acciones de restauración: (1) en la zona de amortiguación de acuerdo con el Plan de manejo ambiental del humedal La Conejera, ubicadas en un área que no poseen una franja forestal protectora en la zona norte lejos de la urbanización y (2) en áreas que urgentemente requieren restauración ecológica.

- Se plantean ocho metas con sus indicadores para el monitoreo y seguimiento para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos del plan de compensación.

- El Plan de compensaciòn por pérdida de biodiversidad formulado en el presente EIAS debe compatibilizarse con el "Plan de acción de la biodiversidad" o el "Plan de Manejo de la biodiversidad" como parte de la actualización del PMAS de la L2MB que realizará el consorcio durante la construcción del proyecto L2MB.

0.14. DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES (INCLUYE MENCIÓN DE PERMISOS AUTORIZACIONES)



Se requiere la gestión y la obtención de los siguientes permisos y autorizaciones previo a la construcción del proyecto y durante la actualización del presente EIAS:

- Permiso de aprovechamiento forestal
- Permiso de levantamiento de veda
- Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad
- Compensación por endurecimiento de zonas verdes
- Presentación de los diseños paisajísticos propuestos para su implementación en el proyecto constructivo

Nota: Durante la etapa de factibilidad no se identifican necesidades de tramitar permisos de ocupación de cauce, vertimientos, capacitación., emisiones por plantas de concreto o asfalto, sin embargo si por efectos de ajustes de los diseños definitivos se identifica ésta necesidad, estos deberán ser tramitados por el Concesionario, soportados con las gestiones de seguimiento y evaluación por parte de la autoridad

0.14.1. Aprovechamiento Forestal

Para el aprovechamiento forestal del proyecto se realizó un inventario forestal entre los meses de mayo y agosto del año 2022 , censando el 100% de los individuos forestales en el área de intervención del proyecto L2MB. Como resultado se obtuvo un total de 960 individuos inventariados de los cuales están destinados para el aprovechamiento forestal 700 individuos censados y 7 Setos para un total de 707 registros a través de los 15, 6 km que se estima tiene el proyecto, tanto en las estaciones con su debida área de urbanismo, los pozos, la zona destinada para el campamento y la zona norte del patio taller predio administrado por el IDRD.

El manejo silvicultural propuesto para el arbolado urbano corresponde a la tala de 623 individuos y 7 setos, y el bloqueo y traslado de 77 individuos. En la Tabla 17 se muestran los tratamientos silviculturales propuestos para el arbolado urbano.

Tabla 17. Tratamientos Silviculturales propuestos al arbolado urbano L2MB

Vegetación arbolado urbano	Tratamiento	Número Individuos	Individuos (%)
Individuo	Bloqueo y traslado	77	10,89%
	Conservación	0	0,00%
	Tala	623	88,12%
Seto	Conservación	0	0,00%
	Tala	7	0,99%
Total general		707	100%

Fuente: UT MOVIUS 2022

El Volumen de aprovechamiento forestal total es de 637,08 m^3 que corresponde a la tala de 623 individuos y 7 setos, donde los mayores valores los aportan la especie *Eucalyptus spp*. con 384,06 m^3 y *Fraxinus chinensis* con 51,37 m^3 , los valores mínimos encontrados en volumen corresponden a especies de porte menor con un solo individuo registrado en el área de intervención como *Cestrum nocturnum* y *Citrus limonum* entre otros.

Dentro del área de intervención de la L2MB fue posible evidenciar la existencia de 73 individuos de 4 especies, que de acuerdo con la normatividad vigente, cuentan con restricciones de manejo silvicultural (Tala específicamente), 32 individuos de la especie *Ceroxylon quindiuense*, 10 de J*uglans neotropica*, 4 de *Quercus humboldtii* y 27 de *Retrophyllum rospigliosii*, que en total representan el 10,41% del censo realizado. El tratamiento sugerido para estos individuos es de bloqueo y traslado.

En el área de intervención del proyecto no se registró ningún individuo catalogado como patrimonial o de interés público para la ciudad de Bogotá D.C. según la Resolución 6971 de 2011 de la SDA.

En total el cálculo de compensación por tala de individuos y setos para la realización de obras de proyecto es de 3.758,3 IVP (Individuo Vegetal Plantado). Como indica la RESOLUCIÓN 3158 DE 2021 de la SDA en el Artículo 13. OPCIONES PARA IMPLEMENTAR LA COMPENSACIÓN. esta compensación puede ser implementada de las siguientes maneras:

1. Plantación de nuevo arbolado.
2. Plantación de arbolado de mayor porte
3. Reconversión de zona dura con el fin de generar espacios para plantación de árboles
4. Pago de la equivalencia monetaria en IVP.
5. Mixta (combinación de dos o más opciones).

0.14.2. Balance de zonas verdes.

En general, en las zonas verdes predomina la cobertura de pasto Kikuyo combinado con diferentes especies de tipo ornamental. En la Tabla 18 se relacionan los diferentes elementos constitutivos del espacio público que se distribuyen a lo largo del área de intervención superficial de la L2MB.

Tabla 18. Zonas verdes existentes en el área de intervención por obras de la L2MB

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes antes del proyecto (m^2)
Articuladores de Espacio Público	Parques (metropolitanos, zonales, vecinales y bolsillo)	5.072,72
	Plazas	
	Plazoletas	1.177,57
Circulación Peatonal y Vehicular	Corredor ecológico vial - Áreas de control ambiental de las vías urbanas.	194.000,88
	Glorietas	
	Separadores viales	1.885,08

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes antes del proyecto (m²)
Sistema Hídrico	Corredor ecológico de ronda	241.571,05
Total		443.707,30

Fuente: UT MOVIUS 2022

Con base en el análisis de zonas verdes existentes; así como, en la estimación de las áreas a endurecer y las nuevas generadas, por la implementación de los diseños urbanísticos propuestos, se realizó el balance de zonas verdes de acuerdo con lo exigido en la Resolución Conjunta 001 de 2019, donde se presentan los lineamientos y procedimientos para la compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008. En la Tabla 19 se presenta el balance de las zonas verdes por la implementación de los diseños paisajísticos de la L2MB.

Tabla 19. Balance de Zonas verdes por implementación de diseños paisajísticos de la L2MB

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes			Balance (m²)
		Antes del proyecto (m²)	A endurecer (m²)	Nuevas generadas (m²)	
Articuladores de Espacio Público	Parques (metropolitanos, zonales, vecinales y bolsillo)	5.072,72	4.878,44	0	-4.878,44
	Plazas				0,00
	Plazoletas	1.177,57	943,05	11.418,22	10.475,17
Circulación Peatonal y Vehicular	Corredor ecológico vial - Áreas de control ambiental de las vías urbanas.	194.000,88	156.099,31	1.773,23	-154.326,08
	Glorietas				0,00
	Separadores viales	1.885,08	758,99	3.131,53	2.372,54
Sistema Hídrico	Corredor ecológico de ronda[1]	241.571,05	241.571,05	0	-241.571,05
Total		443.707,30	404.250,84	16.322,98	-387.927,86

[1] NOTA: Se aclara que el corredor ecológico de ronda que reporta el JBB en el predio del patio taller, no figura como Estructura Ecológica Principal en el POT de Bogotá D.C. adoptado mediante el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021.

Fuente: UT MOVIUS 2022

El desarrollo del proyecto plantea el endurecimiento de 404.250,84 m² de zonas verdes y la generación de 16.322,98 m² de zonas nuevas. Así las cosas, la implementación de los diseños propuestos implica un balance negativo con la pérdida de 387.927,86 m2 de zonas verdes existentes. los cuales deberán ser compensados de acuerdo con lo establecido en el Documento Técnico de Soporte, Resolución Conjunta SDA- SDP N°. 001 de 2019.

0.14.3. Permiso de levantamiento de veda

Se hace la solicitud del levantamiento de la flora en veda para el polígono del área de intervención del proyecto, En el Anexo 7 - 4 Coordenadas de polígonos de levantamiento de veda, se presentan las coordenadas de los polígonos para la solicitud del levantamiento de las especies de flora en veda.

0.14.4. Permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

Aun cuando el proyecto L2MB no requiere de licencia ambiental, es necesario obtener los permisos respectivos considerados en el numeral 3 del Artículo 2.2.2.3.5.1. Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Decreto 1076 de 2015, sobre la solicitud de permisos relacionados con actividades que impliquen la recolección de especímenes de la biodiversidad y/o la demanda de recursos naturales por parte del proyecto, y para las actividades planteadas en el Plan de Manejo Ambiental

y Social del proyecto L2MB que requieren para su implementación, la colecta de muestras u organismos de flora, fauna e hidrobiológicas.

0.15. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST implementado al proyecto L2MB, se desarrolla en el marco de la Ley 1562 de 2012, Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, se alinea dentro de los términos de referencia de las especificaciones técnicas ET04 y ET05 del Estudio de impacto ambiental y social –EIAS, documento "Marco Ambiental y Social" del Banco Mundial, documento "Marco de Protección Ambiental y Social (MPAS)" del Banco Interamericano de Desarrollo, GA-MN-001 Manual de Seguimiento y Control Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo SST de la Empresa Metro de Bogotá, y demás normas aplicables.

El concesionario dentro del SG-SST y dando cumplimiento a las normas y estándares, implementará lo descrito en el Capítulo 14. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y sus anexos, de manera que minimice los riesgos asociados a las actividades propias del proyecto, se resumen de la siguiente manera:

- Cumplimiento de obligaciones SST contractuales
- Normatividad legal vigente aplicable a las actividades del proyecto
- Gestionar los recursos necesarios SST (Humanos, físicos, financieros, de estructura e infraestructura, etc)
- Se emiten condiciones laborales que servirán de guía para la implementación
- Se definen funciones y responsabilidades de los responsables del Sistema SST
- Políticas del SG-SST
- Matriz de requisitos legales y contractuales
- Plan anual de trabajo - cronograma
- Lineamientos para la implementación del comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo COPASST.
- Lineamientos para la implementación del Comité de Convivencia Laboral CCL
- Gestión de la salud (Profesiograma, evaluaciones médicas laborales, reubicación laboral, diagnóstico de salud)
- consultorio dotado para la atención médica ocupacional de los trabajadores que requieran este servicio, o implementará convenios con entidades o consultorios dotados que presten el servicio de manera exclusiva
- Programas de Vigilancia Epidemiológica PVE.
- Indicadores del SG, de accidentalidad, de seguridad vial
- Gestión de Peligros y Riesgos
- Matriz de peligros por etapas del proyecto y fases
- Gestión de amenazas (Análisis de vulnerabilidad, plan de emergencia, indicadores, responsables, recursos, etc)
- Procedimientos, formatos, actas guía de implementación
- Fichas de gestión en seguridad y salud en el trabajo

Como mecanismos guía para el concesionario, se adjuntan los siguientes anexos para su implementación:

Anexo 14 - 1 Plan de Trabajo SST
Anexo 14 - 2 Matriz de Peligros
Anexo 14 - 3 Procedimientos SGSST

- PR-01 Procedimiento Auditorías internas
- PR-02 Control y Tratamiento de NC Oportunidades de Mejora
- PR-03 Evaluaciones Médicas Laborales
- PR-04 Identificación y evaluación de requisitos legales
- PR-05 Afiliaciones SGSSS
- PR-06 Espacios confinados
- PR-07 Trabajo eléctrico seguro
- PR-08 Trabajo seguro en Alturas

- PR-09 Reporte, investigación y registro de incidentes, enfermedades laborales y eventos de tipo ambiental
- PR-10 Contratistas y proveedores
- PR-11 Acoso Laboral
- PR-12 Capacitación, inducción y reinducción
- PR-13 Petición, queja, reclamo, sugerencia, denuncias o felicitación
- PR-14 Ausentismo laboral
- PR-15 Código de conducta

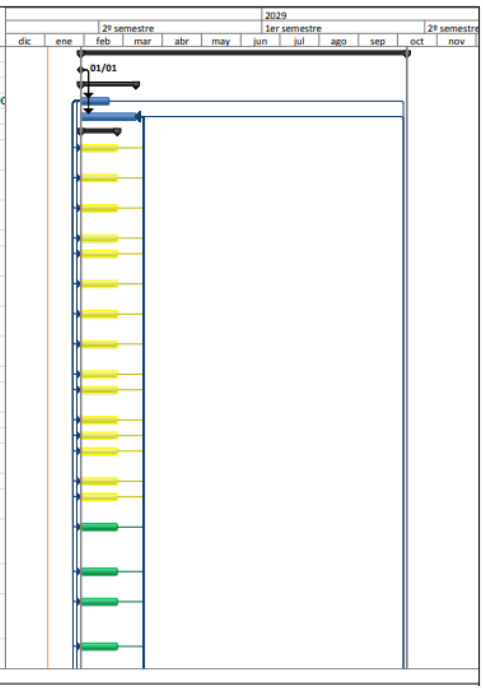
Anexo 14 - 4 Matriz de Requisitos Legales y de otra Índole L2MB 2022
Anexo 14 - 5 Presupuesto SST L2MB
Anexo 14 - 6 Plan de Emergencias
Anexo 14 - 7 Acta conformación brigadas
Anexo 14 - 8 Matriz de EPP
Anexo 14 - 9 Acta conformación CCL
Anexo 14 - 10 Acta de conformación COPASST
Anexo 14 - 11 MSDS
Anexo 14 - 12 Formato PQRSDF

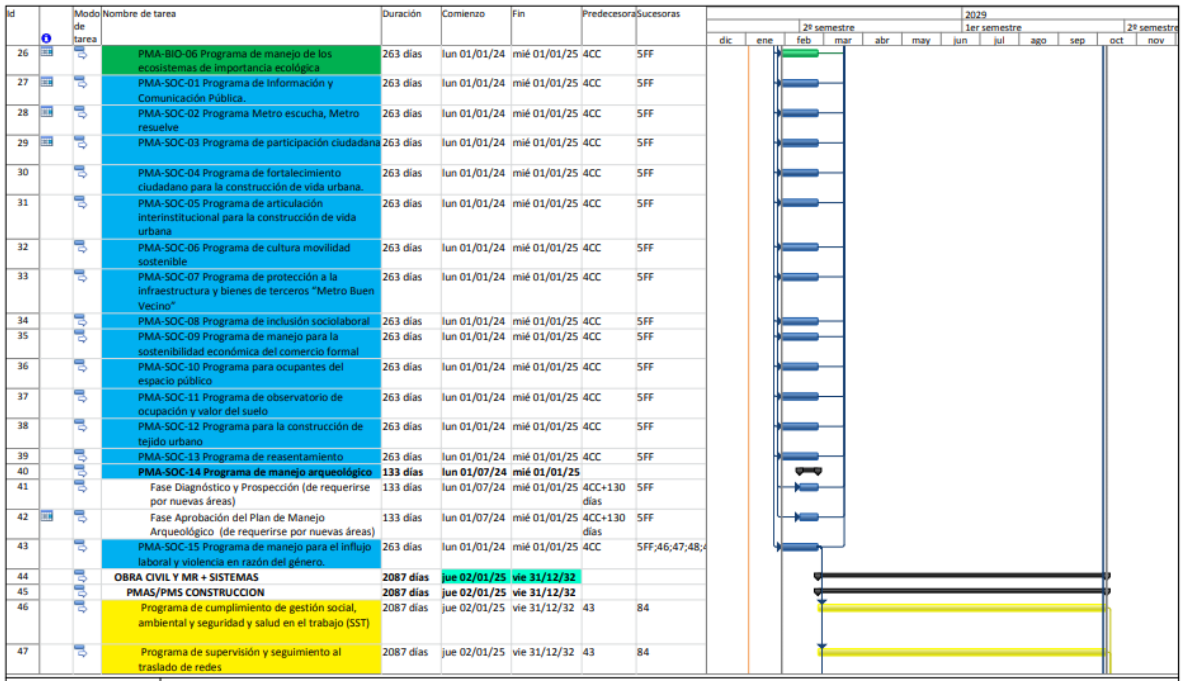
0.16. CRONOGRAMA

A continuación se presenta el cronograma del proyecto, el cual está basado el cronograma general o plan de obras del proyecto en sus tres etapas establecidas, la primera de fase previa de 1 año, la segunda de fase de construcción de 7 años y la tercera de fase operación y mantenimiento proyectada a 22 años. Para las dos primeras hay actividades que se pueden entrecruzar, no obstante para efectos del desarrollo de la implantación del PMAS y del PMS, todas las actividades son constantes en el tiempo.

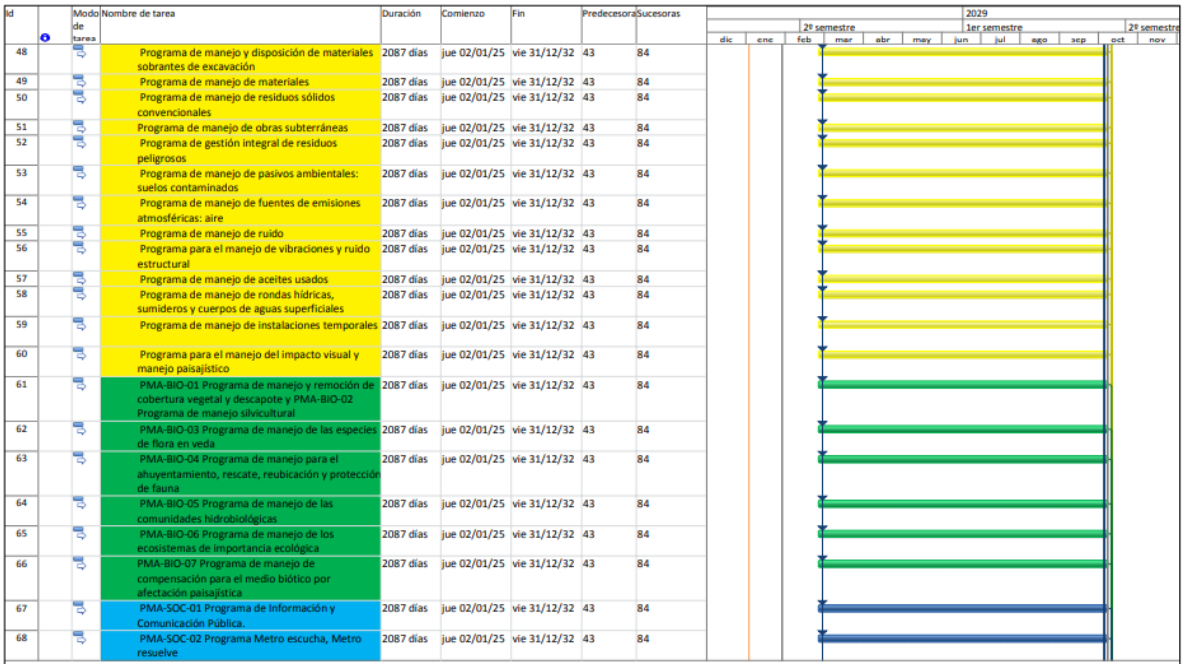
Tabla 20. Cronograma de implementación del PMAS Y PMS de la L2MB

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Sucesoras
1		**EXTENSIÓN PLMB PLAN DE OBRAS**	**2350 días**	**lun 01/01/24**	**vie 31/12/32**		
2		Acta de Inicio	0 días	lun 01/01/24	lun 01/01/24		4;5
3		**ACTIVIDADES PRELIMINARES**	**396 días**	**lun 01/01/24**	**lun 07/07/25**		
4		Actividades a desarrollar por terceros	203 días	**lun 01/01/24**	**mié 09/10/24**	2	84;7CC;8CC;9C
5		Diseño de detalle	396 días	**lun 01/01/24**	**lun 07/07/25**	2;7FF;8FF;84	
6		**PMAS/PMS FASE PREVIA**	**263 días**	**lun 01/01/24**	**mié 01/01/25**		
7		Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST)	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
8		Programa de supervisión y seguimiento al traslado de redes	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
9		Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
10		Programa de manejo de materiales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
11		Programa de manejo de residuos sólidos convencionales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
12		Programa de gestión integral de residuos peligrosos	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
13		Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
14		Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
15		Programa de manejo de ruido	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
16		Programa para el manejo de vibraciones y ruido estructural	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
17		Programa de manejo de gases efecto invernadero	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
18		Programa de manejo de aceites usados	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
19		Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
20		Programa de manejo de instalaciones temporales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
21		Programa para el manejo del impacto visual y manejo paisajístico	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
22		PMA-BIO-01 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote y PMA-BIO-02 Programa de manejo silvicultural	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
23		PMA-BIO-03 Programa de manejo de las especies de flora en veda	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
24		PMA-BIO-04 Programa de manejo para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y protección de fauna	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
25		PMA-BIO-05 Programa de manejo de las comunidades hidrobiológicas	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF

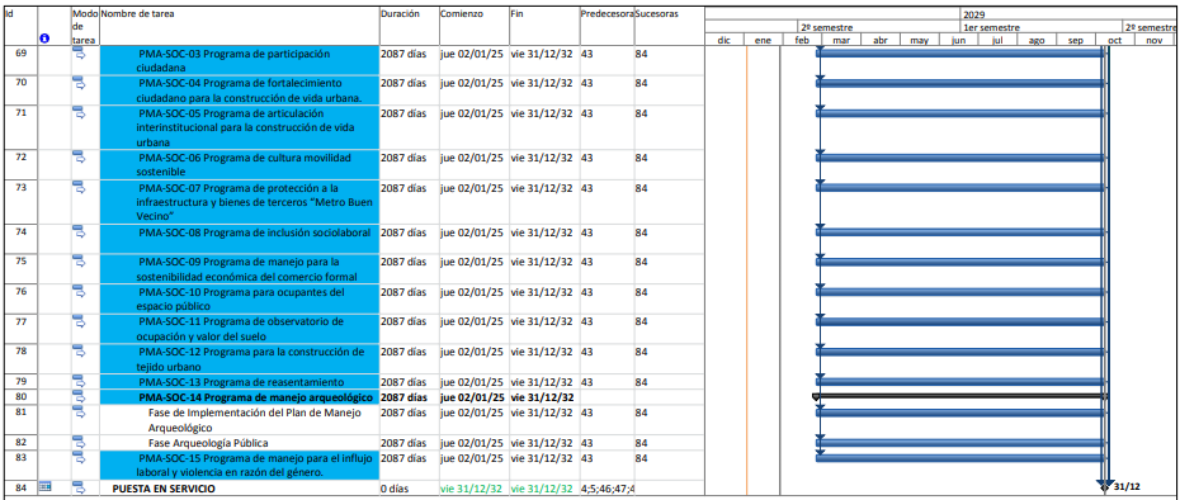




Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Sucesoras
26		PMA-BIO-06 Programa de manejo de los ecosistemas de importancia ecológica	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
27		PMA-SOC-01 Programa de Información y Comunicación Pública.	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
28		PMA-SOC-02 Programa Metro escucha, Metro resuelve	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
29		PMA-SOC-03 Programa de participación ciudadana	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
30		PMA-SOC-04 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana.	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
31		PMA-SOC-05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
32		PMA-SOC-06 Programa de cultura movilidad sostenible	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
33		PMA-SOC-07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros "Metro Buen Vecino"	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
34		PMA-SOC-08 Programa de inclusión sociolaboral	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
35		PMA-SOC-09 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
36		PMA-SOC-10 Programa para ocupantes del espacio público	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
37		PMA-SOC-11 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
38		PMA-SOC-12 Programa para la construcción de tejido urbano	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
39		PMA-SOC-13 Programa de reasentamiento	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF
40		**PMA-SOC-14 Programa de manejo arqueológico**	**133 días**	**lun 01/07/24**	**mié 01/01/25**		
41		Fase Diagnóstico y Prospección (de requerirse por nuevas áreas)	133 días	lun 01/07/24	mié 01/01/25	4CC+130 días	5FF
42		Fase Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico (de requerirse por nuevas áreas)	133 días	lun 01/07/24	mié 01/01/25	4CC+130 días	5FF
43		PMA-SOC-15 Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género.	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF;46;47;48;
44		**OBRA CIVIL Y MR + SISTEMAS**	**2087 días**	**jue 02/01/25**	**vie 31/12/32**		
45		**PMAS/PMS CONSTRUCCION**	**2087 días**	**jue 02/01/25**	**vie 31/12/32**		
46		Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST)	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
47		Programa de supervisión y seguimiento al traslado de redes	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Sucesoras
48		Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
49		Programa de manejo de materiales	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
50		Programa de manejo de residuos sólidos convencionales	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
51		Programa de manejo de obras subterráneas	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
52		Programa de gestión integral de residuos peligrosos	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
53		Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
54		Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
55		Programa de manejo de ruido	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
56		Programa para el manejo de vibraciones y ruido estructural	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
57		Programa de manejo de aceites usados	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
58		Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
59		Programa de manejo de instalaciones temporales	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
60		Programa para el manejo del impacto visual y manejo paisajístico	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
61		PMA-BIO-01 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote y PMA-BIO-02 Programa de manejo silvicultural	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
62		PMA-BIO-03 Programa de manejo de las especies de flora en veda	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
63		PMA-BIO-04 Programa de manejo para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y protección de fauna	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
64		PMA-BIO-05 Programa de manejo de las comunidades hidrobiológicas	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
65		PMA-BIO-06 Programa de manejo de los ecosistemas de importancia ecológica	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
66		PMA-BIO-07 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
67		PMA-SOC-01 Programa de Información y Comunicación Pública.	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
68		PMA-SOC-02 Programa Metro escucha, Metro resuelve	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Sucesoras
69		PMA-SOC-03 Programa de participación ciudadana	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
70		PMA-SOC-04 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana.	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
71		PMA-SOC-05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
72		PMA-SOC-06 Programa de cultura movilidad sostenible	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
73		PMA-SOC-07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros "Metro Buen Vecino"	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
74		PMA-SOC-08 Programa de inclusión sociolaboral	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
75		PMA-SOC-09 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
76		PMA-SOC-10 Programa para ocupantes del espacio público	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
77		PMA-SOC-11 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
78		PMA-SOC-12 Programa para la construcción de tejido urbano	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
79		PMA-SOC-13 Programa de reasentamiento	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
80		**PMA-SOC-14 Programa de manejo arqueológico**	**2087 días**	**jue 02/01/25**	**vie 31/12/32**		
81		Fase de Implementación del Plan de Manejo Arqueológico	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
82		Fase Arqueología Pública	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
83		PMA-SOC-15 Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género.	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	43	84
84		**PUESTA EN SERVICIO**	0 días	vie 31/12/32	vie 31/12/32	4;5;46;47;4	

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.17. PRESUPUESTO

El presupuesto se desarrolla de acuerdo a los términos de referencia aplicables para este proyecto[17], incluye el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la etapa previa, construcción y operación del Proyecto L2MB y su infraestructura asociada.

Los presupuestos incluidos, en sí mismo son los análisis de precios unitarios de cada etapa y componente, incluyen los costos correspondientes a personal, equipos, transporte, no obstante es importante tener en cuenta que muchas de las actividades involucradas hacen parte del presupuesto general de obra.

Se prevé en los costos generales del proyecto, reajustar los costos anuales con el IPC de acuerdo a las estimaciones del presupuesto general del proyecto.

En el capítulo 16 se presenta el desglose del presupuesto ambiental y social por cada una de las fases del proyecto, en la tabla siguiente se presenta el consolidado del presupuesto.

Tabla 21. Consolidado Presupuesto Ambiental y Social

[17] ET-05. Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021. Prestar los servicios de asesoría especializada de estructuración integral en los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero para el acompañamiento a la FDN en la estructuración de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO					
Estudio de Impacto Ambiental y Social L2MB					
1. PRESUPUESTO PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				TOTAL	$ 176,361,119,017
PRESUPUESTO AMBIENTAL FASE DE PRECONSTRUCCIÓN (1 AÑO)		PRESUPUESTO AMBIENTAL FASE DE CONSTRUCCIÓN (7 AÑOS)		PRESUPUESTO AMBIENTAL FASE DE OPERACION (22 AÑOS)	
PROYECCIÓN PERMISOS AMBIENTALES EN CASO DE SER REQUERIDOS	$ 300,000,000	PROYECCIÓN PERMISOS AMBIENTALES EN CASO DE SER REQUERIDOS	$ 600,000,000	PROYECCIÓN PERMISOS AMBIENTALES EN CASO DE SER REQUERIDOS	$ 220,000,000
SUBTOTAL SUBPROGRAMAS GES	$ 271,082,720	SUBTOTAL SUBPROGRAMAS GES	$ 13,939,715,760	SUBTOTAL SUBPROGRAMAS GES	$ 6,419,290,680
SUBTOTAL PROGRAMAS PMA_ABI	$ 161,259,466	SUBTOTAL PROGRAMAS PMA_ABI	$ 6,722,020,624	SUBTOTAL PROGRAMAS PMA_ABI	$ 962,276,751
SUBTOTAL PROGRAMAS BIOTICOS	$ 0	SUBTOTAL PROGRAMAS BIOTICOS	$ 3,820,658,539	SUBTOTAL PROGRAMAS BIOTICOS	$ 1,185,140,000
SUBTOTAL PROGRAMAS SOCIOECONÓMICOS	$ 23,659,477,283	SUBTOTAL PROGRAMAS SOCIOECONÓMICO	$ 83,672,469,594	SUBTOTAL PROGRAMAS SOCIOECONÓMICOS	$ 34,427,727,600
SUB-TOTAL (1+2+3+4)	$ 24,391,819,469	SUB-TOTAL (1+2+3+4)	$ 108,754,864,517	SUB-TOTAL (1+2+3+4)	$ 43,214,435,031
		COMPENSACIÓN ADICIONAL POR ENDURECIMIENTO DE ZONAS VERDES	$ 26,454,167,853		

2. PRESUPUESTO PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO				TOTAL	$ 16,678,756,415
PRESUPUESTO AMBIENTAL FASE DE PRECONSTRUCCIÓN (1 AÑO)		PRESUPUESTO AMBIENTAL FASE DE CONSTRUCCIÓN (7 AÑOS)		PRESUPUESTO AMBIENTAL FASE DE OPERACION (22 AÑOS)	
PROYECCIÓN PERMISOS AMBIENTALES EN CASO DE SER REQUERIDOS	$ 0	PROYECCIÓN PERMISOS AMBIENTALES EN CASO DE SER REQUERIDOS	$ 0	PROYECCIÓN PERMISOS AMBIENTALES EN CASO DE SER REQUERIDOS	$ 0
SUBTOTAL SUBPROGRAMAS GES	$ 10,112,601	SUBTOTAL SUBPROGRAMAS GES	$ 424,729,242	SUBTOTAL SUBPROGRAMAS GES	$ 222,477,222
SUBTOTAL PROGRAMAS PMA_ABI	$ 170,438,080	SUBTOTAL PROGRAMAS PMA_ABI	$ 8,197,220,230	SUBTOTAL PROGRAMAS PMA_ABI	$ 2,003,320,000
SUBTOTAL PROGRAMAS BIOTICOS	$ 0	SUBTOTAL PROGRAMAS BIOTICOS	$ 910,269,040	SUBTOTAL PROGRAMAS BIOTICOS	$ 2,610,190,000
SUBTOTAL PROGRAMAS SOCIOECONÓMICOS	$ 170,000,000	SUBTOTAL PROGRAMAS SOCIOECONÓMICO	$ 1,170,000,000	SUBTOTAL PROGRAMAS SOCIOECONOMICOS	$ 790,000,000
SUB-TOTAL (1+2+3+4)	$ 350,550,681	SUB-TOTAL (1+2+3+4)	$ 10,702,218,512	SUB-TOTAL (1+2+3+4)	$ 5,625,987,222

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.18. CONSULTAS Y SOCIALIZACIONES CON LAS PARTES INTERESADAS

El EIAS se elaboró a través de un proceso participativo y de consulta, con hitos durante su desarrollo como el primer momento al inicio, enfocado en la socialización del alcance, actividades, cronogramas y otros aspectos, y un segundo momento orientado a la consulta del EIAS, en que se retroalimentaron los diferentes capítulos del estudio, tales como impactos, planes de manejo y recomendaciones, con el fin de contar con un documento construido de forma participativa y colaborativa con las partes interesadas, este proceso fue continuo y contó con espacios de participación como las reuniones mensuales con los comités de participación y reuniones temáticas o extraordinarias.

El proceso inició con la identificación de las partes interesadas mediante reconocimientos en campo, revisión de información secundaria de fuentes oficiales y el apoyo de las administraciones locales, así como las entidades del distrito que desarrollan programas en las localidades , Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, por las que el proyecto discurre.

En cada uno de los momentos de participación se vinculó a los diferentes actores que hacen parte del proyecto como Administraciones locales, entidades del distrito, comunidades del área de influencia, líderes comunitarios, propietarios de predios, universidades, ONGs y grupos de interés.

Así mismo, la participación se llevó a cabo considerando diferentes niveles e intereses frente al proyecto. Las socializaciones se adelantaron con autoridades locales, convocando a las alcaldías, personerías y juntas administradoras locales de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, con entidades del Distrito con agendas o temas asociados al desarrollo de infraestructura, movilidad, patrimonio cultural, seguridad, sector económico y temas de género, así como con la personería, contraloría y veeduría Distrital.

En total se adelantaron 102 reuniones desde el nueve de diciembre de 2021 hasta el 5 de septiembre de 2022, de las cuales 51 se realizaron de forma presencial con apoyo de medios virtuales y 50 haciendo uso de plataformas virtuales, en cuanto a los procesos de consulta 47 estuvieron enfocadas a estos procesos.

El primer momento fue fundamental en el inicio de las relaciones y comunicación con las entidades distritales, las administraciones locales, sectores como la academia representada en las universidades de la ciudad, medio ambiente, juntas de acción comunal y líderes comunitarios de relevancia en el corredor. Además de los entes de control, entidades como la Secretaría de Planeación, participación y diversidad sexual y la secretaría Distrital de la Mujer se vincularon en el proyecto, no solo participando en las reuniones de socialización, sino aportando en las estrategias de participación y apoyando la convocatoria multiplicando las invitaciones con las organizaciones sociales y líderes comunitarios.

Dentro de las reuniones extraordinarias se cuentan encuentros con actores como Club los Lagartos, Mesa Humedal Juan Amarillo Tibabuyes, Mesa Humedal La Conejera, Cabildo indigéna Muisca de Suba y Comerciantes. También se realizó la caracterización de las unidades sociales de los predios ubicados en el área de infraestructura de la L2MB y se llevaron a cabo 10 reuniones con propietarios de predios.

Con respecto al Cabildo indigena Muisca de Suba, de acuerdo con los resultados de la información obtenida en la caracterización, se identifica que esta comunidad se desarrolla en el entorno urbano de la localidad de Suba, que no cuentan con un territorio titulado que se afecte por el proyecto, así mismo se identifica que no se presentan impactos sobre esta comunidad con ocasión de las obras y etapas de proyecto y adicionalmente se realiza la solicitud de procedencia de la consulta previa ante el Ministerio del Interior, quien señala que la consulta no procede. Por tanto el proyecto no considera la activación o implementación de estándares relacionados con comunidades étnicas o pueblos indígenas.

Para este segundo momento que se desarrolló en los meses de agosto y septiembre de 2022, se realizó igualmente una convocatoria por medio de la entrega de volantes distribuidos predio a predio a lo largo del corredor y en 300 m alrededor en el área de estaciones entregando más de 25.000 volantes. A su vez, se instalaron afiches informativos con los mismos contenidos del volante en lugares de alta concurrencia de la comunidad como tiendas, murales, salones comunales, entre otros. En total, se instalaron 500 afiches a lo largo del corredor, estaciones y patio-taller.

Para este segundo momento las inquietudes estuvieron concentradas en temas como los procesos de adquisición de los predios, la afectación a los inmuebles en superficie, los tiempos de ejecución del proyecto y algunas recomendaciones realizadas fueron las siguientes: Combinar los medios virtuales con los presenciales para garantizar el acceso de todos los propietario, considerar las demoliciones totales de los predios y no parciales a fin de no generar inseguridad en el sectores aledaños, considerar la coordinación interinstitucional en los zonas dónde se realizan varios proyectos del distrito como estación No. 1 con la ERU y estación No. 5 y 6 con los proyectos del IDU, retroalimentar el proyecto con las lecciones aprendidas de la adquisición predial y Plan de Reasentamiento de la Primera Línea del Metro de Bogotá, las cuales fueron consideradas en el PMAS.

Para el nivel de divulgación se entregó material impreso en el AID con datos generales, información de avance de actividades y respuesta a preguntas frecuentes de material impreso, y redes sociales como YouTube y Facebook

En cuanto a piezas de divulgación, se elaboraron y entregaron volantes y afiches de convocatoria y volantes de información relacionados con los trabajos en campo de las campañas de geotecnia, e información relacionada con las preguntas frecuentes de los actores sociales como adquisición predial y canales de atención tanto de la EMB como del consultor. En total fueron distribuidas 65.649 piezas de divulgación.

Finalmente, en cuanto a la atención a la ciudadanía, se dispuso de de canales (línea telefónica y correo electrónico de uso exclusivo para el proyecto) se aseguraron flujos de acceso para cualquier grupo de interés. Este sistema de atención social estuvo articulado con el que dispuso el Distrito para este fin, el SDQS *Bogotá te Escucha*.

En total se registraron 204 atenciones ciudadanas que fueron atendidas en su totalidad y cerradas, de las cuales el 41% son inquietudes presentadas en los encuentros de inicio de la etapa de factibilidad y el segundo momento de participación

y consulta por las personas conectadas de manera virtual por el canal YouTube, las cuales no alcanzaron a ser atendidas durante el desarrollo de los encuentros que tuvieron modalidad mixta (presencial y virtual), las atenciones telefónicas ocupan el segundo medio más usado con un 37 %, en tercer lugar se encuentra el correo electrónico y finalmente los encuentros virtuales y comités de participación con un 5.9 %

METRO BOGOTÁ

¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS


Localización

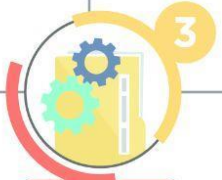

Infraestructura existente


Características del proyecto


0 RESUMEN EJECUTIVO


1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS


2 INTRODUCCIÓN


3 DESCRIPCIÓN DE PROYECTO


4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL


5 LÍNEA BASE


6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL


7 DEMANDAS, USO Y/O APROVECHAMIENTO


8 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL


Medio Físico


Medio Socioeconómico


Medio Biótico


Área de influencia


Evaluacion de Impactos


Riesgos ambientales y sociales


Impactos acumulativos


Emisiones atmosféricas


Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad


Levantamiento de flora en veda


Permiso de emisión de ruido en horiraio nocturnno, dominical


Materiales de construccion


Residuos sólidos


Aprovechamiento forestal


Geología


Geomorfología


Paisaje


Hidrología


Calidad del agua


Usos del agua


Hidrogeología


Geotécnica


Atmósfera


Aire


Dimensión demográfica


Dimensión espacial


Dimensión cultural


Dimensión Económica


Dimensión Política-Organizativa


Bienes inmuebles y muebles declarados de interés cultural


Arqueología


Ruido


Vibraciones


Estructura Ecológica Principal


Flora


Flora en veda


Fauna


Ecosistemas acuáticos


Área de influencia Directa


Área de influencia Indirecta


Servicios ecosistémicos


9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL


10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL


11 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO


12 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO


13 INFORME DE PARTICIPACIÓN


14 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



15 PLAN DE COMPENSACIÓN


16 PRESUPUESTO


17 CRONOGRAMA


18 CONCLUSIONES


19 BIBLIOGRAFÍA


20 OTROS


Reasentamiento


Partes Interesadas

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

LA BOGOTÁ que estamos construyendo

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

METRO BOGOTÁ

BOGOTÁ

Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Capítulo 1
Análisis de Alternativas

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VD

Elaborado por:

Financiera de Desarrollo Nacional

U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

TABLA DE CONTENIDO

1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

1.1. ALTERNATIVAS ANALIZADAS EN LA FASE 2 PARA LA SELECCIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN PRIORIZADO

1.2. ALTERNATIVA SELECCIONADA

1.2.1. Elementos de la Estructura Ecológica Principal

1.2.1.1. Corredores Ecológicos

1.2.1.2. Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital

1.2.1.3. Parques Urbanos

1.2.1.4. Área de Manejo Especial del Río Bogotá

1.2.2. Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua

1.2.3. Geomorfología

1.2.3.1. Patrón y densidad de drenaje

1.2.4. Geomorfología asociada a las Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).

1.2.5. Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional

1.2.6. Ruido urbano

1.2.6.1. Identificación de receptores sensibles

1.2.7. Afectación a comunidades y territorio

1.2.8. Conclusiones

2. ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Trazados definidos para alternativas de Fase 2, Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020.

Figura 2. Trazados definidos para alternativas de Fase 2, Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020.

Figura 3. Esquema general de la relación entre las fases del estudio, Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

Figura 4. Cruces cuerpos de agua – Faja de intervención

Figura 5. Unidades geomorfológicas dominantes en la Sabana de Bogotá a nivel de paisaje, sobre el mapa de sombras con elevaciones.

Figura 6. Subcuencas delimitadas para la L2MB

Figura 7. Patrón de drenaje, zonas de Ronda Hídrica y L2MB

Figura 8. Distribución de los cuerpos de agua superficial, patrón y densidad de drenaje sobre el modelo de elevación y la localización del proyecto

Figura 9. Cruce de zonas verdes alternativa 2.13. Calle 72–Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)

Figura 10. Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.13. Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)

Figura 11. Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Ambiental

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción abordaje prefactibilidad

Tabla 2. Corredores ecológicos – Faja de intervención (AID) del proyecto

Tabla 3. Área protegida en la franja de intervención (AID) del proyecto

Tabla 4. Cuerpos de agua con los que se intercepta el trazado

Tabla 5. Unidades geomorfológicas.

Tabla 6. Área de drenaje de las subcuencas

Tabla 7. Zonas verdes

Tabla 8. Resultados del indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Evaluación multicriterio de alternativas

Anexo 2. Informe ejecutivo prefactibilidad L2MB

1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En el marco del Convenio No. 068 de 2020 entre la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) y la Empresa Metro de Bogotá (EMB) se suscribió el Contrato FDN No. 033 de 2020 con la Unión Temporal UT Egis Steer – Metro de Bogotá, cuyo objeto fue la "Formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la Región Bogotá – Cundinamarca" cuya ejecución, actividades y productos fueron los siguientes:

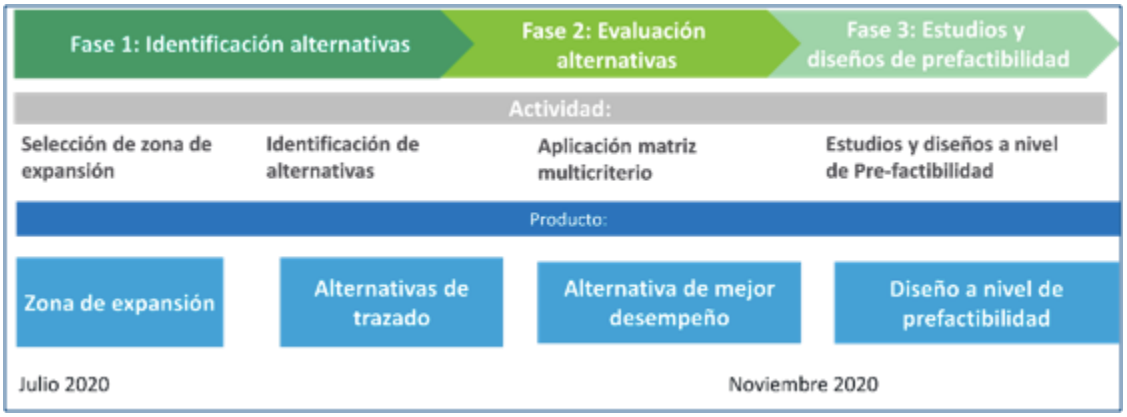


Figura 1. Trazados definidos para alternativas de Fase 2, Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020. Fuente. Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

De este estudio y en una primera fase o fase uno (1), se realizaron los análisis correspondientes para definir la zona de expansión, la cual arrojó como resultado que la localidad de Suba es la zona o cuenca de la ciudad priorizada hacia donde debería ir la L2MB.

Una vez identificada la Zona de expansión priorizada, se buscó conectar la PLMB con la Localidad de Suba, para lo cual se formularon diferentes alternativas de líneas, las cuales fueron desarrolladas en la fase dos (2) de dicho estudio; fue así como se obtuvo la línea que discurre en los corredores de la Calle 72, Av. Cali y ALO, como la alternativa de mejor desempeño o mejor calificada mediante una metodología de evaluación por medio de una matriz multicriterio.

Posteriormente se configura el nodo de terminación, mediante la incorporación de diferentes opciones de localización de patio taller y se adelantó igualmente, una evaluación multicriterio para la zona norte del trazado, incluyendo en la evaluación el tramo de la Avenida Longitudinal de Occidente ALO, entre Av. Cali y Av. Suba, el cual arrojó como resultado para el nodo de terminación, el proyecto de expansión priorizado (PMLB - T2) con terminación en el polígono denominado "Fontanar del Río", en el cual se implantará el patio-taller.

Finalmente, en la fase tres (3) del proyecto, donde se desarrollaron los estudios de prefactibilidad técnica para esta alternativa.

Finalmente, se cuenta con un informe ejecutivo (Anexo 1) donde se da cuenta de forma resumida y concreta de lo mencionado anteriormente. Los documentos finales aprobados por la Empresa Metro de Bogotá, se encuentran publicados de manera abierta en el siguiente enlace:
https://www.metrodebogota.gov.co/?q=content/estudios-nivel-prefactibilidad-la-linea-2-del-metro-bogota

Como resultado de lo anterior, a continuación, se presentan los capítulos más relevantes donde se encuentra la información relacionada con el alineamiento resultado de la prefactibilidad y los estándares socioambientales de la Banca Multilateral aplicables y que fueron considerados durante esta etapa:

Tabla 1. Descripción abordaje prefactibilidad

Tema de estándar socioambiental de la Banca Multilateral	Descripción del abordaje en la prefactibilidad	Documentos de soporte
Ecosistemas críticos	En la fase 2 del proyecto (Análisis de Alternativas) se aplicó una batería de indicadores referentes al componente de afectación ambiental que se calificó a partir de los siguientes criterios: · Elementos de la estructura ecológica principal (EPP) · Dinámica hídrica e hidráulica de los cuerpos de agua · Geomorfología del terreno · Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional · Ruido Urbano Adicionalmente de acuerdo con la zonificación ambiental establecida en esta etapa se calificaron con un atributo de frágil los humedales catalogados como RAMSAR y aquellos que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.	· Entregable 2 – Evaluación Multicriterio de Alternativas. · Entregable 5 - Identificación de problemáticas ambientales y sociales · Entregable 9 - Identificación de condiciones ambientales, sociales y prediales.
Reasentamiento de población	Dentro del análisis multicriterio realizado a las 14 alternativas de la fase 2 (evaluación de alternativas) se aplicó el criterio de "Riesgo sobre la Adquisición Predial", en el cual se le daba mayor calificación a aquella alternativa con menor cantidad de predios afectados, lo que permite suponer que se cuenta con un menor número de población sujeto de reasentamiento.	
Riesgos	El componente de riesgos se evaluó a partir de los siguientes componentes relacionados con los estándares socioambientales de la Banca Multilateral: · Riesgo geotécnico y sísmico: Se consideró el contexto geotécnico, geológico y sísmico de cada alternativa. · Riesgo Ambiental: Se identificaron sitios con riesgo de inundación y remoción en masa.	

Fuente: Adaptado FDN, 2023

Se aclara que este documento no puede tener modificaciones debido a que es un producto aprobado de un convenio ya liquidado.

A continuación se presenta como antecedentes el análisis previo, desarrollado en la prefactibilidad del proyecto, en donde se establecieron los criterios base a tenerse en cuenta en la ejecución del estudio ambiental y social, asociado a la factibilidad del proyecto de acuerdo a lo establecido en Ley 1682 de 2013.

1.1. ALTERNATIVAS ANALIZADAS EN LA FASE 2 PARA LA SELECCIÓN DEL PROYECTO DE EXPANSIÓN PRIORIZADO

Se realizó la selección de la zona de expansión de la L2MB-T1 y se identificaron 18 alternativas de trazado con la finalidad de llegar al proyecto de expansión priorizado, estas alternativas de trazado identificadas fueron analizadas en el marco de los Términos de Condiciones Contractuales – TCC y acordadas con la Empresa Metro de Bogotá EMB y la Financiera de Desarrollo Nacional – FDN, bajo la óptica de componentes como: Impacto ambiental, urbano-paisajístico, beneficios

sociales generados por el transporte y financiero, y así contar con una batería de indicadores que brindaron la información requerida para la toma de decisión por parte del Comité Técnico (FDN y EMB).

Como resultado, de la presentación de las alternativas iniciales al Comité Técnico del Contrato, se acogió la recomendación de la Consultoría y para la Fase 2, se seleccionaron: seis corredores:

1. Calle 127-Avenida. Rincón –Avenida Ciudad de Cali,
2. Calle 100 - Avenida. 68 – Calle 80
3. Canal Rionegro
4. Calle 80 - Avenida. Rincón - Avenida. Cali
5. Calle 80-Avenida Ciudad de Cali.
6. Calle 72 – Avenida Ciudad de Cali,

Asociados finalmente a 14 alternativas de trazado y combinación de tipología y conexión con la L2MB-T1. Las 14 Alternativas de trazado determinadas para la Fase 2, se encuentran analizadas en el documento, denominado “Entregable 2: Evaluación Multicriterio de Alternativas”, por medio de una matriz multicriterio suministrada por la EMB y consistente con la utilizada en la L2MB-T1, resultado de un ejercicio realizado entre el Gobierno Nacional y el Distrito.

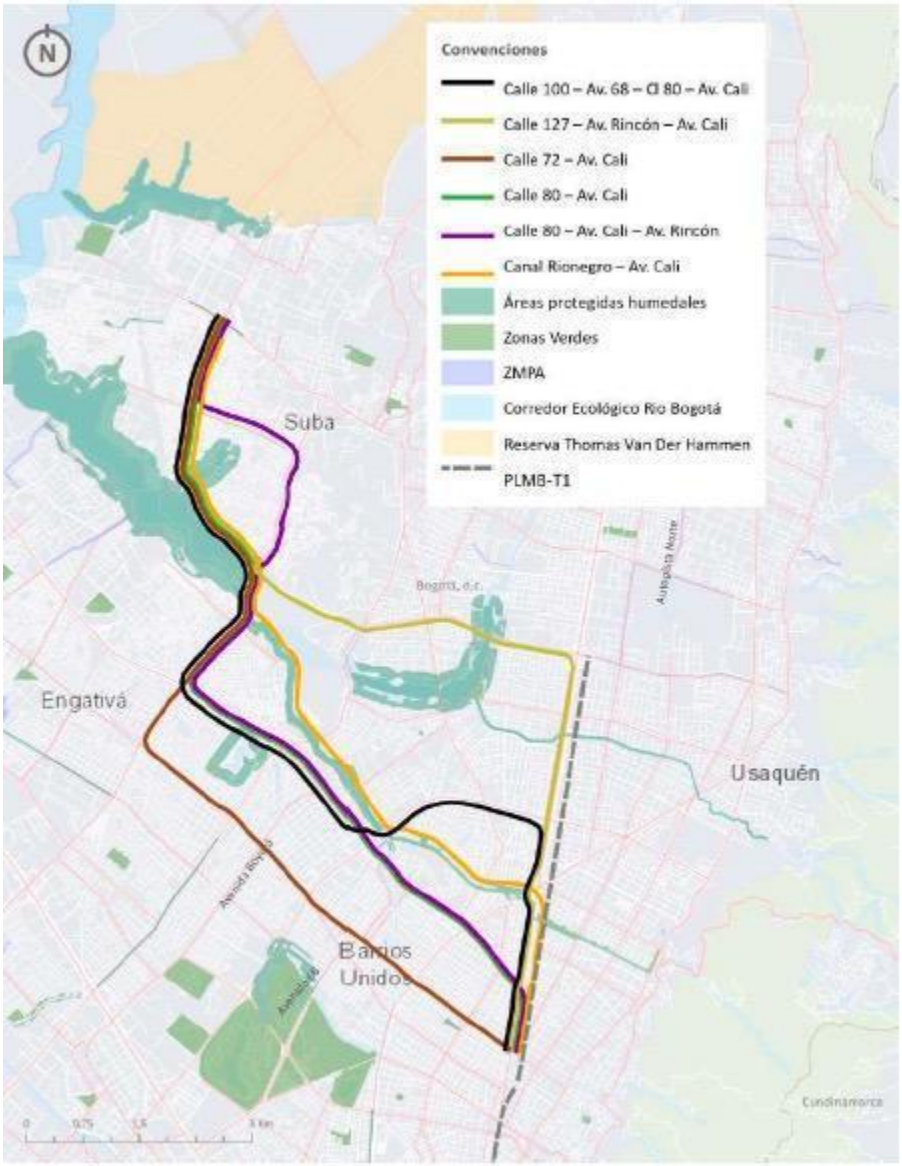


Figura 2. Trazados definidos para alternativas de Fase 2, Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020. Fuente. Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

La metodología empleada para la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño para la expansión de la L2MB-T1 en sus diferentes etapas, se enmarca en el siguiente esquema general de la relación entre las fases del estudio.

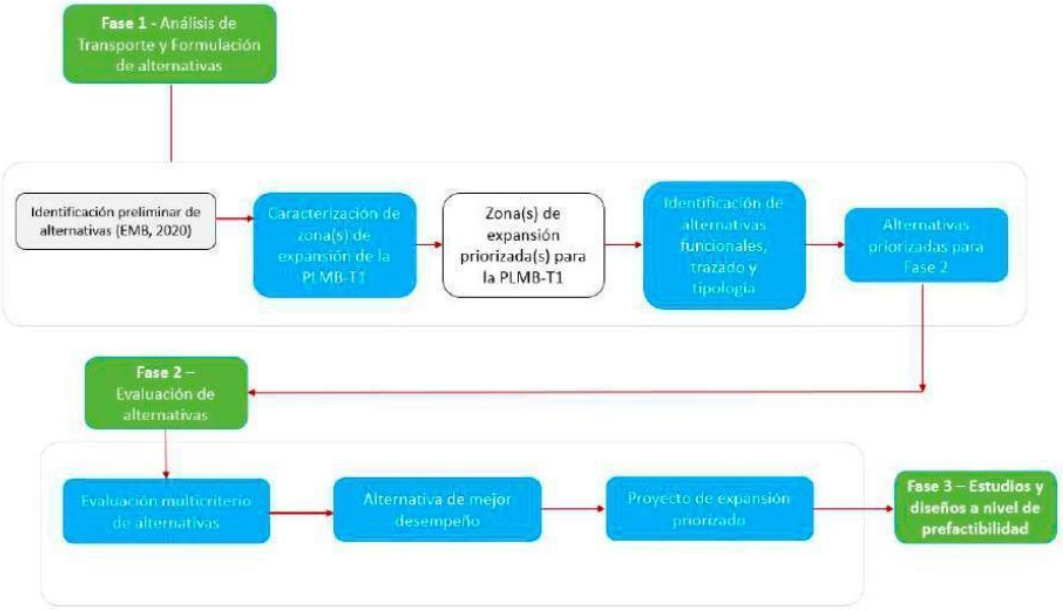


Figura 3. Esquema general de la relación entre las fases del estudio, Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

Los criterios empleados para la evaluación y selección de alternativas, fueron elaborados y presentados en la etapa de prefactibilidad, dentro de los cuales se puso a consideración, para la selección de alternativas, los impactos que pudieran presentarse en los componentes físico, ambiental, social y financiero.

A continuación se presentan de forma general los criterios tenidos en cuenta para el análisis y evaluación de cada una de las alternativas tenidas en cuenta para el proyecto. Cabe mencionar que el análisis y desarrollo de cada uno de estos criterios para las distintas alternativas, se encuentra descrito en el Anexo 1-1 Evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capitulo 4, elaborado por Egis (2020) para el FDN, en la etapa de prefactibilidad.

1. Afectación Ambiental

Restricciones ambientales que podrían impactar las alternativas propuestas acorde con el POT de Bogotá y la normativa ambiental vigente.

- Ruido Urbano: traslape con la cartografía de ruido suministrada por la SDA - Identificación de receptores sensibles.
- Elementos de la EEP: traslape de cada trazado seleccionado (Corredor de análisis de 400 metros, 200 metros a la derecha y 200 metros a la izquierda del eje de cada alternativa) con los elementos de la Estructura Ecológica Principal (Corredores ecológicos, sistemas de áreas protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Áreas de Manejo Especial del Río Bogotá).
- Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua: la posible afectación del nuevo corredor férreo en los cuerpos de agua que cruce el trazado.
- Geomorfología del terreno: Zonas verdes endurecidas.
- Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional: Traslape con zonas de importancia en biodiversidad.

2. Componente Proceso Constructivo

- Ruido y vibraciones: Generación de ruido por la construcción del sistema, Generación de vibraciones por la construcción del sistema.
- Redes: Interferencias con redes principales.
- Rendimiento: Tiempo total de construcción.
- Daño emergente y lucro cesante: Perturbaciones a vecinos comerciales.
- Perturbaciones: Perturbación en el tráfico vehicular, Perturbación en la operación del BRT.

3. Componente Urbano-Paisajístico

- Integración / Desintegración urbana: Indicador afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico; Indicador proximidad con edificaciones; Indicador impacto visual.
- Renovación urbana: Indicador potencial de generación de Espacio Público; Indicador potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios; Indicador potencial de renovación urbana.

4. Componente Afectación Social

- Afectación a comunidades y territorio: efectos que la intervención planteada o propuesta tiene sobre la comunidad en general.
- Afectación a la infraestructura o equipamiento social: cantidad de Equipamientos Sociales Comunitarios que se impactan o que se interceptan en cada una de las alternativas de trazado.
- Afectación de zonas con valor patrimonial o cultural: impactos sociales que se presentan sobre las Zonas con Valor Patrimonial o Cultural por cada alternativa.

5. Componente Beneficios Sociales

- Pasajeros transportados: demanda extra atraída por el nuevo sistema de transporte y su capacidad de movilizar pasajeros.
- Ahorros en tiempo: la incidencia del proyecto en la disminución de los tiempos de desplazamiento de los viajeros en los diferentes modos de transporte.

6. Integración

- Facilidad de conexión: Se refiere a la integración del proyecto con la red de transporte público de mayor capacidad de la ciudad (Metro, Regiotram y TransMilenio), por medio de la medición de los viajes con conexión en la red.

7. Componente Financiero

- Costos de inversión proyecto metro por km (con predios): incluyendo predios, corresponde al cálculo de los costos estimados por ratios totales de los capítulos definidos para la construcción y puesta en operación.
- Costos de operación y mantenimiento: corresponden al cálculo de los costos totales estimados con ratios para el uso, mantenimiento y reparaciones del material rodante e infraestructura, gastos en energía y agua, piezas de reemplazo, costo de mano de obra, necesarios para la operación y mantenimiento del proyecto.

8. Componente Riesgo

- Riesgo geotécnico y sísmico: loss impactos geotécnicos y sísmicos sobre las estructuras de la L2MB según su configuración constructiva (Túnel con tuneladora, túnel entre pantallas y viaducto), teniendo en cuenta el ambiente geológico, tectónico, geológico estructural y su interacción con las estructuras a adecuar.
- Riesgo de Subsidencia, derrumbes o afectación a estructuras: estimar el riesgo de cada una de las tipologías de metro evaluadas en el contexto geotécnico, geológico, hidrogeológico y sísmico de cada alternativa .

- Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros: Identificar los sitios con riesgo de inundación y remoción en masa que cruzan las alternativas propuestas.
- Riesgo sobre el cronograma: considera el rendimiento de la construcción de la L2MB en función de su configuración, ya sea subterránea o elevada y las penalidades que puede tener el cronograma por la interfaz de las obras con el contexto urbano del trazado como lo es densidad urbana, la presencia de redes, calles estrechas, entre otros.
- Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción: considera el criterio de rendimiento de la construcción de la L2MB según su configuración (subterránea o elevada) y el contexto urbano del trazado (densidad urbana, presencia de redes, calles estrechas, etc.).
- Riesgo de gestión predial: identificación de la cantidad de predios afectados por el trazado en cada una de las alternativas seleccionadas, teniendo en cuenta que, a mayor cantidad de predios es mayor la gestión predial que se debe adelantar y por lo tanto implica un mayor riesgo.
- Capacidad de gestión para la adquisición predial: Se analizan las alternativas buscando la mejor opción, identificando la que menor cantidad de predios afectados contemple.
- Riesgo financiero: determinar el nivel de riesgo global de cada alternativa combinando los niveles de riesgo de cada tipo de infraestructura respecto a sus costos de inversión y para este fin combina la ponderación de dos riesgos (geotécnico y rendimientos) y los costos del proyecto .
- Incertidumbre sobre el costo del proyecto: Se analizan las alternativas buscando la mejor opción, identificando la que mejor calificación ponderada tienen de la combinación del Riesgo geotécnico, Riesgo sobre el rendimiento de construcción y Costos de inversión.

1.2. ALTERNATIVA SELECCIONADA

Se aborda este numeral tomando como base la información recopilada y analizada en el desarrollo de la etapa de prefactibilidad, documento Evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capitulo 4, elaborado por Egis (2020) para el FDN, tomando los resultados sobre la alternativa de mejor desempeño y como unidad de análisis los indicadores que se relacionan a continuación:

- Fuentes hídricas: Cruces de agua
- Suelo: Generación de escombros durante la obra
- Paisajismo: Afectación arbórea
- Ruido y vibraciones: Generación ruido por la operación del sistema

Con la finalidad de realizar un análisis ambiental más detallado, la empresa Metro de Bogotá realizó acercamientos con la Secretaría Distrital de Ambiente y acordaron los indicadores que se evaluarían para la L2MB, los cuales se presentan a continuación, y que son objeto de este análisis:

- Elementos de la Estructura Ecológica Principal: Área de traslape con los elementos de la EEP (Corredores Ecológicos, Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá)
- Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua: Cruce con cuerpos de agua, que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.
- Geomorfología del terreno: Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).
- Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional: Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.)
- Ruido urbano: Identificación de receptores sensibles (hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros)

Otro componente considerado en la evaluación multicriterio de la selección de alternativa de mejor desempeño es la afectación social, en cuanto al criterio se consideró la afectación a comunidades y territorio, los indicadores establecidos

fueron la afectación a la infraestructura o equipamiento social: recreativa, hospitales, centros educativos, centros de salud, centros religiosos, organizaciones sociales y la afectación de zonas con valor patrimonial o comunal.

1.2.1. Elementos de la Estructura Ecológica Principal

Según el Decreto 619 del 2000 con el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital,la Estructura Ecológica Principal (EEP) tiene como finalidad la conservación y recuperación de los recursos naturales, como la biodiversidad, el aire, el agua entre otros, en general el ambiente deseable para el hombre, fauna y la flora. La EEP está conformada por las áreas protegidas del distrito capital, Parques Urbanos de escala metropolitana y zonal, corredores ecológicos, áreas de manejo especial del Río Bogotá (este análisis se hizo en el marco de la etapa de prefactibilidad tomando como base el POT de Bogotá 2004).

De acuerdo con el análisis realizado para 18 alternativas por medio de la matriz multicriterio[1], arrojó que la L2MB que inicia en la calle 72 pasa por la Av. Cali y la ALO en tipología subterránea fue la que obtuvo mejor calificación y la que tiene un menor impacto ambiental y social, siendo la mejor opción. En este recorrido hace referencia a las áreas sensibles que se pueden encontrar en los márgenes del corredor y que podrían tener algún grado de afectación en la etapa constructiva del proyecto.

El área total de intervención del proyecto reportado es de 314.337,34 m² identificando entre los elementos afectados de la EEP, al humedal Juan Amarillo entre las Áreas protegidas, a Corredores Ecológicos y sectores de Zonas de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA y de Ronda Hidráulica - RH asociados a canales, ríos y humedales.

1.2.1.1. Corredores Ecológicos

Los corredores Ecológicos son zonas verdes lineales que siguen los bordes urbanos y los principales componentes de la red hídrica y la malla vial arterial como parte del manejo ambiental de las mismas y para incrementar la conexión ecológica entre los demás elementos de la Estructura Ecológica Principal, desde los Cerros Orientales hasta el Área de Manejo Especial del río Bogotá y entre las áreas rurales y las urbanas[2].

En el desarrollo de los diseños para el proyecto se tendrá en cuenta la posible afectación a los corredores biológicos que se encuentren en la L2MB que inicia desde la calle 72, Avenida Ciudad de Cali y la ALO, con la finalidad de garantizar la protección de los mismos. Los corredores ecológicos que podrían tener alguna afectación son los asociados al humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el río Salitre con un total de 5737,48 m² en el área de influencia directa, extensión que corresponde al 1,83 % del total del área a intervenir por la SLMB. En la Tabla 2 se presentan los corredores ecológicos que podrían ser afectados por el proyecto.

Tabla 2. Corredores ecológicos – Faja de intervención (AID) del proyecto

Ubicación de corredor ecológico	Tipología del trazado del proyecto	Área (m²)
Humedal Juan Amarillo o Tibabuyes	Subterráneo	2 512,29

[1] Unión temporal Egis Steer. Metro de Bogotá. Producto 5. Identificación de problemáticas ambientales y sociales. Entregable 9. Identificación de condiciones ambientales, sociales y prediales. Mayo 2021.
[2] Ibid

Ubicación de corredor ecológico	Tipología del trazado del proyecto	Área (m²)
Río Salitre		3 225,19

Fuente: Adaptado de Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

Otros elementos de la EEP de la ciudad de Bogotá que serían intervenidos de acuerdo con el reporte del estudio del proyecto de la Línea 2 Metro de Bogotá, corresponden a sectores de Zonas de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA y de Ronda Hidráulica - RH. Con respecto a las ZMPA se encuentran asociadas al humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el canal Cafam con un área total de 1 631,33 m², área que corresponde al 0,52 % del total del área a intervenir por la L2MB.

En relación con las RH, se asocian también con el Humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el Canal Cafam, con una superficie de intervención de 1 259,04 m² que corresponde al 0,40 % del total del área a intervenir por la SLMB.

1.2.1.2. Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital

El Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital (SAP) según definición del decreto 619 del 2000, es el conjunto de espacios con valores patrimoniales naturales del Distrito Capital, la Región o la Nación. Por lo tanto, la conservación es indispensable para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital.

El reporte realizado por el estudio del proyecto L2MB señala que el proyecto cruza el brazo del Humedal Juan Amarillo, y al tratarse de un área protegida, se deberá informar a la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) con la finalidad de obtener la viabilidad ambiental del trabajo en el sector. Adicionalmente, recomiendan realizar estudios hidrogeológicos que permitan determinar si se generará algún tipo de afectación y por ende el implementar medidas de manejo pertinentes. En la Tabla 3 se presenta el área protegida que puede ser afectada por el proyecto.

Tabla 3. Área protegida en la franja de intervención (AID) del proyecto

Tipo de área protegida (POT de Bogotá, 2004)	Tipología del trazado del proyecto	Área (m²)
Parque Ecológico Distrital de Humedal: Juan Amarillo o Tibabuyes	Subterráneo	2 499,44

Fuente: Adaptado de Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

1.2.1.3. Parques Urbanos

Los parques urbanos de escala Metropolitana y los Parques de escala zonal hacen parte de la EEP principal del Distrito Capital de Bogotá.[3] El Parque urbano identificado en el área de intervención corresponde al Parque La Serena con una extensión de 2 120,00 m² que corresponde al 0,67 % del total del área a intervenir por la SLMB.

[3] Decreto 190 de 22 de junio de 2004 “Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003” que conforman el POT de Bogotá, D.C.

Los lineamientos que se deben tener presentes, entre otros, para los parques urbanos que se puedan encontrar en el trazado de la opción que inicia en la Calle 72, Avenida Ciudad de Cali y ALO son:

Que el diseño y los tratamientos que se implementen deben contar con unas condiciones propicias para el uso público, incluyendo la accesibilidad a los lugares, la circulación, seguridad, higiene, ambientación y oferta de recursos y servicios para la recreación. Adicionalmente, en la planificación, diseño y manejo de los parques se procurará la mayor conectividad ecológica entre éstos y los demás elementos de la Estructura Ecológica Principal, en especial las condiciones para el tránsito, forrajeo, refugio y anidación de las aves nativas.

1.2.1.4. Área de Manejo Especial del Río Bogotá

Con la opción de trazado propuesto se puede tener algún grado de afectación en la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación del Río Bogotá. El predio Fontanar del Río colinda con la Ronda Hidráulica del río Bogotá en el cual se desarrollará el Patio Taller. De igual forma, la zona de manejo y preservación del Río Bogotá es el área contigua a la ronda hidráulica que tiene como mínimo 270 metros de ancho, y el suelo comprendido dentro del Área de Manejo Especial del Río Bogotá, esto es, la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental del río Bogotá, es suelo de protección, con un régimen de usos establecido. Los usos prohibidos corresponden al forestal productor, la recreación activa, el minero, el uso industrial de todo tipo, y el residencial de todo tipo.

1.2.2. Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua

Esta variable hace referencia al cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.

El trazado de la opción de la Calle 72 - Avenida Ciudad de Cali cruza con los siguientes cuerpos de agua. Es importante mencionar que el cruce con estos cuerpos de agua se realizará de manera subterránea.

Tabla 4. Cuerpos de agua con los que se intercepta el trazado

Punto	Cuenca	Subcuenca	Corriente Hídrica	Localización
1	Río Bogotá	Río Salitre	Canal Salitre	Carrera 55 con calle 72
2			Canal Salitre	Av. Ciudad de Cali
3			Canal Brazo Juan Amarillo	Av. Ciudad de Cali
4			Humedal Juan Amarillo	Av. Ciudad de Cali
5			Canal Cafam	Carrera 118 con calle 142

Fuente: Adaptado de Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

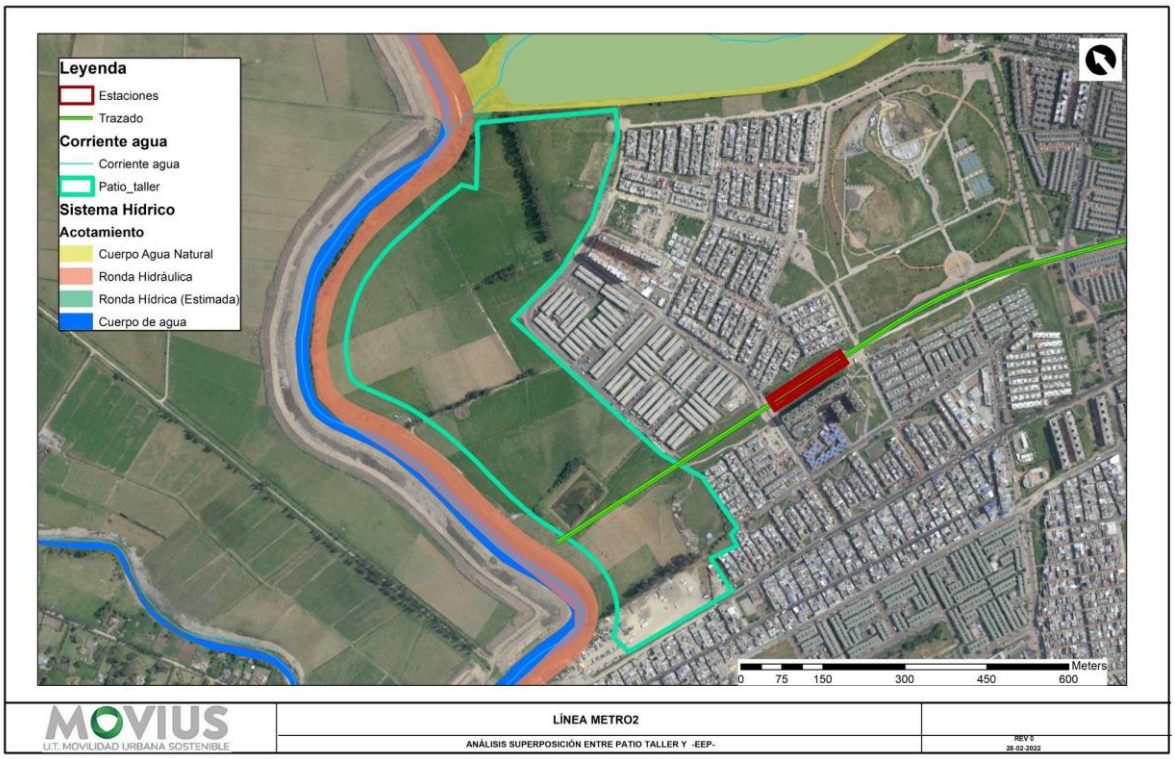


Figura 4. Cruces cuerpos de agua – Faja de intervención
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

1.2.3. Geomorfología

En el área de estudio se diferencian dos tipos de paisaje, originados en procesos geomorfológicos diferentes y que presentan geoformas características. El paisaje de montaña que está conformado por las rocas de la Formación Guaduas, cuyo ambiente morfogenético es de tipo Montañoso Estructural - Denudacional y el paisaje de planicie que incluye el relieve plano a levemente inclinado (paisaje que conforma toda el área del trazado del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá), representado por los depósitos cuaternarios cuyo ambiente morfogenético corresponde a fluvio–lacustre donde las geoformas corresponden a llanuras de inundación, abanicos, terrazas aluviales y fluvio torrenciales.

Regionalmente se puede observar en la zona de estudio dos grandes regiones geomorfológicas que corresponden a Ambiente Fluvial y Lagunar (F) y Ambiente Morfoestructural (S), Figura 5. Cada uno de estos ambientes presenta geoformas individuales genéticamente homogéneas generadas por procesos geomorfológicos de depositación natural o antrópica y erosión, identificados como unidades y subunidades geomorfológicas que se muestran a lo largo del trazado del alineamiento del túnel de la Línea 2 Metro de Bogotá, Tabla 5.

El área de influencia del proyecto L2MB, se localiza en el sector nororiental de la Sabana de Bogotá, extendiéndose principalmente desde el piedemonte de los cerros orientales al oriente, pasando cerca a los cerros de Suba hasta la margen izquierda del río Bogotá.

Los cerros que bordean el área del proyecto L2MB hacen parte del paisaje de montaña. Este está conformado por las rocas del Cretácico y del Terciario principalmente, cuyo ambiente morfogenético es de tipo Estructural – Denudacional. Contrastando con este paisaje montañoso, se tiene el paisaje de planicie que incluye el relieve plano a levemente inclinado,

representado por los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá, cuyo ambiente morfogenético corresponde a Depositacional Lacustre, Figura 5. Este paisaje ha sido afectado por intervenciones antrópicas a lo largo de la L2MB, que corresponden a la extensa cobertura urbana del distrito capital y de los municipios aledaños.

Específicamente, la morfología del proyecto L2MB, está determinada por los depósitos diferenciados en la Formación Sabana y los depósitos de llanura de inundación del río Bogotá y principales afluentes, y dentro de estos últimos zonas de humedales como remanentes en general del lago antiguo en la cual se depositaron los sedimentos de la Sabana de Bogotá. Ambas formaciones son comúnmente afectadas por diversas actividades antrópicas que cambian su percepción morfológica y su estructura a nivel superficial.

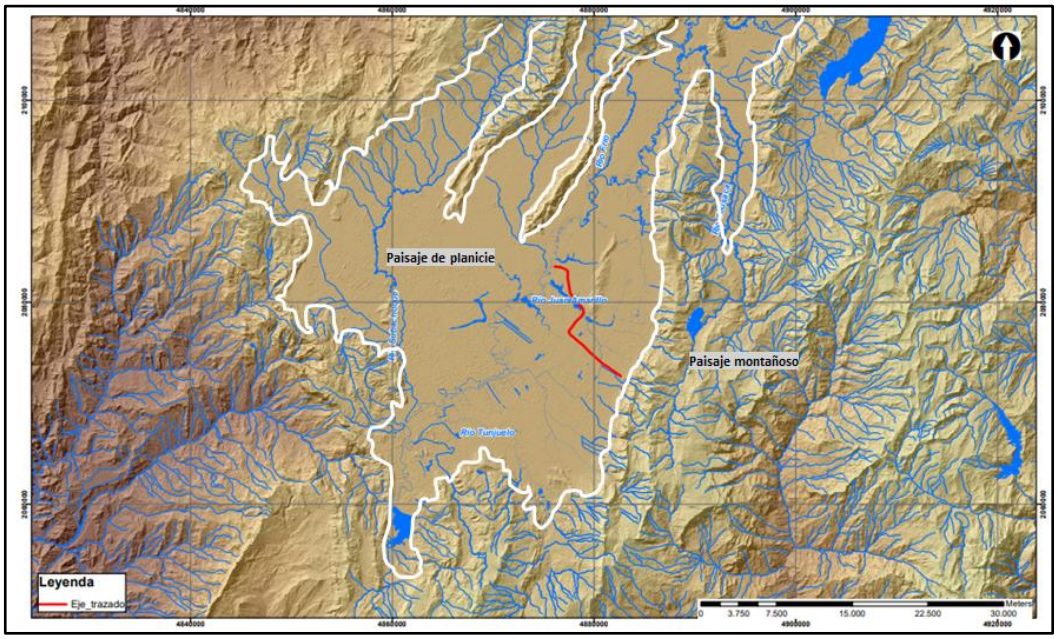


Figura 5. Unidades geomorfológicas dominantes en la Sabana de Bogotá a nivel de paisaje, sobre el mapa de sombras con elevaciones.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Se resumen las unidades geomorfológicas asociadas al proyecto:

Tabla 5. Unidades geomorfológicas.

Morfo-estructura	Provincia	Región	Relieve	Paisaje	Nomenclatura	Ambiente
Cordillera Oriental	Altiplano Cundi-boyacense	Sabana de Bogotá	Zona plana	Planicie lacustre	Fpla	Fluvial - lacustre
				Llanura de inundación aluvial	Fpi	
				Modelado de procesos antrópicos	Ant	Antrópico
			Zona Colinada	Conos y lóbulos coluvio-aluviales	Dco	Denudacional
			Zona montañosa	Sierra Anticlinal Denudada y Residual	Ssan	Estructural - Denudacional

Fuente: UT MOVIUS 2022

1.2.3.1. Patrón y densidad de drenaje

El Distrito Capital (Bogotá) se encuentra ubicado en la Sabana de Bogotá y limita por el oriente con los cerros de Monserrate (3 152 msnm.) y Guadalupe (3 260 msnm) que determinan en gran parte las características hídricas de esta área conformando la red hidrográfica de la ciudad.

El drenaje natural de estos cerros en su vertiente occidental se desarrolla a través de una gran cantidad de quebradas que se convierten en los afluentes de los principales ríos de la ciudad: Salitre, Fucha, Tunjuelo y Torca. Las cuencas de estos ríos drenan el agua de más del 90 % del área urbanizada a nivel del Distrito Capital.

De acuerdo con las subcuencas asociadas al proyecto, las áreas de drenaje se muestran en la Figura 6 y se relacionan en la Tabla 6:

Tabla 6. Área de drenaje de las subcuencas

No.	Subcuenca	A (km^2)
1	Humedal La Conejera	16,37
2	Canal Cafam	2,02
3	Cuenca 1	1,64
4	Humedal Juan Amarillo	2,17
5	Cuenca 2	1,64
6	Canal Salitre B	32,47
7	Canal Salitre Completo[4]	121,30

Fuente: UT MOVIUS 2022

[4] El Canal Salitre Completo es el conjunto del canal salitre A y Salitre B.

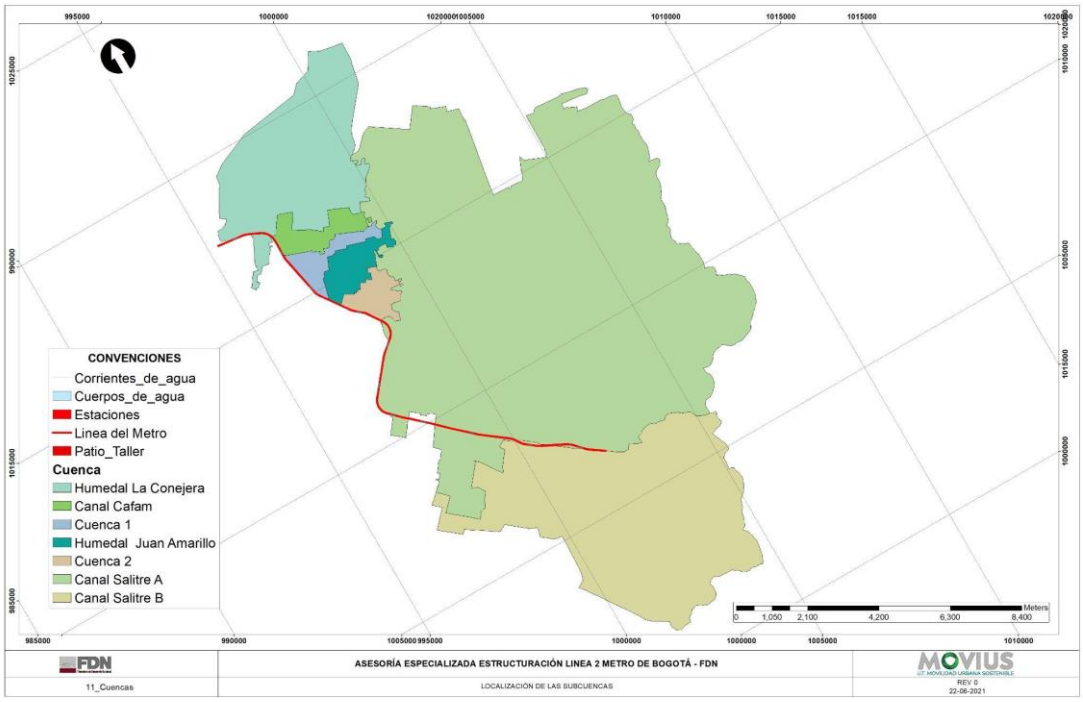


Figura 6. Subcuencas delimitadas para la L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Respecto al patrón de drenaje, el cual establece la forma como una red se aprecia en una determinada zona; son influenciados por el clima y el relieve, pero principalmente la estructura geológica subyacente resulta ser un factor clave. De acuerdo con lo anterior, se establece que para el humedal La Conejera y Cuenca 2 se determina que estas son de tipo angular, para el canal Cafam, Cuenca 1 y el canal Salitre B el patrón de drenaje es de tipo rectangular, y para la cuenca canal Salitre Completo el patrón es es rectangular y dendrítico, Figura 7 y Figura 8.

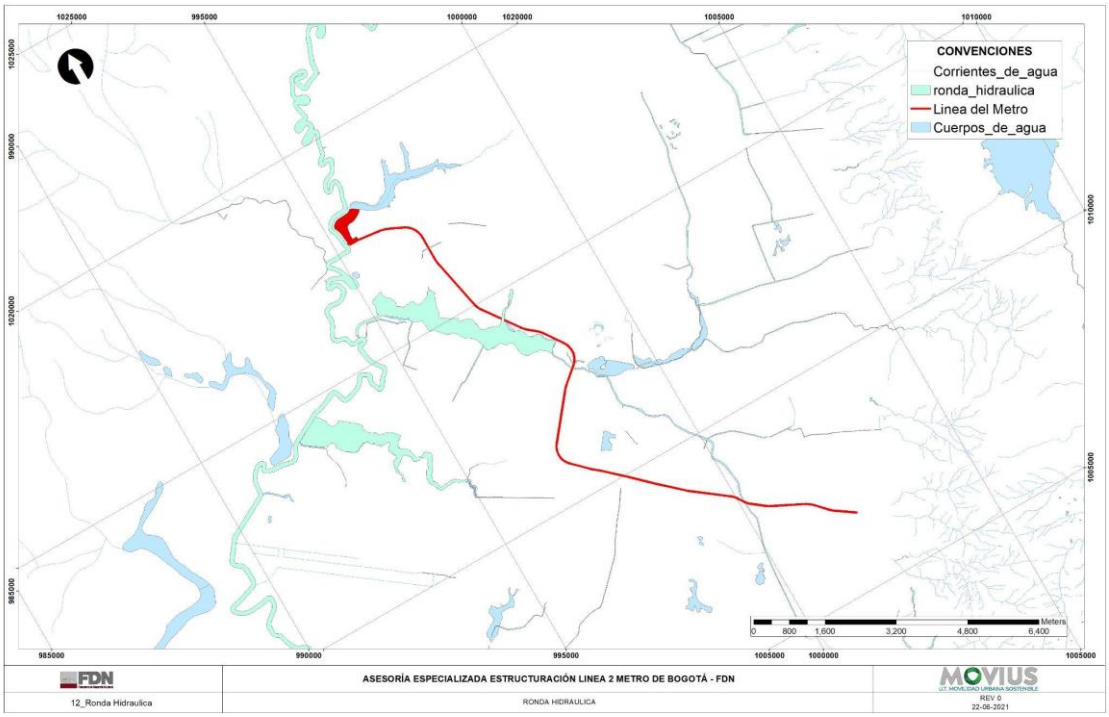


Figura 7. Patrón de drenaje, zonas de Ronda Hídrica y L2MB
Fuente: IDIGER. Ronda Hidráulica. Bogotá D.C., (2018). Modificado por UT MOVIUS 2022

La cuenca del río Juan Amarillo, comprende un área de 12 892 ha. a nivel del Distrito, distribuidas en un sector alto que presenta corrientes naturales de agua de alta pendiente sobre los cerros orientales; un sector medio que es plano y comprende gran parte del sistema pluvial de la ciudad donde se han canalizado, entubado y rectificado los cursos naturales y un sector bajo donde se encuentran cuerpos amortiguadores naturales que entregan al río Bogotá y han sido reducidos en su capacidad por acción antrópica (Hidrotec, 2000). Los cuerpos amortiguadores mencionados corresponden a los humedales de Córdoba y Juan Amarillo, con los que se protege de inundaciones a sectores aguas abajo de la entrega al río Bogotá, pero crean niveles altos de agua en sus inmediaciones.

El Humedal Juan Amarillo funciona como una laguna de amortiguamiento para el control de crecientes del Río Juan Amarillo, con forma alargada en el sentido este – oeste y anchos que oscilan entre 300 y 700 m. Está limitado al norte por la Localidad de Suba y al sur por la Localidad de Engativá. Aguas arriba lo delimita la Transversal 91 y aguas abajo la estructura de control o de salida hacia el Río Bogotá. Tiene una extensión aproximada de 222.76 ha. –según datos reportados por la Dirección de Bienes Raíces de la EAAB-, de las cuales 180 corresponden a los tercios medio y bajo, superficies cubiertas con rellenos y vegetación terrestre que limitan su capacidad de almacenamiento de agua.

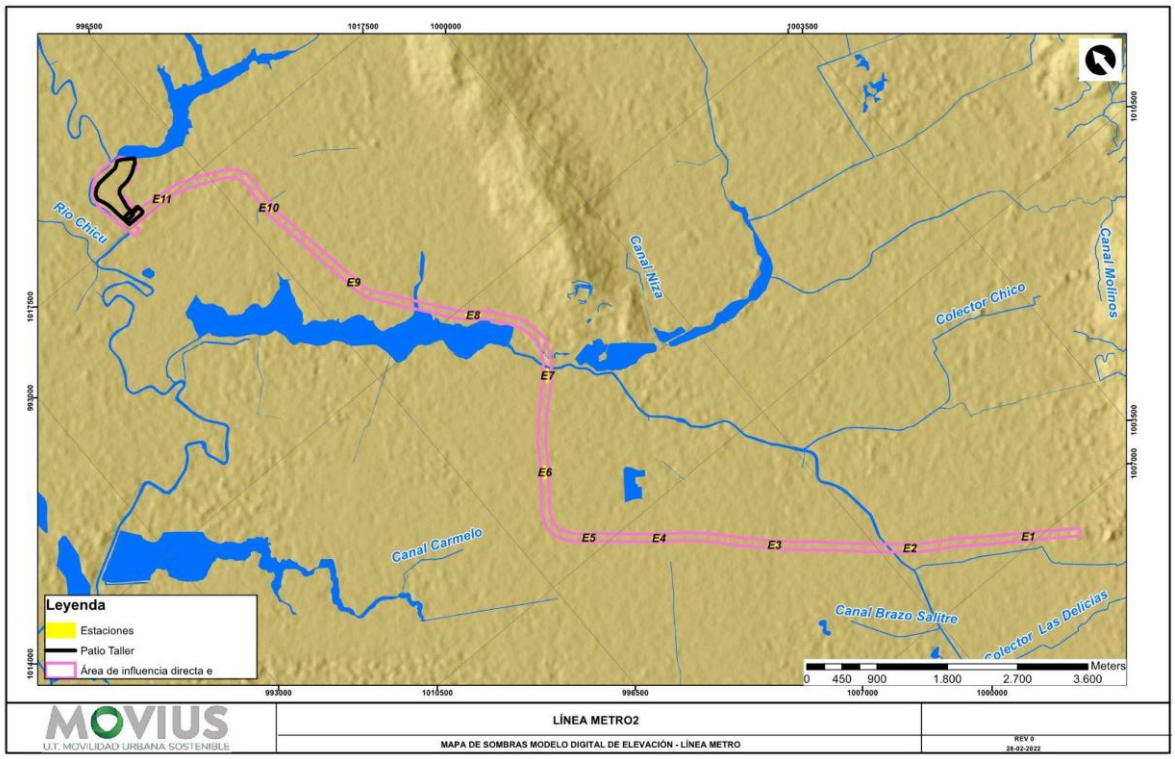


Figura 8. Distribución de los cuerpos de agua superficial, patrón y densidad de drenaje sobre el modelo de elevación y la localización del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

1.2.4. Geomorfología asociada a las Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).

Este indicador corresponde al área artificializada de traslape del trazado que se intercepta con las zonas verdes del Distrito Capital. El análisis se realizó del cruce del corredor seleccionado con la capa de zonas verdes descargada de la página del IDECA (Datos abiertos Bogotá).

De acuerdo con el análisis realizado a través de la matriz multicriterio la alternativa con la mejor puntuación corresponde a la de la Calle 72 - Avenida Ciudad de Cali, la cual tiene el menor cruce con zonas verdes (1,73 ha).

En el corredor férreo se identificaron 11 zonas verdes, las cuales se presentan a continuación en la Tabla 7 y en la Figura 9.

Tabla 7. Zonas verdes

ítem	Nombre del parque	ID Parque	UPZ
1	Nuevo Corinto (antes lech walesa)	11-239	28
2	San Fernando	12-010	22
3	Urbanización la Serena	10-690	29

ítem	Nombre del parque	ID Parque	UPZ
4	Urbanización la Española	10-746	29
5	Urbanización la Española	10-070	29
6	Almería	10-071	30
7	Urbanización Acapulco II sector	10-619	26
8	Desarrollo Villas del Rincón, desarrollo nuevo corinto (antes lech walesa)	11-623	28
9	Nuevo Corinto (antes lech walesa)	11-1036	28
10	Aures II	11-251	28
11	La Serena	10-223	29

Fuente: Adaptado de Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021

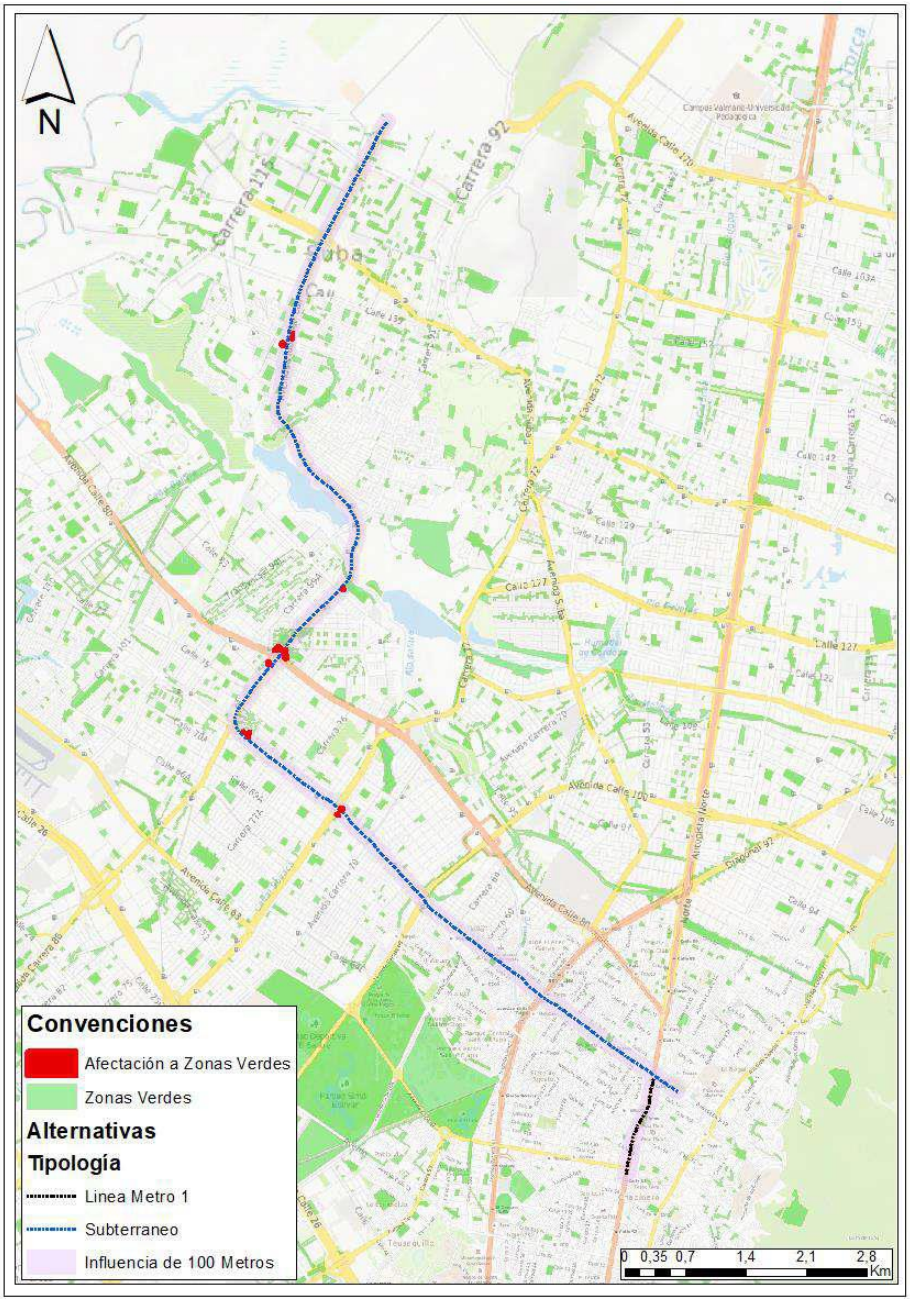


Figura 9. Cruce de zonas verdes alternativa 2.13. Calle 72–Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

1.2.5. Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional

La opción del trazado que inicia en la calle 72, Avenida Ciudad de Cali y ALO, evidenció que la tipología subterránea es la que tiene menor impacto ambiental, sin embargo, el humedal Juan Amarillo que se encuentra intervenido por la Avenida Ciudad de Cali y tiene previsto un proyecto de Transmilenio, junto a la alternativa propuesta del proyecto (Calle 72, Avenida

Ciudad de Cali y ALO) que pasa también por el brazo del humedal Juan Amarillo podría llegar a tener alguna afectación a este ecosistema. Es necesario, por tanto, presentar estudios y medidas de manejo pertinentes que garanticen la conectividad ecológica que este ecosistema brinda.

El Humedal Juan Amarillo tiene entre las funciones ecológicas, la regulación de niveles freáticoss, la protección de hábitat de la fauna y de la flora silvestres, y el control de inundaciones mediante el manejo natural de las aguas lluvias, con elementos importantes a nivel paisajístico.

1.2.6. Ruido urbano

Se entiende como afectación por ruido al ambiente, cuando estos ruidos trascienden la propiedad privada e impactan de manera negativa y extralimitando los estándares máximos permisibles - Resolución 0627 de 2006. Los cuales, están ligados al uso del suelo, esto quiere decir que estos estándares dependen de si la reglamentación urbanística cataloga el suelo, como residencial, comercial, industrial, rural. Asimismo, la normativa ambiental vigente en materia de ruido califica el uso del suelo, según su uso más restrictivo, así las cosas, si el uso está catalogado como residencial con algunas actividades comerciales permitidas, la evaluación del impacto ambiental por emisión de ruido se realiza, en este caso, para el uso más restrictivo es el residencial".

Para la evaluación de este criterio se tuvo en cuenta la cartografía para la Población Urbana Afectada por Ruido (PUAR) y la cartografía de conflicto por uso en la cual se encuentra la siguiente clasificación:

- Sectores A. (Tranquilidad y Silencio), áreas urbanas donde estén situados hospitales, guarderías, bibliotecas, sanatorios y hogares geriátricos.
- Sectores B. (Tranquilidad y Ruido Moderado), zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, parques en zonas urbanas, escuelas, universidades y colegios

1.2.6.1. Identificación de receptores sensibles

La identificación de los receptores se realizó a través del cruce de las alternativas evaluadas con la cartografía de ruido suministrada por la SDA.

La alternativa con mejor puntuación es la alternativa calle 72 – Avenida Ciudad de Cali – Mixta (Línea nueva), seguida por la alternativa de la calle 72 - Avenida Ciudad de Cali Subterránea.

En la Figura 10 se presentan los receptores sensibles para la alternativa subterránea.

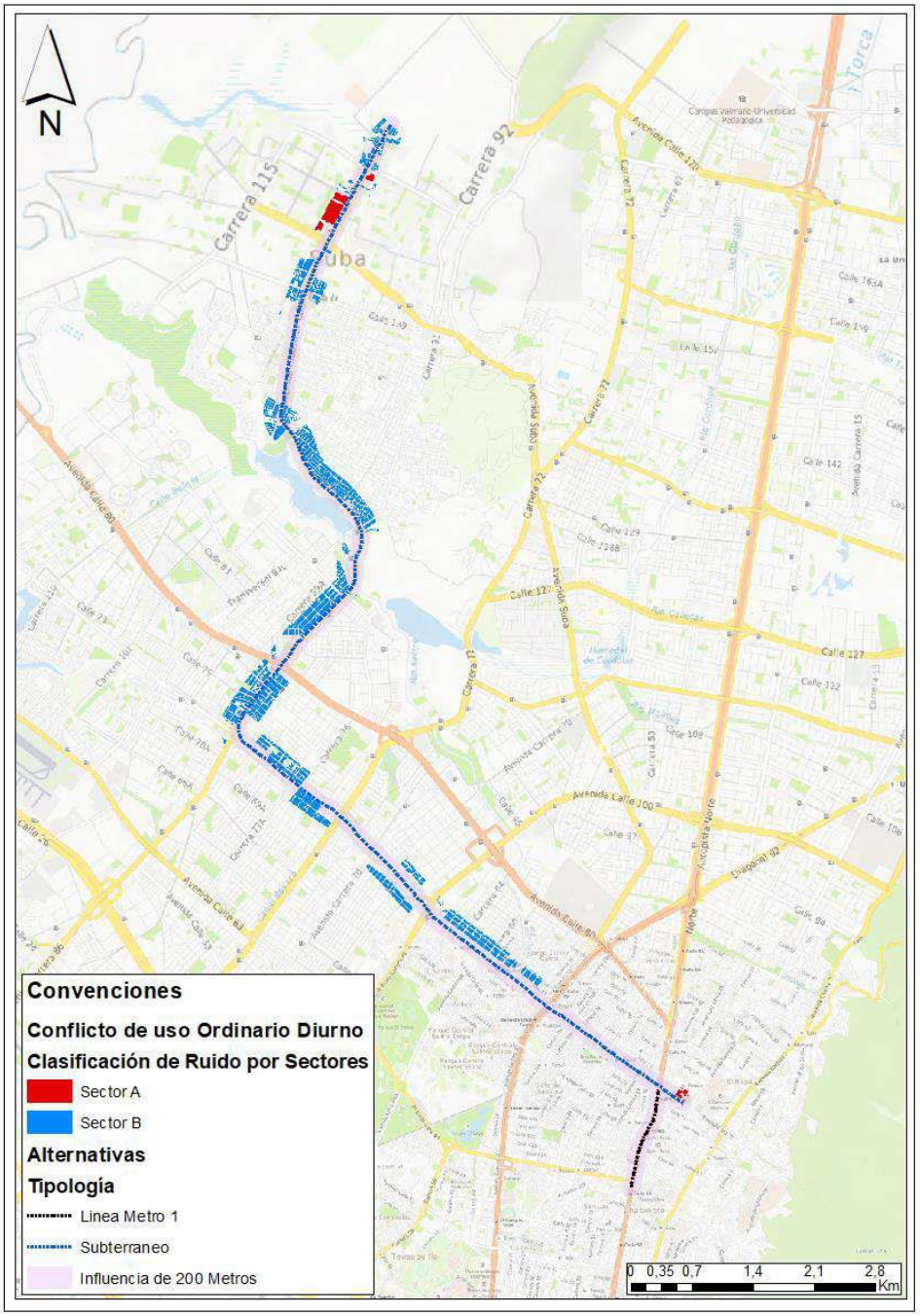


Figura 10. Identificación de Receptores Sensibles. Alternativa 2.13. Calle 72 – Av. Cali – Subterránea (Línea nueva)
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

1.2.7. Afectación a comunidades y territorio

Para la prefactibilidad la EMB determinó un único criterio que se denomina “Afectación a comunidades y territorio” con

dos indicadores: afectación a comunidades y territorio y afectación a la infraestructura o equipamiento social.
Para el primer indicador los estudios de prefactibilidad se plantearon las siguientes consideraciones:

1. Minimizar la afectación social y la reducción de los riesgos que ello involucra, a partir del aprovechamiento de las oportunidades presentadas, buscando con ello reducir en la medida de lo posible los impactos negativos y potenciar los impactos positivos. De esta manera se contribuye al mejoramiento de las relaciones con las comunidades y con otros grupos de Interesados (Stakeholders) del proyecto.
2. Consideración de afectaciones parciales o totales a predios sin importar la categoría que cada uno de estos predios presente, entre las que se pueden determinar: predios particulares (o privados), predios oficiales, predios públicos entre ellos BIC.
3. De acuerdo con los trazados que presentan cada una de las catorce alternativas aprobadas para esta segunda fase, se establece que ellas están trazadas en cuatro de las veinte localidades. Localidad de Chapinero, la localidad de Engativá, la localidad de Suba y la localidad tres de Barrios Unidos.
4. Consideraciones sobre la adecuación de la oferta de equipamientos en relación con su localización y la demanda y se menciona en la prefactibilidad la conformación de una red jerarquizada, que permita la localización de nuevos equipamientos de alta jerarquía principalmente en las centralidades, localización de nuevos equipamientos de escala urbana y zonal principalmente en las Unidades de Planeamiento Zonal de mejoramiento Integral.

Para la evaluación de este criterio en la etapa de prefactibilidad se realizó una selección de los elementos que se interceptan con la zona de influencia determinada, la identificación se realizó para cada alternativa por separado.

El segundo criterio considerado es la afectación a la infraestructura o equipamiento social, en el que se revisaron las categorías a fin de establecer las afectaciones de acuerdo con la alternativa:

- Equipamientos para la Cultura (Bienes de Interés Cultural y Patrimonial del ámbito Nacional y Distrital)
- Equipamientos para la Educación
- Equipamientos para la Salud
- Equipamientos para Bienestar Social
- Equipamientos para la Recreación, Deportes y Parques
- Equipamiento para Cultos Religiosos
- Equipamientos para Servicios de Administración Pública y Servicios Básicos
- Equipamiento para la Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia

Tabla 8. Resultados del indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Indicador Afectación a la infraestructura o equipamiento social
2.01	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Extensión	36
2.02	Calle 127–Av. Rincón–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	36
2.03	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Extensión	27
2.04	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	27
2.05	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Extensión	9
2.06	Calle 100–Av. 68–Cl 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	9
2.07	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Extensión	8
2.08	Canal Rionegro–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	8
2.09	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	20
2.10	Calle 80–Av. Cali–Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	15
2.11	Calle 80–Av. Cali	Elevada	Línea nueva	13
2.12	Calle 80–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	7
2.13	Calle 72–Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	8
2.14	Calle 72–Av. Cali	Mixta	Línea nueva	12

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

En cuanto a la afectación de zonas con valor patrimonial o comunal de acuerdo con los resultados de la prefactibilidad, de las 14 alternativas definidas, se identificaron tres equipamientos que corresponden al colectivo de Equipamientos para la Cultura.

Con respecto a la valoración de alternativas la Alternativa 2.12 presenta el menor número de equipamientos sociales comunitarios, siete que se pueden ver afectados a futuro por el proceso constructivo y se anota en el estudio que esta alternativa no afecta ninguno de los equipamientos con valor patrimonial y cultural.

1.2.8. Conclusiones

La alternativa de la Calle 80 - Av. Cali - Av. Rincón (Subterránea) es la alternativa con mayor puntaje entre las alternativas evaluadas, independientemente de su tipología. En segundo lugar, se encuentra la Calle 80 – Av. Cali- Av. Rincón (Elevada). A continuación, se observan los resultados por componente. Estos resultados se ordenan en orden descendente de puntaje para ese componente Afectación Ambiental:

Alt	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Puntaje
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Subterránea	Línea nueva	94,6
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Línea nueva	92,9
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	77,6
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	74,1
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	72,0
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	72,0
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	71,4
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	69,0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	65,4
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	21,1

Figura 11. Resultados del análisis de alternativas para el Componente Afectación Ambiental
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá,Entregable 2 – Evaluación multicriterio de alternativas. 2020

De acuerdo con la metodología desarrollada para la evaluación de la "matriz multicriterio", Evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capitulo 4, elaborado por Egis (2020), en la cual se encuentran los componentes, criterios e indicadores que deben ser evaluados para determinar la "Alternativa de mejor desempeño", en donde se incluyeron porcentajes de cada una de éstas y tomando como referencia la metodología del documento de "Estudio de alternativas para optimizar el diseño de la L2MB - L2MB-SYS-DOC-TOD- 0300-0C", la alternativa con la mejor calificación de las catorce (14) alternativas estudiadas corresponde a la alternativa Calle 72 – Avenida Cali, Línea nueva tipología mixta".

La alternativa de mejor desempeño de acuerdo con el análisis se caracteriza por tener índices superiores al promedio en los siguientes criterios, que representan el 56,8% del total de la ponderación de la matriz:

- Traslape con zonas de importancia en biodiversidad
- Identificación de receptores sensibles
- Tiempo total de construcción
- Perturbación en la operación del BRT
- Potencial de generación de Espacio Público

- Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios
- Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico
- Impacto visual
- Afectación a la infraestructura o equipamiento social
- Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal
- Pasajeros transportados (HP)
- Facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT
- Costos de operación y mantenimiento
- Riesgo de Subsidencia, derrumbes o afectación a estructuras
- Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción

Es importante mencionar, que dentro de la concepción del proyecto, la construcción y operación de la subestación eléctrica, estará a cargo del proveedor de energía que corresponda, por lo que estará bajo su responsabilidad el manejo de los impactos y riesgos que la construcción y operación que este sistema genere, así como también la coexistencia de este con el proyecto Línea 2 Metro de Bogotá.

El documento del análisis de alternativas se puede consultar en el Anexo. 1-1 Evaluación multicriterio de alternativas. del presente estudio

2. ANEXOS

Anexo 1 Evaluación multicriterio de alternativas
Anexo 1. Informe ejecutivo prefactibilidad L2MB

METRO BOGOTÁ

¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

2. INTRODUCCIÓN



FDN Financiera de Desarrollo Nacional

LA BOGOTÁ que estamos construyendo

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

METRO BOGOTÁ

BOGOTÁ

Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Capítulo 2
Introducción

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VD

Elaborado por:

Financiera de Desarrollo Nacional

U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

Rev. D 10-02-2023

TABLA DE CONTENIDO

8

2. INTRODUCCIÓN ¡Error! Marcador no definido.

2.1. GRADO DE INCERTIDUMBRE EN LOS MÉTODOS DE RECOLECCIÓN , MECANISMOS , PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO. 19

2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO 20

2.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL 109

2.3.1. Generales 109

2.3.2. Específicos 20

2.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 22

2.4.1. Actividades sujeto de estudio 24

2.4.2. Etapas y fases del proyecto 26

2.4.2.1. Actividades previas 26

2.4.2.2. Actividades de construcción 26

2.5. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES 27

2.5.1. Justificación 27

2.5.2. Antecedentes 27

2.5.3. Lecciones aprendidas 38

2.5.4. Marco Legal e institucional 38

2.6. METODOLOGÍA 39

2.6.1. Caracterización ambiental 39

2.6.1.1. Área de Influencia 39

2.6.1.1.1. Definiciones. 112

2.6.1.1.2. Área de Influencia preliminar 41

2.6.1.1.2.1. Desarrollo Metodológico. 41

2.6.1.1.2.2. Identificación preliminar de impactos. 113

2.6.1.1.2.3. Taller de especialistas. 44

2.6.1.1.2.4. Resultados - Área de Influencia Preliminar Identificada 44

2.6.1.1.3. Área de influencia final 44

2.6.1.1.3.1. Desarrollo metodológico. 44

2.6.1.2. Medio Físico 45

2.6.1.2.1. Geología 45

2.6.1.2.2. Geomorfología 46

2.6.1.2.2.1. Análisis Multitemporal 47

2.6.1.2.2.2. Morfometría 47

2.6.1.2.2.3. Zonificación susceptibilidad ocurrencia de los fenómenos de erosión y remoción en masa - ZRM 48

2.6.1.2.3. Suelos 49

2.6.1.2.4. Calidad del agua 50

2.6.1.2.5. Hidrología 61
2.6.1.2.6. Hidrogeología 62
2.6.1.2.6.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC 63
2.6.1.2.6.2. Modelo hidrogeológico numérico - MHN 69
2.6.1.2.7. Usos y usuarios del agua 69
2.6.1.2.8. Geotecnia 70
2.6.1.2.9. Atmósfera 71
2.6.1.2.9.1. Meteorología 71
2.6.1.2.9.2. Calidad del aire 72
2.6.1.2.10. Paisaje 74
2.6.1.2.10.1. Calidad del ruido 74
2.6.1.2.11. Vibraciones 75
2.6.1.3. Medio Biótico 76
2.6.1.4. Medio Socioeconómico 78
2.6.1.4.1. Inventario social del comercio formal del Área de Influencia Directa 80
2.6.1.4.1.1. Instrumentos metodológicos 80
2.6.1.4.1.2. Desarrollo operativo de la estrategia 80
2.6.1.4.1.3. Recurso humano 80
2.6.1.4.1.4. Recursos físicos 80
2.6.1.4.2. Inventario social de las organizaciones sociales, mediante fichas territoriales AID 81
2.6.1.4.2.1. Instrumentos metodológicos 81
2.6.1.4.2.2. Recurso humano 82
2.6.1.4.2.3. Recursos físicos 82
2.6.1.4.3. Inventario de actores clave de la población del AID, mediante talleres por dimensión (demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa). 82
2.6.1.4.3.1. Instrumentos metodológicos 84
2.6.1.4.3.2. Desarrollo operativo de la estrategia 85
2.6.1.4.3.3. Recurso de personal 85
2.6.1.4.3.4. Recursos físicos 85
2.6.1.4.4. Inventario de actores clave, mediante entrevistas 86
2.6.1.4.4.1. Instrumentos metodológicos 86
2.6.1.4.4.2. Recurso humano 86
2.6.1.4.4.3. Recursos físicos 87
2.6.1.4.5. Inventario social de la población a reasentar - unidades sociales y unidades económicas. 87
2.6.1.4.5.1. Instrumentos metodológicos 87
2.6.1.4.5.2. Desarrollo operativo de la estrategia 87
2.6.1.4.5.3. Recurso humano 89
2.6.1.4.5.4. Recursos físicos 89
2.6.1.4.6. Programa de arqueología preventiva 89
2.6.1.4.6.1. Instrumentos metodológicos 89
2.6.1.4.6.2. Desarrollo operativo de la estrategia 90

2.6.1.4.6.3. Recurso humano 91
2.6.1.4.6.4. Recursos físicos 91
2.6.2. Zonificación Ambiental 91
2.6.2.1. Áreas definidas para el análisis de la sensibilidad ambiental 92
2.6.2.2. Categorías de análisis de la sensibilidad ambiental 94
2.6.2.3. Procedimiento para zonificación ambiental - Metodología 95
2.6.2.3.1. Definición de los factores - atributos de zonificación. 96
2.6.2.3.2. Categorización de la sensibilidad 97
2.6.2.3.3. Superposición de información temática y obtención de planos intermedios. 98
2.6.2.3.4. Segunda superposición de mapas. 102
2.6.2.3.5. Taller de especialistas 104
2.6.2.3.6. Presentación de los resultados. 104
2.6.3. Demandas 105
2.6.3.1. Aguas superficiales y subterráneas. 105
2.6.3.2. Vertimientos 105
2.6.3.3. Ocupación de cauce 105
2.6.3.4. Aprovechamiento Forestal 106
2.6.3.5. Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad 106
2.6.3.6. Emisiones atmosféricas 106
2.6.3.7. Materiales de Construcción 106
2.6.4. Evaluación de Impactos 106
2.6.4.1. Identificación y evaluación de impactos 106
2.6.4.2. Riesgos 107
2.6.4.3. Impactos acumulativos 108
2.6.5. Zonificación de manejo 108
2.6.6. Plan de Manejo Ambiental y Social 111
2.6.7. Plan de Seguimiento y Monitoreo 115
2.6.8. Plan de Gestión del Riesgo 115
2.6.9. Lineamientos de participación 116
2.6.10. Seguridad y Salud en el Trabajo 116
2.6.11. Requisitos de las entidades multilaterales 117
● 2.6.12. Norma de desempeño sobre sostenibilidad ambiental y social del Banco Mundial BM 117
● 2.6.13. Normas de desempeño ambiental y social Corporación Financiera Internacional IFC 117
● 2.6.14. Marco de protección Ambiental y Social (MPAS) - Estándares de Desempeño Socio Ambiental del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 118
2.6.15. “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad" 118
2.7. PROFESIONALES 119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización proyecto L2MB

Figura 2. Proyecto de Expansión Priorizado

Figura 3. Esquema de definición de áreas de influencia

Figura 4. Plazo del contrato

Figura 5. Esquema metodológico MHC

Figura 6. Balance hídrico del proyecto.

Figura 7. Metodología GOD Para Evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los Acuíferos

Figura 8. Variables temáticas involucradas en el geoprocesamiento metodológico GOD para el área de la modelación

Figura 9. Rango de clasificación de la sensibilidad ambiental

Figura 10. Algebra de mapas

Figura 11. Ejemplo obtención de la sensibilidad ambiental en el territorio del área de influencia del proyecto

Figura 12. Explicación gráfica de la superposición de información de sensibilidad.

Figura 13. Migración de atributos desde la zonificación ambiental a la zonificación de manejo

Figura 14. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Exclusión en la zonificación de manejo

Figura 15. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Intervención con restricciones en la zonificación de manejo

Figura 16. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacía categoría de intervención en la zonificación de manejo

Figura 17. Jerarquía de mitigación de los planes de manejo

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distancias por tipología constructiva

Tabla 2. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario sin proyecto

Tabla 3. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario con proyecto

Tabla 4. Características generales de las alternativas analizadas

Tabla 5. Alternativas evaluadas en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño

Tabla 6. Actividades para el análisis de impactos del proyecto

Tabla 7. Impactos generados por el Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá

Tabla 8. Categorización de las pendientes del terreno

Tabla 9. Parámetros a analizar.

Tabla 10. Clasificación del índice de Langelier

Tabla 11. Clasificación de los cuerpos de agua según su alcalinidad total.

Tabla 12. Variables y ponderación para el caso de 5 variables

Tabla 13. Variables y ponderación para el caso de 6 variables

Tabla 14. Ecuaciones para cálculo del Índice utilizado en el ICA

Tabla 15. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

Tabla 16. IACAL DBO

Tabla 17. IACAL diferencia entre DBO y DQO

Tabla 18. IACAL sólidos suspendidos totales.

Tabla 19. IACAL nitrógeno total

Tabla 20. IACAL fósforo total.

Tabla 21. Contaminación del agua según los valores de índices ICO.

Tabla 22. Ecuaciones para el cálculo del ICOMO

Tabla 23. Ecuaciones para el cálculo del ICOMI.

Tabla 24. Ecuaciones para el cálculo del ICOSUS

Tabla 25. Ecuaciones para el cálculo del ICOpH

Tabla 26. Clasificación de índice ICOTRO

Tabla 27. Periodo común de los parámetros climáticos a analizar

Tabla 28. Ejemplos de definición de factores – atributos por unidad de zonificación

Tabla 29. Categorías de sensibilidad establecida en la Zonificación Ambiental

Tabla 30. Ejemplo de determinación de categorías de sensibilidad para los factores – atributos definidos

Tabla 31. Matriz de superposición para obtención de zonificación

Tabla 32. Contenido de las fichas de manejo

Tabla 33. Contenido ficha de seguimiento y monitoreo a los planes de manejo

Tabla 34. Equipo de trabajo para la elaboración del EIAyS

2. INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende presentar el Estudio de Impacto Ambiental y Social a la Empresa Metro de Bogotá (en adelante EMB) a través de la Financiera de Desarrollo Nacional (en adelante FDN) la información de soporte técnico ambiental y social, de acuerdo con los Términos de Referencia (ET05 - Estudio de impacto ambiental y social -EIAS-) en el marco de la Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021 expedidos para la FD, teniendo en cuenta el i) Marco Ambiental y Social del Banco Mundial (2016), ii) Marco de Política Ambiental y Social del BID (2020), iii) Normas Medio Ambientales y Sociales del BEI (2022) y iv) Normas de Desempeño de la IFC (2012).

Los objetivos y términos aquí presentados son desarrollados en los capítulos que conforman el EIAS y que se enuncian a continuación:

- Capítulo 0. Resumen ejecutivo: contiene una síntesis del Proyecto, las características relevantes del área de influencia, las obras y actividades a ejecutar durante el Proyecto, el método de evaluación ambiental y social seleccionado, la jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales y sociales significativos, la zonificación ambiental y de manejo, y de las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus características principales y los espacios de participación desarrollados.
- Capítulo 1. Análisis de alternativas: Incluye el análisis previo, desarrollado en la prefactibilidad del proyecto, en donde se establecieron los criterios base para la evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capitulo 4, elaborado por Egis (2020) para el FDN, definiendo la alternativa de mejor desempeño.
- Capítulo 2. Introducción: Se presentaron los aspectos relacionados con el tipo de proyecto, localización, justificación, y etapas preoperativa y operativa. Se especificaron los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, grado de incertidumbre de la misma, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios de cada uno de los componentes.
- Capítulo 3. Descripción del proyecto: se presenta de manera resumida la localización, Características del proyecto, Infraestructura existente, Diseño del proyecto en cada uno de los componentes, Etapas y Fases (actividades a ejecutar) del Proyecto e infraestructura asociada entre otros aspectos.
- Capítulo 4. Marco Legal: Se incluye una descripción de todos los requisitos legales ambientales, sociales y de seguridad y salud en el trabajo que están directamente relacionados con el Proyecto en todos los niveles (nacional, departamental, distrital e internacional asociado a la banca multilateral.
- Capítulo 5. Caracterización del área de influencia (Área de influencia, Medio abiótico, biótico y socioeconómico): Se delimitaron y definieron las áreas de influencia del Proyecto con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el Proyecto. Las áreas de influencia incluyen caracterización para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Capítulo 6. Zonificación ambiental: Con base en la información de la caracterización ambiental y social de las áreas de influencia y la normatividad vigente, se presenta un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con la zonificación ambiental y social, a partir de la sensibilidad ambiental y social del área, en su condición sin Proyecto, considerando los componentes y dimensiones que podrían ser objeto de una posible afectación.
- Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales: se presenta una relación de los recursos naturales que demandará el Proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante el mismo, incluyendo los que requieran o no permisos, concesiones o autorizaciones.
- Capítulo 8. Evaluación ambiental y social (escenario sin proyecto y con proyecto): Se desarrolló un capítulo que incluye evaluación ambiental y social, impactos acumulativos y riesgos ambientales y sociales.
- Capítulo 9. Zonificación de manejo ambiental del proyecto: Incluye la zonificación a partir de la zonificación ambiental y social y teniendo en cuenta la evaluación de impactos.

- Capítulo 10. Planes y programas: Se formularon todos los programas que dan respuesta o manejos a los impactos y riesgos ambientales y sociales, incluyen las acciones a desarrollar y medidas necesarias para para la prevención, control, corrección, mitigación, compensación en las etapas preoperativa y operativa del Proyecto.
- Capítulo 11. Planes de seguimiento y monitoreo: se formularon planes de Monitoreo y Seguimiento orientados a vigilar y verificar el comportamiento y efectividad de los planes y programas del Plan de Manejo Ambiental y Social identificando potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del Proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.
- Capítulo 12 Plan de Riesgos y Contingencia: Se elaboró el Plan de Gestión de Riesgo de Desastres, según los lineamientos establecidos en el Decreto 2157 de 2017 y la Ley 1523 de 2012, que incluye el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional. Incluye todos los componentes de atención de respuesta de emergencias, contingencias, teniendo en cuenta las actividades a ejecutar para el Proyecto.
- Capítulo 13. Lineamientos de participación: Este capítulo recopila la información con que sensibilizó a la población sobre los beneficios del proyecto,presentando información, observaciones y comentarios del proyecto, mostrando la participación de la comunidad.
- Capítulo 14. Seguridad y Salud en el Trabajo (SST): se elaboró un el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), el cual incluye la forma que sirva al contratista de obra en la ejecución del proyecto.
- Capítulo 15 Plan de Compensación: Las compensaciones del medio biótico se enmarcan bajo la Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) a nivel nacional, la cual, plantea una “Estrategia nacional de compensaciones ambientales del componente biótico”, que se encarga de aplicar la jerarquía de la mitigación sobre ecosistemas impactados de forma negativa.. En el caso de este proyecto, las compensaciones se basan en una demanda de recursos naturales (véase en el Capítulo 7. Uso de recursos naturales) realizada específicamente en el área del patio taller y, por lo tanto, provocan alteraciones sobre los ecosistemas
- Capítulo 16 Presupuesto: se elaboró el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la construcción de la L2MB y su infraestructura asociada, incluye costos por componente, tipo e informe con el análisis del presupuesto.
- Capítulo 17 Cronograma: se presentó un cronograma en Project, con la programación de las medidas de carácter ambiental y social del Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS), del Plan de Seguimiento y Monitoreo teniendo en cuenta el cronograma de obras del proyecto
- Capítulo 18 Conclusiones: se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos de la caracterización de la línea base y de los impactos ambientales y sociales más significativos y los riesgos relacionados con la ejecución del Proyecto en sus diferentes etapas.
- Capítulo 19 Bibliografía.

A continuación, se referencian los entregables con los cuales se complementa la información del Estudio de Impacto Ambiental y Social.



Tabla 1. Relación de entregables ET-05 (EIAS), con referencia a productos asociados a la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (DISEÑOS) y los estándares ambientales y sociales del Banco Mundial.

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
0. RESUMEN EJECUTIVO	Contrato interadministrativo 136 de 2021 Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales

	ET-08. Urbanismo y paisajismo	2: Trabajo y Condiciones Laborales
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-19. Patios y Talleres	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-24. Proyecto túnel	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-25. Estaciones y edificios	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
		8: Patrimonio Cultural
		10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
1. ALTERNATIVAS	Anexo 1-1 Evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capítulo 4, elaborado por Egis (2020) para el FDN, en la etapa de prefactibilidad.	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
2.INTRODUCCIÓN	Contrato interadministrativo 136 de 2021 Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales

	ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ. 2018	2: Trabajo y Condiciones Laborales
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
		4: Salud y Seguridad de la Comunidad
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
		8: Patrimonio Cultural
		10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-06. Estudios Topográficos	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-19. Patios y Talleres	8: Patrimonio Cultural

	ET-20. Diseño geométrico férreo	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
4. MARCO LEGAL	Contrato interadministrativo 136 de 2021 Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	2: Trabajo y Condiciones Laborales
		3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
		4: Salud y Seguridad de la Comunidad
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
		8: Patrimonio Cultural
		10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
5. CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA	ET-06. Estudios Topográficos	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos

	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-19. Patios y Talleres	7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
	ET-20. Diseño geométrico férreo	8: Patrimonio Cultural
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
	ET-22. Superestructura de vía	
	ET-04. Predial	
	ET-03. Movilidad	
	ET-09. Redes de servicios	
	ET-11. Estructuras	
6.ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	ET-06. Estudios Topográficos	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	

	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
7. DEMANDAS	ET-08. Urbanismo y paisajismo	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-19. Patios y Talleres	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-20. Diseño geométrico férreo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
	ET-09. Redes de servicios	
8. EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL	ET-06. Estudios Topográficos	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-19. Patios y Talleres	8: Patrimonio Cultural
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	

9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	ET-06. Estudios Topográficos	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 11. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO 12. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-19. Patios y Talleres	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-20. Diseño geométrico férreo	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-24. Proyecto túnel	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-25. Estaciones y edificios	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-11. Estructuras	8: Patrimonio Cultural
	ET-22. Superestructura de vía	10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información

	ET-10. Geotecnia y pavimentos	
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	
13. PARTICIPACION CIUDADANA	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-04. Predial	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-03. Movilidad	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-09. Redes de servicios	7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
	ET-11. Estructuras	10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	
14. SST	ET-08. Urbanismo y paisajismo	2: Trabajo y Condiciones Laborales
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	

	ET-25. Estaciones y edificios	
	ET-11. Estructuras	
	ET-22. Superestructura de vía	
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	
15. PLAN DE COMPENSACIÓN	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-19. Patios y Talleres	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
16. PRESUPUESTO 17. CRONOGRAMA	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-26. CapEx	2: Trabajo y Condiciones Laborales
	ET-27. Programa de obra y flujo de inversiones	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-28. OpEx	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.

		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		8: Patrimonio Cultural
		10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
18. CONCLUSIONES	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-29 Beneficio costo	2: Trabajo y Condiciones Laborales
		3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
		4: Salud y Seguridad de la Comunidad
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
		8: Patrimonio Cultural
		10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información

Fuente. UT MOVIUS 2022

2.1. GRADO DE INCERTIDUMBRE EN LOS MÉTODOS DE RECOLECCIÓN , MECANISMOS , PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

El grado de incertidumbre en la recolección, procesamiento y análisis de la información para la elaboración del EIAS, se disminuyó, teniendo en cuenta entre otros, la utilización de la Metodología General para la elaboración y presentación de estudios ambientales del año 2020, contribuyendo a la reducción de la incertidumbre en el estudio, al determinar la importancia del impacto a través del análisis de relaciones de causalidad, evitando utilizar atributos en la etapa de evaluación disminuyendo la subjetividad, además de contemplar de forma rigurosa las políticas de salvaguardas de la banca multilateral en el análisis del proyecto con visión internacional. También la utilización de software licenciado ayudo en la toma de decisiones, las matrices de evaluación de impactos utilizando metodología comprobadas con la autoridad ambiental en el país, así como la evaluación de impactos acumulativos utilizada por el Banco Mundial, genera menor incertidumbre en la elaboración del estudio.

- En cuanto al Componente Abiótico, específicamente a lo referente al Monitoreo Calidad de Aire, Ruido Ambiental, Monitoreo fisicoquímico e hidrobiológicos de los cuerpos de Agua superficiales y subterráneos, este fue adelantado por la empresa AMBIENCIQ, las cuales, por ser una medición física y debido a las calibraciones certificadas de los equipos de monitoreo, las cuales no fueron afectadas por condiciones externas, se considera que el nivel de incertidumbre es el reportado en los mismos certificados de calibración de los equipos. Dando como resultado un nivel de incertidumbre bajo.

- En el medio biótico, el reconocimiento del área de estudio y la obtención de información primaria en el área de intervención del proyecto y en el área de influencia biótica mediante los muestreos de vegetación, fauna e hidrobiología sustenta con suficiencia los resultados y análisis de la caracterización de estos componentes bióticos estableciéndose un nivel bajo de incertidumbre. Con respecto al desarrollo realizado del inventario forestal al 100% y los muestreos de flora en veda asociada a los individuos arbóreos y las coberturas vegetales existentes en el área de intervención del proyecto, el nivel de incertidumbre es de medio, debido a que no hubo permiso de ingreso en el predio sur del patio taller, durante el tiempo establecido para la elaboración de los estudios en la etapa de factibilidad. El nivel de incertidumbre se reducirá a bajo, cuando se complemente la información del censo forestal y los muestreos de flora en veda en el patio taller, información a ser obtenida a nivel de los estudios y diseños del proyecto L2MB, para la solicitud de los respectivos permisos de aprovechamiento forestal y levantamiento temporal de flora en veda ante la autoridad ambiental.

- En el medio socioeconómico la obtención de información de información se realizó a través la aplicación de diferentes instrumentos y en escenarios de talleres y reuniones con la población del área de influencia, tanto residentes como comerciantes, líderes y comunidad en general, esta información corresponden a la percepción y conocimiento de las comunidades, no obstante la misma fue complementada y articulada con fuentes oficiales a fin de contar con una línea base que dé cuenta de las condiciones socioeconómicas culturales actuales de las áreas por las que el proyecto se desarrollará. Con respecto a la información de ocupantes del Espacios Público la consecución de la misma presentó cierta dificultad en su obtención, debido a que debe ser solicitada al Instituto Para la Economía Social IPES, entidad que emitió información de las localidades y no del área de influencia. Así mismo para el caso de la Plaza de Mercado 12 de Octubre en las siguientes etapas será necesario adelantar la caracterización de los locatarios o arrendatarios a fin de conocer las condiciones y su inclusión en los planes de manejo, debido a que el IPES indicó que no considera oportuno realizar acercamientos con los locatarios en este momento.

- En la evaluación ambiental y social se analizó la incertidumbre acerca de la magnitud y/o el alcance de algún impacto del desarrollo del proyecto sobre el ambiente, su valoración se basó en el escenario más crítico, empleando para este caso las modelizaciones que permitan justificar los resultados incluidos en el estudio.

Asimismo, se presentan los profesionales que hicieron parte del equipo que participó en la elaboración del estudio, especificando sus disciplinas y tiempo de experiencia en los temas relacionados.

Con respecto a los tiempos de elaboración de los estudios, tanto de diseño como de elaboración del EIAS, empezaron alrededor de septiembre del año 2021 y se entregaron el septiembre de 2022.



Es importante tener en cuenta que previo al inicio de las obras, el concesionario a cargo del proyecto, dependiendo de los estudios y diseños finales actualizará los PMAS del EIAS en lo correspondiente, según las actividades y fases constructivas, así como de cualquier instalación conexa (subestaciones eléctricas, patio de prefabricados, etc) que se requiera para el proyecto.

Esta actualización estará claramente alineada al cumplimiento de los EAS y las Guías HSE del WB, teniendo en cuenta, que cuando los requisitos aplicables exigidos por la Banca y la regulación Nacional difieran, el proyecto trabajará para lograr implementar los requisitos más estrictos.

2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Desarrollar la estructuración del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá en adelante L2MB, en cumplimiento de la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte, el cual conectará la ciudad de Noreste a Noroccidente desde la localidad de Chapinero hasta la localidad de Suba.

2.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

2.3.1. Generales

Determinar el estado actual de los recursos naturales, del medio ambiente y de los aspectos socioeconómicos del área de influencia de la Línea 2 Metro de Bogotá e identificar, definir y evaluar los impactos generados por el proyecto en las etapas preoperativa y operativa, con el fin de prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensar los efectos causados garantizando una adecuada gestión ambiental y social en el marco de los lineamientos establecidos por la normativa nacional y los lineamientos y las políticas ambientales y sociales de la Banca Multilateral (Ver Anexo 0-2 Lista de chequeo salvaguardas), garantizando la prestación de un servicio de transporte sostenible, con metas claras asociadas a la disminución de la huella de carbono y mejoras en la calidad de vida de Bogotá.



2.3.2. Específicos

- Describir el medio ambiente donde se va a llevar a cabo el proyecto, identificando las áreas de influencia directa e indirecta y a su vez caracterizar la zona en la cual se va a desarrollar el proyecto .
- Describir el proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo: (fase previa, fase de construcción y fase de operación y mantenimiento).
- Realizar la caracterización socioeconómica de la población localizada en el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, desde diferentes dimensiones (demográfica, espacial, económica, cultural y político organizativa).
- Caracterizar a la población que será objeto de traslado involuntario de población con el objetivo de formular las medidas de manejo para el impacto.
- Identificar las características económicas del corredor a fin de establecer los impactos sobre el comercio formal que no serán objeto de trasladado, así como evidenciar con información suministrada por el IPES las características del comercio informal e identificar los impactos que puedan ocasionarse.

- Caracterizar la movilidad peatonal y vehicular, la afectación o daños a terceros dentro de los cuales se debe considerar los Bienes de Interés Cultural - BIC que se localizan cerca a las obras del proyecto, así como identificar los aspectos de tipo cultural (los cambios en la cotidianidad e implementación de programas de los proyectos en desarrollo en el corredor) que pueden tener cambios o efectos con el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas. Por último identificar las expectativas que se generarán con el proyecto.
- Elaborar la descripción del proyecto, la evaluación de los impactos, la identificación de recursos naturales, y formular las medidas de manejo para impactos como: traslado involuntario de población, ocasionado por la compra de predios (traslado físico y económico), cambios en la dinámica del comercio informal_ Ocupantes del espacio público, cambios en la movilidad y accesibilidad y los cambios en el valor y ocupación del suelo, así como elaborar las medidas para el manejo de las expectativas a través de programas de información, participación, socialización y divulgación.
- Formular las medidas de manejo para impactos de tipo cultural en articulación con las diferentes entidades del Distrito que hacen intervención en la L2MB como lo son: Secretaria Distrital de Recreación, Cultura y Deporte; la Dirección de Cultura, la Secretaría Distrital de la Mujer, la Dirección de Diversidad Sexual y la Secretaria Distrital de integración Social, Instituto Distrital de Patrimonio Cultural y Ministerio de Cultura.
- Caracterizar los recursos naturales que demandará el proyecto, los cuales serán aprovechados o afectados durante las etapas preoperativa y operativa de la L2MB.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales que pueda generar el proyecto
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental y Social donde se establezcan las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos del proyecto durante las etapas preoperativa y operativa, considerando los requerimientos de las diferentes bancas multilaterales (BM, BID,BEI, IFC, CAF).
- Describir el marco normativo por el cual se regirá el proyecto (normativa más estricta) ya sea nacional, internacional o estándar de la banca.
- Diseñar un programa de monitoreo y seguimiento ambiental para realizar la verificación, vigilancia y evaluación de las actividades permitiendo evaluar la eficacia del Plan de Manejo Ambiental y Social.
- Elaborar el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en las etapas preoperativa y operativa del proyecto.
- Diseñar un cronograma de actividades del Plan de Manejo Ambiental y Social, del Plan de Seguimiento y del Plan de monitoreo.

Caracterización del Medio Abiótico

- Realizar monitoreos de calidad del aire (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, SO_2, CO, O_3, HCTs y VOC's) a lo largo del trazado y en conformidad con el Protocolo de calidad de Aire [1] a fin de analizar los resultados, comparándolos con la normatividad vigente.
- Realizar el modelo de ruido y dispersión de contaminantes para predecir los impactos generados durante las etapas preoperativa y operativa de la L2MB en las zonas aledañas al proyecto.
- Desarrollar la caracterización del área de estudio desde el componente de aguas subterráneas, incluyendo los componentes geológico, hidráulico, hidrológico e hidrogeoquímico.
- Realizar el modelo de aguas subterráneas para evaluar si podrían presentarse impactos debido a la construcción del proyecto.
- Plantear el plan de manejo y de monitoreo para el componente de aguas subterráneas a aplicar durante las etapas preoperativa y operativa.

Caracterización del Medio Biótico

- Caracterizar los principales ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.
- Definir los impactos ambientales en el área de influencia del proyecto.

[1] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE , Protocolo para el monitoreo y seguimiento a la calidad del aire, 2008

- Realizar el inventario forestal de las coberturas vegetales, describiendo su composición y estructura en el área de influencia del proyecto.
- Identificar, describir, cuantificar y georreferenciar las zonas verdes y blandas susceptibles de afectación por el proyecto.
- Identificar las especies faunísticas del proyecto.
- Formular las acciones de mitigación de acuerdo a los diferentes grupos faunísticos encontrados a causa de la ejecución del proyecto.

Caracterización del Medio Socioeconómico

- Caracterizar el medio socioeconómico en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, de manera cuantitativa y cualitativa con enfoque diferencial y de género.
- Identificar los impactos del medio socioeconómico que puedan afectar a la población objeto de reasentamiento involuntario y la que se mantiene (identificar y caracterizar los bienes patrimoniales a fin de establecer las medidas de protección e identificar las afectaciones).
- Realizar la identificación geográfica de las zonas sensibles desde los aspectos sociales y económicos.
- Elaborar los programas de manejo ambiental, en el componente socioeconómico, considerando las salvaguardias de la banca multilateral.
- Adelantar procesos de articulación interinstitucional con entidades del distrito que lideran temas particulares y cuentan con reconocimiento de sus programas y resultados para atender diferentes aspectos sociales del proyecto, como es el caso del IDU en materia de adquisición predial y reasentamiento, el IPES en materia de manejo de la dinámica económica del comercio informal, en particular el componente de ventas informales en el espacio público, la Secretaría Distrital de la Mujer para temas de inclusión y género.
- Adelantar un trabajo coordinado con las entidades del Distrito para una intervención integral y ordenada sobre el corredor, considerando los impactos sobre componentes como; movilidad, cultura, infraestructura comunitaria y BIC, sectores económicos entre otros. Para lo cual se prevé en las medidas de manejo dar continuidad al trabajo realizado en la estructuración integral en con entidades como, La Secretaria de La Mujer; la Dirección de Diversidad Sexual, la Dirección de Cultura, La Secretaría de Integración Social, El Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura y la Secretaría Distrital de Planeación, entidades que aportaron en la construcción de las medidas de manejo a través de su conocimiento y programas o actividades que ejecuten.
- Adelantar el Programa de Arqueología Preventiva (PAP) en las áreas de intervención directa del proyecto para las fases de Registro del PAP / Diagnóstico y Prospección / Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.
- Formular e implementar metodologías que permitan y promuevan la participación ciudadana, desde la información, en doble vía e integrando a las partes interesadas durante el proyecto.
- Garantizar mecanismos de atención de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) a lo largo de las etapas del proyecto.
- Generar estrategias que permitan la consulta transparente, significativa y activa con las partes interesadas, con el objetivo de dar a conocer el proyecto, sus alcances, actividades, impactos y medidas de manejo a fin de promover una participación informada y en doble vía e integrar a través de la participación y consulta las diferentes miradas o enfoques de las comunidades que puedan aportar en el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

2.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Línea 2 Metro de Bogotá conectará la ciudad de Noreste a Noroccidente desde la localidad de Chapinero hasta la localidad de Suba, la L2MB contará con una longitud aproximada de 15,8 km discurriendo por los corredores de la Calle 72, Avenida Ciudad de Cali, reserva vial ALO y la extensión de la Avenida Transversal de Suba.

El K0+000 se localiza en la Calle 72 con Carrera 11 aproximadamente y continúa hasta tomar dirección norte por el eje de la Avenida Ciudad de Cali o Carrera 86, hasta la Calle 75 donde toma el costado Oriental del corredor para llegar a la estación No 6. Posteriormente, en la Avenida. Ciudad de Cali a la altura de la Carrera 103 se cruza el barrio Nueva Colombia para encontrar la reserva de la ALO. De ahí continúa cruzando las estaciones 9, 10 y 11 hasta llegar a Fontanar del río donde se localiza el Patio Taller. (Ver Figura 1).

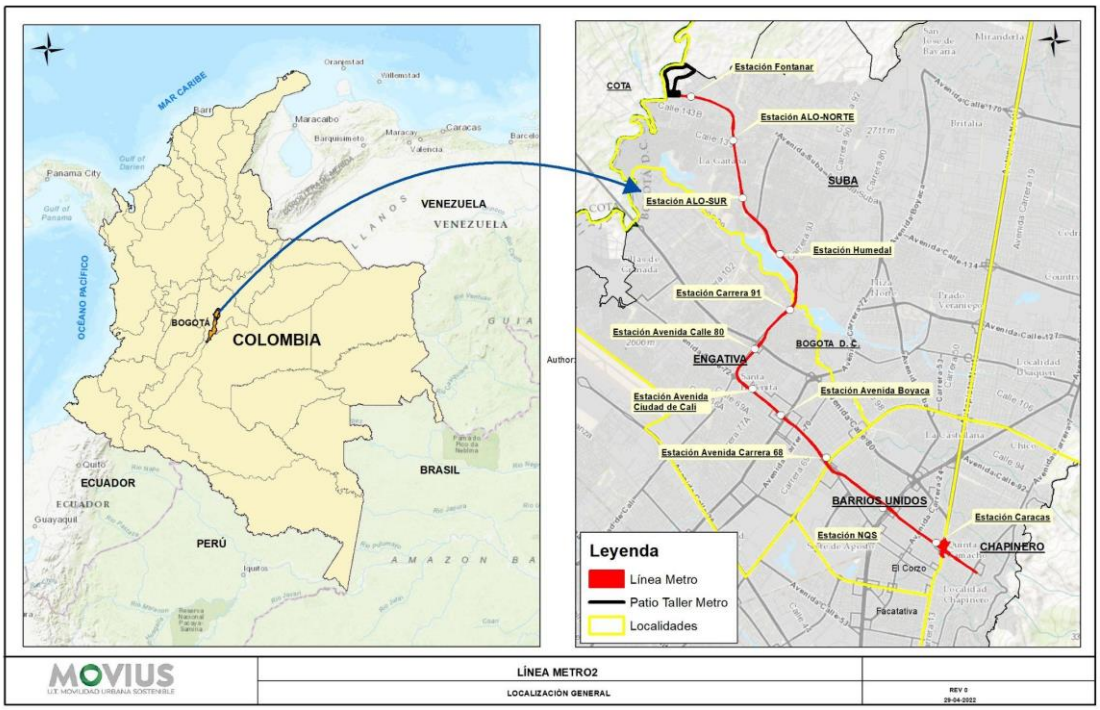


Figura 1. Localización proyecto L2MB
Fuente. UT MOVIUS 2022

El trazado de la L2MB se compone de tres secciones tipo, siendo el tramo en trinchera el de transición entre el túnel y el viaducto. (Tabla 1)

Tabla 1. Distancias por tipología constructiva

Tramo	Extensión (m)
Tramo en túnel (entre E1 y E10)	14,200
Trinchera (al Norte de E10, zona de transición)	300
Elevado (E11 y acceso al patio-taller)	1,000

Fuente. UT MOVIUS 2022

Desde la perspectiva de implantación urbana, y considerando que se trata de una línea subterránea en su gran mayoría, se ha tenido especial consideración para evitar afectaciones en la superficie como consecuencia de la obra y de la operación de la L2MB. Al respecto, se ha dispuesto geométricamente un túnel profundo que solo conecte con las estaciones proyectadas minimizando las posibles afectaciones según la normativa local o la internacional en los casos puntuales en que se presenten.

Para mayor eficacia, en los tramos inter estación se ha procurado profundizar el túnel buscando por un lado una mayor distancia con la superficie pero también para lograr una marcha ferroviaria más eficiente por cuanto dichas pendientes aceleran al tren a la salida de la estación y lo frenan al llegar a la próxima estación, contribuyendo a una marcha ferroviaria más eficiente desde el punto de vista energético.

El trazado realizado ha permitido reducir en más del 50% las adquisiciones prediales previstas inicialmente. Ello logrado mediante el trazado profundo y la reubicación de estaciones, como por ejemplo las de la estación 3 y 7, que aprovechan de mucho mejor manera el espacio público.

2.4.1. Actividades sujeto de estudio

Con la definición del trazado se establece las actividades a desarrollar tanto en las etapas preoperativa y operativa, las cuales se relacionan en las siguientes tablas:

Tabla 2. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario sin proyecto

Actividades escenario sin proyecto
Construcción avenida 68
Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)
Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 con Av. Caracas (Deprimido calle 72)
Desarrollo de proyectos en el AI
Actividades comerciales e industriales
Tráfico vehicular
Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro
Ciclo-Alameda Medio Milenio
Ampliación y extensión de la Avenida Ciudad de Cali
Corredor Verde Carrera Séptima
Actuación Estratégica prioritaria CALLE 72
Actuación Estratégica PIEZA RIONEGRO
Actuación Estratégica LAS FERIAS
Actuación Estratégica CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO

Fuente: UT MOVIUS, 2022

Tabla 3. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario con proyecto

Actividades escenario con proyecto
Fase previa

Actividades escenario con proyecto
Estudios de ingeniería de detalle para la construcción
Acercamiento con comunidades e instituciones
Contratación de mano de obra, bienes y servicios
Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
Traslado de redes primarias
Fase de Construcción
Traslado de redes y servicios interceptados o secundarios
Desvío y Manejo de tráfico (PMT)
Descapote y remoción de la cobertura vegetal
Tratamiento silvicultural
Excavaciones y rellenos
Adecuación de vías de acceso
Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
Acopio temporal de materiales
Construcción de patios y talleres
Construcción de estaciones del metro
Construcción de edificios laterales de acceso
Puesto central de control - CCO
Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial
Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia subterránea
Construcción de Túneles
Conformación pozo de entrada y salida de túnel
Transporte y manejo de suelo excavado
Pre-fabricación dovelas (anillos de concreto)
Construcción de pozos de evacuación y bombeo (chimeneas)
Instalación de instrumentación geotécnica
Superestructura de vía
Viaducto
Espacio público y urbanismo
Material rodante
Señalización y control de trenes
Puesta en marcha y marcha blanca

Actividades escenario con proyecto
Fase de Operación y Mantenimiento
Funcionamiento de la línea
Funciones de estaciones y patio taller
Mantenimiento de la línea y trabajos de conservación estructural
Manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos
Manejo de residuos líquidos y/o sustancias químicas
Manejo y control de señalización
Operación del puesto central de control
Manejo de aguas de infiltración
Mantenimiento de sistema de puertas de andén
Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billetaje

Fuente: UT MOVIUS 2022

2.4.2. Etapas y fases del proyecto

El proyecto L2MB fue concebido en cuatro fases. La primera, ya finalizada, correspondió a su planeación, en la cual se abordó la elaboración del Plan de Trabajo de la estructuración. Posteriormente, en la segunda fase, igualmente finalizada, se desarrollaron los análisis, estudios y diseños de factibilidad necesarios para lograr el aval técnico y fiscal del proyecto por parte del Gobierno Nacional. En la tercera fase, actualmente en desarrollo, y luego de haberse otorgado el mencionado aval, se vienen llevando a cabo, desde el componente técnico, los estudios y diseños complementarios requeridos para la estructuración. Por último, la cuarta fase comprenderá los análisis necesarios en los componentes técnico, legal, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del proyecto y de esta forma preparar la estructuración del modelo de transacción con los documentos necesarios para llevar a cabo los procesos de selección del constructor.

2.4.2.1. Actividades previas

Incluye las siguientes actividades las cuales son descritas ampliamente en el numeral 3.2.2 del capítulo de descripción de proyecto: Trámite con entidades, topografía, exploraciones geotécnicas, exploraciones e pavimentos, estudio de demanda, debida diligencia técnica y estudios preliminares

2.4.2.2. Actividades de construcción

Para el desarrollo de la obra se han previsto procesos constructivos de uso generalizado en este tipo de desarrollos, en función de rendimientos y secuencias indicativas que deberán ser valoradas y ajustadas por el constructor seleccionado.

Por su complejidad y demanda de recursos, se han determinado las principales actividades del proyecto, dividiéndolas en dos grandes grupos:

Para el sistema ferroviario:

- Túnel
- Estaciones
- Sistemas ferroviarios

- Material rodante
- Pruebas

Para las obras complementarias:

- Diseños y construcción adecuación patio-taller
- Estaciones
- Espacio público y urbanismo, básicamente en zona de estaciones
- Reconfiguración infraestructura vial área patio-taller

Las demás obras de menor magnitud, como accesos a estaciones, podrán ser desarrolladas dentro de los plazos de las obras principales. Los diseños, secuencia constructiva, restricciones y supuestos para la construcción del túnel y estaciones del metro condicionarán la secuencia constructiva de las obras complementarias, como son la infraestructura vial, renovación urbanística y recuperación de espacio público.

2.5. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

2.5.1. Justificación



La infraestructura es de vital importancia para el crecimiento y desarrollo económico de la sociedad y de un país. Todas las áreas de infraestructura son necesarias para beneficio de las personas, pero es importante determinar a cuáles se les da prioridad., En otras palabras, si se da prioridad a infraestructura de transporte o social, en qué lugar y en qué momento se realiza, para el progreso del país. Adicionalmente, los proyectos de transporte afectan al funcionamiento de los mercados, bien mediante la creación o modificación de determinadas infraestructuras o bien mediante cambios en los servicios que se prestan sobre ellas.

En el caso de la infraestructura de transporte, existe un alto grado de interés por parte de las entidades públicas y la sociedad en general por las métricas de impacto de costos y beneficios que generan y, principalmente, sobre el beneficio de la sociedad. Una evaluación socioeconómica para los proyectos de infraestructura permite tomar este tipo de decisiones, en la cual se compara el beneficio social proyectado frente al costo de ejecutar e implementar el proyecto.

La Línea 2 Metro de Bogotá, plantea una solución de conectividad y movilidad a las localidades de Suba y Engativá con el resto de la ciudad, articulando el territorio y sus dinámicas funcionales, para así lograr un mejoramiento en la calidad de vida de aproximadamente un (1) millón de habitantes del noroccidente la ciudad. El Proyecto es una línea independiente de aproximadamente 15.5 km, que se integra con la Primera Línea de Metro de Bogotá en la estación Calle 72, que recorre el trazado seleccionado hasta la localidad de Suba donde se ubicará el nodo de terminación de la línea en su patio correspondiente.

La L2MB se ha estructurado como una línea de metro subterránea en la mayor parte de su trazado, buscando minimizar afectaciones en la superficie tanto durante la ejecución de las obras como en la operación misma del proyecto. Para ello se propone la construcción de un túnel a una profundidad media de 25 metros para aislar la operación del Proyecto de la superficie y, de esta forma, mantener las posibles interacciones dentro de niveles tolerables, cumpliendo con la normatividad nacional e internacional vigente.

2.5.2. Antecedentes



La Empresa Metro de Bogotá (EMB), fue constituida en el año 2016 mediante el Acuerdo Distrital 646 del 12 de mayo de 2016 del Concejo de Bogotá con el objeto de “realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento, y administración del material rodante.”

Asimismo, bajo el Artículo 3 del Acuerdo 646 de 2016 el Concejo de Bogotá establece veintisiete (27) funciones de la EMB de las cuales se resaltan las siguientes:

"(…) Prestar el servicio de transporte masivo de pasajeros mediante las líneas de metro, con estándares de seguridad, dignidad, efectividad, eficiencia, calidad y protección del ambiente; (…) Aplicar las políticas, las tarifas y adoptar las medidas preventivas y correctivas necesarias para asegurar la prestación del servicio a su cargo, de conformidad con los parámetros señalados por la autoridad de transporte competente; (…)Realizar la planeación de la red de metro en coordinación con los otros modos de transporte de la región, tanto públicos como privados; (…) Estructurar proyectos para la complementación, renovación y ampliación del sistema (sistema de información, sistema de recaudo, centro de control, nuevas líneas, entre otros); (….) Construir y hacer mejoras periódicas a la infraestructura requerida para la prestación del servicio; (…) Velar por el cumplimiento de las normas ambientales, urbanísticas, arquitectónicas, de sismoresistencia y técnicas, en todos los desarrollos y construcciones que realice y/o promueva; (…) Promover el uso de tecnologías limpias y de diseños ecosostenibles, tanto en la operación del sistema como en todos los desarrollos y construcciones que realice y/o gestione; (…) Planear y ejecutar un programa permanente de formación en cultura ciudadana tendiente a fomentar una cultura de autorregulación, respeto, solidaridad, honradez, sentido de pertenencia y cuidado en el uso del sistema, valiéndose principalmente del uso de Ciencia, Tecnología e Innovación. (…) Diseñar e implementar programas de Responsabilidad Social Empresarial, en los cuales se involucre un componente de diálogo comunitario y social en las áreas de influencia a las líneas del metro. (…) Participar en la formulación de políticas públicas, planes y programas relacionados con su objeto social. (….)"

Que además de las veintisiete (27) funciones asignadas a la EMB al momento de su creación mediante el Acuerdo Distrital mencionado paulatinamente la Empresa ha venido adquiriendo crecientes responsabilidades de largo plazo, de máxima relevancia, exigencia y riesgo. Estas incluyen, entre otras, aquellas derivadas de su condición de parte y supervisor de contratos de gran magnitud como el de concesión para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) – Tramo 1, así como también la responsabilidad dirigir y orientar la planeación de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, en coordinación con sus otros modos de transporte.

Es así como la EMB, replantea la estructura organizacional de la Empresa mediante el Acuerdo de Junta Directiva No. 007 de 2021 integrando la evaluación de las necesidades operativas, técnicas, financieras, legales, administrativas y de riesgos, para el adecuado cumplimiento de las funciones y obligaciones de la Empresa, estableciendo las siguientes dependencias:

- Gerencia General
- Gerencia Ejecutiva de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)
- Gerencia de Ingeniería y Planeación de Proyectos Férreos
- Gerencia de Desarrollo Urbano, Inmobiliario e Ingresos No Tarifarios
- Gerencia de Comunicaciones, Ciudadanía y Cultura Metro
- Gerencia de Riesgos
- Gerencia Jurídica
- Gerencia Financiera
- Gerencia Administrativa y de Abastecimiento.

Basado en lo anterior, la EMB cuenta con un equipo comprometido que trabaja con el fin de transformar positivamente la movilidad del Distrito Capital, mediante la implementación de las mejores prácticas, resaltando la implementación de normas de desempeño, políticas, salvaguardas y estándares internacionales ambientales, sociales y de Seguridad y Salud en el Trabajo establecidos por los Organismos Financiadores, los cuales aportan al desarrollo de los proyectos férreos ejecutados por la EMB.

[2] Teniendo en cuenta lo anterior, el Acuerdo Distrital No. 642 de 2016 modificado por el artículo 96 del Acuerdo Distrital No. 761 de 2020 autorizó al Alcalde Mayor de Bogotá a participar conjuntamente con otras entidades descentralizadas del Orden Distrital en la constitución de la EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A. (en adelante "LA EMB") y se le otorgaron a esta última las facultades de: "realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento y administración del material rodante. También hace parte del objeto social de la entidad liderar, promover, desarrollar y ejecutar proyectos urbanísticos, en especial de renovación urbana, así como la construcción y el mejoramiento del espacio público en las áreas de influencia de las líneas de metro, con criterio de sostenibilidad en las condiciones que señalen las normas vigentes, las autoridades competentes y sus propios estatutos."

De conformidad con las competencias funcionales asignadas mediante el Acuerdo 642 del 12 de mayo de 2016, LA EMB cuenta con la competencia para:

"3. Celebrar los contratos de derecho público o privado necesarios para la ejecución de su objeto, incluyendo contrato de asociación público-privada, contratos de concesión, contratos de arriendo, contratos de fiducia, contratos de obra pública, contratos de empréstito, entre otros que tiendan al desarrollo de su objeto. (...)
9. Realizar la planeación de la red de Metro en coordinación con los otros modos de transporte de la región, tanto públicos como privados; (...)
11. Construir y hacer mejoras periódicas a la infraestructura requerida para la prestación del servicio; (...)
18. Participar en la formulación de políticas públicas, planes y programas relacionados con su objeto social. (...)
24. Promover las acciones tendientes a la integración de los distintos modos de transporte de la Bogotá Región."

El 26 de diciembre de 2014, el IDU y LA FDN suscribieron el Convenio Interadministrativo N.o 1880 de 2014, el cual tiene por objeto "Aunar esfuerzos para el desarrollo de las actividades relacionadas con la estructuración integral del proyecto "Primera Línea del Metro de Bogotá" en dos fases, a saber: Fase 1, denominada "Diseño de la transacción" y Fase 2, denominada "Estructuración integral". Mediante documento de cesión de fecha 10 de marzo de 2017, el IDU cedió a LA EMB su posición contractual en el Convenio Interadministrativo No. 1880 de 2014.

De conformidad con lo establecido en el documento CONPES 3900 de 2017, el Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) "(...) iniciará desde el patio-taller en la localidad de Bosa, hasta la calle 127" y declaró "(...) de importancia estratégica el proyecto Primera Línea del Metro para Bogotá tramo 1 (...)"

Dentro del Acuerdo Distrital No. 761 de 11 de junio de 2020 "Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del Distrito capital 2020-2024 "Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI" propuesto por la alcaldesa Claudia Nayibe López, se incluye en el Artículo 46 Proyectos Estratégicos, el Propósito 4 que indica "*Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible, se prioriza: la red de metro regional, conformada por la construcción de la fase I y la extensión de la fase II de la Primera Línea del Metro hasta Suba y Engativá, el Regiotram de Occidente, y el Regiotram del Norte, estructurada y en avance de construcción. Cable de San Cristóbal construido y cable en Usaquén estructurado. Iniciativas de ampliación de vías y acceso a la ciudad como son: AutoNorte, ALO Sur, Avenida Centenario, Av. 68, Av. Ciudad de Cali, extensión troncal Caracas, infraestructura de soporte del transporte público, corredor verde de la carrera Séptima, Avenida Circunvalar de Oriente, Sistema Público de Bicicletas, proyectos de infraestructura ciclo inclusiva como la Ciclo Alameda Medio Milenio y espacio público. Una estrategia de centros de des-consolidación de carga implementada. Ampliación y mejoramiento de la red de ciclorrutas. Estaciones del sistema Transmilenio ampliadas y/o mejoradas.*

Para dar cumplimiento al Plan de Desarrollo y Plan de Gobierno y en ejercicio de sus funciones, LA EMB elaboró un documento en el cual constan los resultados del análisis de alternativas para la expansión de la PLMB Tramo 1 denominado "IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ TRAMO 1 (PLMB – T1)".

[2] TÉRMINOS DE CONDICIONES CONTRACTUALES ("TCC"). Adenda 3

En el citado estudio, LA EMB identificó las siguientes zonas con necesidad de cobertura que podrían lograrse a partir de la expansión del proyecto PLMB Tramo 1: 1) la zona noroccidental de la ciudad, donde se ubican las localidades de Engativá y Suba, y 2) el nodo de comercio y servicio de las localidades de Usaquén y Suba. Las expansiones hacia las mencionadas zonas tienen un soporte técnico desde el punto de vista de indicadores de transporte dado que se ha estimado que generan beneficios tanto para la PLMB Tramo 1 como para el sistema de transporte de la ciudad.

Las expansiones de la PLMB-T1 hacia las zonas indicadas previamente han sido previamente incluidas en los estudios de planeación de transporte para líneas de metro para la ciudad de Bogotá y en instrumentos de planificación urbana vigentes. Entre los estudios mencionados es posible referenciar los siguientes:

a. Estudio "Estudio de Factibilidad y Realización de un Sistema de Transporte Masivo para Bogotá" realizado por el grupo INECO-SOFRETU en el año 1981 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 23.6 kilómetros que recorre las localidades de Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria, Chapinero, Barrios Unidos y Engativá.

b. Estudio "Rehabilitación de Corredores Férreos" realizado por el grupo Intermetro – SPA realizado entre el año 1981 y 1990 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 23 kilómetros que recorre las localidades de Ciudad Bolívar, Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria y Teusaquillo.

c. Estudio "Plan Maestro de Transporte Urbano de Santafé de Bogotá" realizado por la agencia de Cooperación Internacional de Japón realizado en el año 1996 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 40 kilómetros que recorre las localidades Bosa, Kennedy, Ciudad Bolívar, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Teusaquillo, Barrios Unidos, Suba y Usaquén.

d. Estudio "Diseño Conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de la Sabana de Bogotá" realizado por el grupo INGETEC- BEHCTEL – SYSTRA en el año 1997 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 29.1 kilómetros que recorre las localidades de Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria, Chapinero, Barrios Unidos y Engativá.

e. Estudio "Diseño conceptual de la red de transporte masivo metro y diseño operacional, dimensionamiento legal y financiero de la primera línea del metro en el marco del Sistema Integrado De Transporte Público-SITP- para la ciudad de Bogotá" realizado por la Unión Temporal SENER, ALG, GARRIGUES, SANTANDER, INCOPLAN y TMB en el año 2008 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 27.5 kilómetros - que definió el inicio del proyecto PLMB- T1, y que recorre las localidades de Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria, Chapinero, Barrios Unidos y Usaquén.

Derivado de lo anterior, resulta necesario adelantar la planeación y la estructuración integral de la Línea 2 Metro de Bogotá y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca, siendo responsabilidad de LA EMB adelantar la planificación y desarrollo de la L2MB.

Conforme a lo definido en el artículo 12 de la Ley 1682 de 2013 los "Estudios De Ingeniería" que se adelantan para la ejecución de proyectos de infraestructura son: (i) Fase 1- Prefactibilidad; (ii) Fase 2 – Factibilidad, y (iii) Fase 3 Estudios y Diseños definitivos. En armonía con esta definición es que las actividades de maduración y estructuración integral de proyectos de infraestructura desarrollan, además, los componentes legal, financiero y de riesgos para realizar el diseño de la transacción y su preparación para un proceso licitatorio.

El 21 de febrero de 2020, LA EMB y LA FDN suscribieron el Convenio Interadministrativo 068 de 2020 cuyo objeto consistió en: *"Aunar esfuerzos técnicos, económicos y administrativos para: (i) Realizar la formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y (ii) elaborar estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca. Las actividades, entregables, estudios y diseños objeto del presente Convenio serán únicamente los que se detallan en la Cláusula Segunda de este Convenio" (en adelante el "Convenio 068"*).

En la Cláusula Segunda del Convenio 068 denominada “Alcance del objeto”, se definieron las siguientes fases para el desarrollo del estudio de alternativas y los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del proyecto de expansión:

“a) Fase 1 "Formulación de Alternativas": En esta fase se adelantará:
I. La validación y verificación de la zona hacia la cuál debe expandirse la PLMB-T1 (PLMB- T1) teniendo en cuenta el documento técnico de soporte denominado “IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ TRAMO 1 (PLMB – T1)”, desarrollado por la EMB.

II. Identificación y caracterización de alternativas de trazado, de alineamiento vertical, tipo de conexión con tramo 1 de la PLMB y disponibilidad de patio, para la alternativa de expansión, con base en los análisis del numeral I) anterior.

b) Fase 2 "Análisis de Alternativas": Consiste en desarrollar un análisis de alternativas a través de una evaluación multicriterio, con base en información secundaria y teniendo cuenta una matriz de criterios, indicadores y pesos que será entregada previo al inicio de esta Fase por parte de la EMB, que permita identificar la solución de mejor desempeño, entre las alternativas identificadas en la Fase 1.

El resultado principal de esta fase debe ser la definición de un “Proyecto de Expansión Priorizado” que puede estar compuesto por uno o más tramos de red e infraestructura complementaria, y que deberá estar acotado a la disponibilidad de recursos que se identifiquen en un análisis de fuentes de pago. El “Proyecto de Expansión Priorizado” deberá ser puesto a consideración del “Comité Técnico”, quien deberá aprobar continuar con la ejecución de la Fase 3 de este Convenio. En todo caso, la longitud total del “Proyecto de Expansión Priori-
zado” no deberá exceder los 16 kilómetros.

c) Fase 3. "Estudios y Diseños a nivel de prefactibilidad": Consiste en el desarrollo de estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del “Proyecto de Expansión Priorizado”, basados en información exclusivamente secundaria.”

Como resultado de la fase 3 del convenio 068 de 2020, se definió el proyecto de expansión priorizado.

Teniendo en cuenta los antecedentes antes descritos y de acuerdo con la necesidad de adelantar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá en sus componentes legal, riesgos, técnico, y financiero, LA EMB y LA FDN suscribieron el Contrato Interadministrativo 136 de 12 de abril de 2021 (en adelante el “Contrato Interadministrativo”).

Con ocasión del Contrato Interadministrativo, la FDN firmó con La Unión Temporal MOVIUS suscribió contrato 56 de 2021 el cual tiene por objeto “REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO”, aclarando que la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social está inmerso dentro del anterior alcance y se tomó de base las decisiones y estudios desarrollados en la etapa de prefactibilidad

La Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) es un Banco de Desarrollo especializado en infraestructura que se enfoca en la financiación y estructuración integral de proyectos en este sector. En este sentido, se suscribió el Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021 con la Empresa Metro de Bogotá con el objeto de “Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (El proyecto)”.

Por otra parte, con el fin de garantizar una revisión y validación independiente de los productos entregados por la UT-MOVIUS, incluido el EIAS, la FDN suscribió el Contrato No. 65 de 2021 con la EGIS CONSULTORÍA SAS cuyo objeto es realizar la “Interventoría técnica, administrativa, legal y financiera de los estudios y diseños técnicos de factibilidad que hacen parte del contrato de consultoría…”

La estructura de los actores y participantes del proyecto se presenta en la siguiente figura

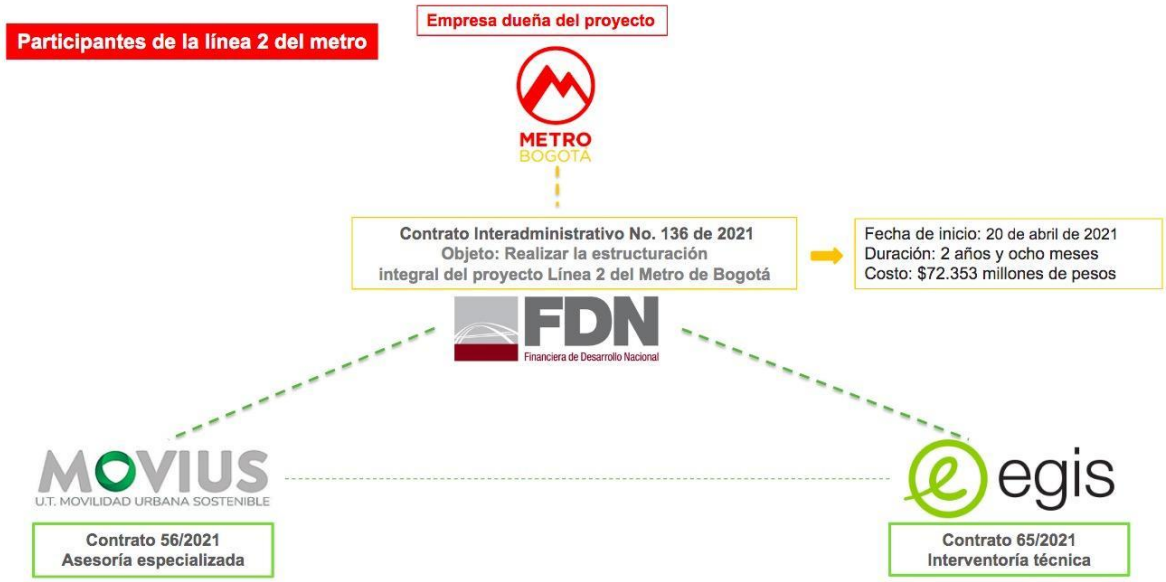


Figura 1.Estructura participantes proyecto L2MB
Fuente. UT MOVIUS 2022

La Financiera de Desarrollo Nacional (FDN)es un Banco de Desarrollo especializado en infraestructura que se enfoca en la financiación y estructuración integral de proyectos en este sector. En este sentido, se suscribió del Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021 con la Empresa Metro de Bogotá con el objeto de "Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (El proyecto)".

Para cumplir este objetivo, la FDN como estructurador integral del Proyecto suscribió el Contrato 56 de 2021 con la Unión Temporal Movius para "prestar los servicios de asesoría técnica especializada en los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero de la línea 2 del Metro de Bogotá" quienes, como asesores expertos, entre otros entregables, se encargan de la elaboración del EIAS, acorde con lo establecido en la Especificación Técnica No. 5 (ET-05), del Entregable 13.

Por otra parte, con el fin de garantizar una revisión y validación independiente de los productos entregados por la UT-MOVIUS, incluido el EIAS, la FDN suscribió el Contrato No. 65 de 2021 con la EGIS CONSULTORÍA SAS cuyo objeto es realizar la "Interventoría técnica, administrativa, legal y financiera de los estudios y diseños técnicos de factibilidad que hacen parte del contrato de consultoría…"

Ahora bien, como resultado de la Fase 1 del convenio, la alternativa correspondiente a la nueva línea en el corredor Calle 72 – Avenida Ciudad de Cali se confirmó como la alternativa más eficiente.

La fase 2 permitió la definición del "Proyecto de Expansión Priorizado", correspondiente a la alternativa de línea independiente Calle 72 – Av. Cali – ALO en tipología soterrada, la cual llega hasta el patio-taller en el polígono de Fontanar del Río.

Para llegar a esta definición, en la fase 2 se analizaron y evaluaron las alternativas previamente seleccionadas en la fase 1 del estudio. Se realizó la selección de la zona de expansión de la PLMB-T1 y se identificaron 18 alternativas de trazado con la finalidad de llegar al proyecto de expansión priorizado.

Las 18 Alternativas de trazado identificadas fueron analizadas en el marco de los Términos de Condiciones Contractuales – TCC y acordadas con la Empresa Metro de Bogotá EMB y la Financiera de Desarrollo Nacional – FDN, abarcando todos los componentes (ambiental, urbano-paisajístico, beneficios sociales generados por el transporte y financiero) facilitando la toma de decisión por parte del Comité Técnico compuesto por representantes de la FDN y EMB. Finalmente, mediante el acta No. 7, se definieron 14 alternativas para la Fase 2.

A continuación en la Tabla 4 se presentan de forma resumida las 14 alternativas analizadas:

Tabla 4. Características generales de las alternativas analizadas

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Longitud Total (Km)	Longitud Elevado (Km)	Longitud Subterráneo (Km)	Longitud Nivel (Km)	Estación elevada (Un)	Estación subterránea (Un)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	15.14	14.04	1.10	0.00	10	0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16.31	15.21	1.10	0.00	10	0
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	15.80	15.80	0.00	0.00	12	0
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	16.98	16.98	0.00	0.00	12	0
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	15.79	4.46	11.33	0.00	3	9
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16.72	3.57	13.15	0.00	11	2
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	13.70	11.98	0.00	1.72	9	0
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	14.91	13.19	0.00	1.72	9	0
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Extensión	15.94	15.94	0.00	0.00	11	0
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	15.82	1.34	14.48	0.00	0	11
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	15.31	15.31	0.00	0.00	0	11

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Longitud Total (Km)	Longitud Elevado (Km)	Longitud Subterráneo (Km)	Longitud Nivel (Km)	Estación elevada (Un)	Estación subterránea (Un)
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	15.16	1.32	13.84	0.00	11	0
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	14.73	0.00	14.73	0.00	0	10
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	14.73	7.34	7.39	0.00	5	5

Nota: Las distancias registradas corresponden a longitud de vía metro doble y no consideran el tramo de línea al patio taller. Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

De acuerdo con las mesas de trabajo y presentaciones con EMB, FDN y Distrito, se desarrollaron análisis adicionales para interpretar con más detalle las variables no incluidas en la matriz multicriterio. Estos análisis permitieron caracterizar y excluir de la evaluación ciertas alternativas, por sus limitaciones en materia de transporte, operacionales, financieras o de riesgos.

Luego de seleccionar 14 alternativas y realizar el análisis anterior, se definieron 10 alternativas que son consideradas como Línea Nueva y sin Extensión de la Calle 100. A continuación en la Tabla 5 se muestra el listado de alternativas que serán incorporadas en la evaluación multicriterio para la selección de la Alternativa:

Tabla 5. Alternativas evaluadas en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Extensión
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

De la evaluación realizada a las 10 alternativas, en la matriz multicriterio, se obtuvo como resultado que la alternativa de, la Calle 72 – Av. Cali es la alternativa con mayor puntaje entre las 10 alternativas, independientemente de su tipología. La diferencia entre Oferta Conservadora y Optimista no es significativa en el análisis. En segundo lugar, se encuentra la Calle 80 – Av. Cali- Av. Rincón.

La alternativa con la mejor calificación de las catorce (14) alternativas estudiadas corresponde A la alternativa Calle 72 – Avenida Cali, Línea nueva tipología mixta".

La alternativa de mejor desempeño de acuerdo con el análisis se caracteriza por tener índices superiores al promedio en los criterios, que representan el 56,8% del total de la ponderación de la matriz.

A continuación en la Figura 2 se presenta el trazado de la alternativa definida.

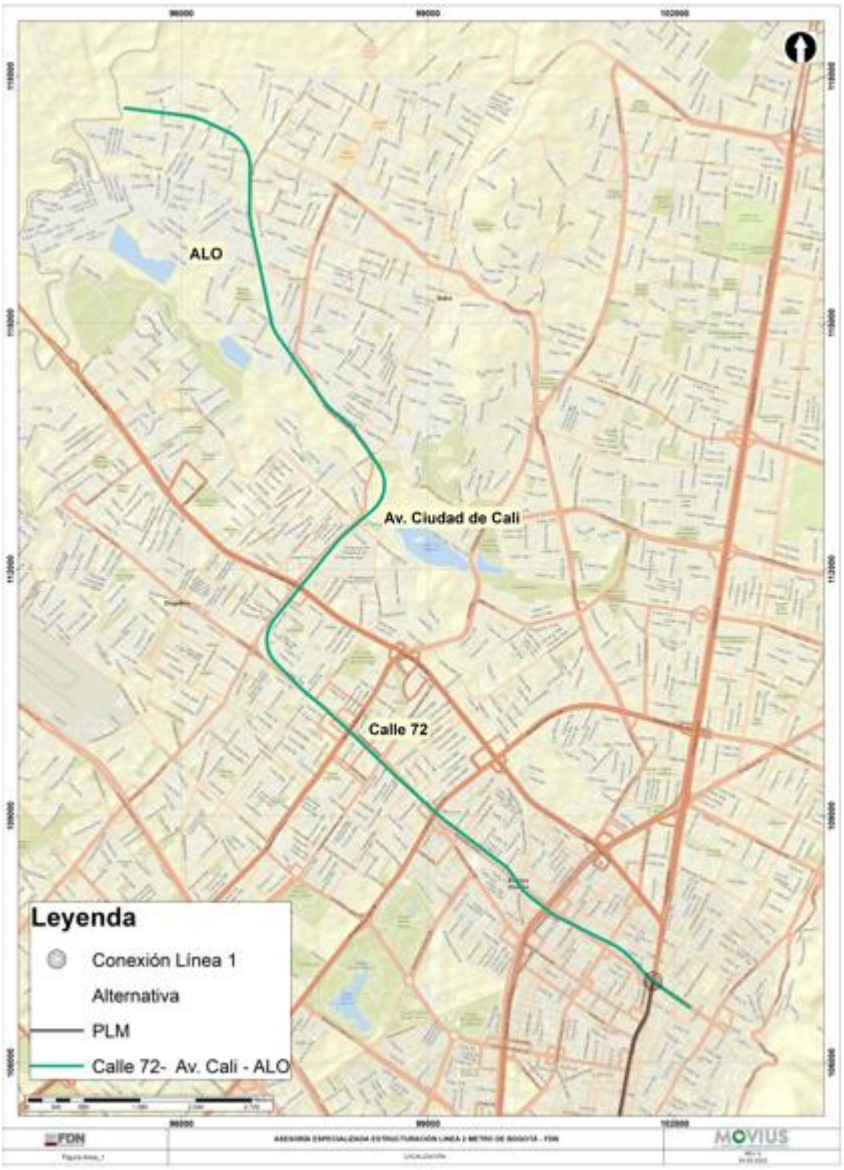


Figura 2. Proyecto de Expansión Priorizado
Elaborado por UT MOVIUS 2022 con información FDN. Anexo 6 – Especificaciones generales del servicio

El proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, en consecuencia, se constituye en el objeto de la elaboración de los estudios y diseños de factibilidad y la estructuración del Proyecto, cuyos alcances técnicos y ambientales detallados se establecen en la Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021.

Adicional a lo anterior, es importante resaltar los estudios previos para la ejecución de los proyecto de la PLMB aclarando que esta incluye todos las estudios realizados articulados finalmente con CONPES 3900 de 2017, a continuación se presenta la historia de estos estudios

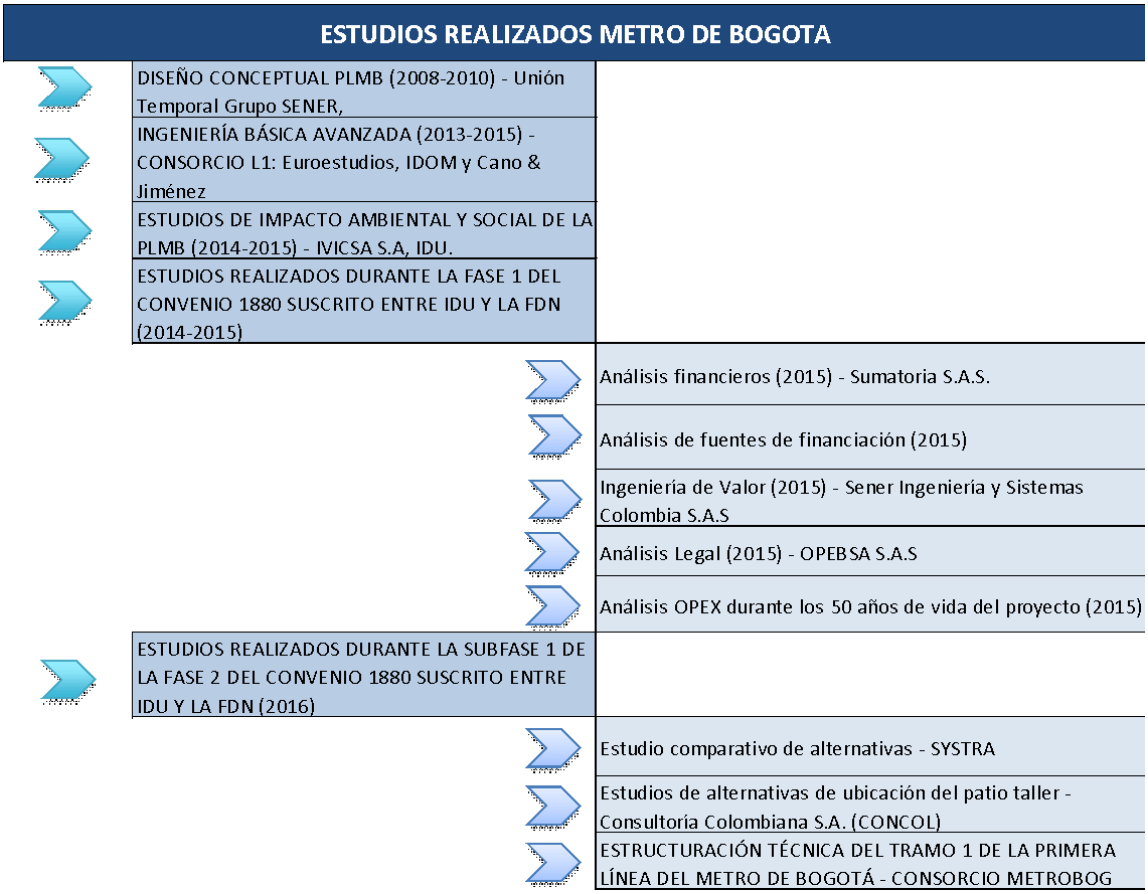


Figura 2. Relación de estudios realizados proyecto Metro de Bogotá
Elaborado por UT MOVIUS 2022 con información FDN.

Esta información puede ser ampliada en el Anexo 1-1 Evaluación multicriterio de alternativas.

2.5.3. Lecciones aprendidas

En el desarrollo del presente Estudio, se consideraron las lecciones aprendidas que han surgido en el desarrollo del primera línea del metro de Bogotá - la PLMB, las cuales se presentan en el Anexo 2.1 Lecciones aprendidas PLMB

2.5.4. Marco Legal e institucional

El resumen normativo que se presenta en el capítulo 4. Marco Legal VD, en donde se ilustran las Leyes y Decretos vigentes y aplicables a los proyectos de construcción de infraestructura pública en toda la extensión del Territorio Colombiano y nivel distrital. Los temas generales de las normas están relacionados con el ordenamiento territorial, vertimientos, residuos sólidos, aire y ruido, aprovechamiento forestal, manejo de recursos, diversidad biológica, áreas protegidas, entre otros.

Se describe el marco legal e institucional aplicable al proyecto. En la sección 4.1 se describe la normatividad ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo vigente aplicable al proyecto L2MB, la sección 4.2 contiene la normatividad

distrital relevante aplicable. Finalmente, la sección 4.3 trata sobre los diferentes permisos requeridos para construir y operar el proyecto.

También en la sección 4.5, se encuentran los describen los estándares internacionales o políticas de salvaguardia ambiental y social que se consideran aplicables al proyecto.

Es importante aclarar que de acuerdo a la legislación Colombiana, la L2MB no requiere licencia ambiental, debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.

Sin embargo lo anterior, la Empresa Metro de Bogotá ha estructurado dentro de los estudios del proyecto, la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS), que cumpla con las mejores prácticas de ingeniería en proyectos de similares condiciones. Asimismo, como resultado del EIAS ha elaborado el Plan de Manejo Ambiental y Social a implementar durante la ejecución de obras y la relación de todos aquellos permisos ambientales requeridos para tal fin. Los trámites y permisos que se requiere desde los componentes ambiental y social se dan en dos momentos, primero durante la ejecución de la asesoría y segundo como parte de la ejecución de las obras del proyecto.

2.6. METODOLOGÍA

El Estudio de Impacto Ambiental y Social se realizó con base en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente (2018), así como, a partir de las Especificaciones Técnicas (ET-05) emitidas por la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) en noviembre de 2021 para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental EIAS de la Línea 2 Metro de Bogotá (L2MB). De igual manera, las metodologías desarrolladas hacen parte de la experiencia por parte del Consorcio UT MOVIUS en este tipo de estudios las cuales se explican en los siguientes numerales

Respecto la cartografía Base de Datos Geográfica (GDB) ésta se realizó con base a la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 *"Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos"* con el fin de estandarizar la entrega de los productos geográficos y cartográficos.

2.6.1. Caracterización ambiental

2.6.1.1. Área de Influencia

2.6.1.1.1. Definiciones.

El Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.1.1, define el área de influencia como *el Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios*. Debido a que las áreas de extensión de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecruzan entre sí.

Ahora bien, atendiendo las consideraciones de los Términos de Referencia emitidos por la Financiera de Desarrollo Nacional para este estudio, la definición de las áreas de influencia del proyecto parte de la integración de diferentes elementos de análisis identificados en el medio físico, biótico y socioeconómico sobre los cuales se manifiestan y trascienden los riesgos e impactos ambientales generados por las actividades de fase previa, construcción, operación y

mantenimiento del proyecto, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada, como se representa en la Figura 3.

A continuación, se describen las fases que se han tenido en cuenta para la definición de las áreas de influencia para cada uno de los medios (componentes) sobre el cual interviene el proyecto:

- Identificación de actividades a ejecutar durante la fase de construcción y la fase de operación y mantenimiento del proyecto, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada.
- Identificación de las áreas ambientalmente sensibles por cada uno de los componentes.
- Identificación y definición de los elementos de análisis para cada uno de los medios y sus componentes
  - Medio físico: suelos, geotecnia, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología y atmósfera.
  - Medio biótico: flora, fauna terrestre y elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal.
  - Medio socioeconómico: Dimensiones demográficas, espacial, económica, cultural, arqueológica (línea base, prospección), política-organizativa necesarias para la caracterización del área de influencia y comunidad.
- Construcción cartográfica del área de influencia directa e indirecta

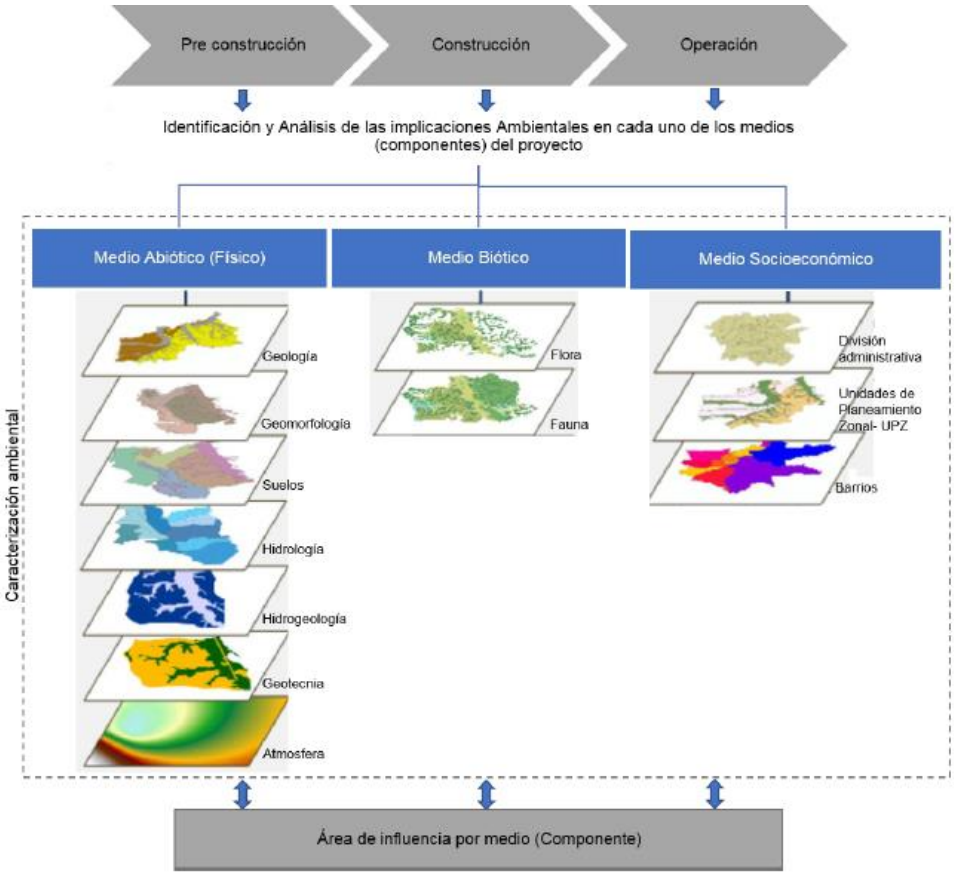


Figura 3. Esquema de definición de áreas de influencia
Fuente: MinAmbiente y ANLA, 2014. Esquema modificado por la UT MOVIUS, 2021.

- Área de influencia directa (AID)

Se define el área de influencia directa del Proyecto teniendo en cuenta los impactos generados directamente por las actividades de construcción, operación y mantenimiento, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada. En este sentido, se define como Área de Influencia Directa a aquella donde se manifiestan los impactos directos, es decir, los impactos generados por las actividades directas de construcción, de operación y de mantenimiento, que corresponden a áreas de estaciones, área de patio taller, área de cola de maniobras, áreas de ventanas de ventilación, áreas de campamento y zonas de cargue y descargue. La información que se levanta en campo para la caracterización de esta área de influencia directa es de carácter primario, resultado de los trabajos de campo.

- Área de influencia indirecta (AII)

El área de influencia indirecta del Proyecto está asociada a los impactos indirectos, es decir, aquellos que puedan trascender el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada; en términos prácticos, corresponde a una zona complementaria al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan los impactos indirectos. La información que se utiliza en el presente estudio para la caracterización de esta área de influencia indirecta es tanto de carácter primario como secundario.

D

La alimentación eléctrica del proyecto llega a subestaciones de ENEL Codensa, las cuales no forman parte de la L2MB, en el caso que la empresa prestadora de servicios públicos requiera construir nuevas instalaciones para prestar el servicio eléctrico al proyecto, estas podrán ser consideradas dentro de las instalaciones conexas del proyecto. Estas instalaciones conexas cumplirán con los requisitos de los EIAS en la medida en apliquen según las políticas ambientales y sociales de la banca multilateral.

2.6.1.1.2. Área de Influencia preliminar

2.6.1.1.2.1. Desarrollo Metodológico.

Tal como se establece la metodología para la definición de área de influencia (Ver capítulo 2 Generalidades) , el primer paso para la definición del área de influencia preliminar del proyecto consistió en el entendimiento del territorio desde la información secundaria disponible y de las implicaciones asociada a las obras y actividades propias del proyecto para identificar los potenciales impactos que se podrían generar con ocasión del mismo.

A continuación, en la Tabla 6 se presenta un resumen de las principales obras y actividades en armonía con la descripción técnico operativa que se presenta en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto y los impactos preliminarmente identificados asociados a su incorporación en el territorio, impactos que son analizados con detalle en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental y social, y a partir de los cuales se ajusta el Área de Influencia Directa e Indirecta; y en la Figura 4 se presenta el tiempo de duración de cada etapa.

Tabla 6. Actividades para el análisis de impactos del proyecto

Etapa	Actividad
Previa	Estudios de ingeniería de detalle para la construcción
	Acercamiento con comunidades e instituciones
	Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
	Traslado anticipado de redes primarias

Etapa	Actividad
Construcción	Traslado de redes y servicios interceptados o secundarios
	Desvío y Manejo de tráfico (PMT)
	Descapote y remoción de la cobertura vegetal
	Aprovechamiento forestal
	Excavaciones y rellenos
	Adecuación de vías de acceso
	Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
	Acopio temporal de materiales
	Construcción de patios y talleres
	Construcción de estaciones del metro
	Construcción de edificios laterales de acceso
	Puesto central de control - OC
	Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial
	Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia subterránea
	Conformación pozo de entrada y salida de túnel
	Transporte y manejo de suelo excavado
	Pre-fabricación dovelas (anillos de concreto)
	Construcción de pozos de evacuación y bombeo (chimeneas)
	Instalación de instrumentación geotécnica
	Construcción de Túneles
	Superestructura de vía

Etapa	Actividad
	Viaducto
	Espacio público y urbanismo
	Material rodante
	Señalización y control de trenes
Operación	Funcionamiento de la línea
	Funciones de estaciones y patio taller
	Mantenimiento de la línea y trabajos de conservación estructural
	Manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos
	Manejo de residuos líquidos y/o sustancias químicas
	Manejo y control de señalización
	Operación del puesto central de control
	Manejo de aguas de infiltración
	Mantenimiento zonas verdes
	Mantenimiento de sistema de puertas de andén
	Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billetaje

Fuente: UT MOVIUS, 2022

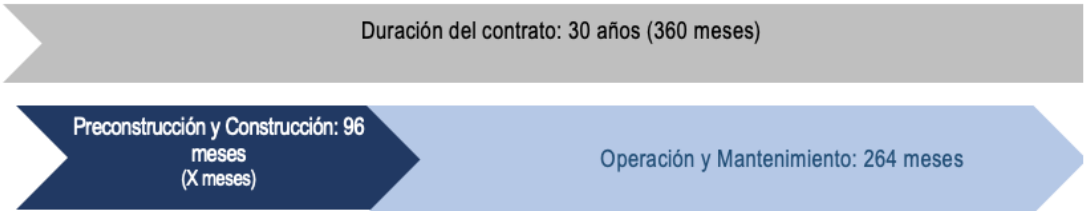


Figura 4. Plazo del contrato
Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.1.1.2.2. Identificación preliminar de impactos.

A partir del conocimiento del territorio y del entendimiento de las obras y actividades asociadas al proyecto L2MB, se realizó la identificación preliminar de los impactos que afectarán a los diferentes componentes del ambiente. Para esto, cada profesional realizó, desde su temática específica, una evaluación de la información disponible, tomando como insumo el estudio de Estructuración Técnica del 2019 y 2021, información primaria y secundaria y la implantación del proyecto, se especializa las diferentes elementos de análisis (componentes) como son áreas directas a intervenir, cuencas hidrográficas, ronda hidráulica de los diferentes cuerpos de agua que se sobreponen al proyecto, espacialización de la coberturas vegetales, límites político administrativos o barriales y modelos predictivos (aire, ruido), entre otros, se especializan en una capa digital (*shape*) con el programa ArcGis y se identifican lo impactos preliminares que generará el proyecto.

2.6.1.1.2.3. Taller de especialistas.

Una vez identificados desde cada componente los potenciales impactos a generar por el proyecto se realizó un taller de especialistas, en el cual se hizo una primera aproximación conjunta a su espacialización en el territorio; se discutió su posible implicación sobre los atributos ambientales propios de otros componentes y/o medios y a partir de allí se ajustó el área preliminar de afectación del impacto. Las áreas resultantes se digitalizaron en ArcGis, en el cual se homologaron áreas con interés de evaluación desde diferentes componentes, se establecieron las variables más representativos o sensibles que puedan tener mayor relevancia en el desarrollo del proyecto a la hora de evaluar los impactos, se identificaron los impactos que en este nivel de avance de los estudios se consideran como los más significativos por sus efectos, se obtuvo la espacialización de la extensión en el territorio, y se avaló por todos los participantes el área de influencia preliminar (directa e indirecta).

2.6.1.1.2.4. Resultados - Área de Influencia Preliminar Identificada

El análisis de los impactos identificados preliminarmente y la espacialización de su extensión permitió establecer un área preliminar para cada uno de los atributos, componentes o grupo de componentes potencialmente afectado, la cual se presenta a continuación.

2.6.1.1.3. Área de influencia final

2.6.1.1.3.1. Desarrollo metodológico.

- .Identificación definitiva de impactos

Demolicion
A partir de la evaluación ambiental y social (Capítulo 8. Evaluación de Impactos), la cual a su vez es resultado de los análisis de caracterización de la línea base (Capítulo 5. Caracterización del área de influencia), se establecen

La extensión establecida para estos impactos corresponderá al área de influencia definitiva de cada componente o grupo de componentes en análisis, en cumplimento de lo establecido por la metodología para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

- Taller de expertos Área de Influencia Definitiva

Una vez realizada la evaluación ambiental y social de impactos, definida la extensión de los mismos y establecida el área de influencia definitiva para los diferentes componentes o grupos de componentes del ambiente se procedió a realizar un taller de expertos, con el objetivo de evaluar posibles implicaciones de las superposiciones e interacciones entre estas áreas identificadas. Los análisis realizados permitieron corroborar -en muchos casos- o redelimitar -en otros- las áreas de influencia definitiva para los diferentes grupos de componentes o componentes del ambiente.

- Resultados - Área de Influencia Definitiva

El área de influencia definitiva para cada atributo, componente o grupo de componentes del proyecto es la resultante de los análisis de la información primaria obtenida en campo y como producto de la identificación, cualificación, cuantificación y jerarquización de impactos del proyecto, evaluación que se presenta desarrollada en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Social.

2.6.1.2. Medio Físico

2.6.1.2.1. Geología

Las metodologías adoptadas para las cuatro temáticas que hacen parte del componente geosférico están orientadas a satisfacer los lineamientos y requerimientos de información consignada en las especificaciones y requerimientos de la ET-05 en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Línea 2 Metro de Bogotá.

La nomenclatura estratigráfica se basa principalmente en las cartografías geológicas del Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS), en especial la Plancha 227 - La Mesa (Ulloa et al, 1998) a escala 1:100000 y el Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá a escala 1:50000 del Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá (INGEOMINAS - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 1997.

La metodología involucra la interpretación de información de estudios anteriores y se complementa con los datos litológicos de exploración superficial así como los obtenidos del registro litológico de las perforaciones realizadas a lo largo del corredor de la L2MB, adicionalmente con los resultados del análisis de la información de ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas durante las fases 1 y 2, se estableció el cambio de las propiedades del suelo, y permitió realizar la diferenciación de zonas homogéneas.

Con el propósito de precisar la cartografía geológica de superficie y del subsuelo del Área de Influencia, se recopilaron los resultados de las campañas exploratorias ejecutadas al 2021, los resultados de los estudios y diseños a nivel de detalle (Fase III) del proyecto y una campaña de campo en el marco del estudio ambiental por parte de un profesional en geología, a lo largo de todo el trazado, para el reconocimiento del terreno en esta zona, la verificación de las unidades litológicas y condición del terreno, procesos morfodinámicos sobre la huella de intervención y características geomorfológicas del área de influencia.

De acuerdo con lo anterior y con la exploración geológico-geotécnica ejecutada en el marco de los estudios de ingeniería, se analizó y estructuró la información técnica del proyecto y se ajusta la base cartográfica a nivel de la geología de superficie y del subsuelo para los sitios de obras proyectadas.

Se adoptó información sobre la planimetría y topografía de detalle para obtener el Modelo Elevación Digital - DEM del área de influencia y las secciones de análisis transversales (9) y la sección longitudinal a lo largo de todo el trazado, sobre las cuales se plasma la información relacionada con las variaciones verticales y laterales de las unidades aflorantes en el área de influencia a nivel de superficie y a nivel vertical hasta el cubrimiento espacial del alineamiento de las obras subterráneas (estaciones, pozos y el túnel),, correlacionando los resultados de las investigaciones geotécnicas.

Se generaron secciones geológicas transversales a lo largo de las obras proyectadas que incluyen las estructuras subterráneas y elevadas (viaducto y patio taller), los ejes corresponden a perfiles que cubren la implantación proyectada a nivel vertical, de manera que ilustran las variaciones litológicas verticales y laterales de la cimentación profunda y más representativas en cada sitio. Esta información se consigna en el Anexo 5.2 -1.1 al Anexo 5.2 -1.4.

2.6.1.2.2. Geomorfología

La geomorfología involucra el aspecto externo de los materiales naturales, de acuerdo a su origen y evolución. La forma corresponde a una imagen instantánea de unos procesos naturales, por lo tanto, puede ser representada como un área o un volumen según la forma como se proyecte. Los procesos naturales imprimen paisajes característicos, los cuales permiten su identificación, delimitación, y cartografía. La evolución de las geoformas, se puede deducir al comparar y establecer la magnitud, la repetición de los trazos y rasgos, y la distribución de los componentes en cualquier área de análisis y de influencia del componente.

El método de cartografía y clasificación de terrenos propuestos en el estudio de la L2MB, está basado principalmente en el Sistema International Institute for Aerospace Survey and Earth Science – ITC (Van Zuidam, 1986), Verstappen y Van Zuidam (1992) y Carvajal (2002), mediante la interpretación de imágenes aeroespaciales (Modelo Elevación Digital - DEM) y propias del proyecto, cuyo objetivo es delimitar áreas, geoformas del relieve, patrones de drenaje de manera concisa y sistemática que permita determinar las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que actúan sobre ellas, siempre recordando que el objetivo de la información adquirida ha de ser agrupada y compilada mediante sistemas de información Geográfica (SIG).

La metodología tiene en cuenta la clasificación fisiográfica del terreno y de su comportamiento, hechos a partir de un análisis integral de las unidades litológicas que afloran en superficie y de la geomorfología resultante del balance de los procesos tectónicos y del intemperismo (clima, hidrología, desarrollo de suelos, variaciones litológicas, evolución tectónica, etc.).

Para el área de análisis y de influencia, se consideran las características fisiográficas de geoestructura, provincia geomorfológica, unidades de relieve y sus respectivos ambientes morfogenéticos. Se correlaciona la información obtenida en la cartografía geológica del área de estudio, las condiciones de evolución tectónica del área, factores determinantes en el modelado del relieve.

Finalmente, los resultados hacen parte integral en el estudio los cuales se describen en detalle en el numeral 5.2.1.1 del Capítulo 5 Abiótico y se consignan en la cartografía temática de soporte y en la GeoDataBase respectiva. Los soportes hacen parte integral en el estudio y se consignan en la cartografía temática de soporte y en la GeoDataBase respectiva del componente, y en los anexos de soporte desde el Anexo 5.2 -2.1 al Anexo 5.2 -2.4. Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0007_V01.

2.6.1.2.2.1. Análisis Multitemporal

La metodología para el análisis multitemporal a lo largo del trazado de la Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB involucró la fotointerpretación de imágenes satelitales entre los años 1967 y 2017, así como la comparación de éstas con fotografías aéreas de diferentes períodos, reportando principalmente aquellos cambios morfológicos, identificando la variación de los contornos de cuerpos de agua y de coberturas a través del tiempo. Los resultados se consignan en el Anexo 5.2 -2.3 .

2.6.1.2.2.2. Morfometría

En el geoprocesamiento de la topografía base y de detalle, se analizan elementos de tipo línea y área de la superficie del terreno, como: (i) contorno (líneas de igual altura sobre el geoide), (ii) línea de pendiente (línea de flujo gravitacional pendiente abajo que forman ángulos derechos respecto a las líneas de contorno), (iii) llanuras, corresponden a las áreas de bajo relieve donde todos los valores de altitud son iguales.

Los parámetros morfométricos de carácter local y regional, son extraídos a partir de modelos digitales de elevación, y contribuyen a la caracterización de las formas del terreno en términos de la altura relativa, la densidad del drenaje y el gradiente de pendiente; estos atributos son aplicados a cualquier nivel categórico con peso variable e incluidos en la cartografía del mapa de pendientes o morfometría del terreno. Las categorías determinadas en la zonificación morfométrica corresponde a la discriminación establecida en los dominios del modelo de almacenamiento geográfico vigente. Los resultados se consignan en el Anexo 5.2 -2.1.

Tabla 8. Categorización de las pendientes del terreno

Código	Descripción
6010	A nivel, 0-1% (a)
6020	Ligeramente plana, 1-3% (a)
6030	Ligeramente inclinada, 3-7% (b)
6040	Moderadamente inclinada, 7-12% (c)
6050	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)
6060	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)
6070	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75% (f)
6080	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100% (g)
6090	Totalmente escarpada, >100% (g)

Fuente: Adaptado de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 ANLA

Respecto al geoprocesamiento y modelaciones en el componente geomorfológico involucró las siguientes actividades particulares:

- Extracción del DEM del área de estudio: Contiene todos los pixeles que corresponden a las alturas definidas por una máscara (Área Influencia).
- Generación curvas detalladas de nivel cada 50 cm tomado como base el modelo digital de elevación (Análisis espacial, curvas por superficie): Se crea una entidad tipo línea de contorno (isolíneas) de la superficie con alturas sobre el nivel del mar en metros.
- Elaboración del Triangulated Irregular Network (TIN), (Herramientas de análisis 3D, TIN): Toma como base las curvas de nivel para realizar una triangulación de la superficie, el resultado es un modelo de terreno exacto que representa de forma eficiente y precisa la superficie.
- Conversión del TIN a formato raster (Herramientas de análisis 3D, conversión): Se realiza el cambio de formato TIN a RASTER pues la herramienta de pendientes requiere que la capa de entrada sea tipo RASTER, con base en el levantamiento topográfico de detalle para el área de influencia del componente.
- Generación de pendientes a partir del raster (Análisis espacial, superficie): Se identifica la pendiente (gradiente o cambio máxima en z) de cada pixel obteniendo como resultado un mapa raster que muestra dichos cambios en porcentajes o grados los cuales se pueden clasificar de forma manual, geométrica, por quantiles, desviación estándar, entre otros.

Para el análisis, se generaron pendientes por porcentajes y se aplicó el método de clasificación Natural Breaks Jenks, en donde el programa calcula las diferencias de valores entre los individuos estadísticos ordenados de forma creciente colocando un límite para separar los grupos que tienen diferencias de valores altas.

Las categorías identificadas se obtuvieron teniendo en cuenta los parámetros específicos descritos y relacionados con la litología, la morfogénesis, morfometría y las morfoestructuras asociadas.

Finalmente, los resultados hacen parte integral en el estudio los cuales se describen en detalle en el numeral 5.2.1.2 del Capítulo 5 Abiótico y se consignan en la cartografía temática de soporte y en la GeoDataBase respectiva.

2.6.1.2.2.3. Zonificación susceptibilidad ocurrencia de los fenómenos de erosión y remoción en masa - ZRM

En la generación del mapa de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa específico para el área de estudio, empleó variables cualitativas y cuantitativas; dentro de las variables cualitativas se encuentra la geología, geomorfología, suelos y cobertura de la tierra y dentro las variables cuantitativas se encuentran la pendiente, longitud de la pendiente, las cuales se derivan del modelo digital de elevación (DEM).

Se realiza un análisis multicriterio que involucra la utilización de datos geográficos, debiendo establecer las preferencias y combinaciones (o agregaciones) de los datos, de acuerdo a reglas de decisiones específicas que han sido implementados en el geoprocesamiento de las cuatro variables principales de acuerdo con el nivel, unidad de análisis y escala del estudio mediante un sistema de procesamiento en ARCGIS. Para efectos de los análisis heurísticos para determinar el Índice de Susceptibilidad de Movimientos en masa (ISD), se propone la utilización de procesos de análisis jerárquicos.

El método heurístico adoptado para el geoprocesamiento de la información temática para el área de influencia del componente, incluye un análisis estadístico bivariado cada factor de mapeo (pendiente, geología, suelos, coberturas vegetales, niveles de precipitación), se combina y se calculan valores ponderados de densidades de movimientos en masa para cada clase, unidad geológica, variación morfométrica, unidades de coberturas vegetales y como detonantes los niveles de precipitación.

Los pesos ponderados para cada factor de mapeo corresponden de acuerdo con la incidencia de cada uno en el contexto geográfico donde se ubica el proyecto. Para el caso de la L2MB, el factor de mapeo asociado a la geología como la pendiente son determinantes y presentan para la zonificación un peso de ponderación del 25% y para la morfometría del 20% y para las coberturas vegetales y las isoyetas del 15% respectivamente.

Se adopta la simbología y nomenclatura de acuerdo con las exigencias cartográficas de los mapas según los estándares propuestos a nivel de unidades y subunidades, propuestos por Carvajal (2002) y del Servicio Geológico Colombiano para la cartografía y zonificación geomorfológica y geomecánica (2004).

La información complementaria aplicada en la zonificación incluye los siguientes aspectos:

- Mapa de pendientes con intervalos adecuados.
- Definición de la composición litológica y suelos para cada una de las geoformas establecidas
- Tipo de estructuras, estilo estructural
- Definición de las fallas tectónicas
- Establecer y complementar los atributos evaluados y analizados mediante una base de datos relacionada con la cartografía.
- Superponer la información cartográfica hasta obtener la zonificación susceptibilidad a partir de los mapas analíticos y temáticos.

El resultado en la zonificación de las áreas con diferentes características sobre procesos exogenos y endogenos que delimitan la respuesta de los materiales a la ocurrencia de procesos de erosión concentrada o de remoción en masa con la interacción de las variables y factores de mapeo establecidos en el contexto que se ubica el proyecto de la L2MB. Los resultados de la zonificación se consignan en el Anexo 5.2 -2.4.

2.6.1.2.3. Suelos

Para la realización del presente estudio, se tuvo en cuenta la metodología general para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales (MADS - ANLA, 2018), los términos de referencia ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) Adenda 4 y los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de Construcción de líneas férreas - TdR-03 (MADS - ANLA, 2017), los cuales presentan parámetros establecidos por los diferentes institutos y entidades oficiales que tienen por función la generación, administración y análisis de información que, para el caso del componente edáfico, se basa principalmente en la utilización de la metodología ofrecida y definida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014), que ha sido formulada siguiendo el Sistema Taxonómico Americano (Soils Taxonomy), actualizado a 2014 (USDA - NRCS, 2014).

De igual forma y como fuente de consulta para la caracterización de los suelos en el presente documento, se tiene en cuenta la actualización del POMCA del Río Bogotá (2017), para determinar la relación suelo-paisaje con los elementos ambientales que participan en esta relación. De tal forma que la descripción de suelos se realiza de acuerdo con los tipos de relieve presentes en cada paisaje, y que se caracterizan por tener condiciones similares en cuanto a clima, topografía y materiales parentales. La caracterización se complementa además con la descripción de perfiles del suelo, pruebas de infiltración y toma de muestras de suelos con sus respectivos análisis de laboratorio realizados del 13 de mayo del 2022 al 04 de Junio de 2022 para las 12 estaciones de servicio y del 14 al 16 de Marzo de 2022 para la toma de los horizontes del proyecto, como se describe más adelante en el documento. La revisión de información secundaria permite tener una visión general del nivel de detalle en la información regional generada por las instituciones en los temas de interés para el proyecto, como es el caso de los componentes: suelos, geomorfología, aptitud y uso de los suelos, así como del manejo técnico propuesto para el recurso.

Se realizó puntos de muestreo, a partir de de calicatas (huecos de 80 cm de ancho, 150 cm de largo y 100 cm de profundidad) en los cuales se describen en detalle las características morfológicas del perfil (límites entre horizontes, color, textura de campo, estructura, consistencia y distribución y cantidad de raíces) y se toman muestras de cada uno de los horizontes encontrados para los análisis químicos y físicos.

2.6.1.2.4. Calidad del agua

Se definieron un total de nueve cuerpos de agua para los monitoreos (seis lóticos y tres lénticos). La selección de los puntos de monitoreo se dio teniendo en cuenta los cuerpos de agua que están en cercanía a la infraestructura y se superponen con el corredor subterráneo de la Línea 2 Metro de Bogotá.

Adicionalmente se obtendrá información sobre los todos los sistemas lénticos y lóticos identificados, así como las cuencas hidrográficas existentes dentro del área de influencia del componente, incluyendo zonas de recarga, las cuales estarán localizadas en mapas a escala 1:10.000.

Los cuerpos de agua seleccionados se muestrearon teniendo en cuenta los dos períodos climáticos en época seca realizados los días 21, 24, 28, 29 y 30 de junio de 2022 y época de lluvias realizada los días 18, 19, 24, 25, 30 de mayo de 2022 y 01 de junio de 2022, por lo cual se consideran un total 20 puntos de monitoreo por cada época. Se analizó las concentraciones de los siguientes parámetros:

Tabla 9. Parámetros a analizar.

Parámetro
Sólidos suspendidos totales, secado a 103°C - 105°C
Sólidos disueltos totales
Sólidos sedimentables
pH
Temperatura del agua
Demanda bioquímica de oxígeno DBO5
Demanda química de oxígeno DQO
Oxígeno disuelto
Turbiedad, método nefelométrico
Grasas y aceites
Caudal (Cuerpos lóticos)
Aforo (Cuerpos lóticos)
Arsénico
Bario
Cadmio
Cobre
Conductividad
Fósforo total
Hidrocarburos
Mercurio
Níquel
Nitrógeno total
Plata
Plomo
Selenio
Tensoactivos (SAAM)
Zinc
Color real
Alcalinidad total
Acidez total
Dureza Cálcica

Parámetro
Dureza total
Fenoles totales
Coliformes fecales
Coliformes totales

Fuente: UT MOVIUS, 2021.

Para complementar el análisis de calidad de agua superficial, se calcularán los índices de calidad del agua exigidos por los términos de referencia para la elaboración de EIA en proyectos de construcción de líneas férreas de la ANLA, la metodología para la elaboración de Estudios Ambientales expedida por la ANLA en el 2018 y lo estipulado en la Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021. Estos son: Índice de Langelier, índice de Capacidad Buffer, Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL).

Adicionalmente, se calcularán los Índices de Contaminación - ICO's. A continuación, se describe y se indica el procedimiento para el cálculo de cada índice.

- **Índice de Langelier**

El índice de Langelier, está basado en la saturación de carbonato de calcio ($CaCO_3$). Este evalúa el efecto del pH sobre el equilibrio de solubilidad del $CaCO_3$, por lo tanto, es un indicador de la tendencia de deposición de la película de $CaCO_3$. Frecuentemente es empleado para evaluar el potencial corrosivo del agua.

La determinación del índice de Langelier se realiza usando la siguiente ecuación:

$$IL = pH_A - pH_S$$

Ecuación 1. Índice de Langelier

En donde:

IL es el Índice de Langelier (adimensional)
pH_A es el pH actual del agua (unidades de pH)
pH_S es el pH de saturación o pH al cual se logra el equilibrio calcocarbónico del agua (unidades de pH)
El valor de pH_S se calcula con la ecuación:

$$pH_S = (9{,}3 + A + B) - (C + D)$$

A, B, C y D se obtienen mediante las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{log(SDT) - 1}{10}$$

$$B = -13{,}12\ log(T + 273{,}15) + 34{,}55$$
$$C = log(Dureza\ Cálcica)$$
$$D = log(Alcalinidad)$$

En donde:

SDT es la concentración de sólidos disueltos totales en la muestra de agua (mg/l)

T es la temperatura del agua (°C)
DC es la dureza cálcica -para las muestras el cálculo se realiza con dureza total y cálcica (mg $CaCO_3$/l)
ALC es la alcalinidad (mg $CaCO_3$/l).

La clasificación general del índice de Langelier se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación del índice de Langelier

Índice de Langelier	Clasificación
IL = 0	Agua en equilibrio químico
IL < 0	Agua con tendencia a ser corrosiva
IL > 0	Agua con tendencia incrustante

Fuente: (Arnalich, 2008)

- **Índice de capacidad de buffer (tampón)**

En relación con la capacidad buffer, se toma como parámetro representativo la alcalinidad total, la cual está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y representa el principal sistema amortiguador de las aguas. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generan disminuciones del pH (acidificación).

Tabla 11. Clasificación de los cuerpos de agua según su alcalinidad total.

Descripción	Alcalinidad (mg/l)
Sensibles a contaminación	< 20
Mínimo aceptable	20
Pobremente amortiguadas	< 25
Moderadamente amortiguadas	25 - 75
Muy amortiguadas	> 75

Fuente. UT MOVIUS, 2022.

- **Índice de Calidad del Agua - ICA**

El ICA es un número (entre 0 y 1) que indica el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación.

El indicador se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de cinco o seis variables que determinan la calidad de las aguas corrientes superficiales. Las variables son: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, pH y Nitrógeno total/Fósforo total (NT/PT).

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \sum_{i=1}^{n} (W_i * I_{ikjt})$$

Ecuación 2. Índice de Calidad del Agua

Donde:

ICAnjt = Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.
Wi =Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.
Iikjt = Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t.
n = Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

Se incluirá el valor mínimo del ICA registrado en el periodo de tiempo t y además, el ICA promedio de ese periodo, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ICA\ promedio_{njt} = \frac{\sum_{k=1}^{m} (\sum_{i=1}^{n} W_i * I_{ikjt})}{m}$$

Donde:

m = Es el número de muestreos en los cuales se midieron las variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador. 1 ≤ m ≤ 4 si el periodo es anual.

En la Tabla 12 y Tabla 13 se presentan las variables y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo del ICA, para el caso en los que se utilizan cinco o seis variables respectivamente.

Tabla 12. Variables y ponderación para el caso de 5 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0,2
Sólidos suspendidos Totales, SST	mg/l	0,2
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	0,2
Conductividad eléctrica, CE	µS/cm	0,2
pH	Unidades de pH	0,2

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2011

Tabla 13. Variables y ponderación para el caso de 6 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0,17
Sólidos suspendidos Totales, SST	mg/l	0,17
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	0,17
NT/PT	-	0,17
Conductividad eléctrica, CE	µS/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2011

A continuación, se presentan las ecuaciones de referencia para cada una de las variables necesarias para el cálculo del ICA:

Tabla 14. Ecuaciones para cálculo del Índice utilizado en el ICA

Variable	Descripción
Oxígeno disuelto (OD)	Esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas. El índice de OD se calcula así: $I_{OD} = 1 - (1 - 0{,}01 * I_{OD})$ Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%, se calcula así: $I_{OD} = 1 - (1 - 0{,}01 * I_{OD} - 1)$
Sólidos Suspendidos Disueltos (SST)	La presencia de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente. El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula así: $I_{SST} = 1 - (-0{,}02 + 0{,}003 * SST)$ $Si\ SST \leq 4{,}5\ entonces\ I_{SST} = 1$ $Si\ SST \geq 320\ entonces\ I_{SST} = 0$
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	La DBO refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no y la materia inorgánica. $Si\ DQO \leq 20\ entonces\ I_{DQO} = 0{,}91$ $Si\ 20 < DQO \leq 25\ entonces\ I_{DQO} = 0{,}71$ $Si\ 25 < DQO \leq 40\ entonces\ I_{DQO} = 0{,}51$ $Si\ 40 < DQO \leq 80\ entonces\ I_{DQO} = 0{,}26$ $Si\ DQO > 80\ entonces\ I_{DQO} = 0{,}12$

Variable	Descripción
Variable	Descripción
Conductividad eléctrica (C.E.)	Está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada en la forma química, refleja la mineralización. I_{CE} = 1-10 (-3,261,34LOg10C.E) Cuando: $I_{CE} < 0, entonces\ I_{CE}$= 0
pH	Mide la acidez, valores extremos pueden afectar la flora y la fauna acuáticas. $Si\ pH <$ 4 entonces $I_{pH} = 0{,}1$ $Si\ 4 \leq\ pH\ \leq 7\ entonces\ I_{pH} = 0{,}02628419\ e^{\text{pH-052002)}}$ $Si\ 7 \leq\ pH\ \leq 8\ entonces\ I_{pH} = 1$ $Si\ 8 \leq\ pH\ \leq 11\ entonces I_{pH} = 1 * e^{[(\text{pH-8})\text{-}0{,}5187742)]}$ $Si\ pH > 11, entonces\ I_{pH} = 1$
Nitrógeno total/Fósforo total (NT/PT)	Mide la degradación por intervención antrópica, es una forma de aplicar el concepto de saprobiedad empleado para cuerpos de agua lénticos (ciénagas, lagos, etc.) como la posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica. La fórmula para calcular el subíndice de calidad para NT/PT es: $Si\ 15 \leq\ NT/PT\ \leq 20, entonces\ I_{NT/PT} = 0{,}8$ $Si\ 10 < NT/PT < 15, entonces\ I_{NT/PT} = 0{,}6$ $Si\ 5 < NT/PT < 10, entonces\ I_{NT/PT} = 0{,}35$ $Si\ NT/PT \leq\ 5, ó\ NT/PT > 20, entonces\ I_{NT/PT} = 0{,}15$

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2011

Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo a ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un color como señal de alerta.

Tabla 15. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00 - 0,25	Muy mala	Rojo
0,26 - 0,50	Mala	Naranja
0,51 - 0,70	Regular	Amarillo
0,71 - 0,90	Aceptable	Verde
0,91 - 1,00	Buena	Azul

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA). IDEAM, 2008.

- **Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL**

Este indicador determina la relación entre la carga contaminante y la oferta hídrica de un cuerpo de agua superficial para un año medio o un año seco, en el cual se consideran cinco variables. Las variables que se utilizan para la estimación del IACAL son DBO, diferencia entre DQO y DBO, SST, NT y PT.

$$IACAL_{ijt\ añomed} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad Catiacal_{itj-año\ med}}{n}$$

$$IACAL_{ijt\ añosec} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \quad Catiacal_{itj-añomsec}}{n}$$

Ecuación 3. Alteración Potencial de la Calidad del Agua

Dónde:

$Iacal_{ijt\text{-}año}$ es el Índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t, evaluado para una oferta hídrica propia de un año medio o año seco, dependiendo del caso.
n es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.

Catiacal es la categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i, que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año medio o año seco, dependiendo del caso. Para el cálculo del Catiacal para cada variable se debe emplear la razón entre la carga contaminante de cada variable (W_{ijt}) y la oferta hídrica del cuerpo de agua (O), de un año promedio o un año seco. Esta se define mediante las siguientes ecuaciones, para un año medio y seco, respectivamente.

$$iacal_{itj\ añomed} = \frac{W_{itj\ añomed}}{O_{añomed}}$$

$$iacal_{itj\ añomsec} = \frac{W_{itj\ añosec}}{O_{añosec}}$$

Para cada variable se encuentra asociada a una categoría de clasificación como se muestra de la Tabla 16 a la Tabla 20.

Tabla 16. IACAL DBO

Rangos IacalDBO-jt-añomed IacalDBO-jt-añosec	**Categoría de clasificación CatiacalDBO**	**Calificación de la presión**
$Iacal_{DBO}$ <0,14	1	Baja
0,14 ≤ $Iacal_{DBO}$ <0,40	2	Moderada
0,40 ≤ $Iacal_{DBO}$<1,21	3	Media-Alta

$1,21 \leq Iacal_{DBO} < 4,86$	4	Alta
$Iacal_{DBO} \geq 4,86$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM, 2008.

Tabla 17. IACAL diferencia entre DBO y DQO

Rangos IacalDQO-DBO-jt-añomed IacalDQO-DBO-jt-añosec	**Categoría de clasificación CatiacalDQO-DBO**	**Calificación de la presión**
$Iacal_{DQO-BBO} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq Iacal_{DQO-DBO} < 0,36$	2	Moderada
$0,36 \leq Iaca_{DQO-IDBO} < 1,17$	3	Media-Alta
$1,17 \leq Iacal_{DQO-DBO} < 6,78$	4	Alta
$Iacal_{DQO-DBO} \geq 6,78$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

Tabla 18. IACAL sólidos suspendidos totales.

Rangos IacalDQO-SST-jt-añomed IacalDQO-SST-jt-añosec	**Categoría de clasificación Catiacalsst**	**Calificación de la presión**
$Iacal_{SST} < 0,4$	1	Baja
$0,4 \leq Iacal_{SST} < 0,8$	2	Moderada
$0,8 \leq Iacal_{SST} < 1,9$	3	Media-Alta
$1,9 \leq Iacal_{SST} < 7,7$	4	Alta
$Iacal_{SST} \geq 7,7$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

Tabla 19. IACAL nitrógeno total

Rangos IacalDQO-NT-jt-añomed IacalDQO-NT-jt-añosec	**Categoría de clasificación CatiacalNT**	**Calificación de la presión**
$Iacal_{NT}$ <0,03	1	Baja
0,03 ≤ $Iacal_{NT}$ <0,06	2	Moderada
0,06 ≤ $Iacal_{NT}$<1,14	3	Media-Alta
1,14 ≤ $Iacal_{NT}$<0,56	4	Alta
$Iacal_{NT}$ ≥ 0,56	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

Tabla 20. IACAL fósforo total.

Rangos IacalDQO-NT-jt-añomed IacalDQO-NT-jt-añosec	**Categoría de clasificación CatiacalNT**	**Calificación de la presión**
$Iacal_{PT}$ <0,005	1	Baja
0,005 ≤ $Iacal_{PT}$ <0,014	2	Moderada
0,014 ≤ $Iacal_{PT}$<0,036	3	Media-Alta
0,036 ≤ IacaT<0,135	4	Alta
$Iacal_{PT}$ ≥ 0,135	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

- **Índices de contaminación (ICO)**

Los índices de contaminación ICO, se emplean para evaluar el grado de contaminación del agua con respecto a determinadas variables, estos índices tienen un rango de 0 a 1, donde 0 significa contaminación nula y 1 contaminación muy alta.

Tabla 21. Contaminación del agua según los valores de índices ICO.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	**Contaminación**	**Señal de alerta**
0,8 - 1	Muy alta	Rojo

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Contaminación	Señal de alerta
0,6 - 0,8	Alta	Naranja
0,4 - 0,6	Media	Amarillo
0,2 - 0,4	Baja	Verde
0 - 0,2	Ninguna	Azul

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

Las ecuaciones de cálculo de los índices ICO se exponen a continuación:

- Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO)

Conformado por la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y el porcentaje de saturación del oxígeno. Estos en su conjunto, recogen efectos de distintas fuentes de contaminación orgánica, sin estar los unos correlacionados con los otros. Las ecuaciones que se emplean para el cálculo del ICOMO se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Ecuaciones para el cálculo del ICOMO

Variable	Descripción
Oxígeno disuelto (OD)	$I_{Oxígeno\ \%} = (1 - 0{,}01 * oxígeno\%)$
Coliformes totales	$I_{Coliformes} = -5{,}44 + (0{,}56\ Log(coliformes\ totales))$
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	$I_{DBO} = -0{,}05 + (0{,}7\ Log(DBO))$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

El ICOMO se calcula como el promedio de los índices de oxígeno disuelto, coliformes totales y DBO.

- Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)

Integra los siguientes parámetros: conductividad como reflejo de los sólidos disueltos, dureza para recoger los cationes de calcio y magnesio y la alcalinidad por relacionarse con los aniones de carbonatos y bicarbonatos.

Tabla 23. Ecuaciones para el cálculo del ICOMI.

Variable	Ecuaciones de cálculo
Conductividad	$I_{Conductividad} = 10^{-3,26+(1,34\ Log_{10}(conductividad))}$ • $Sí\ conductividad \geq 270, entonces\ I_{conductividad} = 1$
Alcalinidad	$I_{Alcalinidad} = -0,25 + 0,005(Alcalinidad)$ • $Si\ Alcalinidad \leq 50, entonces\ I_{Alcalinidad} = 0$ • $Si\ Alcalinidad \geq 250, entonces\ I_{Alcalinidad} = 1$
Dureza total	$I_{Dureza} = 10^{-9,09+(4,4\ Log_{10}(Dureza))}$ • $Sí\ Dureza \leq 30, entonces\ I_{Dureza} = 0$ • $Sí\ Dureza \geq 100, entonces\ I_{Dureza} = 1$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

El ICOMI se calcula como el promedio de los índices de conductividad, alcalinidad y dureza total

- Índice de contaminación por sólidos suspendidos totales (ICOSUS)

Hace referencia a la contaminación de sólidos suspendidos totales como compuestos inorgánicos.

Tabla 24. Ecuaciones para el cálculo del ICOSUS

Variable	Ecuaciones de cálculo
Sólidos suspendidos totales	$I_{SST} = -0,02 + (0,0003\ SST)$ • $Si\ SST \leq 10, entonces\ I_{SST} = 0$ • $Si\ SST \geq 340, entonces\ I_{SST} = 1$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

- Índice de contaminación por pH (ICOpH)

Estima el nivel de contaminación teniendo en cuenta el valor del pH.

Tabla 25. Ecuaciones para el cálculo del ICOpH

Variable	Ecuaciones de cálculo
pH	$I_{pH} = \frac{e^{-31,08+3,45\ pH}}{1 - e^{-31,08+3,45\ pH}}$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

- índice de contaminación por trofía (ICOTRO)

Hace referencia al estado trófico de un cuerpo de agua, dependiendo de la concentración de fósforo total presente en este. La clasificación se expone en la Tabla 26.

Tabla 26. Clasificación de índice ICOTRO

Concentración de fósforo total (mg/l)	Contaminación	Señal de alerta
> 1	Hipereutrófia	Rojo
0,02 - 1	Eutrófia	Amarillo
0,01 - 0,02	Mesotrófia	Verde
0 - 0,01	Oligotrófia	Azul

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

2.6.1.2.5. Hidrología

Previo a los análisis relacionados en la ET05, como parte del trabajo de campo asociado a este componente, se realizó un recorrido por la zona del proyecto para identificación de las condiciones del sitio e identificación de sistemas lenticos y loticos.

Para la caracterización hidrológica en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto se realizó la clasificación hidrográfica de las cuencas asociadas a los drenajes identificados a partir de la información establecida en el mapa de zonificación ambiental de Colombia desarrollado por el IDEAM (2010) y plasmada en el Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012 del MADS, también se realizó la zonificación y codificación de las unidades hidrográficas e hidrogeológicas.

Una vez determinadas las cuencas en la zona del proyecto, se realizó la caracterización de las mismas definiendo las principales características morfométricas de estas y de las unidad de análisis hidrográfico asociadas a los puntos de interés identificados, así como el nivel de unidad hidrográfica de análisis. Adicionalmente se identificó el tipo y distribución de las redes de drenaje, identificando la dinámica fluvial de las fuentes que son afectadas por el proyecto. La caracterización hidrológica se realizó a partir de la información disponible del IGAC en escala 1:25.000, la información cartográfica base del proyecto, la identificación de las cuencas en el área de estudio y los correspondientes análisis hidrológicos, como complemento, se realizó la descripción y localización de la red hidrográfica identificada en la zona del proyecto que para este caso esta conformada por el Canal Salitre, el blazo de humedal Juan Amarillo y el Canal Cafam. Para los sistemas lóticos se identificaron los patrones de drenaje y flujo, para este caso se tienen identificados el humedal Juan Amarillo, el lago del club Los Lagartos y el humedal La Conejera.

Se realizó el análisis temporal y espacial de las variables climáticas referidas a la precipitación media anual y mensual, temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la

evapotranspiración potencial y real anual y mensual. Para ello inicialmente se realizaron análisis estadísticos a la información de caudales, precipitación y temperatura como son: pruebas de consistencia, homogeneidad, llenado de datos, extensión y actualidad y estadística básica.

En cuanto a los caudales medios, mínimos y máximos en las cuencas identificadas, estos se estimaron aplicando metodologías directas e indirectas. Para los caudales máximos, las metodologías directas corresponden a ajustes estadísticos de registros de caudales máximos en estaciones hidrométricas cercanas al sitios de interés, mientras que, las metodologías indirectas fueron modelos lluvia-escorrentía basados en las características morfométricas e hidrológicas de las cuencas en estudio. Con los análisis mencionados se determinó el caudal mínimo, la oferta hídrica, y se realizó el balance hídrico del proyecto.

Se hace la aclaración que no se va a intervenir ninguna fuente o cuerpo de agua, debido a que la Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB es subterránea. En otras palabras, no se generarán conflictos potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, al no tener área de influencia.

Con relación a los análisis de susceptibilidad, para este caso se analizó la susceptibilidad por inundaciones y por avenidas torrenciales, para ello se utilizó la información disponible en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá y en el POMCA del río Bogotá.

2.6.1.2.6. Hidrogeología

Dentro de la caracterización hidrogeológica del área de influencia del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, se identificaron las unidades de roca y suelo con base en sus características estratigráficas, texturales y composicionales, incluyendo además porosidad (primaria o secundaria por fracturamiento o por disolución) y estado dentro del perfil de meteorización. Además, se identifica el espesor de la unidad, relaciones estratigráficas, cambios litológicos o variación litofacial, geometría de los horizontes y relación con estructuras geológicas como fallas (zonas de fracturamiento intenso), pliegues y discordancias. Los datos de instrumentación con mediciones directas a lo largo del trazado como permeabilidad y conducción hidráulica complementan la definición de las unidades hidrogeológicas en la caracterización hidráulica del modelo conceptual.

A partir de los conceptos de unidades hidrogeológicas con base en la capacidad específica identificadas para la L2MB se se contrastó la información con la contenida en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia - Mapa de Unidades Hidrogeológicas (INGEOMINAS, 2000), el cual constituye una de las fuentes de referencia para los parámetros hidráulicos asignados a cada unidad acuífera o de interés hidrogeológico.

Las unidades hidrogeológicas cartografiadas corresponden a los polígonos del mapa geológico agrupados en algunos casos teniendo en cuenta parámetros compartidos a pesar de las diferencias texturales especialmente en las unidades cuaternarias.

Los valores de permeabilidad utilizados como referencia para la caracterización de la permeabilidad en los niveles litológicos diferenciados en profundidad a lo largo del trazado de la L2MB, se basaron en la clasificación de algunos materiales sedimentarios según su permeabilidad elaborado por Custodio y Llamas, 1983.

Las posibilidades de acuífero se clasificaron de acuerdo al valor de permeabilidad (K) en m/día presentado por Villanueva e Iglesias, 1984

Los valores de permeabilidad y niveles freáticos evaluados corresponden a aquellos obtenidos durante las fases de exploración actual asociados con los piezómetros instalados (54) y los obtenidos de los ensayos de piezoconos (118) a lo largo del corredor de la Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB, complementariamente se incluye la información suministrada por la SDA y que involucra puntos de agua monitoreados como pozos (11), aljibes (5) localizados en cercanías al área de

influencia del proyecto, adicional se monitoreo la calidad de agua subterránea en 51 piezómetros instalados durante los días 02, 03, 04, 06, 07, 08, 09, 10, 13, 14 y 15 de junio del 2022 .

La interpretación de estos aspectos conlleva a la elaboración del mapa hidrogeológico que destaca la distribución superficial y en profundidad de las unidades hidrogeológicas a lo largo de la zona del proyecto L2MB. La información obtenida es el insumo final para la definición del Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC)

2.6.1.2.6.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC

La metodología utilizada para la elaboración del MHC involucra cuatro componentes que corresponden a aspectos teóricos fundamentales asociados al estudio de las aguas subterráneas. El primer componente es el modelo geológico, para caracterizar la geología de superficie y subsuperficie y definir el contacto roca – suelo - depósitos y la influencia tectónica reflejada en fracturamiento, plegamiento y fallas.. El segundo componente es el Modelo Hidrológico, el cual se centra en los procesos hidrológicos superficiales, como las precipitaciones, escurrimientos y la evaporación, con la finalidad de estimar la recarga del sistema acuífero (infiltración) por precipitación producto de estos fenómenos. El tercer componente se centra en el modelo hidráulico, el cual está orientado a determinar los rangos y distribución espacial de los parámetros hidráulicos reflejo de las unidades hidrogeológicas, hidráulica de pozos, así como la red de flujo. El cuarto componente es el Modelo Hidrogeoquímico el cual utiliza los análisis de fisicoquímicos e isotópicos de las aguas para comprender con mayor certeza la dinámica de los fluidos y su interacción.

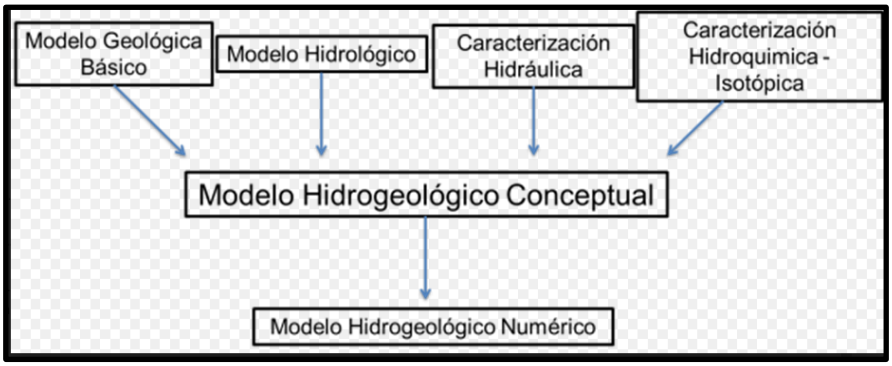


Figura 5. Esquema metodológico MHC
Fuente: UT MOVIUS, 2022

- Modelo geológico

Las descripciones estratigráficas y estructurales que se presentan a nivel regional y del área de influencia del componente Geosférico, relaciona el análisis de la información secundaria del Servicio Geológico Colombiano (SGC) que involucra las siguientes planchas y memorias explicativas:

- Atlas geológico colombiano. SGC. Escala 1: 500 000. Plancha 5-09. Compilado por Jorge Gomez Tapias, Nhora Montes Ramírez. 2020.
- Memoria explicativa de la geología de la plancha 246 Fusagasugá. INGEOMINAS. Informe interno 2374b. 93 p. Santafé de Bogotá. 1998.
- Memoria explicativa de la Geología de la plancha 227 La Mesa. INGEOMINAS. 79 p. Santafé de Bogotá. 2001.
- Memoria explicativa de la plancha 227 La Mesa. SGC. Santafé de Bogotá. 2018.
- Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. Instituto Geológico Nacional. Bol. Geol., 2:93-112. Bogotá. 1957.

- Informe Geología de la Sabana de Bogotá. Servicio Geológico Colombiano, 2005.
- Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental de Colombia. INGEOMINAS, Bol. Geol., 5(2):189-203. 1953.
- Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá a escala 1:50000. Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Convenio 01-93. INGEOMINAS, UPES-Unidad para la prevención de emergencias del Distrito y DNPAD - Dirección Nacional para la prevención y atención de desastres. INGEOMINAS,1997.
- Geología de la Sabana de Bogotá. Subdirección de Ingeniería Básica. INGEOMINAS. 2005.
- Montes, N., y Sandoval, A. Base de datos de fallas activas de Colombia compilación bibliográfica. Ingeominas, Bogotá. 2001.

En la etapa de recopilación y análisis de información existente, se sustenta con base en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto como fuentes de información principal los estudios regionales elaborados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el 2001 y el 2015, el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá actualizado en el 2010, la actualización del POMCA del río de Bogotá en el 2017, y estudios particulares y de detalle a nivel de los estudios de diseño de ingeniería de Factibilidad Técnica.

El modelo geológico relaciona los resultados de los estudios de detalle que incluye la interpretación de la información litológica registrada en estudios anteriores y complementada con la información geológica registrada en la etapa actual mediante exploraciones de campo tanto superficiales así como la información litológica en profundidad que se obtiene a partir del registro de las exploraciones ejecutadas a lo largo del corredor de la L2MB, e incluyeron 149 sondeos con recuperación de núcleos y alcanzaron profundidades que oscilan entre 21 m y 200 m.
Con el propósito de precisar la cartografía geológica de superficie y del subsuelo del Área de Influencia, se recopilaron los resultados de las campañas exploratorias ejecutadas al 2021, los resultados de los estudios y diseños a nivel de detalle (Fase III) del proyecto y una campaña de campo en el marco del estudio ambiental por parte de un profesional en geología, a lo largo de todo el trazado, para el reconocimiento del terreno en esta zona, la verificación de las unidades litológicas y condición del terreno, procesos morfodinámicos sobre la huella de intervención y características geomorfológicas del área de influencia.

La información obtenida permite diferenciar la secuencia geológica superficialmente a lo largo del alineamiento del túnel. Desde el K0+000 en inmediaciones de la Estación 1 hasta el K0+100, atraviesa niveles matriz soportados y clasto soportados del Complejo de Conos (Qcc), cuya matriz tiene un alto porcentaje de arcillas. Entre el K0+100 y K8+830 en la Estación 7; entre el K9+770; K11+000; entre el K11+060 y K14+530 está conformado por una secuencia continua de niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre de la Formación Sabana (Qta). Entre el K8+830 y K9+770; K11+000 y K11+060; K14+530 y K15+530 atraviesa arenas finas con matriz limo arcillosa de la llanura de inundación (Qlla)

En profundidad y siguiendo una sección longitudinal con base en los niveles registrados en las perforaciones se caracterizan :

- Entre el K0+000 y K0+500 se presentan sedimentos del complejo de conos (Qcc). Bajo esta unidad se diferencia el nivel de rocas de la formación Bogotá (Tpb).
- Entre el K0+500 y el K14+480 la secuencia de sedimentos corresponden a niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre Formación Sabana (Qta).
- Entre el K14+480 y K15+530 la secuencia de sedimentos a nivel más superficial corresponde al Depósito de Llanura de Inundación (Qlla) que reposa sobre los niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre Formación Sabana (Qta).
- En conclusión, las secuencias encontradas indican que dentro del área de influencia de la L2MB de 15.80 km de longitud están involucradas las formaciones Cacho (Tpc), Guaduas (Ktg), Bogotá (Tpb) y depósitos cuaternarios denominados Complejo de conos (Qcc), Terraza Alta o Formación Sabana (Qta), LLanura de inundación (Qlla), Coluviales (Qdp) categorizadas como unidades de muy baja productividad teniendo en cuenta sus

características texturales y composicionales. Las formaciones Cacho (Tpc), Guaduas (Ktg), Bogotá (Tpb) presentan abundantes niveles arcillosos que como afloran en el sector, permiten clasificarlas en forma general como unidad de baja productividad aclarando que su relación con la posición del túnel es nula.

De acuerdo con lo anterior y la exploración geológico-geotécnica ejecutada en el marco de los estudios de ingeniería, se analizó y estructuró la información técnica del proyecto y se ajusta la base cartográfica a nivel de la geología de superficie y del subsuelo para los sitios de obras proyectadas.

Se adoptó información sobre la planimetría y topografía de detalle para obtener el Modelo Elevación Digital - DEM del área de influencia y las secciones de análisis transversales (9) y la sección longitudinal a lo largo de todo el trazado, sobre las cuales se plasma la información relacionada con las variaciones verticales y laterales de las unidades aflorantes en el área de influencia a nivel de superficie y a nivel vertical hasta el cubrimiento espacial del alineamiento de las obras subterráneas (estaciones, pozos y el túnel),, correlacionando los resultados de las investigaciones geotécnicas.

Se generaron secciones geológicas transversales a lo largo de las obras proyectadas que incluyen las estructuras subterráneas y elevadas (viaducto y patio taller), los ejes corresponden a perfiles que cubren la implantación proyectada a nivel vertical, de manera que ilustran las variaciones litológicas verticales y laterales de la cimentación profunda y más representativas en cada sitio.

Los soportes a nivel de la cartografía de la temática, se incluyen en Anexo 5.2 -1.1 a Anexo 5.2 -1.4.

- Balance Hídrico Superficial - BHS

El balance hídrico se realiza con el fin de establecer si existe o no déficit del recurso hídrico en las cuencas localizadas dentro de una determinada zona de estudio. Para este caso particular este es un insumo mediante el cual se proyecta calcular la infiltración potencial hacia el acuífero en la zona proyecto. En el balance hídrico se busca determinar cuales son las entradas y las salidas de la cuenca como se indica mediante la Ecuación 4.

$$Entradas \; - \; Salidas = \frac{dV}{dt}$$

Ecuación 4. Balance hídrico general

En donde la entrada corresponde a la precipitación total media (P), teniendo en cuenta que se trata de una cuenca cerrada. En cuanto a las salidas, estas corresponden a la evapotranspiración (ET), el caudal de salida (Qs) o escorrentía y la percolación (Gs), en donde la suma de esas entradas y salidas tendrá que ser igual al cambio del almacenamiento de agua en el suelo para un determinado periodo de tiempo $\left(\frac{dS}{dt}\right)$, este balance se expresa mediante la Ecuación 5 y se presenta de forma gráfica mediante la Figura 6.

$$(P) \; - \; (ET + Q_s + G_s) = \frac{dS}{dt}$$

Ecuación 5. Balance hídrico del proyecto

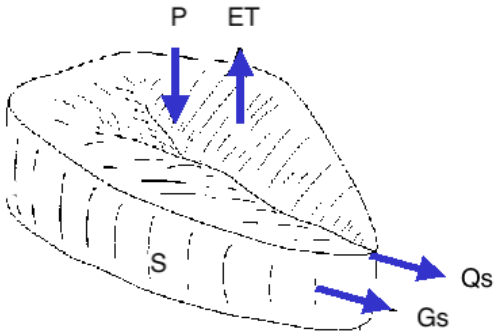


Figura 6. Balance hídrico del proyecto.
Fuente: Adaptada de S.L.Dingman. *Physical Hydrology*. (1994).

Para el balance hídrico de las cuencas en el proyecto se utilizó el método de Thornthwaite y Matter (1955), este método supone que el agua llega al suelo proviene de la precipitación, escorrentía o aportes subterráneos y que las pérdidas hacia la atmósfera son ocasionadas por la evaporación y por la transpiración desde la vegetación existente en condiciones medias climáticas[3]. Para este caso se utilizó como salidas la evapotranspiración potencial (ETP) y el caudal de salida (Qs), dejando el balance como se indica mediante la Ecuación 6:

$$(P) - (ETP + Q_s) = \frac{dS}{dt}$$

Ecuación 6. Método adaptado de Thornthwaite y Matter

A partir de la Ecuación 6 se definió el almacenamiento $\left(\frac{dS}{dt}\right)$ para posteriormente determinar el valor de la percolación (Gs) generada por el suelo una vez este se encuentre saturado.

- Inventario de puntos de Agua Subterránea

Durante esta fase se revisaron las principales características hidrogeológicas asociadas a las unidades geológicas presente en el área de influencia del proyecto, los cuales incluyen los trabajos realizados por el Servicio Geológico de Colombia (antes INGEOMINAS), el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) Río Bogotá desarrollado por la CAR y la información de captaciones de agua subterránea de la Secretaría distrital de ambiente de Bogotá (SDA).

Se relaciona los documentos de referencia asociados al componente y constituye la información de referencia de las entidades relacionadas, que hace parte de la documentación básica para la caracterización hidrogeológica del proyecto, particularmente lo relacionado a los puntos de captación y monitoreo de aguas subterráneas en el área de influencia del proyecto:

- Corporación Autónoma Regional - CAR, 2006. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional - CAR, 2008. Plan de Manejo Aguas Subterráneas de la Sabana de Bogotá y Zona Crítica.
- INGEOMINAS, 2002. Proyecto de Cooperación Técnica Internacional OIEA – INGEOMINAS. Modelo Hidrogeológico Conceptual de la Sabana de Bogotá.
- SDA, 2013. OPS 723 DE 2012. Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá.

[3] Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Balance hídrico y sus aplicaciones. (2021).

- SDA, 2018. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Modelo Hidrogeológico Conceptual, Acuífero Subsuperficial en el Perímetro Urbano Distrito Capital.
- SDA, 2022. Subdirección del Recurso Hídrico y Suelo Grupo de Aguas Subterráneas. Puntos de agua subterránea inventariados en la jurisdicción de la secretaría. Respuesta al Radicado 2022EE83916 con fecha de 13-04-2022.

Dentro de la toma de información primaria del estudio, se incorpora el inventario de los puntos de agua (pozos, aljibes y piezómetros), haciendo un especial énfasis en aquellos localizados dentro del área de influencia, puntos de captación para el abastecimiento público y/o de monitoreo por parte de la SDA.

El inventario de captaciones de aguas subterráneas, se lleva a cabo con el objeto de recolectar, ordenar, almacenar y actualizar la información básica de estas captaciones, permitiendo la identificación de las diferentes Unidades Geológicas asociadas a ellas y correlacionar esta información en el MHC.

Para cada punto de agua subterránea se diligenció el Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS), en donde se tomó información según su disponibilidad en campo para la captura de la misma, e información asociada a la localización georreferenciada del punto.

El anexo de soporte se consigna en el Anexo 5.2 - 8.3 y se ilustra en el Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0028_V01, L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0029_V01, y L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0030_V01.

- Hidroquímica de las Aguas Subterráneas

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de agua se analizaron mediante diagramas de Piper, Stiff Schoeller - Berkaloff y Stabler. Los diagramas hidroquímicos son representaciones gráficas de los resultados de los análisis químicos que permiten definir las principales características del agua, facilitando su clasificación y análisis, así como la interpretación conjunta de un gran número de muestras (Castany, 1975; Custodio, 1996). Como soporte lógico para la caracterización de las aguas utilizó el software Diagrammes, versión 6.61 (Roland SIMLER Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon, 2020).

- Diagramas de Stiff: permite visualizar instantáneamente los Iones (aniones y cationes) principales de las muestras. Se basa en la localización de ejes horizontales y equidistantes. En cada eje se ubica un catión en la parte derecha mientras que el anión se localiza en la izquierda. Además, cuenta con segmentos ubicados de forma perpendicular a los ejes cuya longitud es proporcional a la concentración. Las concentraciones en cada eje se conectan mediante líneas continuas, generando polígonos con formas características dependiendo del tipo de agua

- Diagrama de Piper: realiza una representación de los iones (aniones y cationes) mediante un diagrama triangular evidenciando la proporción de tres componentes en la composición de una muestra, siendo la suma de los tres componentes la representación del 100% de la composición de la muestra. El diagrama utiliza un triángulo para los cationes principales (Ca^{2+}, Mg^{2+}, $Na^{++}K^{+}$) y otro para los aniones (Cl^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-}). La localización de la muestra en el interior del triángulo indica el porcentaje de cada ion respecto del total de los tres. Adicionalmente, se presenta un rombo central al cual son proyectados los iones y cationes; el punto de intersección indica la familia hidroquímica que representa la muestra. Teniendo en cuenta lo anterior, la utilidad del diagrama de Piper se da en la representación gráfica de iones mayores y con la agrupación de familias hidroquímicas

- Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

La evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, tiene por objeto establecer el grado de defensa natural del acuífero, ante la alteración potencial de la calidad del agua subterránea, basándose en la determinación de las propiedades físicas del medio no saturado, que lo convierten en una herramienta de protección del recurso.

La vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan degradar la calidad del agua subterránea, mediante infiltración a través del suelo y de la zona no saturada. Foster (1987), sugiere que la definición más confiable de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos es "la medida del grado de inaccesibilidad de los contaminantes a través de la zona no saturada de un acuífero y el grado de atenuación a la contaminación que posean los estratos de esta zona, como resultado de retención y/o reacción físico – química". La base metodológica adoptada para efectos de evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos identificados en el área de influencia del proyecto, se ilustra en la Figura 7

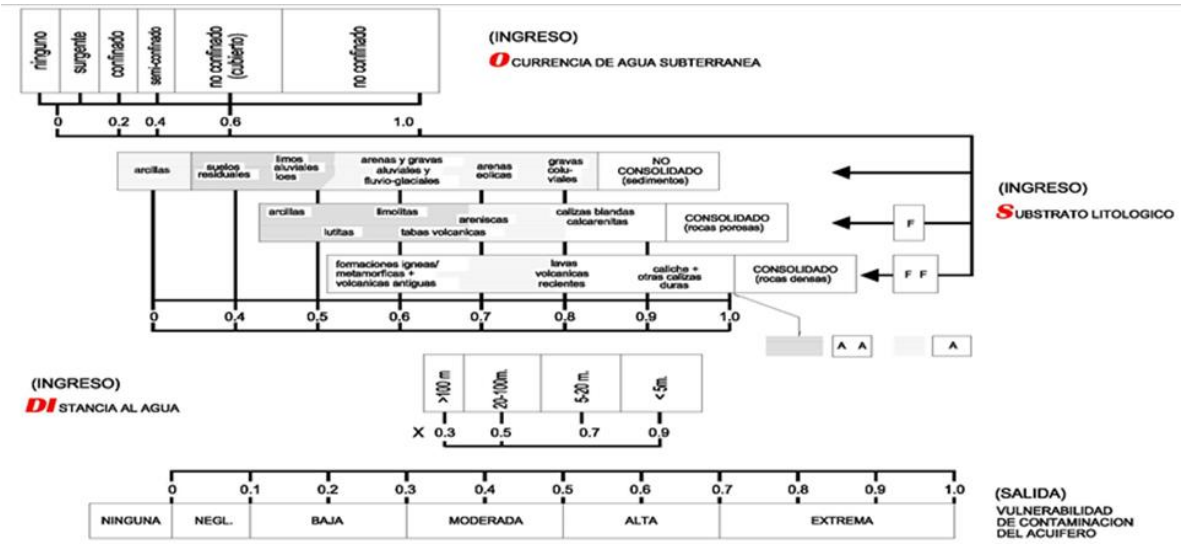


Figura 7. Metodología GOD Para Evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los Acuíferos
Fuente: Adaptado y modificado en ANLA, 2010

Esta metodología comprende tres parámetros: G, O y D, Ecuación 7; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, los cuales son:

G: Corresponde al grado de confinamiento hidráulico con la identificación del tipo de acuífero, su índice puede variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la ausencia de acuíferos (evaluado con índice 0) y la presencia de un acuífero libre o freático (evaluado como índice 1), pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados. Para el caso de este proyecto aplica la clasificación de acuíferos libres y semiconfinados.

O: Corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero o de las capas confinantes. Los índices más bajos (0,4) corresponden a los materiales no consolidados, mientras que los más altos (0,9 – 1,0) corresponden a sedimentos granulares bien seleccionados y/o rocas compactas fracturadas o karstificadas.

D: Se refiere a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o a la profundidad del techo del acuífero, en los confinados. Los índices más bajos (0,6) corresponden a acuíferos libres con profundidad mayor a 50 m; mientras que los índices altos (1,0) corresponden a acuíferos que independientemente de la profundidad se encuentran a menos de 10m. Para el caso de los acuíferos libres la profundidad del nivel estático está sujeta a la oscilación natural.

$$iV_{GOD} = G \times O \times D$$ Ecuación 7. Evaluación GOD

Las variables temáticas involucradas en la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a una escala local se ilustran en la Figura 8, adoptadas en la evaluación del presente estudio, corresponden a:

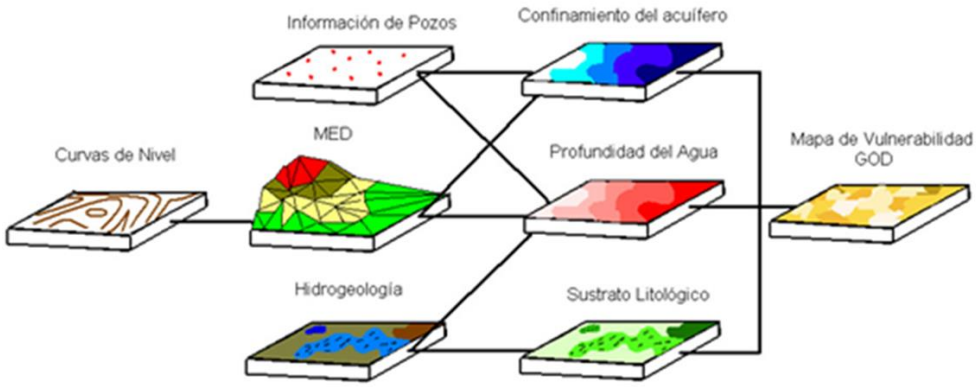


Figura 8. Variables temáticas involucradas en el geoprocesamiento metodológico GOD para el área de la modelación
Fuente: Adaptado y modificado en ANLA, 2010

Los soportes a nivel de la cartografía de la temática, se incluyen en Anexo 5.2 - 8.1 a Anexo 5.2 - 8.7. Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0028_V01 y L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0034_V01.

2.6.1.2.6.2. Modelo hidrogeológico numérico - MHN

El desarrollo del modelo hidrogeológico numérico (MHN) se fundamenta sobre la información de campo levantada para la caracterización geológica del sistema, los análisis hidrológicos desarrollados que permiten establecer los procesos de recarga sobre el área del interés particular, la definición de parámetros hidráulicos de las unidades presentes en el área de estudio y el análisis desarrollado de información hidrogeoquímica, aspectos que constituyen parte esencial del desarrollo del modelo hidrogeológico conceptual (MHC).

La metodología de implementación de la modelación sigue los Términos de Referencia Específicos de este Estudio de Impacto Ambiental y utiliza también, como referencia, los lineamientos definidos por la AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES en los TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y/O TÚNELES, en donde se especifican los componentes mínimos asociados al desarrollo de las modelaciones hidrológicas conceptuales y numéricas; precisando que estas deben permitir la identificación de los cambios que se ocasionarán eventualmente por el desarrollo del proyecto en los niveles freáticos (abatimientos) de las unidades hidrogeológicas identificadas, al igual que los cambios potenciales en la dinámica de intercambio entre los cuerpos de agua superficial y las unidades geológicas presentes en el área de influencia del proyecto.

2.6.1.2.7. Usos y usuarios del agua

Para la caracterización de usos y usuarios se realiza la recopilación de información primaria y secundaria: se tienen en cuenta los usos definidos por el POMCA de la cuenca del río Bogotá (2017), las metas y objetivos de calidad definidos por

la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) en el acuerdo número 43 del 2006, los usuarios legalmente constituidos de acuerdo con las bases de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá y recorridos en campo para la recolección de información primaria.

Se realiza un análisis de los posibles conflictos actuales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno, haciendo especial énfasis en los periodos de estío, así como los índices de uso del agua, regulación y vulnerabilidad hídrica.

2.6.1.2.8. Geotecnia

- Zonificación Geotécnica

Se definieron cuatro zonas homogéneas a lo largo del trazado de la Línea 2 Metro de Bogotá con base en la interpretación geológica de las perforaciones donde se logran identificar tres tipos de depósitos: Qcc (depósito de pendiente), Qta (terraza alta) y Qlla (llanura de inundación). La distribución espacial de estos depósitos permite la identificación de al menos cuatro zonas homogéneas, siendo el depósito Qta el de mayor extensión a lo largo de la línea del metro.

Como complemento a la identificación geológica se realizó un análisis de la información obtenida con los ensayos de laboratorio para las fases 1 y 2, donde se pudo establecer un cambio en el depósito Qta que coincide con el contacto entre las zonas 3 y 4 que se presentan en el mapa de microzonificación sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, UNIANDES, 1997). El cambio de las propiedades del suelo es evidente principalmente en el contenido de humedad de la arcilla (Qta-arc1).

Por cada zona homogénea se realizó la asignación del suelo considerando su clasificación entre suelo granular y suelo cohesivo, esto con la intención de identificar diferentes comportamientos del suelo asociados a su gradación. Para la asignación de los suelos se realizó una descripción geológica de las perforaciones y se contrastó con los resultados de laboratorio. Para la asignación del tipo de suelo también se consideró como relevante el contenido de materia orgánica.

Esta zonificación y su caracterización está orientada principalmente a evaluar las condiciones geotécnicas a lo largo del trazado del túnel, los cuales más adelante y de forma particular se precisan por cada una de las obras diseñadas.

Se relacionan a continuación las guías, estándares y normas de diseño para el componente geotécnico:

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Año 2010, Decreto Nº 926 de 2010. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes.
- Normas Técnicas Colombianas – NTC
- NFPA 130 _Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- Standard Specifications for Tunneling- 2016: Shield Tunnels
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14
- Deep excavation and tunnelling in soft ground. G. Report. Int. Symp. on S.M. and F.E. Mexico. State of the Art Voluma: 225-258
- Mechanized Shield Tunnelling.2012. Maid. B,. Herrenknecht, M., Maudl, U., Wehrmeyer, G.
- Recommendations and guidelines for tunnel boring machines (TBMs). Working group nº 14 - Mechanized tunneling – International Tunnelling Association (ITA).
- Guidelines for the Design of Segmental Tunnel Linings. ITA Working Group 2- Research.
- Settlements induced by tunneling in soft ground. ITA/AITES Report 2006.
- Building response to excavation-induced settlement. By Marco D. Boscardin and Edward J. Cording. Members, ASCE.
- Hejazi, Yousef & Dias, Daniel & Kastner, Richard. (2008). Impact of constitutive models on the numerical analysis of underground constructions. Acta Geotechnica. 3. 251-258. 10.1007/s11440-008-0056-1.
- Boscardin, M.N & Cording,J. 1989. Building Response to Excavation - Induced Settlement.Journal of Geotechnical Engineering. Vol 115. No. 1.

- Cording, E. a. (s.f.). Displacements Around Soft Ground Tunnels. 5th Pan American Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering (pág. 571). Buenos Aires:
- Jones, Benoít. 2022. Soft Ground Tunnel Design. CRC Press.

2.6.1.2.9. Atmósfera

2.6.1.2.9.1. Meteorología

Para la caracterización meteorológica el análisis de las variables climáticas se realizó acorde con los términos de referencia para proyectos férreos, la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales desarrollados por la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) y el documento ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS). Las temáticas abordadas se presentan a continuación:

- Análisis de la calidad de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad y consistencia.
- Localización del proyecto en aspectos relacionados con la identificación de zonas y subzonas hidrográficas.
- Caracterización temporal de variables como brillo solar, radiación solar, humedad relativa, presión atmosférica, nubosidad, velocidad y dirección del viento.
- Clasificación climática de la zona de estudio

Se realizó el análisis temporal de las variables climáticas referidas a la precipitación media anual y mensual, temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual, adicionalmente, si realizó la caracterización de brillo solar, radiación solar, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y nubosidad. Para ello inicialmente se realizaron análisis estadísticos a la información como son: pruebas de consistencia, homogeneidad, llenado de datos, extensión y actualidad y estadística básica.

Teniendo identificada la información disponible para cada estación, se definió un periodo común para cada parámetro climático (ver Tabla 27), en función de la disponibilidad de datos de cada estación. Posterior a esto se realizó la caracterización temporal de las variables indicadas.

Tabla 27. Periodo común de los parámetros climáticos a analizar

Parámetro	Periodo común
Brillo Solar	1987-2021
Evaporación	1991 - 2019
Humedad Relativa	2010-2021
Precipitación Total	1987 - 2021
Precipitación número de días	1980 - 2019
Nubosidad	1998-2016
Temperatura media	1998-2019

Temperatura máxima	1998-2019
Temperatura mínima	1998-2019
Velocidad del viento	2010 - 2021
Radiación solar	2010 - 2021

Fuente: UT MOVIUS 2022

La clasificación climática de la zona de estudio se determinó a partir de la información disponible en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), que cuenta con la clasificación climática Caldas-Lang para el territorio colombiano. Para establecer la clasificación climática de la zona de estudio, se utilizó la clasificación de Caldas-Lang, la cual determina 25 tipos de clima en función de la temperatura y pisos térmicos y del cociente entre la precipitación y la temperatura. Del análisis de esta información se pudo determinar que el trazado proyectado para la L2MB pasa por una sola zona climática cuya clasificación se establece como clima frío semihúmedo

2.6.1.2.9.2. Calidad del aire

Para conocer el estado de la calidad del aire del territorio en donde se desarrollará el proyecto, se consultó información secundaria oficial actualizada (generada durante los últimos dos años) de las redes de monitoreo localizadas dentro o cerca al área de influencia del proyecto. También se tendrán en cuenta 24 estaciones de monitoreo, para cada estación se analizaron en promedio 24 muestras efectivas por cada parámetro evaluado en el área de influencia del proyecto para conocer las concentraciones de los contaminantes criterio de manera puntual.

Durante las mediciones que se realizaron entre el 04 de mayo y 06 de Julio 2022 se analizaron los siguientes contaminantes:

- Material Particulado como PM_{10}
- Material Particulado como $PM_{2.5}$
- Dióxido de Nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de Azufre (SO_2)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

El monitoreo se realizó con los siguientes parámetros bajo la siguiente metodología:

- PM_{10}

Para el monitoreo de las partículas y la calibración de los equipos de muestreo de alto volumen se siguieron las recomendaciones de las normas de la U.S. EPA contenidas en “Toma de muestras para la Determinación de Material Particulado como PM_{10} en la Atmósfera. Método EPA e-CFR Título 40. Parte 50. Apéndice J: PM_{10}.” y “Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC”.

- $PM_{2.5}$

El método de toma de muestras utilizado fue: Toma de muestra y análisis de laboratorio para la determinación material Particulado como $PM_{2.5}$: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: $PM_{2.5}$ Método de referencia manual RFPS-0498-116.

- CO

Para el monóxido de carbono (CO), se realizó una determinación directa en el aire de los niveles de gases mediante el método equivalente a EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja no Dispersiva. Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- NO_2

Para NO_2, se realizó una determinación directa en el aire de los niveles de gases mediante el método equivalente a EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice F: Método de Quimioluminiscencia de fase gaseosa. Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- SO_2

Para SO_2, se realizó una determinación directa en el aire de los niveles de gases mediante el método equivalente a EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de fluorescencia ultravioleta. Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- Partículas suspendidas totales (PST)

El parámetro de Partículas suspendidas totales (PST) no se monitorea dado que de acuerdo con la Resolución 2254 de 2017 ya no se considera un criterio contaminante.

De igual manera, se realizaron mediciones de variables meteorológicas tales como dirección y velocidad del viento, presión barométrica, temperatura, precipitación, humedad relativa durante el periodo anteriormente mencionado.

Para conocer el estado actual de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto se instaló una red de monitoreo de calidad de aire tipo indicativo, durante un periodo de 24 días por receptor entre el 04 de mayo y el 06 de julio de 2022, asociado a época seca.

Una vez realizado el monitoreo, se realizaron simulaciones computacionales por medio de un modelo de dispersión de contaminantes en la atmósfera bajo diferentes escenarios:

- Primer escenario: Línea base sin proyecto
- Segundo escenario: Etapa de Construcción
- Tercer escenario: Proyecto en operación. (Este escenario no se simuló por cuanto el proyecto en su etapa de operación no genera emisiones atmosféricas)
-

Se realizaron simulaciones computacionales para determinar la dispersión de los contaminantes atmosféricos en el área de influencia del trazado del proyecto usando el software AERMOD View, el cual presenta las herramientas y la funcionalidad requerida para modelar la calidad del aire de la L2MB siguiendo los estándares de la U.S EPA, la definición del modelo partió del análisis realizado …en el capítulo 5, Línea Base, numeral 5.2.3.3.4.1, elección del software para el modelo de dispersión, limitaciones y grados de incertidumbre del modelo.

El modelo que más se ajusta a las necesidades y características del proyecto de Estructuración de la L2MB es el AERMOD View, dado que se considera un software integral, el cual simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición en campos cercanos menores a 50 km de la fuente; realiza sus cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de obstáculos (edificios) cercanos a la fuente de emisión que afecten la dispersión de la pluma; usa datos del clima de la capa superior atmosférica, acepta información del terreno en siete diferentes formatos, visualiza en tercera dimensión la información de entrada y los resultados, tiene facilidades para modelar varios parámetros simultáneamente en periodos establecidos, así mismo incorpora técnicas avanzadas de parametrización de la capa límite

planetaria, dispersión convectiva, formulación de la elevación de la pluma e interacciones complejas con el terreno. Además, es el modelo más usado por la EPA de Estados Unidos y referenciado en los términos de referencia para la elaboración de EIAS por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

El proceso metodológico para el desarrollo del modelo consistió en los siguientes pasos:

- Definición de escenarios
- Identificación de las fuentes de emisión
- Cálculo de los factores de emisión a partir de las ecuaciones del Documento AP 42 de la EPA
- Cálculo de las emisiones generadas por cada tipo de fuente de acuerdo con la actividad a desarrollar
- Procesamiento de datos meteorológicos y del terreno
- Ingreso de datos al modelo
- Corrida (Modelación)
- Análisis de resultados y conclusiones

2.6.1.2.10. Paisaje

Para la caracterización del componente de paisaje se partió del área de influencia final de paisaje (AIPa) delimitada que sería impactada en cuanto al aspecto visual del paisaje. Para esta AIPa se realizó una descripción de los elementos que componen el paisaje en general en cuanto a las líneas física, biótica y de actuaciones humanas. Posteriormente, se realizó la modelación de los tres grandes factores evaluados en el paisaje: la calidad visual, la fragilidad visual y la belleza paisajística; a partir del mapa de cobertura de la AIPa, los drenajes, el modelo de elevación digital y la percepción de zonas atractivas comunicada por la comunidad. Por otro lado, se realizó un análisis de las respuestas a las encuestas de paisaje realizadas a las personas de los barrios que se verán impactados por el proyecto, sobre aspectos como preferencias visuales en el paisaje y de la presencia de las estaciones del metro en su barrio. Finalmente se realizó una descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona, teniendo en cuenta el papel de la vegetación urbana frente al paisaje en el AIPa. El detalle de la metodología se encuentra en … 5.2.1.3.2. Aspectos metodológicos de la caracterización del paisaje…

2.6.1.2.10.1. Calidad del ruido

Este apartado establece la metodología para determinar los niveles de presión sonora en el área de influencia del proyecto, para establecer la línea base del componente atmosférico. Se establece de conformidad con los parámetros y procedimientos por la normatividad vigente, Resolución 627 de 2006 “por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido ambiental” Es también de aplicación la Resolución 8321 de 1983 por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos; Decreto 948 de 1995, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire y el Decreto 2107 de 1995 por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948.

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 no hace alusión a temas de ruido ferroviario, el parágrafo 2 del artículo noveno establece:

> *“… Parágrafo Segundo: Las vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, en general las vías, son objeto de medición de ruido ambiental, más no de emisión de ruido por fuentes móviles.”*

En concordancia con lo anterior, los impactos que puedan generar la construcción, operación y mantenimiento de la L2MB, se deben asociar con los niveles de ruido ambiental. Definiendo los parámetros, las actividades previas al monitoreo se describen a continuación:

Se determina el procedimiento para la escogencia de la ubicación de los puntos y de los tiempos de medición para ruido ambiental. Para ello, se define claramente los objetivos del proyecto donde se realiza un estudio y evaluación rápida de la zona de estudio. Se establece una grilla o retícula sobre estas zonas o sectores del proyecto, para este caso se definen 30 Puntos de monitoreo a lo largo del trazado de la L2MB.

Con base a esto, se revisó la red de Calidad del aire de la Secretaría Distrital de Ambiente y el IDEAM y la ubicación de las estaciones del Metro e interconexión con Transmilenio.

Se realizaron monitoreos de ruido ambiental por el laboratorio Ambienciq Ingenieros S.A.S, acreditado ante el IDEAM, en 30 puntos en horarios diurnos y nocturnos en un día ordinario y un día dominical por punto. Además se analizaron las variables de dirección y velocidad del viento, precipitación, temperatura y presión barométrica durante las mediciones de ruido ambiental, estos monitoreos se realizaron de la siguiente manera desde el 17 hasta el 26 de abril 2022 y los días 1 y 8 de mayo de 2022.

Teniendo en cuenta los niveles permisibles de ruido en cada una de las zonas, se traslapo la categorización de las zonas y sus niveles con el fin de identificar las áreas más sensibles (áreas habitadas) durante el proyecto.

Una vez realizado el monitoreo, se presentó un plano con las curvas de igual presión sonora (isófonas) con base a la cartografía disponible. Finalizado el monitoreo, se realizó un modelo de ruido bajo diferentes escenarios:

- Primer escenario: Línea base sin proyecto
- Segundo escenario: Etapa de Construcción
- Tercer escenario: Proyecto en operación

El proceso metodológico para el desarrollo del modelo consistió en los siguientes pasos:

- Definición de escenarios
- Identificación de las fuentes de emisión
- Estimación de las emisiones del proyecto a partir de estándares internacionales definidos
- Procesamiento de datos meteorológicos y del terreno
- Ingreso de datos al modelo
- Corrida (Modelación)



2.6.1.2.11. Vibraciones

Para la temática de vibraciones se adelantaron dos actividades principales que corresponden (1) a la caracterización actual de los niveles de vibración a lo largo del corredor o Línea Base (véase Sección 5.2.3.5.1. Monitoreo y puntos de medición de vibraciones y ruido estructural y Sección 5.2.3.5.4. Registro de niveles de vibración para la condición sin proyecto) y (2) estimación de los niveles de vibración para el escenarios de construcción y operación del proyecto (véase Sección 5.2.3.5.5. Predicción de los niveles de vibraciones).

Dado que en Colombia no existen normas para el control de vibraciones, tradicionalmente se han utilizado normas o recomendaciones europeas (en particular DIN 4150) y de Estados Unidos (USBM RI8507) con el fin de limitar y proponer medidas de mitigación en proyectos que incluyan equipos que inducen altos niveles de vibración y vehículos pesados. La definición de umbrales de vibración requiere tener claridad que las vibraciones generan efectos tanto en personas, como en estructuras y maquinaria que se encuentre en la zona cercana a la fuente de emisión de vibraciones. La definición de umbrales de vibración en términos de velocidad de partícula asociados con daño a estructuras se desarrolló de acuerdo a los lineamientos definidos en la norma DIN 4150. Para la condición con proyecto adicionalmente se analizarán los efectos

asociados con sensibilidad humana para lo cual se utilizarán las recomendaciones de FTA (2018), los lineamientos presentados en la DIN 4150 y otras normas asociadas con control de vibraciones asociadas con percepción humana, en particular la norma BS 5228-2:2009.

Con el fin de establecer la línea base se desarrollaron mediciones en quince puntos a lo largo del corredor del proyecto utilizando acelerómetros de alta sensibilidad. Estas mediciones permitieron definir los niveles de vibraciones sin proyecto y permitió establecer un modelo de atenuación de vibraciones en la zona de estudio.

En general se encuentra que los niveles de vibración a lo largo del corredor proyectado varían entre No perceptible a personas a fácilmente perceptible a personas, superando en 12 de los 15 de los sitios de análisis el umbral definido de percepción de personas (velocidad de partícula igual a 0,15 mm/s). Con lo anterior, se puede concluir que en gran parte del corredor actualmente se superan los límites de percepción y los valores promedio de velocidad de partícula máxima en los 15 puntos de medición corresponde a 0,48 mm/s, valor que excede el límite normalmente definido para percepción humana en horario diurno de 0,30 mm/s.

Se presentó un Modelo de predicción de vibraciones, aplicable al proyecto de acuerdo a la información recopilada, para representar la línea base (información levantada antes de cualquier actividad o intervención de obra del Proyecto), la Construcción, la Operación y Mantenimiento del proyecto. Estos resultados del modelo, son la base para la definición de las medidas para la prevención, control, mitigación, corrección de las vibraciones y ruidos estructurales, teniendo en cuenta lo establecido en los ET-05 (FDN-2021) siguiendo la metodología propuesta por la FTA (2018) y las particularidades y especificaciones del material rodante y la conexión Material Rodante - Riel - Estructura que se definan en el diseño. Con base en lo anterior, se definió el Área de Influencia como:

(1) En el tramo subterráneo durante la etapa de operación y construcción no se identifican impactos por el tránsito del metro en los sitios en los que la cobertura supera los 8,0 m (asociado al escenario de operación y aún menor en el escenario de construcción).

(2) En el tramo elevado, se define un área de influencia igual a un corredor de 6,3 m medidos a cada lado del riel, asociado a las actividades de construcción, ya que este para la etapa de operación sería de 2,5 m.

(3) En el tramo en trinchera, es decir la zona donde se hace la transición del metro elevado al metro subterráneo, se define un corredor de 33,0 m de ancho (16,5 m medidos a cada lado del eje del corredor) como área de influencia directa durante la etapa de operación. El área de afectación durante la etapa de construcción es inferior (6,3 m).

(4) Finalmente, para el área de influencia de las estaciones y los pozos, se establece durante la etapa de construcción, correspondiente a una área circundante de 6,3 m del límite en planta de estas estructuras. Durante la etapa de operación se considera mínimo el efecto.

2.6.1.3. Medio Biótico

Para la elaboración de los temas bióticos del Estudio de Impacto Ambiental y Social y con el fin de obtener información primaria a partir de los muestreos en campo de los componentes de flora, fauna e hidrobiota se notifica a la autoridad ambiental el inicio de las actividades de campo de acuerdo con lo establecido en el Decreto 3016 del 27 de diciembre de 2013 “Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, y compilado en el Decreto 1076 de 2015 bajo el Artículo 2.2.2.8.1.2 Ámbito de aplicación y el Artículo 2.2.2.9.2.1 Actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica.

Durante el desarrollo de la caracterización de las áreas ambientalmente sensibles y de aquellas que conforman la Estructura Ecológica Principal - EEP, se identificaron las entidades encargadas de su administración y reglamentación, así

como de aquellas Autoridades Ambientales que tienen injerencia en las zonas donde se proyecta el establecimiento del proyecto.

Se tuvieron en cuenta los Planes de Manejo Ambiental de los ecosistemas de importancia que se encuentren en el área de influencia del proyecto, como lo son el humedal Juan Amarillo y el humedal La Conejera, considerando de igual forma, lo establecido en la zonificación ambiental y las restricciones de uso de estos ecosistemas. Al ser estos humedales sitios Ramsar se tuvieron en cuenta las directrices dadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS mediante el Decreto 1468 del 6 de agosto de 2018, por la convención de Ramsar, así como los lineamientos que el Distrito capital emite para el manejo de estos ecosistemas.

Durante la fase de construcción, las actividades del Proyecto que inciden con mayor relevancia sobre el componente de vegetación y flora en veda se relacionan con la tala, poda, bloqueo y traslado de los individuos arbóreos; y con el descapote y remoción de las coberturas vegetales, principalmente en donde se realizan las obras en superficie y en el área del patio taller. Por lo anterior, los muestreos de la flora en veda y el inventario forestal al 100% se realizaron en el Área de Influencia Directa - AID con el fin de obtener la información básica requerida para obtener respectivamente el permiso de levantamiento de veda y el permiso de aprovechamiento forestal.

De igual forma, se realizaron muestreos en campo para la caracterización de la vegetación y de la flora en veda tanto en el Área de Influencia Directa - AID como en el Área de Influencia Indirecta - AII.

Para la caracterización de la flora del área de influencia del proyecto, se establecieron los sitios de muestreo, de tal forma que sean representativos para las coberturas vegetales identificadas en la fotointerpretación, adicionalmente se hizo una revisión de la información secundaria, los diseños de muestreo y de representatividad de la vegetación y el establecimiento de los sitios de muestreo.

Para el inventario forestal al 100% y previa la identificación de los individuos arbóreos presentes en las obras superficiales proyectadas, a partir de las ortofotos, se identificaron aquellos que se encontraban en predios privados, se realizó la gestión de ingreso y se obtuvo los permisos de los propietarios o residentes de los inmuebles en donde se adelantó el censo forestal.

Previo a los muestreos de fauna en campo se realizó una revisión de las coberturas vegetales identificadas con la metodología Corine land cover para establecer los posibles puntos de muestreo teniendo en cuenta la representatividad de los diferentes hábitats que podrían estar siendo usados por la fauna (esto asociados a las coberturas vegetales con oferta de recursos para la fauna silvestre). En adición, se realizó una revisión de información secundaria donde se identificaron las especies de posible presencia en el área de influencia del proyecto.

Las actividades de campo para la caracterización de fauna comprendieron dos tipos de muestreo, el primero comprendió la realización de transectos de observación de avifauna y el inventario de nidos; y el segundo, a la búsqueda de registros de mamíferos y herpetos (anfibios y reptiles). Los sitios de monitoreo fueron establecidos en el AID y el AII donde se registraron las mejores condiciones de hábitat, de acuerdo con las coberturas naturales o seminaturales identificadas en el plano de coberturas.

Para la caracterización del componente de hidrobiología, se seleccionaron en primer lugar los sitios de muestreo que fueron los mismos puntos determinados para la toma de muestras de calidad fisicoquímica del agua, y en segundo lugar, se identificaron los aspectos a considerar como lo fue la gestión ante la SDA para coordinar el ingreso a los humedales, con el fin de disminuir los contratiempos en las actividades programadas de campo.

La composición y la estructura de la hidrobiota en los ecosistemas acuáticos del área de influencia, se realizó a partir de los resultados obtenidos a nivel del laboratorio de las comunidades hidrobiológicas de perifiton, macroinvertebrados asociados al bentos, fitoplancton, zooplancton y la fauna íctica en los sistemas lóticos y lénticos considerados. El análisis de estas comunidades permitió determinar las condiciones de los cuerpos de agua, entre estos el de los humedales Juan

Amarillo o Tibabuyes y La Conejera. Adicionalmente, se consultaron algunas fuentes de información secundaria para establecer las condiciones actuales de la hidrobiota presentes en los cuerpos de agua.

Las actividades de campo en donde se realizaron muestreos y la toma de información primaria para el desarrollo de la caracterización biótica, comprendieron diferentes periodos de tiempo asociados con las fechas de autorización de ingreso por parte de la SDA, para el caso de los humedales Juan Amarillo y La Conejera; por parte del IDRD para el caso del ingreso del predio norte del patio taller; y con respecto a los predios privados para la realización del censo forestal y los muestreos de flora en veda, cuando se acordo con el propietario o residente el ingreso a los respectivos predios.

Es así como, los muestreos para la caracterización de la vegetación con base en el establecimiento de parcelas se llevaron a cabo entre el 22 y el 25 de marzo, entre el 8 y el 14 de mayo, y el 14 de julio de 2022. En relación con los muestreos de flora en veda se realizaron entre el 22 y el 25 de marzo, el 6 y el 7 de abril; entre el 8 y el 14 de junio; y el 14 de julio de 2022. Los muestreos y la caracterización de la vegetación fueron realizados por biólogos con experiencia en vegetación a nivel de árboles, arbustos y herbáceas; y de flora en veda vascular y no vascular.

El inventario forestal al 100% se adelantó entre los meses de mayo y agosto del año 2022, por parte de ingenieros forestales con experiencia en censo arbóreo urbano.

Con respecto a la fauna, los muestreos y observaciones se realizaron entre el 14 y el 24 de marzo, entre el 8 y el 10 de junio; y el 14 de julio de 2022. Los registros de la fauna en campo y el desarrollo de la caracterización fue realizada por biólogos especialistas en los grupos de aves, anfibios, reptiles y mamíferos.

En relación con los muestreos hidrobiológicos se realizaron en dos épocas climáticas. El monitoreo en época seca se llevó a cabo los días 21, 24, 28, 29 y 30 de junio de 2022 y el monitoreo en época de lluvias se llevó a cabo los días 18, 19, 24, 25, 30 de mayo de 2022 y 01 de junio de 2022 por el personal de Ambienciq Ingenieros S.A.S.

2.6.1.4. Medio Socioeconómico

La metodología del medio socioeconómico parte de la innovación en el análisis de la información, desde la fase de recolección. En este sentido, consideró técnicas e instrumentos que facilitan la participación, las estrategias de control grupal de la información desde la concertación y la actualización de la información geo-territorial partiendo de las bases cartográficas existentes y reconociendo las dinámicas de las realidades sociales. Las actividades de caracterización se realizaron en el marco de los encuentros con los comités de participación realizados entre el 22 de febrero y el 13 de mayo que corresponden al primer, segundo y tercer encuentro con los comités de participación.

El marco normativo nacional para la participación se sustenta en la Constitución Política de Colombia y su correspondiente estructura jurídica de leyes, decretos, resoluciones, términos de referencia, metodologías y guías así como los principios internacionales acogidos por el País y los estándares internacionales consultados.

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece y determina relaciones entre cultura, medio ambiente y desarrollo entre otros aspectos, dando a su vez importancia a la participación de la sociedad en la conservación del medio ambiente y en el establecimiento de las relaciones entre sociedad, medio ambiente y desarrollo. Por lo cual se relacionan las siguientes disposiciones:

- Artículos 1 y 2: Se reconoce el Estado colombiano como un Estado Social de Derecho, lo que implica su orientación a respetar y garantizar los derechos colectivos y del ambiente (consagrados en los Artículos 78, 79, 80, 81, 82), así como la participación democrática en la función pública.
- El principio de la democracia participativa, señalado en el Artículo segundo de la Constitución Política de 1991, de tal forma que se garantice la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la norma constitucional.

- La participación ciudadana en las decisiones que puedan afectar a la comunidad en relación con temas ambientales, señalada en los Artículos 78, 79 y 80 de la Constitución Política.
- Por su parte, el Artículo 79 estipula que las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. En el Artículo 90 se determina la responsabilidad del Estado por los daños antijurídicos que le sean imputables y en el Artículo 287 se hace referencia a la autonomía para la gestión pública de las entidades territoriales.
- Los mecanismos de participación reconocidos constitucionalmente, tales como el derecho de petición (Art. 23), la acción de tutela (Art. 86), la acción de cumplimiento (Art. 87), las acciones populares y de grupo (Art. 88).

La Constitución Nacional de 1991, el Congreso de la República y el Gobierno Nacional han expedido una serie de normas orientadas a dar cumplimiento a los compromisos sociales, culturales, económicos y ambientales adquiridos por la Nación. Con relación a los mecanismos o herramientas de participación ciudadana en los aspectos ambientales, las principales disposiciones se relacionan a continuación:

- Ley 134 de 1994: “Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana”, iniciativa popular legislativa y normativa, el referendo, la consulta popular del orden nacional, departamental, distrital, municipal y local, la revocatoria del mandato, el plebiscito y el cabildo abierto. En su Artículo 100 se señala la posibilidad de las organizaciones civiles de constituirse como veedurías ciudadanas para ejercer control sobre la gestión pública.
- Ley 850 de 2003: “Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas”.
- El Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), entró en vigencia desde el 26 de mayo de 2015 y su propósito es compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen el sector ambiental, entre los que se encuentra, el Decreto 2120 de 2014 que derogó a su vez al Decreto 2820 de 2010 del MAVDT “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. En su Artículo 15, referido a la participación de las comunidades, señala que “se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso”.
- Ley 1757 de 2015 en la cual se dictan disposiciones en Materia de Promoción y Protección del Derecho a la Participación Democrática que buscan promover, proteger y garantizar modalidades del derecho a participar en la vida política, administrativa, económica, social y cultural; y asimismo a controlar el poder político. A su vez, la ley regula la iniciativa popular y normativa ante las corporaciones públicas, el referendo, la consulta popular, la revocatoria del mandato, el plebiscito y el cabildo abierto; y establece las normas fundamentales por las que se regirá la participación democrática de las organizaciones sociales. Esta Ley propone tres grandes aspectos: 1) los mecanismos de participación ciudadana. 2) la rendición pública de cuentas y el control social a lo público y 3) la coordinación para la participación ciudadana.

Se destaca lo señalado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en la Guía de Participación Ciudadana en la que señala que debe asegurarse la inclusión de los diferentes actores (sociales, económicos e institucionales) presentes en el área de influencia o área de estudio del proyecto, de forma dinámica y participativa, para lo cual es necesario identificarlos teniendo en cuenta el tipo de proyecto y el entorno en donde se pretende desarrollar, considerando los siguientes aspectos:

1) las características socioeconómicas y organizativas de la población
2) las características económicas, actividades productivas y organizaciones existentes en torno a estas
3) el uso y aprovechamiento de los recursos naturales de la población, y
4) la organización político-administrativa.

De acuerdo con lo expuesto, la participación activa de los diferentes actores sociales es obligatoria y fundamental desde el proceso de caracterización o inventario como lo denominan los Términos de Condiciones Contractuales, es necesario conocer de voz de los diferentes actores sociales las dinámicas, condiciones, usos, prácticas y demás aspectos que permitan junto con ellos identificar los impactos y riesgos, así como las medidas para su manejo. Por lo tanto esta primera instancia de caracterización no es posible adelantarla con información secundaria.

2.6.1.4.1. Inventario social del comercio formal del Área de Influencia Directa

De acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Técnicas ET05 se realizó el levantamiento de información de caracterización de las actividades económicas del corredor en el AID. La caracterización del comercio formal permitió conocer las dinámicas locales, las características y condiciones de funcionamiento del comercio sobre el corredor para así poder establecer el impacto que se generará con ocasión de las obras y operación del proyecto. Para esto, se adelantó mediante un Método de Muestreo Probabilístico Estratificado la caracterización con la aplicación de una muestra y complementar los análisis con la información específica proveniente de las entidades distritales como la Secretaría de Desarrollo Económico.

2.6.1.4.1.1. Instrumentos metodológicos

El muestreo se adelantó en el software de libre acceso KoboToolbox a través de la herramienta específica KoboCollect, para facilitar la toma de información en campo a través de dispositivos móviles. Después de verificar la funcionalidad del instrumento en KoboCollect se procedió a la aplicación del censo por el equipo de profesionales a los establecimientos determinados en el muestreo que fueron seleccionados al azar a lo largo del corredor. El muestreo tuvo una confianza del 90%. Posterior a la aplicación del censo, se exportaron los datos del KoboToolbox en formato Excel y se normalizaron para su posterior procesamiento y análisis.

2.6.1.4.1.2. Desarrollo operativo de la estrategia

Se realizó la aplicación de la encuesta mediante la visita a los establecimientos comerciales ubicados el corredor, los profesionales estuvieron debidamente identificados y se estimó un rendimiento de 4 entrevistas diarias por profesional.

2.6.1.4.1.3. Recurso humano

Para el muestreo se requirió de un equipo de ocho (8) profesionales y un profesional especializado que lideró la actividad.

2.6.1.4.1.4. Recursos físicos

- Chalecos
- Carné
- Tablets
- Vehículos para el desplazamiento

2.6.1.4.2. Inventario social de las organizaciones sociales, mediante fichas territoriales AID

De acuerdo con lo establecido en las ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS), se adelantó una caracterización donde se incluyó:

- Tipo de influencia sobre el territorio, posición, interés e influencia (alta-media-baja). Esta información fue analizada de cara a la entrega de un mapa de actores y entregada en una cartografía que solapó el trazado junto con la ubicación del actor, para generar así un documento de recomendaciones de manejo con estos actores para la fase de construcción del proyecto y permitir la identificación de posibles alianzas estratégicas que se puedan dar para garantizar la vinculación de estos en el desarrollo, construcción y mantenimiento del proyecto.
- Número de interesados.

Específicamente para la dimensión Política-Organizativa se realizó una caracterización enfocada en los siguientes aspectos:

- Instituciones públicas existentes en el AID.
- Organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, JAL, cooperativas, veedurías ciudadanas, ONG, entre otros presentes o que han tenido incidencia relevante en el AID de los componentes del medio socioeconómico, precisando:

    - ➔ Tiempo de permanencia en la zona.
    - ➔ Temas de interés o trabajo.
    - ➔ Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
    - ➔ Población beneficiaria.

- Instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones del AID de los componentes del medio socioeconómico.
- Proyectos estructurales de intervención social desarrollados en el AID.

Teniendo en cuenta la relevancia de las organizaciones sociales en los territorios y el conocimiento de los diversos aspectos y dinámicas económicas, culturales, de servicios públicos y sociales, la captura de información indagó sobre los mismos a fin de contar con un panorama general de las comunidades ubicadas a lo largo del trazado desde diferentes miradas.

En respuesta a lo anterior se adelantó el levantamiento de la información mediante la aplicación de una Ficha Territorial o Barrial estructurada conforme lo requerido en las Especificaciones Técnicas ET05, para la caracterización de cada una de las dimensiones del componente socioeconómico de la Línea 2 Metro de Bogotá; esta ficha estuvo estructurada en tres ejes temáticos: (i) dimensión espacial y de paisaje (enfocado desde la belleza escénica), (ii) dimensión histórico-político-cultural, (iii) dimensión económica.

2.6.1.4.2.1. Instrumentos metodológicos

Formato o ficha de caracterización de las organizaciones sociales, las cuales se aplicaron mediante Google Forms y en mesas de trabajo delimitadas por localidades.

2.6.1.4.2.2. Recurso humano

Para la aplicación de las Fichas Territoriales o Barriales se tuvo un (1) profesional especializado que lideró la actividad.

2.6.1.4.2.3. Recursos físicos

- Tablets
- Chalecos
- Carné
- Cámaras fotográficas
- Vehículos para el transporte

2.6.1.4.3. Inventario de actores clave de la población del AID, mediante talleres por dimensión (demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa).

Como se indicó en la introducción del medio socioeconómico la caracterización que describe a la población del área de influencia directa se adelantó de forma participativa mediante la comunicación en doble vía, en un proceso incluyente que procuró la vinculación de los diferentes actores sociales y que reflejó las distintas realidades y diferencias que conforman el corredor de la Línea 2 Metro de Bogotá.

Razón por la cual se usaron técnicas grupales para el levantamiento de información por dimensión, mediante talleres con la población de los barrios del área de influencia. Los métodos para el desarrollo de estos talleres fueron los siguientes:

Observación participante, que permitió la interacción entre el equipo técnico y las comunidades dentro de un proceso dialógico en la construcción de la línea base; este ejercicio se complementó de acuerdo con la información obtenida en las reuniones de socialización.

Plenaria y grupos de discusión, esta técnica permitió la participación de todos los integrantes del territorio con el propósito de debatir asuntos específicos e inherentes a la comunidad que representan, a través de una agenda.

Teniendo en cuenta el número de asistentes, se conformaron grupos de discusión, una técnica cualitativa de carácter colectivo que para este caso, comparte características del grupo focal tales como, la reconstrucción de imágenes, conceptos, lugares comunes, creencias, percepciones, representaciones, sentidos, significados, expectativas, entre otras, a través del discurso de los participantes.

Estos grupos permitieron centrar las discusiones en el abordaje de fondo de las dimensiones del estudio; además se conformaron a partir de las afinidades vivenciales, territoriales o sectoriales, etc.

Los instrumentos que se emplearon fueron los siguientes: Cartografía social, línea de tiempo y calendario económico-cultural y ecomapa.

A continuación se relacionan los requerimientos de información que se tuvieron en cuenta para el área de influencia directa de la Línea 2 Metro de Bogotá, establecidos en las ET05:

Dimensión Demográfica

- Total población y porcentaje.
- Migración.
- Distribución de la población por cada sector establecido para el análisis socioeconómico.
- Composición por edad y sexo.

Dimensión Espacial

- Referente histórico.
- Servicios sociales - Infraestructura educativa y de salud (identificación), población en régimen de excepción y población no asegurada, afiliación por empresas prestadoras de salud, equipamientos, establecimientos educativos, distribución de colegios, porcentaje de matrículas por grado.
- Infraestructura recreativa y deportiva (identificación y localización).
- Tipo y déficit de vivienda.
- Movilidad (Identificar el estado de las vías, transporte, ciclovías, bicicarriles, ciclorutas, paraderos de transporte público, puentes.
- Acceso a los servicios sociales.
- Uso de las vías.
- Modos de servicio de transporte (formal / informal) y condiciones de movilidad (viajes en día hábil y tiempo promedio de viaje desagregado por sexo).
- Medios de comunicación: radio, prensa, internet, televisión y emisoras comunitarias.
- Identificación y localización de las actividades económicas.
- Plano de georreferenciación soportado con la documentación sobre estrategias de manejo de impacto de las acciones urbanísticas, desde los principios del Sistema Integral Social (SIS), de los lugares que potencialmente puedan constituirse en remanentes del Proyecto.

Dimensión Cultural

- Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales y tradiciones estéticas.
- Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del AID, indicando el acto administrativo mediante el cual fueron declarados, así como sus respectivos Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan. Plano con la georreferenciación y localización a escala 1:5.000 que incluya la delimitación del bien identificado.
- Sitios de importancia cultural. Plano con la georreferenciación y localización a escala 1:5.000.
- Espacios de tránsito y desplazamiento.
- Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural.
- Recomendaciones normativas para manejo de Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural.
- Diagnóstico de la cultura ciudadana.
- Presencia de comunidades étnicas, para esto, el Contratista solicitará al Ministerio del Interior la certificación de presencia de comunidades étnicas.

Dimensión Político-organizativa

- Comités zonales creados para el seguimiento y control social del Proyecto de la L2MB.
- Las instituciones públicas existentes en el AID.

- Las organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, JAL, cooperativas, veedurías ciudadanas, ONG, entre otros presentes o que han tenido incidencia relevante en el AID de los componentes del medio socioeconómico, precisando:

    - ➔ Tiempo de permanencia en la zona.
    - ➔ Temas de interés o trabajo.
    - ➔ Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
    - ➔ Población beneficiaria.

- Las instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones del AID de los componentes del medio socioeconómico.
- Proyectos estructurales de intervención social desarrollados en el AID.

Dimensión Económica

- Censo indirecto del comercio formal e informal.
- Procesos productivos y tecnológicos.
- Caracterización del mercado laboral actual.
- Polos de desarrollo que interactúan con el AID.
- Características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y la forma de condición laboral (empleo formal, empleo informal, ocupantes del espacio público, desempleo y subempleo).
- Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o la recreación, que se desarrollan en el AID, así como los agentes económicos que intervienen en las mismas, insumos, infraestructura, dinámica y demás elementos que las constituyen.
- Programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, cuyas características sean de importancia para el desarrollo del Proyecto en el AID.
- Infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes (centros nucleados de influencia para comercialización). Documento censo y caracterización socioeconómica.
- Directorio y mapa, actualizado de instituciones, equipamientos y actores sociales (Georreferenciados).
- En el siguiente orden Administrativo (Alcaldía Local, JAL., CLOPS, Asojuntas, Estación de Bomberos, Empresas de Servicios Públicos, CAI, CAMIS, ICBF, etc.).
- Comunicacionales alternativos e institucionales administrativos (medios de radio, impresos y digitales).
- Equipamientos colectivos (educativos, culturales, bienestar social, recreación y deporte, salud).
- Comercial (sectores comerciales, centros comerciales, empresas de transportes, etc.).
- Organizaciones sociales y comunitarias (J.A.C., Propiedad horizontal, ONGs, Organizaciones Culturales, Asociaciones de Vecinos, etc).
- Otros que se encuentren e identifiquen durante los estudios.

2.6.1.4.3.1. Instrumentos metodológicos

A continuación se presentan las definiciones, características y cualidades de cada uno de los instrumentos utilizados:

Cartografía social: es una herramienta que facilita el reconocimiento geográfico del territorio (hitos o lugares relevantes) por parte de los participantes, a través de la ubicación en plano de las relaciones con el espacio.

Este instrumento se desarrolla a partir de los sentidos y significados que los actores sociales le asignan a su espacio de vida, a los valores y diversas relaciones culturales, económicas, de relaciones políticas, de lo ambiental, de las relaciones

sociales y redes sociales, así como los conflictos que se generan en los diferentes barrios que componen el trazado de la Línea 2 Metro de Bogotá.

Uno de los aspectos que garantizan el rigor y la validez metodológica de este instrumento es precisamente el hecho de que participativamente se produce un conocimiento. El resultado es la descripción e interpretación propia, que responde de manera efectiva y real a los usos y costumbres en torno al territorio, que se legitiman cotidianamente (Ministerio de Cultura, 2009).

Línea de tiempo: Este instrumento permite realizar la representación gráfica de períodos cortos, medianos o largos. Identificando los hitos que marcaron aspectos significativos en el desarrollo social de las comunidades. Allí se puede representar la duración de los procesos, hechos y acontecimientos y evidenciar cuáles suceden al mismo tiempo, cuánto tiempo duran, cómo se relacionan y en qué momento se produjeron. Son los hitos que cada comunidad reconoce e identifica como parte de su historia colectiva, de su historia común.

Calendario ecológico-cultural: Este instrumento permite identificar las dinámicas culturales, las festividades o celebraciones, respecto a los ciclos ambientales, así como los tiempos y programas y actividades de las organizaciones sociales.

Ecomapa: Este instrumento permite identificar las instituciones, actores sociales, grupos de interés presentes en el territorio, así como su jerarquía y relaciones de poder.

2.6.1.4.3.2. Desarrollo operativo de la estrategia

La duración estimada del taller fue de tres horas y se realizó mínimo un taller con cada uno de los comités de participación.

2.6.1.4.3.3. Recurso de personal

Para la actividad se dispuso de un grupo compuesto por tres profesionales y un auxiliar, quienes se encargaron de moderar las actividades en cada subgrupo. Fueron asignados de la siguiente manera:

Profesional 1: cartografía social y dimensión espacial.
Profesional 2: dimensión económica.
Profesional 3: dimensión histórico-político-cultural.
Auxiliar social: apoyo logístico en el levantamiento de registros fotográficos y preguntas.

2.6.1.4.3.4. Recursos físicos

- Tablets
- Chalecos
- Carné
- Cámaras fotográficas
- Impresión tamaño pliego full color de los instrumentos
- Marcadores

- Colores
- Stickers (cartografía social)
- Vehículos para el traslado
- Formatos de soporte de asistencia y reunión

2.6.1.4.4. Inventario de actores clave, mediante entrevistas

Resultado de los talleres de caracterización y del inventario de las organizaciones sociales, se identificaron los habitantes que dada su trayectoria de vida fueron candidatos para adelantar las entrevistas, profundizando en las dinámicas históricas, sociales y económicas que permitieron comprender las realidades actuales, posturas en defensa u oposición al proyecto, así como sus intereses.

Este ejercicio de oralidad permitió hacer análisis desde la territorialidad y resultó una técnica complementaria al taller que cualificó la información de la línea base, ya que profundizó en ejes temáticos relevantes para el estudio desde un enfoque cualitativo e identificó variables pertinentes para el análisis de los impactos.

La selección de los entrevistados se realizó considerando aspectos como:

- Personas mayores, por su conocimiento del territorio.
- Integrantes de familias u organizaciones reconocidas.
- Líderes ambientales.
- Líderes o representantes del sector comercial.
- Representantes de la academia o de una de las instituciones ubicadas sobre el corredor.
- Administradores o representantes de los conjuntos residenciales.

2.6.1.4.4.1. Instrumentos metodológicos

A continuación se presentan las definiciones, características y cualidades de los instrumentos utilizados:

Entrevistas: técnica cualitativa a través de la cual se recopila información de manera verbal a través de la estructuración de un guión de preguntas que orientan el desarrollo del ejercicio dialógico. Particularmente, a través de esta técnica se buscó reconstruir las dinámicas simbólicas y socioculturales del territorio.

Instrumento: Formato de entrevista semi estructurada formulada con base en las variables de información pertinentes para el contexto de cada entrevistado.

2.6.1.4.4.2. Recurso humano

Para las entrevistas se requirió un profesional

2.6.1.4.4.3. Recursos físicos

- Tablet
- Chaleco
- Carné
- Cámara fotográfica
- Vehículo para el traslado

2.6.1.4.5. Inventario social de la población a reasentar - unidades sociales y unidades económicas.

Dando cumplimiento a lo establecido en las Especificaciones Técnicas ET05 y teniendo como referente lo establecido en las Salvaguardas de la Banca Multilateral, específicamente lo relacionado en el Marco Ambiental y Social del Banco Mundial en en el Estándar Ambiental y Social No. 5 Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario, se adelantó una caracterización a la población objeto de reasentamiento, la cual hace parte del Plan de Reasentamiento, este levantamiento de información se realizó entre el 14 de abril y el 8 de agosto de 2022 de la siguiente información y la información de la estación 11 se levantó en el mes de octubre:

- Identificación de los predios que se afectarán de manera total o parcial.
- Relación del tipo de construcción identificada.
- Relación de número de pisos identificada.
- Relación de los usos identificados en las construcciones.
- Relación de las Unidades Sociales Hogar, las Unidades Económicas y Unidades Social Socioeconómicas. identificadas y aproximadas.
- Relación del tipo de actividad económica identificada.
- Identificar el número de unidades sociales o familias a reasentar y sus características socioeconómicas.
- Permanencia en el predio y en el área.
- Estructura familiar (tipo: nuclear, extensa), número de hijos y miembros.
- Censo de familias con factores de vulnerabilidad social tales como discapacidad, enfermedades terminales, senectud y NBI, entre otras.
- Características constructivas, distribución espacial y dotación de las viviendas.
- Expectativas que la familia tiene frente al proyecto y al posible traslado.

La información detallada y analizada se encuentra en el documento Plan de Reasentamiento, así como los anexos y soportes que dan cuenta del proceso.

2.6.1.4.5.1. Instrumentos metodológicos

Censo: Aplicación de formularios censales predio a predio a cada una de las unidades sociales y económicas identificadas como objeto de reasentamiento.

2.6.1.4.5.2. Desarrollo operativo de la estrategia

A continuación se presenta un paso a paso de las actividades que se llevaron a cabo para el censo de la población a reasentar:

Paso 1. Identificación predial. Determinación del listado, localización y características legales, de ocupación, y socioeconómicas de los predios del corredor y sus áreas de operación y protección. Realización del listado maestro de predios y de inmuebles a censar de acuerdo con la información predial disponible (identificación preliminar de propietarios y condiciones de los inmuebles).

Paso 2. Localización completa de las obras en la capa predial.

Paso 3. Diferenciación de los predios del corredor en distintas áreas o zonas y clasificación de los predios de acuerdo con los distintos tipos de uso (habitacional, comercial industrial, institucional y otros).

Paso 4. Identificación territorial y de la DIVIPOLA oficial. Determinación de unidades territoriales (Distrito Capital, Municipios, veredas, localidades, UPZs, barrios, sectores y manzanas).

Paso 5. Definición del área de influencia socioeconómica teniendo en cuenta las distintas áreas físicas de intervención, los impactos sociales preliminares y efectos sociales de los impactos bióticos y físicos (modelo de vibración, ruido y calidad de aire).

Paso 6. Realización de pre-inventario (pre-conteo o pre-censo) de construcciones, viviendas ocupadas y desocupadas y unidades sociales en corredor predial para la determinación de presencia de huella y tipo de intervención, tamaños, tipo de tenencia y tipos de uso de los predios.

Paso 7. Con base en información predial y el precenso, identificación inicial de sectores, actores, situaciones y casos especiales y de vulnerabilidad.

Paso 8. Con base en la información precensal, elaboración del estimativo inicial de viviendas y unidades sociales a reasentar y a censar por localidades, UPZs, barrios, manzanas, tramos y segmentos.

Paso 9. Diseño de formulario censal de caracterización.

Paso 10. Adaptación del formulario de inventario de unidades sociales a los requerimientos, las variables e indicadores del instrumento de gestión predial se adoptaron según marcos sectoriales existentes en el Distrito Capital.

Paso 11. Diseño de base de datos y formulario digital con base en el formulario censal revisado y aprobado.

Paso 12. Elaboración del manual para el diligenciamiento de los formularios.

Paso 13. Con base en de los estimativos obtenidos a través del pre-censo, realización de la planeación y preparativos logísticos del censo de Unidades Sociales.

Paso 14. Conformación y distribución de equipos de trabajo para la realización del censo.

Paso 15. Capacitación del equipo censal (entrenamientos, simulaciones y simulacros de aplicación).

Paso 16. Definición del periodo censal y elaboración de la programación de aplicación.

Paso 17. Proceso de información y socialización a propietarios y residentes de los inmuebles afectados sobre el proceso censal de acuerdo con la estrategia de comunicaciones adoptada.

Paso 18. Prueba piloto.

Paso 19. Crítica y ajuste de los formularios de acuerdo con la prueba piloto.

Paso 20. Ejecución del censo de Unidades Sociales (registro de población).

Paso 21. Revisión control de calidad y crítica de la información censal obtenida.

Paso 22. Sistematización, procesamiento y análisis de información.

2.6.1.4.5.3. Recurso humano

De acuerdo con el número de unidades sociales objeto de reasentamiento, se requirieron tres (3) profesionales sociales, tres (3) auxiliares sociales y cuatro (4) profesionales prediales.

2.6.1.4.5.4. Recursos físicos

- Tablet
- GPS
- Base de datos
- Chaleco
- Carné
- Cámara fotográfica
- Vehículos para el traslado de los equipos de trabajo

2.6.1.4.6. Programa de arqueología preventiva

Dando cumplimiento a lo establecido por el ICANH, se realiza el Registro del Programa de Arqueología Preventiva (PAP) del proyecto ante dicha entidad, la cual corresponde a la primera fase del PAP. De igual manera, se adelantan las siguientes fases de dicho PAP:

- Fase 2. Diagnóstico y Prospección
- Fase 3. Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.

2.6.1.4.6.1. Instrumentos metodológicos

Diagnóstico Arqueológico: Una vez aprobado el registro del PAP por el ICANH, se realizó un diagnóstico arqueológico detallado del área a intervenir a partir de la información disponible para dicha área, con el fin de elaborar una zonificación arqueológica preliminar que permitiera diseñar una metodología de prospección acorde con las características y el potencial arqueológico de la zona. Este documento se elaboró con base en los “Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva” del ICANH”.

Para la elaboración de este documento, se realizó una revisión bibliográfica detallada para identificar el potencial arqueológico del área de estudio, teniendo en cuenta la ocupación del área por comunidades humanas desde periodos prehispánicos. Se analizaron fuentes arqueológicas así como históricas y ambientales. Con esta información se procedió a elaborar el Diagnóstico Arqueológico, el cual indica de forma preliminar el potencial arqueológico del área. Este documento fue presentado ante el ICANH y, aunque no será evaluado, sí existe una retroalimentación por parte del instituto

Prospección Arqueológica: Se realizó a partir de actividades de revisión de información secundaria, como las fotografías aéreas en las zonas de camellones, y de prospección en campo con el fin de realizar una zonificación del potencial arqueológico del área de estudio. Producto de esta zonificación, se debe proponer el plan de manejo arqueológico que deberá ser implementado en las siguientes fases del PAP.

Mediante el análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales se buscó establecer una aproximación a paisajes e intervenciones del pasado, ya que dicha información provee la oportunidad de apreciar las características del terreno tal como eran hace décadas, antes de verse afectado por fenómenos como el uso intensivo de la tierra o la expansión urbana, además de permitir evaluar su estado de conservación en la actualidad. Por otra parte, el uso de dichas fuentes de información permite la localización y caracterización de contextos arqueológicos que de otro modo pasarían desapercibidos en verificaciones a nivel de superficie.

La idea de analizar fotografías aéreas, en particular en el área del patio taller, se fundamentó en investigaciones previas donde se hallaron camellones que colindan con el meandro del río Bogotá. En este sentido, esta técnica permitió identificar la ubicación de camellones visibles en fotografías de los años 50, pero que al día de hoy ya no pueden ser percibidos en superficie.

El análisis de imágenes satelitales se realizó a través del satélite Sentinel 2A, el cual brinda imagen multiespectral recolectando datos con 13 bandas en el espectro visible, en el infrarrojo cercano e infrarrojos de onda corta además del espectro electromagnético, se analizaron las imágenes más recientes recuperadas por el satélite. A partir de éstas, se realizó el análisis de las bandas del espectro electromagnético que permiten identificar con claridad las áreas urbanas altamente densificadas (gama de colores púrpura), las áreas con alta afectación y erosión de suelos (gama de colores rojos), áreas de pastoreo o cultivo intensivo (gama de colores verde claro) y áreas de vegetación natural y bosques de afectación antrópica contemporánea baja (gama de colores verde oscuro).

Por último, se adelantó la prospección, una vez se determinaron las áreas donde se podían adelantar actividades de campo. Esta actividad se realizó delimitando las áreas a ser prospectadas mediante cuadrantes de 25 m x 25 m, las cuales se denominaron unidades de observación (UO), que sirvieron para registrar la información. De manera tentativa, de ser posible, en su centroide se excavó un sondeo, de 40 cm x 40 cm.

Con base en esta información se adelantó la fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico, que consistió en la elaboración de un informe de acuerdo con los “Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva” del ICANH”. En el apartado de los resultados de la prospección arqueológica, se realizó una nueva revisión de los antecedentes arqueológicos de la zona a la luz de los hallazgos efectuados en campo, así como la descripción de las actividades realizadas en campo y laboratorio, y los resultados de la investigación y fotointerpretación de imágenes históricas del área de intervención así como de las imágenes satelitales. Asimismo, se realizó la interpretación de los resultados de las clasificaciones y análisis de la fase de laboratorio y se contrastó la información obtenida en el contexto de este proyecto con aquella proveniente de anteriores estudios en el área de estudio. Este informe incluyó el Plan de Manejo Arqueológico en el cual se proponen las respectivas medidas preventivas y de mitigación que, posteriormente, deberán ser ejecutadas en la siguiente fase del Programa de Arqueología Preventiva.

2.6.1.4.6.2. Desarrollo operativo de la estrategia

A continuación se presenta un paso a paso de las actividades que se implementan como parte de las actividades arqueológicas:

- Consulta documental haciendo énfasis en la historia y expansión urbana de la ciudad. Anteriores informes de PAP que se hayan realizado sobre las áreas de intervención o cercanías.
- A partir de imágenes satelitales se realiza un análisis multiespectral (NDVI) usando una o más bandas, lo cual permitirá realizar un contraste de la vegetación sobre otras superficies, con el fin de evaluar el grado de intervención antrópica del área de intervención directa.
- Análisis de Imágenes aéreas tomadas a partir de vuelos en la sabana de Bogotá desde la década del 40 hasta el 90 (Banco de imágenes IGAC). Este análisis es particularmente importante para la zona del Patio-Taller la cual fue definida como una zona de canales y camellones por el ICANH.
- Excavación de sondeos: En aquellas áreas que hayan sido determinadas anteriormente para su prospección (patio-taller y áreas de bajo grado de intervención antrópica) se excavan pozos de sondeo de 40 x 40 cm hasta alcanzar el horizonte estéril o el nivel freático, distanciados cada 25 m, siguiendo metodologías empleadas en la región.
- Con base en los resultados del diagnóstico y de las actividades de campo se formulan las medidas de manejo. Éstas deben estar alineadas con las medidas aprobadas para el PAP de la PLMB.

2.6.1.4.6.3. Recurso humano

De acuerdo con las actividades a desarrollar se requieren dos (2) profesionales en Arqueología, seis (6) auxiliares sociales y un (1) profesional SIG.

2.6.1.4.6.4. Recursos físicos

- Tablet
- GPS
- Base de datos
- Chaleco
- Carné
- Cámara fotográfica
- Vehículos para el traslado de los equipos de trabajo
- Palines
- Barras
- Paladragas

2.6.2. Zonificación Ambiental

La Metodología General para la Elaboración y Presentación de estudios Ambientales (en adelante MGEPEA) establece que “La zonificación ambiental es el proceso de sectorización de un área compleja, como lo es el área de influencia, en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a las características de sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Por lo tanto, es un proceso que integra la información de la caracterización ambiental de línea base y establece, de acuerdo a la normativa ambiental vigente y a las propiedades de los atributos de los componentes ambientales, su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, a fin de identificar diferentes

grados de sensibilidad ambiental dentro del territorio en análisis. La sensibilidad del área de influencia debe ser el resultado de la agregación de la sensibilidad ambiental de los factores que constituyen los componentes ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico"[4].

Acorde con lo exigido por el marco legal ambiental colombiano, el presente método de Zonificación Ambiental tiene como propósito dar una adecuada relevancia a los elementos o factores del ambiente que generan una sensibilidad especial, dentro del territorio de potencial incidencia de un proyecto específico.

En esta metodología, el análisis es básicamente de superposición de atributos de sensibilidad, en el entendido de que al otorgar valor numérico a estos atributos se hace necesaria (o se llega por consecuencia a) la realización de ponderaciones y o tratamientos estadísticos que enmascaran la real importancia de aquellos atributos para los cuales amerita mantener su calificación en un valor especial de sensibilidad; por esta razón, este método se ha establecido mediante la identificación de los elementos o atributos con mayor sensibilidad ambiental, criterio que se mantiene en superposición sobre las demás categorías de sensibilidad que se establezcan para los diferentes medios o componentes que se encuentren en el análisis. Tal superposición se realiza mediante álgebra de mapas, por medio de programas especializados de análisis de información geográfica (ArcGis, específicamente); por lo anterior, se aplica cuantificación numérica dentro del álgebra de mapas, más no en la clasificación de sensibilidad de un punto específico del territorio en análisis.

De acuerdo con lo anterior y en consonancia con la responsabilidad ambiental implícita en estos análisis, el enfoque y los procedimientos metodológicos adoptados en el presente método coinciden, de manera plena, con las directrices de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, en el sentido de que los parámetros y los criterios aplicados permiten identificar los diferentes grados de sensibilidad del territorio en análisis ante una intervención externa.

Para el desarrollo de la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto y partiendo de la necesidad de enmarcar definiciones y conceptos de tal forma que el desarrollo de la metodología para la elaboración de la zonificación ambiental se alinee con el objetivo propuesto en este documento, se presentan a continuación definiciones y conceptos que complementan lo indicado en este tema en los Términos de Referencia ET05[5] y en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de 2018.

2.6.2.1. Áreas definidas para el análisis de la sensibilidad ambiental

Desde la definición de Sensibilidad ambiental, incluida en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de 2018: "Sensibilidad ambiental: susceptibilidad inherente de los componentes ambientales y sus procesos físicos, bióticos y socioeconómicos a la transformación o cambio que resulta de las actividades antrópicas o de los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente" se analiza el territorio mediante áreas de sensibilidad, las cuales agrupan las características que lo hacen sensible a fenómenos naturales y antrópicos y que son el objeto de delimitación y análisis para establecer la zonificación ambiental: Estas áreas de sensibilidad se presentan a continuación y corresponden a lo establecido por los Términos de Referencia aplicables al Estudio (TdeR ET05)[6], bajo los lineamientos definidos por la MGEPEA[7] para la zonificación ambiental del territorio.

[4] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 2018. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales p.164
[5] FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL. 2021. ET 05 – EIAS. Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021.
[6] FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL. Op Cit.
[7] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 2018. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Pag 164-165.

- **Áreas de recuperación ambiental:** Se identifican como aquellas áreas que presentan algún grado de deterioro actual o potencial en razón al uso o manejo inadecuado que se hace de ellas. Dadas las condiciones de su estado actual, estas áreas son sensibles a intervenciones, por lo que exigen medidas de manejo y restricciones para su uso. Corresponden a áreas con:
  (i) conflicto por uso del suelo,
  (ii) de recuperación y restauración ambiental
  (iii) afectación del nivel freático .

- **Áreas de riesgo:** Se evalúan las Áreas de riesgo identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia abiótica considerando las siguientes:
  (i) Zonas susceptibles a inundaciones
  (ii) Zonas susceptibles a avenidas torrenciales
  (iii) movimientos de remoción en masa

- **Áreas de especial importancia ecológica**, Se evalúan las Áreas de Especial Importancia Ecológica - AEIA identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia biótica y considerando las siguientes:

  (i) Zonas protegidas o de protección a nivel internacional, nacional y regional
  (ii) Zonas en protección a nivel local
  (iii) Cobertura vegetal
  (iv) Hábitat para fauna

- **Áreas de producción económica**: Se evalúan las Áreas de producción económica identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia social y considerando las siguientes:

  (i) Concentración de actividades comerciales
  (ii) Áreas de actividad económica reglamentarias

- **Áreas de importancia social:** Se evalúan las Áreas de importancia social identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia social y considerando las siguientes:

  (i) Asentamientos humanos. Uso del suelo reglamentario
  (ii) Infraestructura física y social. Usos y oferta
  (iii) Importancia histórica y cultural

Las anteriores unidades de análisis del territorio son agrupadas en cada medio de acuerdo con los factores que involucra, de tal forma que su integración corresponda como lo requiere la autoridad ambiental a la zonificación por medios: abiótico o físico, biótico y socioeconómico.

- **Zonificación física o abiótica**: entendida como el proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a factores físicos. En la presente zonificación agrupa las Áreas de recuperación ambiental y las Áreas de riesgo.

- **Zonificación biótica**: entendida como el proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores bióticos. Corresponde en la presente zonificación a la categoría de Áreas de especial importancia ecológica.

- **Zonificación socioeconómica**: Corresponde al proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a factores socioeconómicos, étnicos y culturales. Agrupa para el presente análisis las áreas de producción económica, las áreas de importancia social

2.6.2.2. Categorías de análisis de la sensibilidad ambiental

Se parte de considerar el ambiente como la conjunción de todos sus componentes físico, biótico y social, cuyas particulares dinámicas permiten definir la sensibilidad ambiental del territorio, definiendo un gradiente que va desde muy baja sensibilidad o potencialidad ambiental frente a una intervención hasta muy alta sensibilidad o llamado también aquí como Fragilidad ante una intervención, con tres niveles intermedios de sensibilidad, de acuerdo con la definición y descripción que se presenta a continuación y que se visualiza en la Figura 1. Estos rangos se definen en función de su sensibilidad ambiental; es decir, de la susceptibilidad que tienen los componentes ambientales a ser deteriorados ante la incidencia de determinadas actuaciones, que afectan alguna o algunas de las variables abióticas, bióticas y sociales y responden a los requerimientos establecidos en los términos de referencia aplicables para este proyecto (TdeR ET05) y en la MGEPEA.

Áreas con muy alta sensibilidad o áreas ambientalmente frágiles: para los medios abiótico y biótico, un área ambientalmente frágil corresponde al espacio geográfico que, en función de las características inherentes de los componentes físicos y bióticos y sus procesos presentan la más alta susceptibilidad a la transformación. Lo anterior se traduce en que, presentan una capacidad de carga limitada y por lo tanto pueden llegar a un estado de no retorno ante una intervención natural o antrópica. Se incluyen dentro de esta categoría las áreas para las cuales el Estado ha emitido un marco jurídico especial de protección.

Por otra parte, para el medio socioeconómico, la fragilidad representa alto grado de vulnerabilidad de las comunidades (utilizando los criterios de vulnerabilidad definidos por el CELADE y Kaztman - 1999), con externalidades para las cuales, sin el apoyo decidido de una inversión social sostenible, probablemente no habría superación de la condición actual. Por lo anterior, un área ambientalmente frágil tiene intrínseca la posibilidad de modificación de sus condiciones actuales, lo que puede representar oportunidades para el elemento o atributo del ambiente en análisis.

Niveles intermedios de sensibilidad (Áreas con Alta, Media y Baja sensibilidad ante una intervención): se definen en esta metodología como los espacios geográficos que en función de las características inherentes de sus factores y componentes tiene la capacidad para asimilar -en mayor o menor grado- transformación o cambios que resultan de las actividades antrópicas o de los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente, sin que su condición llegue a deteriorarse hasta alcanzar o sobrepasar un estado límite, pudiendo retornar -con mayor o menor facilidad- al estado inicial u original. Los ecosistemas naturales pueden amortiguar niveles de disturbios mediante procesos homeostáticos naturales; los sistemas sociales presentan una mayor o menor capacidad adaptativa dependiendo del nivel de organización y cohesión social que presenten. También comprenden aquellas áreas en las cuales el Estado ha establecido la posibilidad de intervención con algún tipo de regulación general para su cuidado, regulaciones que deben ser acatadas en dicha intervención. Por lo anterior y a manera de síntesis, son aquellas que tienen la posibilidad de soportar niveles de intervención con modificaciones en su composición y dinámica, modificaciones que pueden ser revertidas con subsidios asociados a manejos ambientales. En la escala de sensibilidad se han establecido tres grados intermedios de **sensibilidad: alta, media y baja**, de acuerdo con el grado de transformación o cambio que pueda sufrir el territorio con la intervención.

Área con muy baja sensibilidad o con potencialidad frente a una intervención: Corresponde a aquellas áreas en donde por las características inherentes de los factores y de los componentes de cada medio, presentan la menor susceptibilidad a la transformación o cambio que resulta de las actividades antrópicas o de los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente. Estas áreas permiten la intervención productiva, siempre y cuando sea adelantada con el manejo ambiental requerido, enmarcado dentro de adecuadas prácticas constructivas y atendiendo el principio de precaución. (Figura 9)

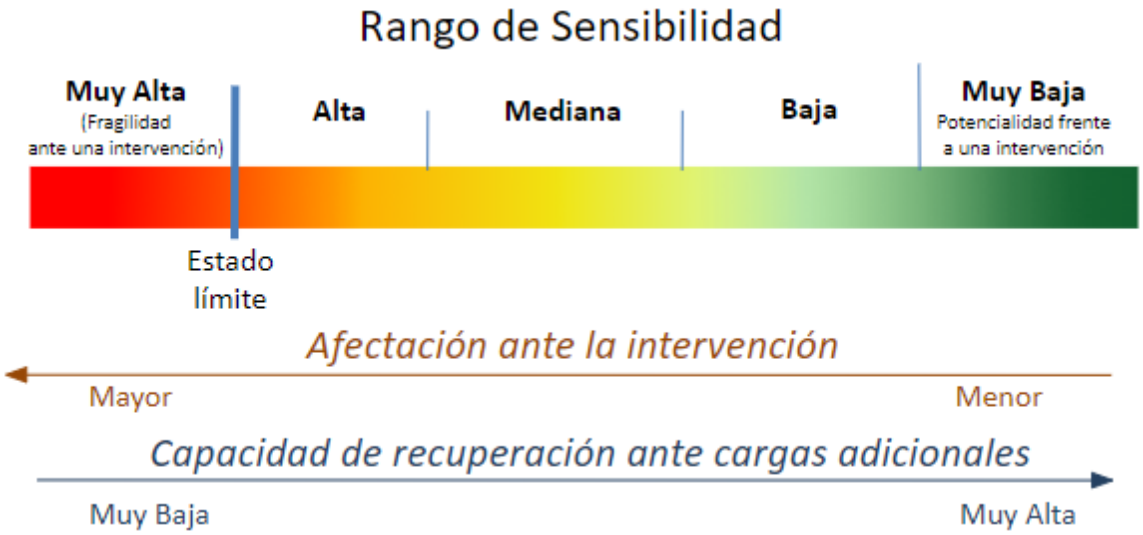


Figura 9. Rango de clasificación de la sensibilidad ambiental
Fuente: UT MOVIUS, 2022

En la Figura 9 se muestra que el grado de afectación es mínimo en la categoría de Muy Baja Sensibilidad (Potencialidad ante una intervención) y es máximo en la categoría de Muy Alta Sensibilidad (Fragilidad ante una intervención), mientras que la capacidad de recuperación ante cargas adicionales es inversa, desde muy alta capacidad de recuperación en la categoría de Muy Baja Sensibilidad (Potencialidad ante una intervención) hasta llegar a un punto de no retorno, en la categoría de Muy Alta Sensibilidad (Fragilidad ante una intervención).

2.6.2.3. Procedimiento para zonificación ambiental - Metodología

El proceso de zonificación ambiental considera los siguientes pasos:

Definición de los factores - atributos de zonificación
Paso 1. Identificación, desde cada medio o componente del ambiente, de los factores que aportan en la identificación de la sensibilidad del territorio.
Paso 2. Identificación y espacialización de las áreas analizadas en línea base para cada uno de los factores seleccionados en cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) como importantes para definir la sensibilidad del territorio.

Categorización de la sensibilidad
Paso 3. Establecimiento de las categorías de sensibilidad correspondientes a cada uno de los factores/atributos en análisis (Migración de atributos temáticos hacia atributos de sensibilidad).
Paso 4. Espacialización de cada área, factor y medio en función de su nivel de sensibilidad.
Paso 5. Primer panel de especialistas([8]). Evaluación conjunta de los resultados individuales de sensibilidad para los factores / atributos del ambiente utilizados en la zonificación.

Superposición de información temática y obtención de planos intermedios

[8] Se considera "especialistas" al grupo de profesionales expertos en cada temática individual y que está participando en la elaboración del Estudio.

Paso 6. Obtención de los mapas de zonificación para las seis categorías de análisis de la sensibilidad ambiental establecidas, a partir de la superposición de los mapas de zonificación por temática específica para cada factor del ambiente
Paso 7. Segundo panel de especialistas. Evaluación conjunta de los resultados de sensibilidad obtenidos para las seis categorías de análisis de la sensibilidad ambiental
Paso 8. Obtención de los mapas de zonificación ambiental para los tres medios (Abiótico, Biótico y Socioeconómico) a partir de la superposición de los mapas de zonificación por categorías de sensibilidad ambiental.

Superposición de planos intermedios y obtención del plano final de zonificación ambiental
Paso 9. Obtención del mapa de zonificación ambiental
Paso 10. Tercer panel de especialistas. Evaluación conjunta de los resultados de sensibilidad obtenidos para la zonificación ambiental del territorio.

Estos pasos se detallan a continuación.

2.6.2.3.1. Definición de los factores - atributos de zonificación.

Paso 1. El primer paso de la metodología consiste en identificar, desde cada medio o componente del ambiente, los factores[9] que aportan en la identificación de la sensibilidad del territorio, en relación con las condiciones particulares del territorio en análisis. Estos factores para el análisis de la zonificación en cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) están acordes con los Términos de referencia específicos para el proyecto, con los lineamientos y conceptos claves referenciados en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales de 2018 para la caracterización de línea base y con las definiciones y conceptos presentados en este documento.

Paso 2. Se identifica y espacializa el área analizada en línea base para cada uno de los factores seleccionados en cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) como importantes para definir la sensibilidad del territorio. De esta manera se acoge el mapa temático correspondiente y en él se definen con claridad los atributos o condiciones de caracterización que lo definen.

En la siguiente tabla (Tabla 28) se presentan de manera didáctica algunos ejemplos de los factores y condiciones de caracterización para algunas áreas de zonificación, para los tres medios .

Tabla 28. Ejemplos de definición de factores – atributos por unidad de zonificación

Medio	Unidad de análisis de zonificación	Factor	Condiciones caracterización / Atributo
Abiótico	Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y/o geológico	Susceptibilidad a inundaciones	Riesgo alto de inundación
			Riesgo bajo de inundación
			No susceptible a inundación

[9] La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- define "Factor" estableciendo que "Los componentes tienen una serie de atributos que se denominan Factores. Por ejemplo, un factor del componente hidrológico puede ser el volumen de agua y otro más el caudal" (MADS, 2018). La Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 lo define como: "atributo de un componente ambiental que puede ser descrito mediante parámetros."

Medio	Unidad de análisis de zonificación	Factor	Condiciones caracterización / Atributo
Biótico	Áreas de especial interés ambiental	Coberturas vegetales	Vegetación secundaria y/o en transición
			Mosaico de pastos con espacios naturales
			Mosaico de pastos y cultivos
Socioeconómico	Áreas de producción económica	Establecimientos comerciales	Tipo micro y pequeña empresa
			Tipo mediana empresa

Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.2.3.2. Categorización de la sensibilidad

Paso 3. Identificados en los pasos anteriores las áreas con las que se realizará la zonificación ambiental para cada medio y los factores para cada una de estas áreas, en este paso se establecen las categorías de sensibilidad correspondientes a cada uno de los factores/atributos en análisis, aclarando que cada uno de estos factores o atributos del ambiente han sido previamente analizados y especializados en la caracterización de línea base. De esta forma, el paso a seguir en esta metodología es migrar esta condición de caracterización hacia una categoría de sensibilidad ambiental.

Las categorías de sensibilidad que se utilizan corresponden a un rango de sensibilidad que va desde una potencialidad hasta una fragilidad ante la intervención, pasando por tres grados intermedios de sensibilidad (sensibilidad baja, sensibilidad media y sensibilidad alta), tal como se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29. Categorías de sensibilidad establecida en la Zonificación Ambiental

Categoría de sensibilidad para zonificación	
	Muy Alta Sensibilidad - Fragilidad ante una intervención
	Alta sensibilidad
	Mediana sensibilidad
	Baja sensibilidad
	Muy Baja Sensibilidad - Potencialidad frente a una intervención

Fuente: UT MOVIUS, 2022

Para cada uno de los factores analizados se asigna la categoría de sensibilidad correspondiente por parte del especialista, categoría que responde al nivel de “resistencia” que ofrece el factor al cambio ante disturbios externos.

La categoría de sensibilidad resulta de la aplicación de criterios que cada especialista define de acuerdo con el entendimiento de cada área, de la normatividad ambiental vigente y de la respuesta de cada componente a la intervención. Estos criterios empleados para establecer los niveles o categorías de sensibilidad se exponen a lo largo del documento en los apartes en donde se describen cada uno de los temas y de las áreas.

Paso 4. Una vez establecidos los criterios para las categorías o niveles de sensibilidad, se realiza la espacialización de cada área, factor y medio en función de su nivel de sensibilidad y se calculan los porcentajes y hectáreas, en relación con el área de influencia correspondiente. En este paso se presenta de manera resumida la condición del atributo identificado en la línea base y las consideraciones utilizadas para asignarle la categoría de sensibilidad, tal como se presenta en el ejemplo de la Tabla 30 Se indica en cada tema la condición de caracterización establecida para asignar la categoría de sensibilidad.

Tabla 30. Ejemplo de determinación de categorías de sensibilidad para los factores – atributos definidos

Medio	Área o unidad de zonificación	Factor / Atributo	Condición de caracterización	Categoría de sensibilidad para zonificación
Abiótico	Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y/o geológicos	Susceptibilidad a inundaciones	Riesgo alto de inundación	Alta sensibilidad
			Riesgo bajo de inundación	Baja sensibilidad
			No susceptible a inundación	Potencialidad
Biótico	Áreas de Especial Interés Ambiental	Coberturas vegetales	Vegetación secundaria y/o en transición	Alta sensibilidad
			Mosaico de pastos con espacios naturales	Mediana sensibilidad
			Mosaico de pastos y cultivos	Baja sensibilidad
Socioeconómico	Áreas de producción económica	Establecimientos comerciales	Tipo micro y pequeña empresa	Alta sensibilidad
			Tipo mediana empresa	Mediana sensibilidad

Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.2.3.3. Superposición de información temática y obtención de planos intermedios.

Paso 5 y 6 Una vez categorizados los factores y sus atributos desde su sensibilidad ambiental y obtenida la zonificación para cada mapa temático (factor), se realiza superposición de la información temática, utilizando sistemas de información geográfica (SIG) mediante el cruce y solapamiento de capas de categoría de sensibilidad (álgebra de mapas) para cada factor analizado. Lo anterior siguiendo lo requerido en los términos de referencia y en la *Metodología* general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 en donde se indica "La sensibilidad del área de influencia debe ser el resultado de la agregación de la sensibilidad ambiental de los factores que constituyen los componentes ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico."

Los niveles y categorías de sensibilidad y el resultado de su superposición o agregación se muestran en la Tabla 31. Al final de la descripción del paso 7 se describen los criterios utilizados para establecer el resultado de los cruces o agregaciones de los niveles de sensibilidad.

Las áreas indicadas en los Términos de Referencia ET05 y que en términos de la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 son aquellas "…. cuyas características las hacen sensibles a fenómenos naturales y antrópicos, que conviene delimitar y analizar, para establecer la zonificación ambiental:" son las indicadas a continuación y cuya agrupación genera un mapa que sintetiza la información de las áreas que la integran.

La superposición o agregación de las áreas genera como resultado seis mapas, los cuales se presentan en la Figura 10.

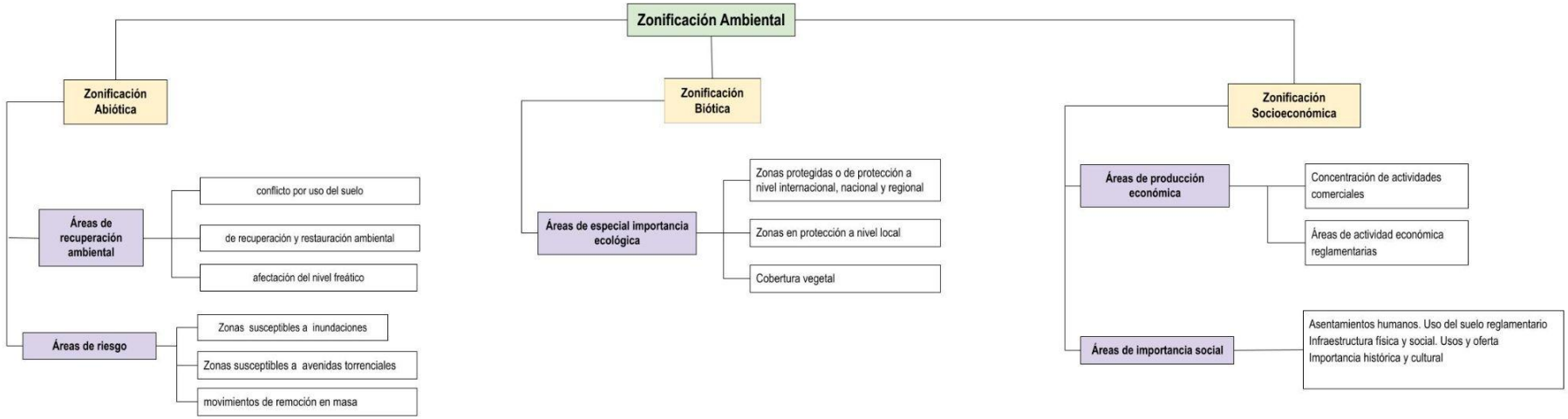


Figura 10. Algebra de mapas
Fuente UT MOVIUS, 2022

Mapa 1. Áreas de recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y áreas con conflicto por uso del suelo.

- Conflicto por usos de suelo.
- Áreas de recuperación ambiental y restauración ambiental.
- Nivel freático

Mapa 2. Áreas de riesgo

- Zonificación susceptibilidad y amenaza remoción en masa
- Riesgo de avenidas - Torrencialidad
- Riesgo de inundaciones: - Inundación

Mapa 3 Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) Se obtiene de la superposición de los mapas relacionados, los cuales corresponden en el presente estudio a los mapas de sensibilidad producto de la migración de atributos desde los mapas de:

- Zonas protegidas o de protección a nivel internacional, nacional y regional
- Zonas en protección a nivel local
- Cobertura vegetal
- Hábitat para fauna

Mapa 4. Áreas de producción económica

- Concentración de actividades comerciales
- Áreas de actividad económica reglamentada

Mapa 5. Áreas de importancia social

- Asentamientos humanos. Usos del suelo reglamentados
- Infraestructura física y social. Usos y oferta
- Importancia histórica y cultural

Para cada unidad de zonificación se incluyen las áreas y los factores identificados en la caracterización del área de influencia del proyecto.

Paso 7. Integración de la información de zonificación por Medios: Como se indicó en el paso 5, de acuerdo con la información de cada área indicada en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018, estas se agrupan en cada uno de los Medios (abiótico, biótico y socioeconómico) de acuerdo con la información contenida en la caracterización (línea base) de cada medio.

Dicho de otra forma, los temas desarrollados en cada uno de los medios y que alimentan la información de los grupos de áreas indicadas en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018, son los que una vez agrupados reflejan la zonificación ambiental por medios.

Estos mapas se cruzan con el apoyo de la herramienta ArcGis, mediante álgebra de mapas, tal como se presenta en la Tabla 31. El criterio utilizado para establecer el resultado de los cruces o de la agregación de los mapas, es que la categoría de mayor sensibilidad prima sobre las demás. Es decir que, la fragilidad prima sobre las demás categorías, la sensibilidad alta sobre las más bajas a excepción de la fragilidad; el criterio para obtener los resultados de los cruces se representa en la Tabla 31.

El mayor nivel de sensibilidad prevalece sobre la calificación de sensibilidad dada para la misma área por otros medios, componentes o factores. Para efectos de la representación de los niveles de sensibilidad en mapas, se utilizan los colores de rojo a verde, representando el rojo la fragilidad (mayor nivel de sensibilidad) y el verde la potencialidad (menor nivel de sensibilidad) y en colores intermedios los otros niveles de sensibilidad, como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Matriz de superposición para obtención de zonificación

	Muy Baja Sensibilidad o Potencialidad (MBS / P)	Baja sensibilidad (BS)	Mediana Sensibilidad (MS)	Alta Sensibilidad AS)	Muy Alta Sensibilidad o Fragilidad (MAS / F)
Muy Baja Sensibilidad o Potencialidad (MBS / P)	MBS / P	BS	MS	AS	MAS / F
Baja sensibilidad (BS)	BS	BS	MS	AS	MAS / F
Mediana Sensibilidad (MS)	MS	MS	MS	AS	MAS / F
Alta Sensibilidad (AS)	AS	AS	AS	AS	MAS / F
Muy Alta Sensibilidad o Fragilidad (MAS / F)	MAS / F	MAS / F	MAS / F	MAS / F	MAS / F

Fuente: UT MOVIUS, 2022

De este ejercicio resulta un mapa por cada una de las seis categorías referidas. Estos mapas corresponden dentro de la metodología a mapas intermedios, los cuales, para el entendimiento del proceso, son presentados como figuras y son la base para la obtención de la zonificación ambiental de cada uno de los medios, como se registra en los siguientes pasos.

2.6.2.3.4. Segunda superposición de mapas.

Paso 8. Una vez obtenidos los mapas intermedios (mapas de las áreas establecidas para cada uno de los medios) se realiza la superposición de estos generando un mapa para cada medio: abiótico, biótico y socioeconómico. Posteriormente, se realiza el traslape de los mapas de los tres medios y se genera un mapa final de zonificación. Este procedimiento se observa en la Figura 11:

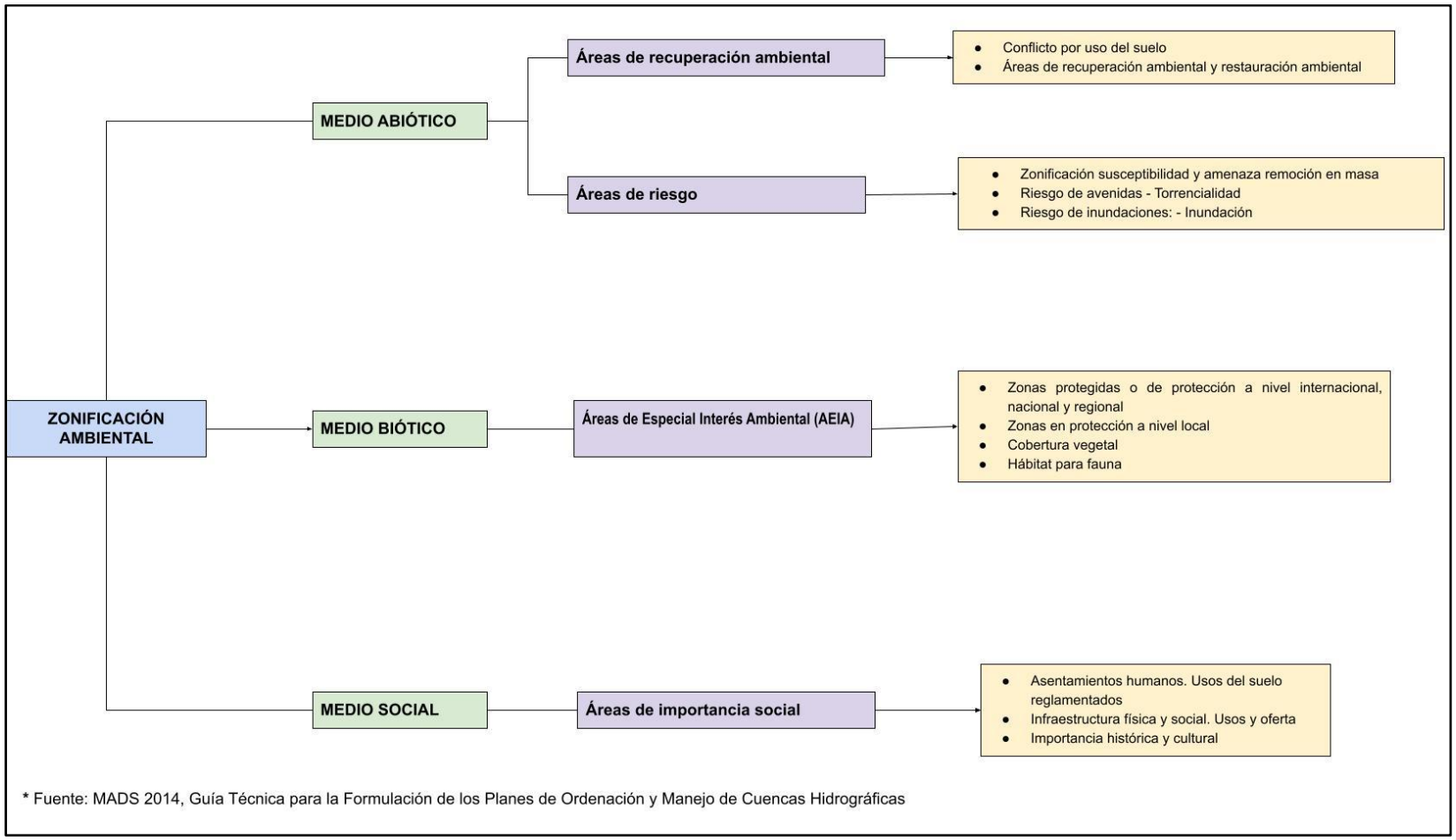


Figura 11. Ejemplo obtención de la sensibilidad ambiental en el territorio del área de influencia del proyecto
Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.2.3.5. Taller de especialistas

Paso 9. Una vez generada la zonificación ambiental del territorio mediante el procedimiento de superposición de mapas, se realiza un taller entre los especialistas que han participado en la construcción de la línea base y en la elaboración de la zonificación ambiental, con la finalidad de revisar conjuntamente el resultado generado en la superposición de mapas. De no responder a los resultados de la evaluación conjunta, se identifica cual es factor, el atributo, el criterio utilizado para establecer el nivel o la categoría de sensibilidad dado y que está generando dudas y se evalúa su pertinencia en el análisis conjunto para corroborar o replantear el análisis realizado. De ser necesario, se vuelve a correr la superposición de mapas, una vez ajustado el valor de sensibilidad que genera incoherencia.

2.6.2.3.6. Presentación de los resultados.

Paso 10. Como resultado del proceso se obtiene la espacialización de la sensibilidad ambiental para el área de influencia de cada medio y la sensibilidad ambiental conjunta para el territorio. Esta espacialización de áreas se presenta tabulada y cartografiada -en formato plano- para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y para la zonificación ambiental final del área de influencia. Los mapas resultantes de la migración de atributos desde los mapas temáticos y los mapas de las unidades de sensibilidad (mapas intermedios) se presentan en el documento como figuras dentro del texto (imágenes de contextualización) y se anexan para mejor visualización

Teniendo en cuenta que la sensibilidad del área de influencia es el resultado de la agregación de la sensibilidad ambiental de los factores definidos en cada uno de los componentes ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico se describen, para comprensión del producto final, los atributos de las unidades de zonificación que han generado la condición de sensibilidad en cada medio, así como en la zonificación final. Se referencian los planos (intermedios y final) en donde se especializa la zonificación resultante.

Dado que las áreas de influencia difieren para cada medio, no toda la información es requerida en todo el territorio. Esto quiere decir que habrá zonas del territorio del AI del Proyecto que tendrán la información de un medio pues no es área de influencia de los otros dos medios. En la Figura 12 se presenta una explicación gráfica de lo anterior.

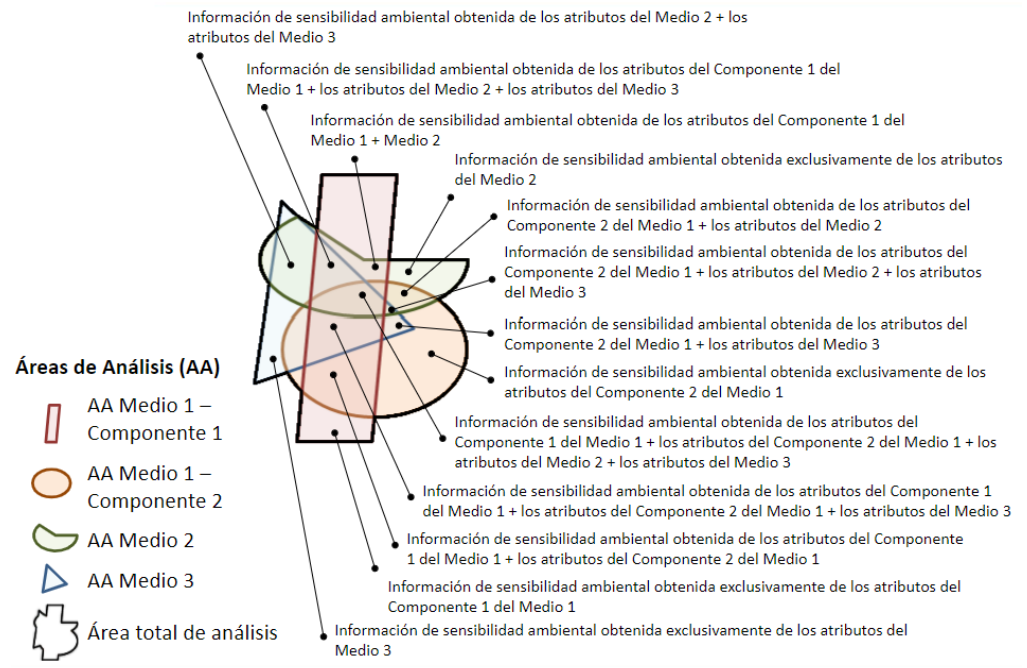


Figura 12. Explicación gráfica de la superposición de información de sensibilidad.
Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.3. Demandas

2.6.3.1. Aguas superficiales y subterráneas.

Para el desarrollo del proyecto en la etapa de construcción, operación y mantenimiento, no se requiere la captación de agua de cursos superficiales o subterráneos naturales. La provisión de agua para el desarrollo de las actividades del proyecto se realizará en la obra mediante el aporte de agua procedente de la infraestructura de captación y distribución ya instalada de la Empresa de Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá E.S.P, en el área de influencia, adicionalmente si se necesita obtener el servicio de agua en bloque el mayor proveedor y principal es la Empresa de Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá E.S.P.

2.6.3.2. Vertimientos

En el desarrollo del proyecto L2MB, no se contemplan vertimientos a cuerpos de aguas superficiales ni al suelo.

2.6.3.3. Ocupación de cauce

En el desarrollo del proyecto L2MB, **no** se contempla la solicitud de un PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE debido a que no se afectará de ninguna manera ningún cuerpo de agua lótico o léntico que se encuentre en el área de influencia del proyecto. Se resalta que, en caso de requerirse algún permiso de ocupación de cauce, el contratista deberá solicitar los permisos de Ocupación de Cauce que se requieran para la ejecución de las actividades.

2.6.3.4. Aprovechamiento Forestal



Se incluye la información que sustenta la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal en el área de intervención del proyecto, con el fin de precisar el manejo silvicultural de los individuos arbóreos y sus respectivas medidas compensatorias.

2.6.3.5. Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

Se presentan los requisitos necesarios para obtener el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad, necesario para la implementación del PMAS en donde se requiera la colecta, manipulación, rescate o traslado de organismos bióticos.

2.6.3.6. Emisiones atmosféricas

En cuanto a las emisiones atmosféricas no será necesario tramitar permiso de emisiones atmosféricas. Sin embargo, en caso que el contratista requiera instalar plantas de concreto, asfalto y trituradoras tendrá que adelantar los trámites de emisiones atmosféricas correspondientes ante la Autoridad Ambiental competente en los casos que haya lugar.

Sin embargo, se identificarán las fuentes de emisión móviles y fijas que se generen por la ejecución de las actividades del Proyecto, de acuerdo a los términos de referencia ET-05.

2.6.3.7. Materiales de Construcción

Para los materiales de construcción del Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá no requiere el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del contratista de obra, estos serán suministrados por proveedores que cuenten con planes de manejo y/o licencia ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes. Todos los documentos deben encontrarse con vigencia al día y durante el período de los trabajos deberá ir prorrogando antes de la fecha de vencimiento.

Sin embargo en el Capítulo 7. USO DE RECURSOS NATURALES se explica con total detalle todo lo relacionado con este tema, todo con base a lo solicitado en los ET-05.

2.6.4. Evaluación de Impactos

2.6.4.1. Identificación y evaluación de impactos

La evaluación de impactos se desarrolla mediante una metodología construida por INGETEC S.A.S. en un proceso de maduración y actualización de más de 20 años y que ha sido utilizada en Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de diferentes sectores productivos (energía, minería, vías, infraestructura, entre otros).

Esta metodología recoge, adapta y da cumplimiento a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. El método integra definiciones y conceptos de metodologías de INGETEC S.A.S., utilizadas en múltiples estudios (muchos de ellos licenciados y construidos). De igual modo, el método integra definiciones y conceptos de Vicente Conesa Fernández y Jorge Alonso Arboleda González, aunque introduciendo variaciones en los procedimientos y enfoques de acuerdo con las consideraciones y análisis de expertos de la firma.

La estructura del método de INGETEC está conformada por cuatro secciones temáticas: dos secciones descriptivas, correspondientes a la Identificación del impacto (Sección I) y a la Descripción y Caracterización del impacto (Sección 2). La Sección 3 califica el impacto y en la Sección 4 se analizan las posibilidades de manejo del impacto.

Para la calificación del impacto (Sección 3), la metodología define un índice conformado por siete parámetros (P) o indicadores claves que determinan el comportamiento y la capacidad de afectación de los impactos sobre el entorno natural y social y, de manera específica, sobre los elementos y sujetos afectados. El índice se denomina Significancia (SG) y es un índice de afectación neta del Impacto, pues se espera, en el escenario con proyecto, tener en cuenta la influencia de los impactos acumulativos, los impactos sinérgicos y la medición de los cambios (sin ningún parámetro atenuante de manejo). Los parámetros utilizados en la sección de calificación son: i) Clase –CL– (Naturaleza del impacto); ii) Duración –DU–; iii) Extensión –EX–; iv) Magnitud Relativa –MR–; v) Incertidumbre –INC– Incertidumbre del grado de la Afectación; vi) Vulnerabilidad –NV– Capacidad de asimilación del cambio en el Sujeto, Objeto o Elemento Expuesto; ii) Acumulación –AC– Relación sistémica de las afectaciones o cambios (para el escenario CON proyecto) o Tendencia –TE– (para el escenario SIN Proyecto); viii) Sinergia –SI– y ix) Significancia –SG– correspondiente a la calificación resultado de la aplicación de la fórmula (suma ponderada) de los parámetros anteriores.

El Índice de Significancia (SG) expresa una suma ponderada de los parámetros (P) que se utilizan en la medición del impacto con el fin obtener una calificación total o de síntesis que indica la importancia del impacto y que permite su clasificación y jerarquización entre las categorías “Muy significativos”, “Significativos”, “Moderadamente Significativos” y “Poco Significativos”, con el fin de definir el área de influencia del Proyecto así como la priorización y direccionamiento de la planeación de las medidas de manejo, las cuales incluyen, desde luego, el análisis de todos los impactos.

En línea con lo establecido por la ANLA (2018), se resalta la importancia que se da en esta metodología a los impactos sinérgicos y acumulativos, cuyo análisis hace parte de los nueve parámetros que conforman la calificación de Significancia, la cual a su vez determina los impactos que serán base para la determinación del área de influencia del proyecto.

La Metodología completa elaborada por INGETEC se presenta como anexo a este capítulo (ver Anexo 2-1. Metodología para la identificación y evaluación de impactos), consistente en un documento base y seis anexos al mismo.

2.6.4.2. Riesgos

En el presente numeral se presenta la metodología para la Identificación, evaluación y análisis de las condiciones de riesgo del proyecto, que pueden generar daños y pérdidas a su entorno.

La valoración del riesgo incluye la identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la evaluación del riesgo, de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, que está alineada con lo desarrollado en el capítulo 12. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.

Partiendo del hecho, que este proyecto corresponde a la L2MB, el análisis de riesgos involucra los efectos de la materialización de las amenazas naturales, antrópicas y socionaturales sobre la infraestructura expuesta y las operacionales derivadas de las actividades propias que se llevarán a cabo durante las distintas actividades del Proyecto, que puedan conducir a la ocurrencia de efectos ambientales, sociales o sobre la infraestructura del proyecto no previstos. En caso de ser necesario se incluye el monitoreo del riesgo y la comunicación de este.

Los elementos que se utilizaron para el desarrollo del conocimiento del riesgo, parten de la recopilación de información hasta obtener el análisis y evaluación del riesgo, para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Contextualización de la infraestructura y actividades propias del Proyecto
- Recopilación de información de la caracterización del capítulo 5 (Caracterización del área de influencia abiótico, biótico y socioeconómico del presente EIAS), la red hidrográfica, la identificación de áreas susceptibles a inundaciones y avenidas torrenciales, áreas susceptibles a procesos de remoción en masa, cobertura vegetal y ecosistemas estratégicos; receptores sensibles, vías e infraestructura social.
- Descripción de la metodología utilizada para el análisis y evaluación de riesgos

- Identificación y caracterización de las amenazas, identificación de posibles escenarios críticos de riesgos asociados a la infraestructura y operación del Proyecto, definición de los elementos vulnerables, áreas de afectación y análisis de los riesgos.

Lo anterior a partir de lo dispuesto en la Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional - GTC 45, ICONTEC, 2012.

2.6.4.3. Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad. Por lo tanto, la evaluación y gestión de los impactos acumulativos (EGIA) es esencial para la gestión de riesgos. Lo anterior debido a las crecientes presiones de factores de riesgo sistémicos tales como el cambio climático, la escasez de agua, el decline en la biodiversidad de especies, la degradación de los servicios ecosistémicos, y la modificación de la dinámica socioeconómica y poblacional, entre otros, conforme a lo indicado en la Norma de Desempeño (Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales) de la Política sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional (IFC). Para dicho análisis, se utilizó el "Manual de Buena Práctica Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes" del IFC (2015). Esta metodología consiste en los siguientes pasos:

- Paso 1: Selección de los VEC
- Paso 2: Límites espaciales y temporales
- Paso 3: Análisis de otras actividades y factores externos
- Paso 4: Línea de base y tendencia de los VEC
- Paso 5 evaluación de impactos acumulativos sobre VEC
- Paso 6: evaluar la importancia de los impactos acumulativos previstos
- Paso 7: gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación

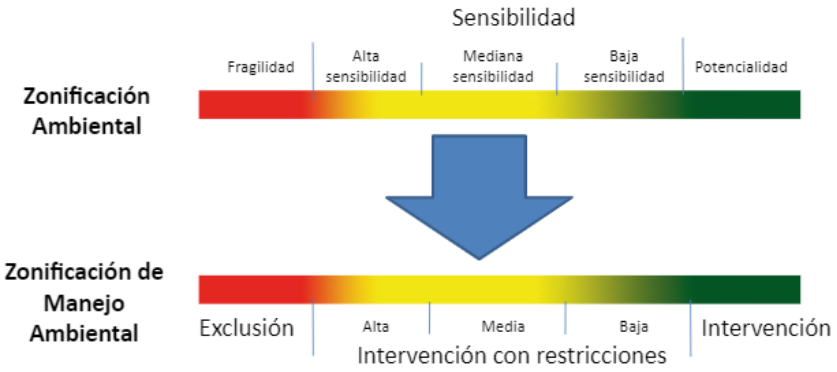
2.6.5. Zonificación de manejo

La zonificación de manejo se desarrolla a partir de la zonificación ambiental del área, según la sensibilidad obtenida para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, teniendo en cuenta la evaluación de impactos para el Proyecto y la demanda de recursos naturales. Esta zonificación se realiza mediante la migración de atributos de sensibilidad establecidos en la zonificación ambiental hacia los atributos definidos para la zonificación de manejo.

Paso 1 Obtención de mapas intermedios de Zonificación de manejo

La migración, cuya representación gráfica se presenta en la Figura 13 se realiza para cada uno de los medios que configuran el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), obteniendo de esta manera los mapas de zonificación para cada uno de los medios (mapas intermedios de zonificación de manejo).

Figura 13.Migración de atributos desde la zonificación ambiental a la zonificación de manejo



Fuente: UT MOVIUS, 2022.

A continuación, se detalla la migración específica de atributos de sensibilidad obtenidos en la zonificación ambiental para cada uno de los medios (mapas intermedios).

- Áreas de Exclusión

Las áreas de exclusión se identifican a partir de aquellas áreas definidas en la zonificación ambiental como áreas frágiles, tal como se presenta en la Figura 14

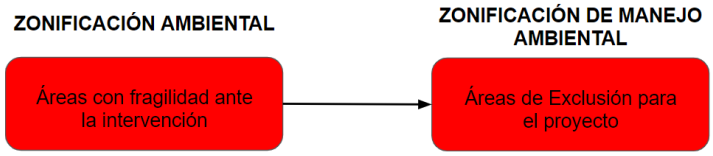


Figura 14. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Exclusión en la zonificación de manejo

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Las áreas identificadas dentro de esta categoría de zonificación de manejo no podrán ser intervenidas por las actividades del Proyecto.

- Áreas de Intervención con restricciones

Se establecen tres categorías para áreas de intervención con restricciones:

- Intervención con restricciones altas.
- Intervención con restricciones medias.
- Intervención con restricciones bajas.

Estas áreas de intervención con restricciones corresponden metodológicamente, en términos generales, con las áreas establecidas como de alta, mediana y baja sensibilidad en la zonificación ambiental.

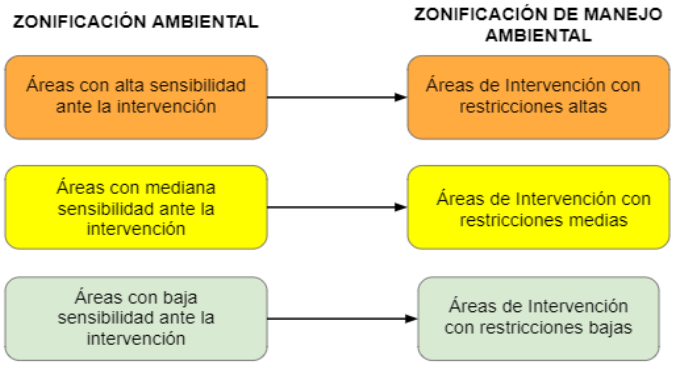


Figura 15. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Intervención con restricciones en la zonificación de manejo

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

- Áreas de Intervención

Las áreas de intervención corresponden a las establecidas en la zonificación ambiental como Áreas con potencialidad ante la intervención (Figura 16). Para estas áreas no se establece ninguna restricción de manejo diferente a la implementación de adecuadas prácticas ambientales de ingeniería.

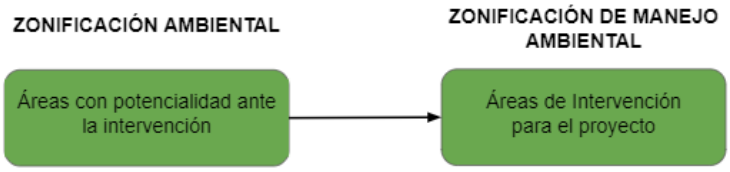


Figura 16. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacía categoría de intervención en la zonificación de manejo

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Paso 2. Obtención del mapa de zonificación de manejo para el proyecto

Una vez obtenidos los mapas intermedios, se realiza una superposición de los mismos, mediante el uso del programa ArcGis, para tener como resultado final el mapa de zonificación de manejo para el proyecto. Para esta superposición se utiliza el mismo criterio utilizado en la zonificación ambiental, en el que prima la condición más crítica sobre las demás al momento de realizar la superposición, en donde la condición de Exclusión prima sobre cualquiera de las otras dos condiciones, la condición de intervención con restricciones altas tiene un segundo nivel de primacía, la cual va disminuyendo a medida que se desciende en las categorías de manejo establecidas; es decir que la condición de exclusión en un punto específico del territorio en cualquiera de los mapas fuente se mantiene como de exclusión sobre las demás condiciones que presente es punto del territorio en los otros mapas. De no existir en ese punto del territorio la condición de exclusión, pasa a primar la siguiente condición de restricción de manejo, que es la de intervención con restricción alta o, en un tercer nivel, de no existir ninguna de las dos anteriores, la condición de restricción media, la de restricción baja o finalmente la de intervención.

Paso 3. Identificación de principales restricciones para intervención por el proyecto

Como paso final de esta metodología se identifican desde cada medio las restricciones ambientales identificadas para el territorio, los impactos potenciales allí identificados, lo mismo que la demanda de recursos naturales, a partir de las acciones específicas más relevantes a realizar para la inserción del proyecto en el mismo.

2.6.6. Plan de Manejo Ambiental y Social

El Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS) es el conjunto detallado de las medidas y actividades, que producto de una evaluación de impactos ambientales y sociales, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos que se causen por el desarrollo del proyecto.

El Plan de Manejo se construye con base en los ítems de objetivos, metas, indicadores, acciones, población beneficiada, tiempos de ejecución y costos; así mismo, se han tenido en cuenta los planteamientos de la Banca Multilateral con respecto a enfocar las acciones sobre la jerarquía de mitigación en la que se toma como primera medida evitar que el impacto suceda, en caso de que esto no ocurra minimizarlo o reducirlo, posteriormente mitigarlo y como última opción compensarlo, todas estas acciones enfocadas al logro de un efectivo desempeño ambiental y social.

Se busca que este proyecto sea ambiental y socialmente adecuado y sostenible a partir del diseño de unas acciones que permitan cumplir con las normas de desempeño o estándares de la Banca; estas acciones también van dirigidas a abordar en los casos que se requiera de manera diferenciada los enfoques de género y hacia grupos vulnerables que lo requieran. Incluyen de manera transversal aspectos de participación de partes interesadas previamente identificadas para el proyecto.

Por otra parte, en el marco de la implementación de la participación, en el diseño de las medidas de manejo presentadas en este capítulo, se tuvieron en cuenta las opiniones y recomendaciones de las partes afectadas (personas ubicadas en el área especializada del impacto) y las partes interesadas (comunitarias e institucionales), sobre las acciones a tener en cuenta para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los escenarios se propiciaron en reuniones y talleres que se desarrollan al detalle en el capítulo 13 del Estudio de Impacto Ambiental.

Los planes de manejo aquí expuestos se enfocan fundamentalmente en controlar de una manera integral las causas del impacto para hacer más efectiva su implementación. La jerarquía de mitigación se desarrolló mediante la identificación de medidas para evitar, prevenir y reducir cualquier efecto adverso significativo, considerando si es necesario, remediar/compensar cualquier efecto residual sobre las personas, comunidades y trabajadores afectados por el proyecto, así como sobre el medio ambiente. En la siguiente figura se realiza una representación de la jerarquía de la mitigación en la cual se conceptualiza sobre las distintas acciones.

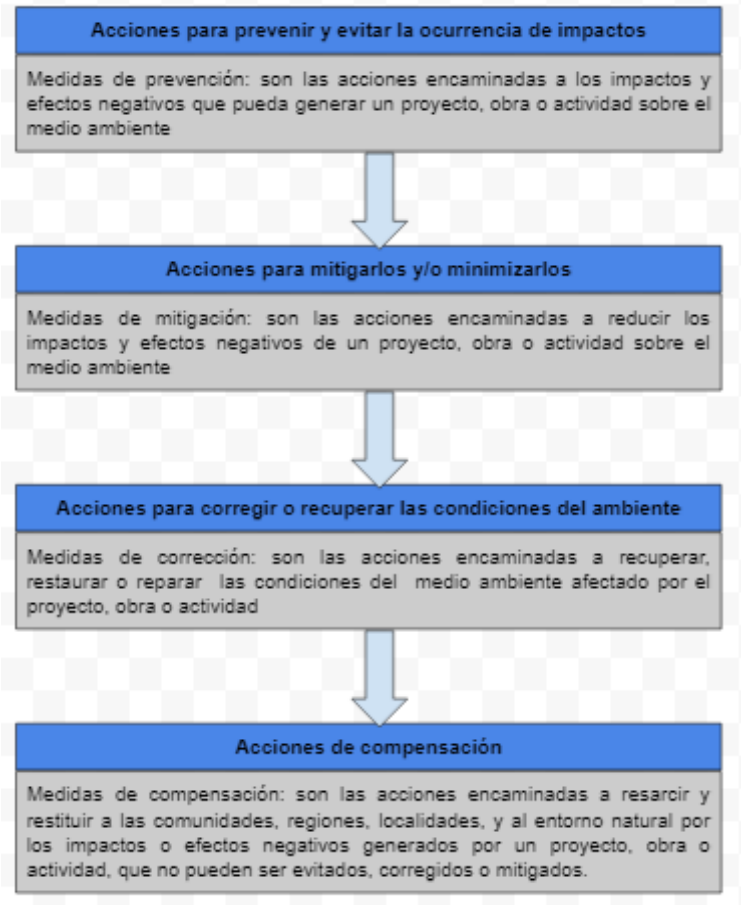


Figura 17. Jerarquía de mitigación de los planes de manejo
Fuente: UT MOVIUS 2022

Así mismo, este Plan de Manejo Ambiental y Social toma como cita, los términos de referencia ET 05 incluidos en la Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021 y a la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del año 2018 (adoptada mediante la Resolución 1402 de julio 25 de 2018), así como a lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015. De acuerdo con lo anterior, el presente Plan de Manejo Ambiental y Social contiene:

- Los programas de manejo ambiental y social
- El plan de seguimiento y monitoreo
- Plan de Seguridad y salud en el trabajo
- El plan de gestión del riesgo
- Plan de compensación

Por otra parte, se incluyen los resultados de los procesos participativos con actores institucionales y sociales, realizados entre el 9 de diciembre de 2021 y el 20 de septiembre de 2022.

En la Tabla 32, se presenta el contenido que se desarrolla para cada una de los programas de manejo propuestos. El planteamiento de los programas será con base en la jerarquía del manejo de potenciales impactos identificados teniendo en cuenta como acciones a desarrollar lo siguiente: 1). Prevenir 2). Mitigar y/o minimizar, 3). Compensar.

Tabla 32. Contenido de las fichas de manejo

<table>
<tr><td colspan="4">MEDIO (ABIÓTICO, BIÓTICO O SOCIAL)</td></tr>
<tr><td colspan="2">CÓDIGO DEL PROGRAMA</td><td colspan="2">NOMBRE DEL PROGRAMA</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. OBJETIVOS</td><td rowspan="4">Foto asociada al impacto

.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Indica de manera general y específica la finalidad que se pretende desarrollar con la estrategia de manejo ambiental
● Generales
● Específicos</td></tr>
<tr><td colspan="3">2. METAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Presenta las metas a alcanzar, indicándose la finalidad que se pretende desarrollar con la estrategia de manejo ambiental. Están relacionadas con los objetivos identificados</td></tr>
<tr><td colspan="4">3. ETAPA DEL PROYECTO EN LA QUE SE IMPLEMENTARÁ EL PROGRAMA</td></tr>
<tr><td>Etapa preoperativa - Fase previa</td><td>Etapa preoperativa - Fase de Construcción</td><td colspan="2">Etapa operativa - Fase de Operación y Mantenimiento</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">4. IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR</td></tr>
<tr><td colspan="4">Está relacionado con el impacto provocado por las diferentes etapas del proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="4">5. ACTIVIDADES GENERADORAS DEL IMPACTO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Se relaciona las actividades generadoras del impacto, para cada etapa
Etapa XX
●
Etapa XX
●
Etapa XX
●</td></tr>
<tr><td colspan="4">6. TIPO DE MEDIDA</td></tr>
<tr><td>Prevención</td><td></td><td>Corrección</td><td></td></tr>
</table>

Mitigación		**Compensación**	

7. MEDIDAS A DESARROLLAR Y RELACIÓN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS A IMPLEMENTAR

Corresponde a la descripción de las medidas a desarrollar para el adecuado manejo de los impacto

Etapa XX

Etapa XX

Etapa XX

8. INDICADORES (Corresponde al establecimiento de los indicadores que mostrarán la eficacia, eficiencia y efectividad. Permiten hacer seguimiento a las metas propuestas para cada objetivo

Meta	Nombre del indicador	Forma de evaluación	Nivel de cumplimiento

9. LUGAR DE APLICACIÓN

Indica el (los) sitio(s) en los cuales se deben desarrollar las acciones de manejo ambiental y social

10. POBLACION BENEFICIADA (Aplica solo para el componente social)

11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acción	Etapa		
	Etapa preoperativa - Fase previa	Etapa preoperativa - Fase de Construcción	Etapa operativa - Fase de Operación y Mantenimiento

12. CUANTIFICACIÓN Y COSTOS

Establece el costo total. Los costos del programa de manejo que se detallan en el Capitulo 16

13. RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

Se establece el responsable de la ejecución de la ficha de manejo ambiental

Elaboración: UT MOVIUS 2022

2.6.7. Plan de Seguimiento y Monitoreo

En cada ficha se presenta un programa de monitoreo y seguimiento - PMS que busca a evaluar la eficacia del manejo de uno o más impactos de acuerdo con las metas establecidas en el PMAS; los planes contienen: (i) acciones a desarrollar para obtener la información y/o los datos que permitan calcular los indicadores propuestos del PMAS; (ii) criterios utilizados para el planteamiento de cada indicador, tanto de cumplimiento como de efectividad ambiental; (iii) frecuencia de medición; (iv) justificación de la representatividad del indicador planteado.

A continuación, se describe el contenido de la ficha de seguimiento y monitoreo:

Tabla 33. Contenido ficha de seguimiento y monitoreo a los planes de manejo

Código	Nombre
1. OBJETIVO	Establece de manera específica y precisa el resultado que se pretende con la estrategia de seguimiento y monitoreo.
2. PLAN DE MANEJO ASOCIADO	Se indica el código y planes de manejo asociados
3. ACCIONES A DESARROLLAR	Medidas específicas que se adoptarán para efectuar el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo propuestos.
4. INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN No. 1	Meta: son las propuesta en el plan de manejo
	Indicador: indicadores correspondientes a la meta
	Valor de referencia: establece los rangos de eficacia
	Frecuencia de medición: indica el tiempo de ejecución de las verificaciones y/o monitoreo planteados
5. INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN No. n	Meta: son las propuesta en el plan de manejo
	Indicador: indicadores correspondientes a la meta
	Valor de referencia: establece los rangos de eficacia
	Frecuencia de medición: indica el tiempo de ejecución de las verificaciones y/o monitoreo planteados
6. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE SEGUIMIENTO O MONITOREO	Sitio, área o trayecto donde se aplicarán las medidas de seguimiento y monitoreo
7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	Indica el momento de aplicación del programa de seguimiento.
8. RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	Establece las personas (naturales o jurídicas), encargadas de ejecutar, controlar, evaluar y/o de hacer el seguimiento y monitoreo planteado y mecanismos de coordinación entre los actores involucrados en el cálculo del indicador.
9. CUANTIFICACIÓN Y COSTOS	Establece el costo total.

Elaboración: UT MOVIUS 2022

2.6.8. Plan de Gestión del Riesgo

El plan de gestión del riesgo es una herramienta que se desarrolla como parte de un proceso de identificación, caracterización, evaluación y análisis de los riesgos asociados al proyecto L2MB y define los mecanismos de actuación frente a posibles situaciones de riesgo que puedan presentarse durante las distintas actividades del proyecto.

En consecuencia, el plan se enmarca en tres procesos. El primero es un proceso de conocimiento del riesgo, en el cual se identifican: hechos, acciones y/o actividades generadoras de riesgo, que pueden conducir a la ocurrencia de efectos no previstos dentro del normal funcionamiento y desarrollo del proyecto. El segundo, es el proceso de reducción del riesgo que contempla medidas correctivas y prospectivas dirigidas a la reducción de la exposición a las amenazas y a la disminución de la vulnerabilidad de las personas, el ambiente y la infraestructura. Finalmente, con los resultados del análisis específico de riesgos (proceso de conocimiento) y las medidas implementadas de reducción del riesgo, se estructura el proceso de manejo del desastre, que contiene las acciones del plan de emergencia y contingencia.

El Plan de Gestión del Riesgo tiene como alcance las áreas donde se desarrollen las actividades principales del proyecto que se pueden clasificar en dos grupos: obras claves para el desarrollo del metro y en obras complementarias, comprendidas en la L2MB, en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia.

2.6.9. Lineamientos de participación

En el marco de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social se adelantó el proceso de participación de las partes interesadas en dos grandes momentos: un primer momento al inicio, enfocado en la socialización del alcance, actividades, cronogramas y otros aspectos propios del estudio, y un segundo momento orientado a la consulta del EIAS, en el que se presentaron los resultados y se recibió retroalimentación de los diferentes capítulos del estudio, tales como impactos, planes de manejo y recomendaciones por parte de los actores sociales del AI, con el fin de contar con un documento construido de forma participativa y colaborativa con los diferentes actores sociales y la comunidad en general.

El diseño de la estrategia de participación se sustentó en lo dispuesto en la Constitución Política Nacional, en la normatividad nacional existente y en las salvaguardas sociales y ambientales del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID.

2.6.10. Seguridad y Salud en el Trabajo

Para la ejecución y desarrollo del componente de Seguridad y Salud en el Trabajo SST del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, se contempla una metodología para la estructuración y desarrollo del Sistema, donde se realiza cumplimiento a los siguientes lineamientos:

1. Cumplimiento de obligaciones SST contractuales
2. Normatividad legal vigente aplicable a las actividades del proyecto
3. Fichas de manejo SST para los diferentes programas de obra
4. Presupuesto SST

La metodología implementada se desarrolla con el fin de garantizar la correcta implementación de los requerimientos en Seguridad y Salud en el Trabajo (legales, contractuales y demás que apliquen) orientada al ciclo de mejora continua.

La implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo se desarrolla en el marco de la Ley 1562 de 2012, Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, se alinea dentro de los términos de referencia de las especificaciones técnicas ET04 y ET05 del Estudio de impacto ambiental y social –EIAS, documento “Marco Ambiental y Social” del Banco Mundial, documento “Marco de Protección Ambiental y Social (MPAS)” del Banco Interamericano de Desarrollo, GA-MN-001 Manual de Seguimiento y Control Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo SST de la Empresa Metro de Bogotá, y demás normas aplicables; esto con el objetivo de garantizar la aplicación adecuada del sistema, garantizando la aplicación de las medidas de seguridad y salud en el trabajo, el mejoramiento del comportamiento de los trabajadores, las condiciones y el medio ambiente laboral y el control eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo. Para esto se diseña dentro del marco de la protección de la seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores, un

plan de trabajo anual para el cumplimiento de los objetivos del SG –SST, en el que se debe identificar las metas, responsabilidades, recursos y cronograma de actividades en concordancia con los estándares mínimos del Sistema. En cumplimiento de lo expuesto, el proyecto presenta el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo con vigencia al término del contrato, comprometido con la promoción de la salud en el lugar de trabajo, la prevención, la clasificación y la determinación del riesgo para promover el cuidado y bienestar de todos los trabajadores. Mediante el planteamiento de metas alcanzables que faciliten una excelente implementación del SG-SST basada en los principios del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) en tal medida que se cumpla con las exigencias legales aplicables a la concepción del proyecto.

2.6.11. Requisitos de las entidades multilaterales

A continuación se describen las guías o estándares internacionales que darán cumplimiento a los requerimientos SST enmarcados en la institucionalidad de las entidades multilaterales:

- **2.6.12. Norma de desempeño sobre sostenibilidad ambiental y social del Banco Mundial BM**

Las Normas de Desempeño Ambiental y Social NDAS del Banco Mundial establecen directrices acorde con la categoría del proyecto, para L2MB se toman las siguientes salvaguardas:

Norma de Desempeño 2: Trabajo y condiciones laborales

Reconoce la importancia de la creación de empleos y la generación de ingresos en la búsqueda de la reducción de la pobreza y el crecimiento económico inclusivo.

Norma de Desempeño 4: Salud y seguridad de la comunidad

Se abordan los riesgos e impactos para la salud y la seguridad en las comunidades afectadas por los proyectos y la correspondiente responsabilidad de los Prestatarios de evitar o minimizar tales riesgos e impactos, con atención especial a las personas que, debido a sus circunstancias particulares, pueden ser vulnerables.

- **2.6.13. Normas de desempeño ambiental y social Corporación Financiera Internacional IFC**

Norma de desempeño 2: Trabajo y condiciones laborales

Reconoce que la búsqueda del crecimiento económico a través de la creación de empleo y la generación de ingresos, debe estar acompañada por la protección de los derechos básicos de los trabajadores.

Establece que la existencia de relaciones constructivas entre los trabajadores y la gerencia, el trato justo y la provisión de condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores puede redundar en beneficios tangibles para los clientes de la IFC.

El alcance de aplicación de esta Norma de Desempeño depende del tipo de relación contractual entre el cliente y el trabajador. Se aplica a los trabajadores contratados directamente por el cliente (trabajadores directos), a los trabajadores contratados a través de terceros para realizar trabajos relacionados con los procesos de negocios centrales del proyecto durante un tiempo considerable (trabajadores contratados) y a los trabajadores contratados por los proveedores principales del cliente (trabajadores de la cadena de abastecimiento)

Norma de desempeño 4: Salud y seguridad en la comunidad

Reconoce que las actividades, los equipos y la infraestructura de un proyecto pueden aumentar las posibilidades de que la comunidad se encuentre expuesta a riesgos e impactos.

- **2.6.14. Marco de protección Ambiental y Social (MPAS) - Estándares de Desempeño Socio Ambiental del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)**

Norma de desempeño 2 Trabajo y condiciones laborales

El concesionario deberá garantizar la protección de los derechos fundamentales de los trabajadores, aplicando la normatividad legal Colombiana, estándares del BID y normas internacionales aplicables para el proyecto.

Objetivos:

- ➔ Respetar y proteger los principios y derechos fundamentales de los trabajadores
- ➔ Promover el trato justo, la no discriminación y la igualdad de oportunidades de los trabajadores.
- ➔ Establecer, mantener y mejorar las relaciones entre los trabajadores y el empleador.
- ➔ Asegurar el cumplimiento de la legislación nacional sobre empleo y trabajo.
- ➔ Proteger a los trabajadores, incluidos aquellos en situación vulnerable, tales como las mujeres, las personas de diversas orientaciones sexuales e identidades de género, las personas con discapacidad, los niños (en edad de trabajar, de conformidad con la presente Norma de Desempeño) y los trabajadores migrantes, los trabajadores contratados por terceros y los trabajadores de la cadena de suministro principal.
- ➔ Promover condiciones de trabajo seguras y saludables, y fomentar la salud de los trabajadores.
- ➔ Prevenir el uso de trabajo infantil y de trabajo forzoso (según los define la OIT).
- ➔ Sustentar los principios de libertad de asociación y negociación colectiva de los trabajadores del proyecto.
- ➔ Asegurar que los trabajadores dispongan de medios accesibles y eficaces para plantear y abordar preocupaciones atinentes al lugar de trabajo.

Norma de desempeño 4 Salud y seguridad de la comunidad

El concesionario deberá evaluar y gestionar los riesgos e impactos relacionados con la salud, la seguridad y la protección en las comunidades, evitando y minimizando la exposición a materiales y sustancias peligrosas, exposición a enfermedades, riesgos e impactos de amenazas naturales y cambio climático, personal de seguridad, servicios ecosistémicos, entre otros.

Objetivos:

- ➔ Prever y evitar los impactos adversos para la salud y la seguridad de las personas afectadas por el proyecto durante el ciclo de vida de este, derivados tanto de circunstancias habituales como no habituales.
- ➔ Asegurarse de que la salvaguardia del personal y los bienes se realice de acuerdo con los principios pertinentes de derechos humanos y de modo de evitar o minimizar los riesgos para las personas afectadas por el proyecto.
- ➔ Prever y evitar impactos adversos para el proyecto derivados de amenazas naturales y el cambio climático durante el ciclo de vida de la operación.

2.6.15. “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad"

El presente EIAS, y en el marco de lo estipulado por la Banca Multilateral en los estándares ambientales, salvaguardas o normas de desempeño relacionadas con la conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos, formula una guia o contenido de un “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad" a desarrollar durante la etapa de actualización del PMAS del EIAS, orientado a fortalecer las actividades de restauración y recuperación de los humedales Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera, acciones de manejo lideradas por la Secretaria Distrital de Ambiente, que pretenden el garantizar que las actividades que se lleven a cabo por el proyecto sean coherentes

con los objetivos de estado de la protección legal de estas áreas, e implementar programas adicionales para promover y mejorar los objetivos de conservación y de la gestión eficaz de estos ecosistemas.

Para lograr lo anterior, se requiere se contraten a especialistas con experiencia en el diseño de compensaciones que cumplan con los estándares internacionales, y se coordine y se trabaje de la mano con la SDA y las organizaciones ambientales locales que tengan suficientes conocimientos y capacidades para estructurar y gestionar de manera exitosa los proyectos de conservación que sirvan como compensación [10]. De igual manera, se debe compatibilizar las acciones formuladas para el humedal La Conejera en el Capítulo 15. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad de biodiversidad del presente EIAS con el “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad" a ser desarrollado e implementado como parte de la actualización del EIAS y PMAS de L2MB que realizará el consorcio durante la construcción del proyecto.

2.7. PROFESIONALES

El equipo del EIAS de la UT MOVIUS lo conforman profesionales y especialistas de SYSTRA e INGETEC. SYSTRA es una compañía francesa líder mundial en Ingeniería de Transporte Público, ha diseñado uno de cada dos metros en el mundo, ha participado en el diseño del 65% de los metros automáticos a nivel mundial y en los últimos 15 años ha participado en el diseño de más de 400 kilómetros de metro, involucrándose en el diseño de factibilidad, ingeniería de detalles y los estudios ambientales y sociales de estos proyectos. INGETEC es la firma líder en consultoría en Colombia y Latinoamérica, con más de 70 años de experiencia en consultoría y supervisión de proyectos de ingeniería de gran complejidad en más de 25 países y cuenta con una amplia experiencia en estudios, diseños, estudios de impacto ambiental y estudios sociales, para la construcción e interventoría de sistemas de transporte masivo, viales, y de buses articulados incluyendo TransMilenio. En la Tabla 34 se relaciona los profesionales que participaron desde la UT, en la elaboración de este estudio.

[10] Gullison, R.E., J. Hardner, S. Anstee, M. Meyer. 2015. Good Practices for the Collection of Biodiversity Baseline Data. Prepared for the Multilateral Financing Institutions Biodiversity Working Group & Cross-Sector Biodiversity Initiative.

Tabla 34. Equipo de trabajo para la elaboración del EIAS

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Fabio Alexander Sánchez Camargo	Coordinador Técnico del Proyecto Director Oficina de Proyectos PMO Ingeniero Civil Msc. Ingeniería Civil	25202-75480	28 años	Más de 20 años de experiencia en consultoría, involucrado en el desarrollo de proyectos de infraestructura e hidroeléctricos a nivel internacional en etapas de diseños conceptuales, básicos y detallados, análisis de riesgos, selección de alternativas, evaluaciones económicas y financieras, debidas diligencias y asesoría y supervisión durante construcción. Como Sub-Gerente de la Gerencia de Proyectos de INGETEC, la experiencia del ingeniero Sánchez incluye el manejo y coordinación de equipos multidisciplinarios durante la ejecución de proyectos de consultoría en áreas de infraestructura, minería y desarrollos hidroeléctricos. Ha participado en una amplia gama de proyectos con diferentes responsabilidades, desde especialista estructural, sismología, evaluación económica y financiera, evaluación de riesgo, así como gerente y director de proyectos. Como ingeniero estructural, su experiencia abarca el análisis y diseño estructural de presas, estructuras de acero, concreto, y mampostería estructural, diseño de estructuras. Profesional con experiencia en la preparación de documentos contractuales (especificaciones y planos) para proyectos de infraestructura. Experiencia en la coordinación técnica de los Estudios de Impacto Ambiental con enfoque en la inclusión de los

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				estándares de la Banca Multilateral para los Proyectos PLMB y Regiotram.
Astrid Romary Sáenz Guerrero	Coordinadora del Estudio Ambiental Directora Departamento Gestión Ambiental de INGETEC S.A Ingeniera Ambiental y Sanitaria (1996) - Especialista en Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (1998) - Especialista en salud ocupacional (2009)	25260-63236	26 años	Amplia experiencia en consultoría, diseño e interventoría de obras civiles de infraestructura vial y eléctrica, formulación de proyectos de evaluación de impactos y diagnóstico ambiental, planes de manejo, planes de ordenamiento y desarrollo municipal. Dentro de su experiencia se ha desempeñado en la dirección, coordinación técnica y administrativa en proyectos ambientales en áreas de minería e infraestructura entre otros. (Estudio de Impacto Ambiental, sustracción DMI, sustracción de reserva forestal, inventario forestal, permiso de uso de recursos naturales, prospección arqueológica, planes de gestión ambiental). Coordinadora ambiental en proyectos de Interventoría (ambiental, social y SISO) en áreas de infraestructura (vías, eléctrico, puertos). Coordinación del Sistema de Gestión de la Calidad al interior de la división ambiental. Directora del departamento de Gestión Ambiental. Cuenta con amplia experiencia en dirección, coordinación y especialista en la elaboración de estudios de impacto ambiental del sector, infraestructura vial (Vías y ferrovial) , líneas de transmisión, minería y puertos. Adicionalmente tiene experiencia en interventoría de proyectos

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				de infraestructura vial, líneas de transmisión, subestaciones y puertos. Específicamente ha dirigido y coordinado la elaboración de estudios de impactos ambiental con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigido por la Banca Multilateral, como son Regiotram de Occidente, Metro Linea 1
Diego Roberto Martínez Zárate	Asesor Técnico y Coordinador Físico Ingeniero Civil, Magister en Gestión de Proyectos - PMP, Project Management Professional®, Esp. Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos	25202-73875	24 años	INGENIERO CIVIL con Conocimiento y experiencia en Gerencia y estructuración de proyectos, experiencia en Gerencia de Proyectos, siguiendo los lineamientos del Project Management Institute®, contenidos en el PMBOK® Guide, experiencia en Dirección, Gerencia Ambiental, Especialista ambiental , en proyectos de consultoría (Estudios de impacto ambiental y Social, Planes de Manejo Ambiental, Evaluación y valoración de costos ambientales y asesoría en la estructuración técnica de proyectos con alto impacto ambiental, social y de seguridad industrial, para los sectores de Minería, hidrocarburos e infraestructura, Experiencia en dirección y coordinación de proyectos de infraestructura con estándares ambientales requeridos por la banca multilateral, como la Primera línea del Metro de Bogotá (Metro elevado), dentro del contrato de estructuración técnica de la PLMB, proyecto a

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				cargo del consorcio METROBOG (INGETEC-SYSTRA) - 2018, y la gerencia Ambiental de los estudios Ambientales de la Primera Línea del Metro de Bogotá - IDU 2014, entre otros.
Apoyo Cartografía y SIG				
Eliana Marcela Gemade	Especialista SIG	-	27 años	Con amplia experiencia en la elaboración de estudios de impacto ambiental del sector, infraestructura vial (Vías y ferrovial) , líneas de transmisión, mineros para los medios biotico, abiótico y socioeconómico. Entre ellos proyectos como Avenida Ciudad de Cali, Centenario , Regiotram, Línea 2 Metro de Bogotá, Ruta del sol , Nueva Esperanza, minas la Jagua , la esmeralda entre otras. Presentación de proyectos en la ANLA GDB acorde a la resolución vigente en el momento
Componente físico				
Ivan Silva Quintero	Director Departamento Ingeniería Ambiental Ingeniero Sanitario Mcs en Ingeniería Civil con énfasis ambiental	76237-24783	37 años	Con amplia experiencia en consultoría en evaluación ambiental y social de proyectos de infraestructura, haciendo la dirección y coordinación de estudios de impacto ambiental de proyectos para analizar su viabilidad ambiental y dar gestión al licenciamiento ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Actualmente se desempeña como Jefe del departamento de Ingeniería Ambiental en INGETEC.

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Así como experiencia en dirección, coordinación y especialista en la elaboración de estudios de impacto ambiental del sector, infraestructura vial (Vías y ferrovial) , líneas de transmisión, minería y puertos. Específicamente ha dirigido y coordinado la elaboración de estudios de impactos ambiental con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigido por la Banca Multilateral, como son Regiotram de Occidente, Metro Linea 1
Alexander Hassidoff	Ingeniero Civil Director del Departamento de Planeamiento de Proyectos INGETEC S.A Ingeniero civil (1996) - Especialista en Recursos hídricos	2520264073	25 años	Con experiencia en consultoría y planeamiento de obras de infraestructura involucrando aspectos ambientales; interés y experiencia específica en proyectos hidroeléctricos, embalses, modificación de cauce de ríos y sistemas de alcantarillado, así como en modelación hidrogeológica. Capacidad de orientación y coordinación de grupos de trabajo multidisciplinarios (ingeniería civil, mecánica, eléctrica, vías, ambiental, etc.). Conocimiento técnico y elevada capacidad de análisis / diseño en hidrología, hidráulica e hidrogeología.
Leticia Jiménez	Especialista componente Geosférico Especialista Senior Geóloga Esp. Derecho Minero y	1995	24 años	Experiencia laboral en el área de geología, geología económica (exploración y explotación de yacimientos no metálicos), Geología para Ingeniería y geotecnia en proyectos lineales,

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
	petrolero Geóloga (2003) - Especialista en Derecho Minero Energético (2014).			hidroeléctricos, yacimientos minerales no metálicos e hidrocarburos. 15 años de experiencia técnico y ambiental en Estudios ambientales evaluación geoambiental (geología, geomorfología, hidrogeología MHC-MHN, geotecnia superficial y subterránea), evaluación de amenazas y riesgos geológicos, jerarquización, evaluación y manejo de impactos del componente físico, gestión y planificación de cuencas hidrográficas; trámites y proyectos de legalización minero - ambiental (materiales de construcción); procesos de restauración e Impacto Ambiental; Estudios relacionados con Geoquímica orgánica de hidrocarburos pesados. 17 años experiencia en la dirección y coordinación técnica de proyectos mineros y ambientales del sector minero, energético y de infraestructura vial. Experiencia en la coordinación técnica y ejecución de estudios de Geología para Ingeniería y Geotecnia y Estudios Ambientales como Geóloga Senior
Jeisson Pinzon	Ingeniero Civil (2013) Master en Ingeniería Civil con énfasis en geotécnia (2015) Especialista en Gerencia de Proyectos (2017)	25202-261982 CND	9 años	Ingeniero civil con experiencia en consultoría en el área de geotécnia en proyectos de hidrocarburos, mineros e hidroeléctricos, principalmente. Desarrollador de modelos numéricos en tres dimensiones mediante métodos de elementos finitos para proyectos hidroeléctricos y de minería. Experiencia técnico ambiental para la ejecución

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				y acompañamiento de estudios ambientales, evaluación de amenazas y riesgos, jerarquización, evaluación y manejo de impactos del componente físico y planeamiento de obras de infraestructura involucrando aspectos ambientales.
David Andres baquero	Ingeniero Civil Master en Ingeniería Civil	25202-290370 CND	6 años	Ingeniero de diseño geotécnico énfasis de análisis de cimentaciones superficiales y taludes. Con experiencia en análisis numérico de obras geotécnicas, apoyo en supervisión de exploraciones de investigación del subsuelo y recomendaciones constructivas en adecuación de vías (pavimentos, estructuras hidráulicas, estructuras de contención, entre otros) así como recomendaciones para cimentación de edificaciones. Experiencias previas en proyectos de adecuaciones viales como Ruta del Sol Fase 3
Yorlenny Zambrano Rodríguez	Ingeniera ambiental	25238-331095	6 años	Experiencia en consultoría e interventoría, estudios de impacto ambiental, planes de manejo, planes de gestión del riesgo, planes de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento, planes de adaptación de la guía ambiental - PAGA, informes de cumplimiento ambientales - ICA, entre otros, en proyectos del sector minero, agroquímicos, infraestructura vial y férrea, redes

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				hidráulicas y líneas de transmisión eléctrica. Desempeñándose en la ejecución y coordinación abiótica en diversos proyectos ambientales para licencias ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Así como proyectos con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigidos por la banca multilateral como la extensión de la primera línea del metro de Bogotá y Regiotram de Occidente.
Yadert Contreras Barbosa	Ingeniero ambiental y Sanitario (2015) Magíster en Ingeniería Ambiental (2018)	25260-308142 CND	7 años	Experiencia en diseño y ejecución de experimentos en campo y en laboratorio, diseño y funcionamiento de equipos de medición, monitoreo y control ambiental. Interpretación y análisis de datos, principalmente en la matriz ambiental aire (contaminación atmosférica y calidad del aire). Ingeniero de diseño del departamento de Ingeniería Ambiental. Cuenta con amplia experiencia en la matriz ambiental aire, procesamiento y análisis de datos, evaluación de estudios ambientales de calidad del aire, emisión de ruido y ruido ambiental, sustancias precursoras de olores ofensivos, biogás y gases de combustión, asesor en modelación ambiental y planificador de monitoreos ambientales de calidad del aire ambiental y ruido.

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Específicamente, ha liderado las evaluaciones al componente atmosférico en estudios de impacto ambiental y social para mineras a gran escala, líneas de transmisión eléctrica y proyectos con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigidos por la banca multilateral como la extensión de la primera línea del metro de Bogotá.
Felipe Soler	Especialista componente ruido Ingeniero Ambiental	-	6 años	Ingeniero Ambiental de la Universidad de Los Andes. Con énfasis en la modelación matemática de la propagación de ruido y de los procesos de transporte, cinética de reacciones y transformaciones bioquímicas de determinantes convencionales de calidad del agua. **Experiencia en la modelación de propagación de contaminantes en ríos y lagos asociados a proyectos de termoeléctricas.** Proyectos: -Modelación del vertimiento de ADR-Termozipa. -Modelación Calidad del agua Central Térmica Bahía de Cartagena **Experiencia en el diseño de plantas de tratamiento de agua potable.**

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Proyectos: -Multipurpose reservoirs on Azuero Rivers-Canal de Panamá -Río Bayano, Estudios complementarios-Canal de Panamá Experiencia en el desarrollo de estudios de impacto ambiental en la modelación de propagación de ruido de proyectos mineros, viales, férreos, línea de tensión, fotovoltaicos e industriales. Proyectos: -.Av. Ciudad de Cali, Estudios y Diseños-IDU -Centenario Alo, Estudios y Diseños-IDU -V. Andino Kingston, Línea base EIA-Vidrio Andino Kingston -Mina Auríferos Soto Norte Minesa Estudios Ambientales-Minesa -Proyecto Fotovoltaico CSF CONTINUA San Felipe-CONTINUA -Modificación del EIA Mina Monterrey-Cemex

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				-CFRO Regiotram-CFRO Regiotram -Diagnóstico Ambiental de Alternativas para la construcción de la segunda calzada Catambuco Pasto-Concesionaria vial unión del sur -LÍNEA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA 230 kV DESDE PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO CSF CONTINUA Cartago 99 MW HASTA SUBESTACIÓN Cartago DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS - DAA-CONTINUA ENERGÍAS POSITIVAS -PROYECTO UPME-STR-13-2015 SUBESTACIÓN LA LOMA 110kV Y SU CONEXIÓN AL STN-Grupo Energía de Bogotá -UPME 04-2014 REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 kV PROYECTO LA VIRGINIA - ALFÉREZ ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL-Grupo energía de Bogotá -ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL TÍTULO MINERO 6823 Y 745-CEMEX -Proyecto Línea 1 y 2 del Metro de Bogotá
Lainer Bohorquez	Ingeniero Civil (2009)	1320218288	12 años	Ingeniero civil especialista en Recursos Hídricos

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
	Magister Ingeniería Civil con enfasis en Recursos Hídricos (2016)	BLV		con experiencia en consultoría para proyectos viales, férreos, mineros e hidroeléctricos, principalmente. Experiencia técnico ambiental para la ejecución y acompañamiento de estudios ambientales, evaluación de amenazas y riesgos, evaluación y manejo de impactos del componente físico y planeamiento de obras de infraestructura involucrando aspectos y estándares ambientales requeridos por la banca.
Medio Biótico				
Ross Mérida Martin	Directora del Departamento de Ecología Bióloga	51683158 CPB	33 años	Bióloga con experiencia en consultoría en evaluación ambiental y social de proyectos de infraestructura, haciendo la dirección y coordinación de estudios de impacto ambiental de proyectos para analizar su viabilidad ambiental y dar gestión al licenciamiento ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Actualmente se desempeña como Jefe del departamento de Ecología en INGETEC. Ha participado en el direccionamiento de los estudios bióticos para estudios ambientales tales como EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente), DAA Proyecto Doble Calzada Catambuco - Pasto (Concesionaria Vial del Sur), EIA LTE La Loma - La Jagua y EIA La Virginia- Alférez (Grupo de

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Energía de Bogotá), DAA LTE 220 kV (Univergy Solar Colombia), entre otros.
Gilma Stella Pedraza	Coordinación del medio biótico Bióloga Especialista en Gestión social y ambiental	41637594 CPB	23 años	Bióloga con experiencia en la Ejecución de Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental de proyectos hidroeléctricos, viales, líneas de transmisión, urbanísticos, gasoductos, acueductos y zonas de aprovechamiento forestal. Interventora ambiental en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos viales. Ejecutora de estudios para Diagnóstico Ambiental de Alternativas de proyectos de ingeniería. Elaboración de diagnóstico ambiental y monitoreos de calidad del agua e hidrobiológicos en sistemas lénticos y lóticos. Amplia experiencia en consultoría, ha participado en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos desarrollados bajo estándares ambientales exigidos por la Banca Multilateral, participación en proyectos: EIA de la Línea 2 Metro de Bogotá, EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente). entre otros. Así como proyectos urbanos IDU como Estudios y Diseños Avenida Ciudad de Cali, Estudios y Diseños Centenario ALO y Estudios y Diseños Transmilenio Cra Séptima., nivel nacional Contrato de concesión para la construcción, rehabilitación, ampliación y mejoramiento, la

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				preparación de los estudios definitivos, la gestión social, predial y ambiental, la obtención y/o modificación de las licencias ambientales, la financiación, la operación y el mantenimiento de las obras, en El Sector Comprendido entre San Roque-Ye de Ciénaga - Constructora Ariguaní Para Yuma Concesionaria S.A. Interventoría para los estudios, diseños, construcción y pavimentación de la carretera Nuquí-Las Ánimas- Chocó- INVIAS, Estudios y diseños y construcción de la doble calzada de la carretera Buenaventura-Loboguerrero, sectores Altos de Zaragoza (PR29+000)-Triana (PR+39+700)-Cisneros (PR49+000) Valle del Cauca - INVIAS. etc.
Alfonso Muriel	Ingeniero Forestal	22474	14 años	Ingeniero forestal con experiencia en consultoría en el área ambiental con la capacidad de prestar servicios en las diferentes actividades forestales y en el manejo de los recursos naturales renovables como: En el manejo y aprovechamiento de los recursos forestales. Planificación y evaluación de los trabajos de forestación y reforestación. Conservación del medio ambiente. Elaborar y dirigir estudios, proyectos de corrección de torrentes y manejo de cuencas. Planificar y dirigir trabajos de rehabilitación de tierras y protección de suelos contra erosión. Secado y tratamiento de la madera.

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Ha participado en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos desarrollados bajo estándares ambientales exigidos por la Banca Multilateral, participación en proyectos: EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente) Estudio de la extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, EIA de la Línea 2 Metro de Bogotá. EIA LTE La Loma - La Jagua, entre otros. Así como proyectos urbanos IDU como Estudios y Diseños Avenida Ciudad de Cali, Estudios y Diseños Centenario ALO y Estudios y Diseños Transmilenio Cra Séptima. Inventario forestal y de especies en Veda Unidad Funcional 8-Vía 40 Express, Via chispiadero - Chaparral-ISAGEN, Ruta del Sol Sector III-YUMA Concesionaria.
Laura Pardo	Bióloga	1020801084	3 años	Bióloga con experiencia en consultoría en las áreas de caracterización de la vegetación, flora en veda, ecología del paisaje y planes de compensación. Específicamente ha participado en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos elaborados bajo los estándares ambientales exigidos por la banca multilateral: EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente) en la caracterización de la vegetación, caracterización de la flora en veda, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de las

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				coberturas vegetales, vegetación y la flora en veda, análisis de fragmentación del hábitat y conectividad del paisaje, elaboración de planes de compensación del medio biótico; Estudio de la extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá en la caracterización de la flora en veda, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de la flora en veda; EIAS de la Línea 2 Metro de Bogotá en la caracterización de la flora en veda, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de la flora en veda.
Nicolas Tellez	Biólogo Magister en ciencias ambientales	102 0764439	7 años	Biólogo con 7 años de experiencia en consultoría, diseño e interventoría, estudios de impacto ambiental, planes de manejo, entre otros. Dentro de su experiencia se ha desempeñado en la ejecución, coordinación biótica en diversos proyectos ambientales para licenciamiento ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Ha participado en el desarrollo de temáticas y/o coordinado el componente biótico en estudios ambientales tales como EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente), Estructuración Tramo 1 Metro De Bogotá y Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, EIA LTE La Loma - La Jagua, entre otros. Así como proyectos urbanos IDU como Diseños

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				de Ampliación Portal Américas, Estudios y Diseños Avenida Ciudad de Cali, Estudios y Diseños Centenario ALO y Estudios y Diseños Transmilenio Cra Séptima.
Medio Socioeconómico y Cultural				
Yaddy Helena Ruiz Rodriguez	Directora Departamento de Estudios Sociales de INGETEC Lider del medio socio económico Trabajadora Social con especialización en Gerencia de Recursos Humanos y Msc. Gerencia y Práctica del Desarrollo	085185211	23 años	Con amplia experiencia en el desarrollo de estudios ambientales para diversos sectores de infraestructura en sus diferentes etapas de desarrollo. Los estudios ambientales los he desarrollado en diferentes zonas del país, tanto en contextos urbanos como rurales. Específicamente para proyectos de movilidad y transporte en Bogotá he participado en la elaboración de los estudios ambientales y sociales y seguimiento en la implementación de los planes de manejo en las etapas de construcción, operación y mantenimiento; tales como Troncales de Transmilenio, PLMB y Regiotram. He participado en los estudios ambientales y sociales que se han realizado con el cumplimiento de los estándares internacionales con acompañamiento de la Banca Multilateral en proyectos de transporte y del sector eléctrico.

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Jeimy Samaniego Murcia	Profesional Social Arquitecta - Msc. Investigación Social	A25052004-52714	18 años	Con experiencia en la elaboración de estudios ambientales en diferentes zonas del país, tanto en contextos urbanos como rurales en etapas previas y de desarrollo o ejecución y en diversos diversos sectores de infraestructura. Con experiencia en proyectos de transporte masivo en contextos urbanos, 8 años de experiencia en el acompañamiento social en el Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá, Colombia en procesos de acompañamiento a las comunidades en etapas de diseños y de construcción de vías para Transporte masivo TransMilenio y proyectos de vías con financiamiento del Banco Mundial. Con participación en la elaboración de proyectos de movilidad y transporte en Bogotá, Colombia, mediante el desarrollo de estudios ambientales y sociales en las etapas de factibilidad y diseños como, Primera Línea del Metro de Bogotá y Regiotram de Occidente, proyectos que acogen los estándares de la Banca Multilateral.
Gillola Idaly Villalba Hernandez	Profesional Social Trabajadora Social- Especialista en Psicología de las Organizaciones.	085215211	22 años	Trabajadora social con amplia experiencia en trabajo con comunidades con ocho años de experiencia como Contratista en ejecución de planes de manejo ambiental y social, ocho años como Interventora realizando seguimiento y monitoreo al cumplimiento de planes de manejo

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				ambiental y social, licencias ambientales, elaboración de informes de cumplimiento ambiental y social e informes de monitoreo ambiental y social en proyectos urbanos y rurales y cuatro años de experiencia en consultoría con la responsabilidad en el desarrollo de proceso participativos y de consulta con los diferentes actores sociales, teniendo en cuenta los estándares internacionales.
Joaquin Daniel Otero Santillan	Coordinador Equipo de Arqueología de INGETEC Arqueólogo (2006) - Historiador (2009) - Especialización en Historia (2010) - Maestría en Arqueología (2010	No aplica	16 años	Arqueólogo con amplia experiencia en coordinación de proyectos arqueológicos de grandes superficies. Gestión de proyectos y administración de recursos humanos y logísticos. Trabajo con personal profesional y operativo. Planeación y ejecución de trabajos de campo y laboratorio. Construcción de documentos técnicos de arqueología para entidades oficiales e instituciones académicas. Elaboración de propuestas técnico-económicas. Coordinación de una amplia gama de proyectos relacionados con los sectores de infraestructura vial, minas, transmisión eléctrica, subestaciones y proyectos de desarrollo urbano, entre otros, en el marco de Estudios de Impacto Ambientales así como de Programas de Arqueología Preventiva.

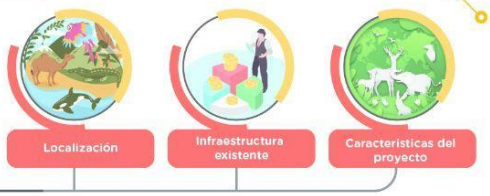
Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Seguridad y Salud en el Trabajo				
Fabio Willson Villalba Pardo	Ingeniero especialista SST para el proyecto L2MB Ingeniero en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional Auditor interno en Sistemas de Gestión integrados HSEQ - ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018.	091207-0547929 Lic. Res. 6902 de 2021	12 años	Ingeniero en Seguridad y Salud en el Trabajo con experiencia en proyectos de infraestructura vial, constructivas, diseño y desarrollo de proyectos, conocimiento en requisitos legales y estándares de la Banca Multilateral, participación en proyectos como: Especialista SST del proyecto Patio portal Américas del Instituto de Desarrollo Urbano IDU para Transmilenio, Especialista SST del proyecto ALO-Centenario del Instituto de Desarrollo Urbano IDU para Transmilenio, Especialista SST IDU proyecto Av. Ciudad de Cali del Instituto de Desarrollo Urbano IDU para Transmilenio, Profesional SST de apoyo para el proyecto Regiotram de occidente (Concesionaria Férrea de Occidente), Profesional SST de apoyo para el proyecto Extensión línea 1 del Metro de Bogotá.

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

METRO BOGOTÁ

¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO



0 RESUMEN EJECUTIVO
1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS
2 INTRODUCCIÓN
3 DESCRIPCIÓN DE PROYECTO
4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL
5 LÍNEA BASE

6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL
7 DEMANDAS, USO Y/O APROVECHAMIENTO
8 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Emisiones atmosféricas
Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad
Levantamiento de flora en veda
Permiso de emisión de ruido en horiraio nocturnno, dominical
Materiales de construccion
Residuos sólidos
Aprovechamiento forestal

Evaluacion de Impactos
Riesgos ambientales y sociales
Impactos acumulativos

Medio Físico
Medio Socioeconómico
Medio Biótico
Área de influencia

Geología
Geomorfología
Paisaje
Hidrología
Calidad del agua
Usos del agua
Hidrogeología
Geotécnica
Atmósfera
Aire
Ruido
Vibraciones

Dimensión demográfica
Dimensión espacial
Dimensión cultural
Dimensión Económica
Dimensión Política-Organizativa
Bienes inmuebles y muebles declarados de interés cultural
Arqueología

Estructura Ecológica Principal
Flora
Flora en veda
Fauna

Ecosistemas acuáticos
Área de influencia Directa
Área de influencia Indirecta
Servicios ecosistémicos

9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL
10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
11 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO
12 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO
13 INFORME DE PARTICIPACIÓN
14 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

15 PLAN DE COMPENSACIÓN
16 PRESUPUESTO
17 CRONOGRAMA
18 CONCLUSIONES
19 BIBLIOGRAFÍA
20 OTROS

Reasentamiento
Partes Interesadas

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

LO BOGOTÁ que estamos construyendo
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
METRO BOGOTÁ
BOGOTÁ

Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Capítulo 3
Descripción del Proyecto

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VD

Elaborado por:

Financiera de Desarrollo Nacional

U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

TABLA DE CONTENIDO

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 29
3.1. LOCALIZACIÓN 29
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 30
3.2.1. Infraestructura existente 31
3.2.1.1. Descripción de las vías, líneas férreas e infraestructura existente 32
3.2.1.1.1. Vías 32
3.2.1.1.2. Líneas férreas 32
3.2.1.1.3. Otra Infraestructura existente - Deprimido de la PLMB en Av. Caracas con calle 72 32
3.2.1.2. Vías que serán utilizadas por el proyecto, clasificación y estado actual 38
3.2.1.2.1. Calle 145 o Av. Transversal de Suba 39
3.2.1.2.2. Calle 146 39
3.2.1.2.3. Calle 144 40
3.2.1.3. Vías de acceso al patio-taller 41
3.2.1.3.1. Vías intervenidas en zonas de estación 42
3.2.2. Etapas y fases del proyecto 47
3.2.2.1. Actividades previas 48
3.2.2.1.1. Trámites con entidades 48
3.2.2.1.2. Topografía 48
3.2.2.1.3. Exploraciones geotécnicas 48
3.2.2.1.4. Exploraciones de pavimentos 50
3.2.2.1.5. Estudio de demanda 50
3.2.2.1.6. Debida diligencia técnica 53
3.2.2.1.7. Estudios prediales 55
3.2.2.2. Actividades de construcción 55
3.2.2.2.1. Identificación de los factores limitantes 56
3.2.2.2.2. Estrategia constructiva 57
3.2.2.2.3. Secuencia de los trabajos 59
3.2.2.3. Actividades de salvamento, desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura temporal y permanente relacionados y asociados con el desarrollo del Proyecto. 61
3.2.2.4. Cierre y salvamento 62
3.2.2.5. Cronograma de ejecución del proyecto 62
3.2.3. Diseño del proyecto 64
3.2.3.1. Trazado y características geométricas del proyecto 64
3.2.3.1.1. Trazado horizontal 64
3.2.3.1.2. Alineamiento vertical 69
3.2.3.2. Derecho de vía 73
3.2.3.3. Diagrama de masas (material de relleno y excavación) 74
3.2.3.4. Área estimada de remoción de la vegetación y descapote 77

3.2.3.5. Velocidad de diseño del proyecto 78
3.2.3.6. Presentación de las secciones transversales de cada uno de los perfiles a lo largo del proyecto 78
3.2.3.6.1. Túnel 78
3.2.3.6.2. Pozo de entrada 79
3.2.3.6.3. Pozo de salida 81
3.2.3.6.4. Pozos de ventilación, evacuación y bombeo 83
3.2.3.6.5. Estaciones 86
3.2.3.6.6. Viaducto 93
3.2.3.7. Superestructura 95
3.2.3.7.1. Vías férreas principales 95
3.2.3.7.2. Vías férreas del patio-taller 96
3.2.3.7.3. Regulación de los elementos y componentes de la superestructura de línea 96
3.2.3.7.4. Factores que influyen en el dimensionamiento de la sección transversal de línea 97
3.2.3.7.5. Criterios de diseño para el dimensionamiento de la superestructura de la línea 100
3.2.3.8. Composición de la sección transversal y criterios de dimensionamiento 101
3.2.3.9. Túnel 101
3.2.3.10. Estaciones 102
3.2.3.10.1. Criterios de confort 103
3.2.3.10.2. Criterios de seguridad de los usuarios 104
3.2.3.10.3. Criterios de dimensionamiento de evacuación 104
3.2.3.10.4. Criterios de diseño estructural 106
3.2.3.10.5. Criterios de economía operacional 106
3.2.3.10.6. Criterios de circulación de los usuarios 107
3.2.3.10.7. Criterios de responsabilidad ambiental 108
3.2.3.10.8. Confort acústico 108
3.2.3.10.9. Puntos ecológicos 109
3.2.3.10.10. Infraestructura asociada a las estaciones 109
3.2.3.10.11. Selección de los materiales y acabados 110
3.2.3.10.12. Sistema de protección contra incendios 111
3.2.3.11. Infraestructura de transporte del proyecto 112
3.2.3.11.1. Puentes, canales y box culverts 112
3.2.3.11.2. Intersecciones a nivel o desnivel 121
3.2.3.11.2.1. Reordenamiento de la calle 145 con carrera 136A 121
3.2.3.11.2.2. Acceso a conjuntos residenciales 125
3.2.3.11.3. Obras urbanas 129
3.2.3.11.3.1. Puente peatonal Av. NQS con calle 72 129
3.2.3.11.3.2. Puente peatonal Av. Boyacá con calle 72 130
3.2.3.11.3.3. Pasarela peatonal Estación 1 (L2MB) - Estación 16 (PLMB) 132
3.2.3.11.3.4. Muro en geobloques calle 145 133
3.2.3.11.4. Cruces con otras obras lineales 136
3.2.3.11.4.1. Corredor Verde Carrera Séptima 136

3.2.3.11.4.2. Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) 136
3.2.3.11.4.3. Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 con Av. Caracas (Deprimido calle 72) 137
3.2.3.11.4.4. Ciclo-Alameda Medio Milenio 137
3.2.3.11.4.5. Transmilenio Avenida Carrera 68 137
3.2.3.11.4.6. Transmilenio Avenida Ciudad de Cali 138
3.2.3.11.4.7. Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro 138
3.2.3.11.4.8. Ciudadela Educativa y del Cuidado 138
3.2.3.11.5. Cruces de cuerpos de agua 139
3.2.3.11.6. Obras en zonas no urbanas o fuera del perímetro urbano 140
3.2.3.11.7. Demás tipos de infraestructura que conforman el proyecto 140
3.2.3.11.8. Infraestructura de drenaje 141
3.2.3.11.8.1. Prolongación Av. Transversal de Suba 141
3.2.3.11.8.2. Zona de transición Av. Transversal de Suba 142
3.2.3.11.8.3. Drenaje del túnel 143
3.2.3.11.8.4. Ruptura del jarillón del río Bogotá 147
3.2.3.11.9. Cruces de corrientes de aguas superficiales 151
3.2.3.11.10. Necesidades de desvíos y canalizaciones de cauces 151
3.2.3.11.11. Interceptación de aguas subterráneas 151
3.2.4. Infraestructura de geotecnia 153
3.2.4.1. Taludes previstos en cortes y terraplenes 153
3.2.4.2. Obras de geotecnia 153
3.2.4.2.1. Tramo en túnel 153
3.2.4.2.1.1. Características 154
3.2.4.2.1.2. Abscisado 154
3.2.4.2.1.3. Perfil longitudinal 155
3.2.4.2.1.4. Sección constructiva 155
3.2.4.2.1.5. Técnica constructiva 155
3.2.4.2.1.6. Subsidencias 156
3.2.4.2.1.7. Equipos por utilizar 163
3.2.4.2.1.8. Emportalamiento 165
3.2.4.2.1.9. Pozo de entrada 165
3.2.4.2.1.10. Pozo de salida 169
3.2.4.2.1.11. Métodos de excavación 169
3.2.4.2.1.12. Manejo de aguas de infiltración, revestimiento e impermeabilización 170
3.2.4.2.1.13. Manejo de aguas industriales 170
3.2.4.2.1.14. Revestimiento e impermeabilización 170
3.2.4.2.1.15. Infraestructura de ventilación de túneles y estaciones 171
3.2.4.2.2. Tramo en viaducto 184
3.2.4.2.3. Estaciones y módulos de acceso 185
3.2.4.2.3.1. Estaciones subterráneas 185
3.2.4.2.3.2. Módulo de acceso principal tipo 1 189

3.2.4.2.3.3. Módulo de acceso satelital tipo 2 189
3.2.4.2.3.4. Módulo de acceso satelital tipo 3 189
3.2.4.2.3.5. Estación elevada 193
3.2.4.2.3.6. Infraestructura de ventilación de estaciones 195
3.2.4.3. Alimentación de energía eléctrica 201
3.2.4.4. Localización de las subestaciones eléctricas 202
3.2.4.5. Descripción de las obras de infraestructura asociadas 204
3.2.4.5.1. Características de la solución de distribución media tensión 205
3.2.4.5.2. Sistema mecánico de enclavamiento con llaves 207
3.2.4.5.3. Características de la solución de alimentación tracción y talleres 208
3.2.4.6. Fuentes alternativas de generación de energía 208
3.2.4.7. Infraestructura preexistente y su relación con las obras a ejecutar 208
3.2.4.8. Sistemas y fuentes de generación de energía para las subestaciones 209
3.2.4.9. Cálculo del campo electromagnético y su impacto en la operación 210
3.2.4.10. Protección contra descargas atmosféricas y corrientes parásitas 210
3.2.4.11. Uso eficiente de energía eléctrica 211
3.2.5. Infraestructura asociada al proyecto 211
3.2.5.1. Campamentos permanentes 211
3.2.5.2. Campamentos transitorios 211
3.2.5.3. Patios de prefabricados 212
3.2.5.4. Área de acopio de residuos 212
3.2.5.5. Sitios de acopio y almacenamiento de materiales 212
3.2.5.6. Sitios de acopio y almacenamiento de combustibles 214
3.2.5.7. Almacenamiento de aceites lubricantes 214
3.2.5.8. Movimientos de tierras 214
3.2.5.9. Sitios para disposición de material sobrante dentro de los campamentos 215
3.2.5.10. Fuentes de materiales y plantas de procesos 215
3.2.5.10.1. Localización de posibles fuentes de proveedores agregados pétreos. 215
3.2.5.10.2. Localización de posibles fuentes de mezclas asfálticas. 216
3.2.5.10.3. Localización de posibles fuentes proveedoras de concreto.. 217
3.2.5.10.4. Localización de posibles fuentes de proveedores agregados a partir de residuos de construcción y demolición. 218
3.2.5.10.5. Localización de posibles plantas de procesos 219
3.2.5.11. Otro tipo de infraestructura 219
3.2.6. Infraestructura y servicios interceptados 219
3.2.6.1. Redes eléctricas 220
3.2.6.2. Redes de gas 225
3.2.6.3. Redes de acueducto y alcantarillado 225
3.2.6.3.1. Redes de acueducto 225
3.2.6.3.1.1. Redes matrices 226
3.2.6.3.1.2. Redes menores 228
3.2.6.3.2. Redes de alcantarillado 230

3.2.6.4. Redes de tecnología de la información y la comunicación 234
3.2.6.5. Vías urbanas 238
3.2.6.6. Demás infraestructura y redes interceptadas 239
3.2.7. Infraestructura necesaria para el patio-taller 239
3.2.7.1. Localización 239
3.2.7.2. Descripción de las áreas del patio-taller 240
3.2.7.3. Criterios de dimensionado 242
3.2.7.4. Organización 242
3.2.7.5. Áreas de mantenimiento, almacenamiento y manejo de lubricantes y aceites 242
3.2.7.6. Layout 247
3.2.7.7. Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales 248
3.2.7.8. Sistemas de almacenamiento y distribución de combustibles 249
3.2.8. Centro de Control Operacional (CCO) 249
3.2.8.1. Características 250
3.2.8.2. Organización 250
3.2.8.3. Arquitectura típica del sistema de comando y supervisión 252
3.2.8.4. Ubicación del CCOP Y CCOR 253
3.2.9. Estaciones Metro 254
3.2.9.0.1. Descripción de las estaciones 254
3.2.9.0.2. Estación 1 254
3.2.9.0.3. Estación 2 257
3.2.9.0.4. Estación 3 260
3.2.9.0.5. Estación 4 262
3.2.9.0.6. Estación 5 265
3.2.9.0.7. Estación 6 267
3.2.9.0.8. Estación 7 270
3.2.9.0.9. Estación 8 273
3.2.9.0.10. Estación 9 275
3.2.9.0.11. Estación 10 278
3.2.9.0.12. Estación 11 281
3.2.9.0.13. Sistemas de tratamiento de aguas residuales 285
3.2.9.0.14. Áreas para el manejo integral de residuos convencionales y peligrosos 285
3.2.9.0.15. Sistemas de almacenamiento y distribución de combustibles 285
3.2.10. Intervención de sitios, infraestructura de interés e importancia (Bienes de Interés Cultural - BICs) 285
3.2.10.1. Patrimonio cultural material 285
3.2.10.2. Bienes de interés cultural - Nacionales 286
3.2.10.3. Bienes de interés cultural - Distritales 287
3.2.10.4. Bienes culturales muebles en el espacio público 446
3.2.10.5. Patrimonio natural 292
3.2.11. Urbanismo 294
3.2.11.1. Descripción del urbanismo a implementar en el proyecto 294

3.2.11.2. Manejo de áreas remanentes 303
3.2.11.3. Mobiliario urbano 304
3.2.11.4. Espacio público 306
3.2.11.5. Diseño paisajístico 321
3.2.11.6. Ciclorutas y cicloparqueaderos 328
3.2.12. Infraestructura vial asociada al proyecto 328
3.2.12.1. Descripción de vías alternas y desvíos locales 329
3.2.12.1.1. Transporte particular 329
3.2.12.1.1.1. Estación 1 329
3.2.12.1.1.2. Estación 2 331
3.2.12.1.1.3. Estación 3 333
3.2.12.1.1.4. Estación 4 335
3.2.12.1.1.5. Estación 5 335
3.2.12.1.1.6. Estación 6 335
3.2.12.1.1.7. Estación 7 337
3.2.12.1.1.8. Estación 8 339
3.2.12.1.1.9. Estación 9 340
3.2.12.1.1.10. Estación 10 340
3.2.12.1.1.11. Estación 11 341
3.2.12.1.1.12. Ingreso de tuneladora 343
3.2.12.1.2. Transporte público 347
3.2.12.1.2.1. Estación 1 347
3.2.12.1.2.2. Estación 2 349
3.2.12.1.2.3. Estación 3 349
3.2.12.1.2.4. Estación 4 351
3.2.12.1.2.5. Estación 5 351
3.2.12.1.2.6. Estación 6 352
3.2.12.1.2.7. Estación 7 352
3.2.12.1.2.8. Estación 8 353
3.2.12.1.2.9. Estación 9 353
3.2.12.1.2.10. Estación 10 353
3.2.12.1.2.11. Estación 11 354
3.2.12.1.2.12. Ingreso de tuneladora 356
3.2.12.2. Manejo y circulación de vehículos de carga 358
3.2.12.3. Manejo de maquinaria y equipos de la obra 359
3.2.12.4. Plan de Manejo de Tráfico 359
3.2.12.4.1. Estación 1 359
3.2.12.4.2. Estación 2 365
3.2.12.4.3. Estación 3 369
3.2.12.4.4. Estación 4 373
3.2.12.4.5. Estación 5 375

3.2.12.4.6. Estación 6 376
3.2.12.4.7. Estación 7 379
3.2.12.4.8. Estación 8 384
3.2.12.4.9. Estación 9 386
3.2.12.4.10. Estación 10 387
3.2.12.4.11. Estación 11 388
3.2.12.4.12. Ingreso de la tuneladora 390
3.2.13. Material rodante, equipos y sistema metro ferroviarios 391
3.2.14. Proceso constructivo del proyecto 398
3.2.14.1. Túnel 398
3.2.14.2. Pozos de entrada y salida de la tuneladora 407
3.2.14.2.1. Pozo de entrada 407
3.2.14.2.2. Pozo de salida 411
3.2.14.2.3. Proceso constructivo 411
3.2.14.3. Estaciones subterráneas 415
3.2.14.3.1. Tratamientos especiales 418
3.2.14.3.2. Instrumentación 420
3.2.14.4. Viaducto 421
3.2.14.4.1. Procedimientos constructivos de la subestructura 421
3.2.14.4.1.1. Pilas tipo 422
3.2.14.4.1.2. Columnas 422
3.2.14.4.1.3. Capitel 422
3.2.14.4.2. Procedimientos constructivos de la superestructura 425
3.2.14.4.2.1. Viaducto estándar 426
3.2.14.4.2.2. Viaductos especiales. 437
3.2.14.5. Vías férreas 444
3.2.14.5.1. VÍas férreas principales 444
3.2.14.5.2. Vías férreas del patio-taller 446
3.2.15. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto 446
3.2.16. Localización de las estaciones, patios y talleres 448
3.2.17. Movimientos de tierras 448
3.2.17.1. Volúmenes de material de excavación 448
3.2.17.2. Volúmenes para terraplenes 448
3.2.17.3. Áreas de relleno y de préstamo 448
3.2.17.4. Balance de masas 448
3.2.17.5. Volúmenes de suelo orgánico requerido a remover 448
3.2.18. Estimativo de mano de obra durante la construcción y operación 448
3.2.19. Demanda de recursos ambientales (agua, suelo, vegetación, etc). 449
3.2.20. Requerimiento de demolición de viviendas u obras de infraestructura 449
3.2.21. Tipo y volúmenes de materiales requeridos en la construcción 536
3.2.21.1. Equipos y maquinaria a utilizar en el proceso constructivo 536

3.2.21.2. Estructuras de control 536
3.2.22. Programa de desvíos de tránsito vehicular y peatonal con rutas y horarios definidos 538
3.2.23. Manejo de volúmenes de material de construcción 538
3.2.23.1. Materiales de construcción 538
3.2.23.2. Balance de masas de los materiales de excavación y relleno 539
3.2.23.3. Cantidad de material a reutilizar en el proyecto 539
3.2.23.4. Explosivos 539
3.2.23.5. Concretos 540
3.2.23.6. Aceros 559
3.2.24. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición 573
3.2.24.1. Relación de los volúmenes estimados de material a disponer 573
3.2.24.2. Localización de los sitios potenciales para la ubicación de sitios de disposición final de material sobrante o residuos de construcción y demolición (RCD) del proyecto 573
3.2.24.3. Estimación de los volúmenes de RCD (demoliciones y excavaciones) 582
3.2.25. Residuos peligrosos y no peligrosos 582
3.2.25.1. Clasificación de los residuos sólidos 582
3.2.25.1.1. Residuos sólidos convencionales 582
3.2.25.1.2. Residuos sólidos peligrosos. 585
3.2.25.2. Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos 596
3.2.25.3 Propuesta de diseño y ubicación de zonas de almacenamiento de residuos sólidos. 597
3.2.26. Localización y georreferenciación de los sitios de disposición final. 598
3.2.27. Manejo para transporte de escombros y sobrantes 600
3.2.28. Técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción. 604
3.2.28.1. Validación De Sitios Para El Aprovechamiento Y/O Disposición De Material Sobrante De La Construcción Del Metro. 604
3.2.28.2. Tratamiento Para El Aprovechamiento De Material Sobrante De La Construcción Del Metro. 605
3.2.29. Aspectos de diseño para la mitigación e impactos ambientales y sociales 607
3.2.30. Análisis de Sostenibilidad 607
3.2.30.1. Utilización de energías renovables para el autoconsumo 608
3.2.30.2. Consumo de agua 608
3.2.30.3. Iluminación y ventilación natural 608
3.2.30.4. Uso de materiales reciclables 609

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto

Figura 2. Trazado y estaciones de la L2MB.

Figura 3. Sección típica vial calle 72 – Occidente Av. Caracas

Figura 4. Sección típica vial calle 72 – Oriente de Av. Caracas

Figura 5. Sección típica vial Av. Caracas

Figura 6. Planta deprimido calle 72 con Av. Caracas

Figura 7. Sección transversal del deprimido de la calle 72 al occidente de la Av. Caracas

Figura 8. Deprimido calle 72 en costado sur-occidental de la intersección con la Av. Caracas

Figura 9. Cronograma general de construcción de las obras de la L2MB

Figura 10. Ruta crítica cronograma de construcción

Figura 11. Trazado horizontal Estación E1

Figura 12. Trazado horizontal Estaciones E1 y E2

Figura 13. Trazado horizontal Estaciones E2 y E3

Figura 14. Trazado horizontal Estaciones E3 y E4

Figura 15. Trazado horizontal Estaciones E4 y E5

Figura 16. Trazado horizontal Estaciones E5 y E6

Figura 17. Trazado horizontal Estaciones E6 y E7

Figura 18. Trazado horizontal Estaciones E7 y E8

Figura 19. Trazado horizontal Estaciones E8 y E9

Figura 20. Trazado horizontal Estaciones E9 y E10

Figura 21. Trazado horizontal Estaciones E10 y E11

Figura 22. Perfil longitudinal Estación E1

Figura 23. Perfil longitudinal Estaciones E1 y E2

Figura 24. Perfil longitudinal Estaciones E2 y E3

Figura 25. Perfil longitudinal Estaciones E3 y E4

Figura 26. Perfil longitudinal Estaciones E4 y E5

Figura 27. Perfil longitudinal Estaciones E5 y E6

Figura 28. Perfil longitudinal Estaciones E6 y E7

Figura 29. Perfil longitudinal Estaciones E7 y E8

Figura 30. Perfil longitudinal Estaciones E8 y E9

Figura 31. Perfil longitudinal Estaciones E9 y E10

Figura 32. Perfil longitudinal Estaciones E10 y E11

Figura 33. Perfil longitudinal Estación E11 y cola de maniobras

Figura 34. Sección constructiva del túnel con radio de curvatura de 400 m

Figura 35. Planta de localización del pozo de entrada

Figura 36. Sección transversal del pozo de entrada (a la izquierda, costado norte)

Figura 37. Planta de localización del pozo de salida

Figura 38. Sección transversal del pozo de salida (a la izquierda se localiza el costado sur)

Figura 39. Sección transversal típica de los pozo de evacuación, ventilación y bombeo

Figura 40. Vista longitudinal de la galería de conexión entre el pozo y el túnel

Figura 41. Vista isométrica de un pozo típico de ventilación, evacuación y bombeo

Figura 42. Implantación en superficie del Pozo 5 de ventilación, evacuación y bombeo (ejemplo)

Figura 43. Sección transversal Estación 1

Figura 44. Sección transversal Estaciones E2 a E10

Figura 45. Estación E1. Vista 1

Figura 46. Estación E1. Vista 2

Figura 47. Estación E1. Vista 3

Figura 48. Estación E1. Vista 4

Figura 49. Estación E11. Vista 1

Figura 50. Estación E11. Vista 2

Figura 51. Estación E11. Vista 3

Figura 52. Estación E11. Vista 4

Figura 53. Planta del tramo en viaducto

Figura 54. Planta y sección longitudinal del viaducto, tramo típico

Figura 55. Secciones transversal y longitudinal del viaducto

Figura 56. Vista 3D pila y dovela del viaducto

Figura 57. Geometría de bitubo e implantación

Figura 58. Geometría monotubo e implantación

Figura 59. Esquema de localización obras 1 y 2

Figura 60. Esquema de localización obra 3

Figura 61. Esquema de localización obra 4

Figura 62. Esquema de localización obra 5

Figura 63. Esquema de localización obra 6 y 7

Figura 64. Esquema de localización obra 8 y 9

Figura 65. Esquema de localización obra 10

Figura 66. Esquema de localización obra 11

Figura 67. Trazado proyectado L2MB sobre la calle 145 - Estación 11

Figura 68. Zona de transición entre viaducto y túnel subterráneo de la L2MB sobre la calle 145 con carrera 136A

Figura 69. Desvío al norte y al sur por la carrera 128.

Figura 70. Desvío al sur por el retorno de la calle 145

Figura 71. Accesos al Conjunto Albear de Suba

Figura 72. Accesos al Conjunto Plazuela San Martin III

Figura 73. Accesos al Conjunto Plazuela San Martín IV

Figura 74. Accesos a Conjunto Plazuela San Martin V

Figura 75. Implantación puente peatonal Av. NQS con calle 72

Figura 76. Vista en planta y perfil del puente peatonal sobre la Av.NQS

Figura 77. Implantación puente peatonal Av. Boyacá con Calle 72

Figura 78. Planta y perfil longitudinal de la pasarela metálica sobre la Av. Boyacá

Figura 79. Pasarela peatonal conexión PLMB con L2MB - Vista longitudinal.

Figura 80. Modelo 3D de la pasarela metálica de conexión de las estaciones 1 (L2MB) y 16 (PLMB)

Figura 81. Planta diseño geométrico extensión calle 145

Figura 82. Planta diseño de la transición

Figura 83. Sección transversal calzada sur

Figura 84. Sección transversal calzada norte

Figura 85. Vista del sector del pozo de ingreso de la tuneladora en la calle 145

Figura 86. Esquema de obra plataforma de aproximación con geobloques

Figura 87. Elementos de las categorías del Sistema Distrital de áreas protegidas y del Sistema hìdrico cruzados por el proyecto

Figura 88. Localización del proyecto en el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá

Figura 89. Esquema general drenaje vial prolongación Av. Transversal de Suba

Figura 90. Drenaje transición en zona de andén

Figura 91. Elemento de drenaje tipo rejilla monolítica drenaje andén

Figura 92. Planta drenaje túnel L2MB

Figura 93. Alzada pozo de ventilación, evacuación y bombeo

Figura 94. Esquema de conexión del pozo de drenaje a red urbana (Ejemplo)

Figura 95. Esquema zona de inundación por rompimiento del jarillón del río Bogotá

Figura 96. Esquema zona de transición y Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11

Figura 97. Planta Pozo No. 11

Figura 98. Perfil longitudinal Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11

Figura 99. Granulometría de los terrenos y aplicación a los escudos EPB (Tobergte & Curtis, 2013)

Figura 100. Comparación de cubeta de asientos entre Loganathan y Poulos versus Taylor y Grand

Figura 101. Análisis de subsidencias asentamientos y desplazamientos horizontales - Brazo Humedal Juan Amarillo

Figura 102. Umbrales de daño según Boscardin and Cording (1989),

Figura 103. Principio de funcionamiento de EPB Shield

Figura 104. Rangos de aplicación de la EPB y condicionantes del terreno

Figura 105. Vista en planta - Pozo de Entrada

Figura 106. Vista isométrica - Pozo de Entrada

Figura 107. Pozo de Entrada - Vista en perfil

Figura 108. Pozo de Entrada - Planta de cimentación

Figura 109. Pozo de Entrada - Secciones transversales

Figura 110. Fenómeno de “backlayering” - Ventilación longitudinal insuficiente

Figura 111. Humo controlado - Ventilación longitudinal eficaz

Figura 112. Estrategia de ventilación en las secciones de ventilación entre E01 y P11

Figura 113. Esquema de sistema de presurización

Figura 114. Planta en superficie estación E1.

Figura 115. Sección transversal de la estación E1

Figura 116. Sección transversal módulo de acceso estación E1

Figura 117. Planta típica estaciones E2 a E10

Figura 118. Sección transversal típica de las estaciones E2 a E10

Figura 119. Módulo de acceso tipo 1 en Estación E5

Figura 120. Módulos de acceso tipos 1 y 2 en Estación E4 (Av. Boyacá)

Figura 121. Módulos de acceso tipos 1 y 2 en Estación E3 (Av. 68)

Figura 122. Galerías de conexión de accesos satelitales a estaciones construidas con pantallas

Figura 123. Galerías de conexión de accesos satelitales a estaciones mediante túneles independientes construidos con sistema Liner

Figura 124. Perfil longitudinal del viaducto elevado en la zona de la Estación E11

Figura 125. Planta baja plataforma y planta vestíbulo estación elevada E11

Figura 126. Sección transversal estación elevada E11

Figura 127. Fachada estación elevada E11

Figura 128. Esquema de distribución de aire dentro de recintos

Figura 129. Esquema de distribución de aire en áreas públicas

Figura 130. Filosofía de operación incendio en plataformas

Figura 131. Ubicación cuartos de pánico para discapacitados

Figura 132. Filosofía de operación incendio en mezzanine -3

Figura 133. Filosofía de operación incendio en mezzanine -1

Figura 134. 1500 V con catenaria rígida en túnel

Figura 135. Componentes y unilineal de SER GIS no redundante

Figura 136. Solución GIS de SER redundante

Figura 137. Unilineal de SER redundante

Figura 138. Configuración base de 2 anillos de MT

Figura 139. Interruptores y barras principales de CT anillo 1 y 2

Figura 140. Interruptores y barras principales de CT anillo 1 y 2

Figura 141. Áreas de logística frente de ataque pozo de entrada.

Figura 142. Facilidades logísticas Línea 2 Metro Lima, Perú, actualmente en construcción

Figura 143. Localización de posibles fuentes de proveedores de materiales pétreos.

Figura 144. Localización de posibles fuentes de proveedores de materiales plantas de asfalto

Figura 145. Interferencias en redes eléctricas en la Estación E3

Figura 146. Propuesta de solución para las interferencias en redes eléctricas de la Estación E3

Figura 147. Interferencias de Acueducto en Estación 5

Figura 148. Traslado redes de alcantarillado Estación 5 Calle 72A y Carrera 81A - Red Residual.

Figura 149. Traslado redes de alcantarillado Estación 5 Calle 72A y Carrera 80C - Red Residual

Figura 150. Ubicación del área destinada para el patio-taller en predio Fontanar del Rio

Figura 151. Planta de obras geotécnicas patio-taller

Figura 152. Sección transversal A-A costado jarillón

Figura 153. Sección transversal A-A al costado de conjuntos residenciales.

Figura 154. Layout del patio-taller

Figura 155. Organización en el CCO

Figura 156. CCO del Metro de Sidney

Figura 157. CCO del Metro de Dubai

Figura 158. Arquitectura típica del SCS

Figura 159. Ubicación del CCOP en al nivel Mezzanine - 2 en la estación 5

Figura 160. Ubicación del data center al nivel Mezzanine - 3

Figura 161. Nivel Mezzanine 1 - Estación 1 L2MB

Figura 162. Nivel Mezzanine 2 - Estación 1 L2MB

Figura 163. Nivel Mezzanine -3 - Estación 1 Línea 2

Figura 164. Nivel Plataforma - Estación 1 Línea 2

Figura 165. Nivel Mezzanine 1 - Estación 2 L2MB

Figura 166. Nivel Mezzanine 2 - Estación 2 L2MB

Figura 167. Nivel Mezzanine -3 - Estación 3 Línea 2

Figura 168. Nivel Plataforma - Estación 3 Línea 2

Figura 169. Nivel Mezzanine 1 - Estación 3 L2MB

Figura 170. Nivel Mezzanine 2 - Estación 3 L2MB

Figura 171. Nivel Mezzanine -3 - Estación 3 Línea 2

Figura 172. Nivel Plataforma - Estación 3 L2MB

Figura 173. Nivel Mezzanine 1 - Estación 4 L2MB

Figura 174. Nivel Mezzanine 2 - Estación 4 L2MB

Figura 175. Nivel Mezzanine -3 - Estación 4 Línea 2

Figura 176. Nivel Plataforma - Estación 4 Línea 2

Figura 177. Nivel Mezzanine 1 - Estación 5 L2MB

Figura 178. Nivel Mezzanine 2 - Estación 5 L2MB

Figura 179. Nivel Mezzanine -3 - Estación 5 L2MB

Figura 180. Nivel Plataforma - Estación 5 L2MB

Figura 181. Nivel Mezzanine 1 - Estación 6 L2MB

Figura 182. Nivel Mezzanine 2 - Estación 6 L2MB

Figura 183. Nivel Mezzanine -3 - Estación 6 L2MB

Figura 184. Nivel Plataforma - Estación 6 L2MB

Figura 185. Nivel Mezzanine 1 - Estación 7 L2MB

Figura 186. Nivel Mezzanine 2 - Estación 7 L2MB

Figura 187. Nivel Mezzanine -3 - Estación 7 Línea 2

Figura 188. Nivel Plataforma - Estación 7 Línea 2

Figura 189. Nivel Mezzanine 1 - Estación 8 L2MB

Figura 190. Nivel Mezzanine 2 - Estación 8 L2MB

Figura 191. Nivel Mezzanine -3 - Estación 8 Línea 2

Figura 192. Nivel Plataforma - Estación 8 Línea 2

Figura 193. Estación 9 ALO entre Kr 119d y 130c

Figura 194. Nivel Mezzanine -1 Estación 9 L2MB

Figura 195. Nivel Mezzanine -2 Estación 9 L2MB

Figura 196. Nivel Mezzanine -3 Estación 9 L2MB

Figura 197. Nivel Plataforma Estación 9 L2MB

Figura 198. Estación 9 ALO entre Calle 139 y Canal Cafam

Figura 199. Nivel Mezzanine -1 Estación 10 L2MB

Figura 200. Nivel Mezzanine -2 Estación 10 L2MB

Figura 201. Nivel Mezzanine -3 Estación 10 L2MB

Figura 202. Nivel Plataforma Estación 10 L2MB

Figura 203. Estación 11. Vista 1.

Figura 204. Estación 11. Vista 2.

Figura 205. Estación 11. Vista 3

Figura 206. Estación 11. Vista 4.

Figura 207. Planta baja plataforma

Figura 208. Vestíbulo (0,00)

Figura 209. Sector de Interés Cultural - SIC. Chapinero

Figura 210. Monumento José Enrique Rodó

Figura 211. Humedal Juan Amarillo

Figura 212. Humedal Santa Maria del Lago

Figura 213. Aspectos generales considerados en la intervención del Urbanismo de las Estaciones de la L2MB.

Figura 214. Plaza de Mercado 12 de Octubre - Cesión Control Ambiental sobre Calle 72

Figura 215. Implantación Urbana Estación 2 L2MB

Figura 216. Intermodalidad Estación E2

Figura 217. Criterios de intervención para las zonas bajo viaducto

Figura 218. Actividades bajo viaducto parte 1

Figura 219. Actividades bajo viaducto parte 2

Figura 220. Localización general de pozos.

Figura 221. Planteamiento relación entorno inmediato pozos

Figura 222. Tránsitos interiores del proyecto y consideraciones

Figura 223. Items de mobiliario urbano Propuesta Conceptual

Figura 224. Ejemplo de Intervención de mejoramiento en sección transversal

Figura 225. Ejemplo de Reconfiguración de tipo de calle en sección transversal

Figura 226. Criterios de diseño Franja de Circulación Peatonal

Figura 227. Criterios de diseño Franja de Ciclorruta

Figura 228. Criterios de diseño Franja de Paisajismo

Figura 229. Tipologías de esquinas con vados 1 (TEV1)

Figura 230. Tipologías de esquinas con vados 2 (TEV2)

Figura 231. Tipologías de esquinas con vados 3 (TEV3)

Figura 232. Cruce transversal peatonal semaforizado con refugio sobre separador central (CTPR)

Figura 233. Manejo de esquinas con cruce pompeyano

Figura 234. Pasos peatonales semaforizados Estación 9

Figura 235. Pasos peatonales semaforizados Estación 10

Figura 236. Pasos peatonales semaforizados Estación 11

Figura 237. Pasos pompeyanos

Figura 238. Disposición de los pompeyanos

Figura 239. Refugio peatonal

Figura 240. Tipología de acceso vehicular TAVP1

Figura 241. Tipología de acceso vehicular TAVP2

Figura 242. Ejemplo de afectación parcial de antejardín

Figura 243. Ejemplo de afectación total de antejardín

Figura 244. Perfil de andén con ancho mayor a 5 m - Franjas de paisajismo y resiliencia.

Figura 245. Propuesta de paisajismo y luminarias - Sección

Figura 246. Propuesta de paisajismo y luminarias - Planta

Figura 247. Propuesta Paisajismo y Rampas vehiculares de acceso a predios - Planta

Figura 248. Número de biciparqueaderos en estaciones

Figura 249. Desvíos en Estación 1 - Etapa 2.

Figura 250. Desvíos en Estación 1 - Etapa 3.

Figura 251. Desvíos en Estación 2 - Etapa 2.

Figura 252. Desvíos en Estación 3 - Etapa 2.

Figura 253. Desvíos en Estación 6 - Etapa 2.

Figura 254. Desvíos en Estación 7 - Etapa 2.

Figura 255. Desvíos en Estación 8 - Etapa 2.

Figura 256. Desvíos en Estación 11 - Etapa 2.

Figura 257. Desvíos en Estación 11 - Etapa 3.

Figura 258. Vías alternas Ingreso de Tuneladora - Etapa 1.

Figura 259. Desvíos Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Figura 260. Desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 2.

Figura 261. Desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 3.

Figura 262. Desvíos para Transporte Público - Estación 3 - Etapa 2.

Figura 263. Desvíos para Transporte Público - Estación 7 - Etapa 2 y 3.

Figura 264. Desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.

Figura 265. Desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.

Figura 266. Desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Figura 267. Desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Figura 268. Vías Principales para la circulación de vehículos de carga.

Figura 269. Cierres de obra en Estación 1 - Etapa 1.

Figura 270. Adecuación geométrica sobre la AC 72 en Estación 1 - Etapa 1.

Figura 271. Adecuación geométrica sobre la KR 20B en Estación 1 - Etapa 1.

Figura 272. Cierres de obra en Estación 1 - Etapa 2.

Figura 273. Adecuaciones Geométricas en Estación 1 - Etapa 2.

Figura 274. Cierres de obra en Estación 1 - Etapa 3.

Figura 275. Adecuaciones Geométricas en Estación 1 - Etapa 3.

Figura 276. Cierres de obra en Estación 2 - Etapa 1.

Figura 277. Cierres de obra en Estación 2 - Etapa 2.

Figura 278. Adecuaciones Geométricas en Estación 2 - Etapa 2.

Figura 279. Cierres de obra en Estación 3 - Etapa 1.

Figura 280. Adecuaciones Geométricas en Estación 3 - Etapa 2.

Figura 281. Adecuaciones Geométricas en Estación 3 - Etapa 3.

Figura 282. Cierres de obra en Estación 4 - Etapa 1.

Figura 283. Adecuaciones Geométricas en Estación 4 - Etapa 3.

Figura 284. Cierres de obra en Estación 5 - Etapa 1.

Figura 285. Cierres de obra en Estación 6 - Etapa 1.

Figura 286. Adecuaciones Geométricas en Estación 6 - Etapa 1.

Figura 287. Cierres en Estación 6 - Etapa 2.

Figura 288. Cierres de obra en Estación 7 - Etapa 1.

Figura 289. Adecuaciones Geométricas en Estación 7 - Etapa 1.

Figura 290. Adecuaciones Geométricas en Estación 7 - Etapa 1.

Figura 291. Cierres de obra en Estación 7 - Etapa 2.

Figura 292. Adecuaciones Geométricas en Estación 7 - Etapa 2.

Figura 293. Adecuaciones Geométricas en Estación 3 - Etapa 3.

Figura 294. Cierres de obra en Estación 8 - Etapa 1.

Figura 295. Cierres de obra en Estación 8 - Etapa 2.

Figura 296. Cierres de obra en Estación 9 - Etapa 1.

Figura 297. Cierres de obra en Estación 10 - Etapa 1.

Figura 298. Cierres de obra en Estación 11 - Etapa 1.

Figura 299. Cierres de obra en Estación 11 - Etapa 2.

Figura 300. Cierres de obra en Estación 11 - Etapa 3.

Figura 301. Cierres de obra para el Ingreso de Tuneladora - Etapa 1.

Figura 302. Cierres de obra para el Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Figura 303. Arreglo de asientos

Figura 304. Fijación de un asiento

Figura 305. Perfil de la máquina en sección del escudo, cabina de control, sistema de dovelas

Figura 306. Esquema de equilibrio de presión de tierras y sistema de extracción.

Figura 307. Sistema de inyección en el frente.

Figura 308. Sistema de inyección de lechada detrás de la cola del escudo en la zona de gap o espacio anular.

Figura 309. Sistema de sello e inyección del gap anular.

Figura 310. Sistemas de sello de las dovelas.

Figura 311. Configuración del anillo con segmentos trapezoidales.

Figura 312. Revestimiento del túnel con anillo de dovelas de concreto reforzado.

Figura 313. Sistema de sujeción de las dovelas mediante pernos de acero.

Figura 314. Estructura para el soporte del escudo durante su ensamble en el pozo de entrada

Figura 315. Estructura de reacción para el lanzamiento de la máquina tuneladora hacia el terreno

Figura 316. Inicio de excavación de la tuneladora y colocación de anillos de dovelas prefabricadas.

Figura 317. Planta. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas

Figura 318. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas

Figura 319. Secuencia de excavación en procedimiento constructivo de pozos

Figura 320. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas (planta)

Figura 321. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas (cortes)

Figura 322. Excavación de pantalla preexcavadas (Cut & Cover. Método invertido)

Figura 323. Barreras longitudinales de micropilotes

Figura 324. Muro a las entradas y salida de las estaciones (perfil y sección)

Figura 325. Estación de instrumentación típica en estaciones subterráneas

Figura 326. Construcción de fustes de pila para viaducto de metro

Figura 327. Construcción de capitel colado in situ sobre cimbra apoyada en el suelo

Figura 328. Capitel colado in situ sobre cimbra soportada por brackets (metro de Ho Chi Minh)

Figura 329. Instalación de capitel prefabricado sobre anillo de posicionamiento

Figura 330. Croquis mostrando procedimiento de ejecución de pórtico

Figura 331. Montaje del tablero gran U del metro de Ho Chi Minh mediante viga lanzadora

Figura 332. Croquis mostrando banco corto

Figura 333. Banco corto y molde para dovela de pila

Figura 334. Croquis mostrando banco largo

Figura 335. Célula de prefabricación de dovela estándar

Figura 336. Áreas de acopio de dovelas en parques de prefabricación

Figura 337. Vista aérea de parque de prefabricación para L4 de Metro de Santiago de Chile

Figura 338. Transporte de dovelas mediante remolques de cama baja

Figura 339. Suministro de dovelas hasta frente de obras mediante camiones

Figura 340. Acopio de dovelas bajo viaducto

Figura 341. Izado de las dovelas

Figura 342. Aplicación del adhesivo epóxido y tensado de barras temporales

Figura 343. Tensado de los cables de presfuerzo

Figura 344. Descenso del vano sobre pilas

Figura 345. Avance de la viga lanzadora, Fase 1: avance de la viga superior sobre la viga inferior (1)

Figura 346. Avance de la viga lanzadora, Fase 2: avance de la viga superior sobre la viga inferior (2)

Figura 347. Fase 3: avance de la viga inferior. Viga lanzadora lista para nuevo vano

Figura 348. Izado de dovelas mediante viga lanzadora

Figura 349. Ensamblaje temporal de dovelas mediante barras de pre esforzado y aplicación de adhesivo epóxico

Figura 350. Carro de apoyo de la viga lanzadora y sistema de avance sobre tablero

Figura 351. Avance de la viga lanzadora a vano siguiente

Figura 352. Configuración tipo para módulo continuo de dos vanos

Figura 353. Construcción del vano 1 mediante viga lanzadora

Figura 354. Avance de la viga lanzadora a vano 2

Figura 355. Construcción del vano 2 mediante viga lanzadora

Figura 356. Avance de la viga lanzadora y colado del diafragma sobre pila central

Figura 357. Tensado de cables de continuidad sobre pila central

Figura 358. Construcción del vano mediante mediante grúas apoyado en el suelo

Figura 359. Construcción del vano mediante grúas apoyado en la estructura

Figura 360. Construcción del vano mediante viga de lanzamiento

Figura 361. Secuencia constructiva tipo para puente por voladizos sucesivos mediante carro de avance

Figura 362. Código de colores para la disposición de residuos.

Figura 363. Propuesta de ubicación de las canecas dentro del frente de obra.

Figura 364. Propuesta de Distribución cuarto de almacenamiento temporal Residuos Sólidos – Vista en planta.

Figura 365. Sitios principales georeferenciados de disposición y tratamiento de RCD Bogotá y Cundinamarca
Fuente:UT MOVIUS 2022

Figura 366. Mapa de los focos o puntos de salida del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

Figura 367. Mapa Restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá
Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD , 2022.

Figura 368. Dinamica de Origen - Destino sitios de Disposición - trazado del proyecto
Fuente: UT MOVIUS, 2022

Figura 369. Gestión de manejo de RCD
Fuente: UT MOVIUS, 2022

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de la L2MB

Tabla 2. Vías afectadas por el proyecto en zona del patio-taller

Tabla 3. Vías afectadas por el proyecto en zonas de estación

Tabla 4. Exploraciones geotécnicas por fase

Tabla 5. Exploraciones de pavimentos

Tabla 6. Excavaciones para la construcción de estaciones

Tabla 7. Excavaciones para la construcción del túnel

Tabla 8. Excavaciones y rellenos para la construcción de vías

Tabla 9. Resumen del movimiento de tierras previsto para el proyecto

Tabla 10. Resumen del área de remoción de vegetación y descapote prevista para el proyecto

Tabla 11. Criterios de confort

Tabla 12. Criterios de seguridad de los usuarios

Tabla 13. Criterios dimensionamiento de evacuación

Tabla 14. Criterios de diseño estructural

Tabla 15. Criterios de economía operacional

Tabla 16. Criterio de circulación de usuarios

Tabla 17. Criterios responsabilidad ambiental

Tabla 18. Confort acústico

Tabla 19. Puntos ecológicos

Tabla 20. Infraestructura asociada a las estaciones

Tabla 21. Selección de materiales y acabados

Tabla 22. Sistema de protección contra incendios

Tabla 23. Estructuras inspeccionadas en la visita de campo

Tabla 24. Recopilación de información

Tabla 25. Acciones requeridas en estructuras existentes

Tabla 26. Abscisas de puntos bajos interestación y longitudes aferentes a pozos de drenaje

Tabla 27. Caudal infiltrado y diferencia geométrica en pozos de drenaje L2MB

Tabla 28. Diferencia altimétrica en Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11, y longitud de conexión urbana

Tabla 29. Abscisado del proyecto

Tabla 30. Resumen de estimativo de asentamientos, desplazamientos horizontales (strain en %) y ángulos de distorsión angular

Tabla 31. Asentamientos máximos esperados en cruces críticos

Tabla 32. Clasificación de los daños producidos en los edificios, adaptado de Burland (1977)

Tabla 33. Predios con posible afectación según la metodología de Boscardin and Cording (1989)

Tabla 34. Pozo de Entrada - Dimensiones de elementos estructurales

Tabla 35. Análisis para la definición de los pozos de ventilación intermedios.

Tabla 36. Criterios de confort y tenabilidad.

Tabla 37. Nivel de ruido

Tabla 38. Temperatura a lo largo del túnel durante funcionamiento normal.

Tabla 39. Listado de escenarios y resultados de velocidad crítica .

Tabla 40. Resultados de caudal y presión de los ventiladores para cada escenario

Tabla 41. Parámetros de diseño sistema de presurización.

Tabla 42. Características de las estaciones subterráneas

Tabla 43. Condiciones ambientales de diseño.

Tabla 44. Condiciones internas de diseños locales

Tabla 45. Modos de operación

Tabla 46. Centros de transformación en MT

Tabla 47. Lista de proveedores IDU - Agregados Pétreos

Tabla 48. Lista de proveedores de mezclas asfálticas

Tabla 49. Lista de proveedores de concreto hidráulico

Tabla 50. Lista de proveedores de RCD

Tabla 51. Tabla de instalaciones de mantenimiento

Tabla 52. Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional

Tabla 53. Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital Área de Influencia Urbana

Tabla 54. BIC Distritales inmediatos al Límite de Diseño E1

Tabla 55. Monumentos dentro el Área de Influencia Urbana de la L2MB

Tabla 56. Perfiles viales - Tipo de calles (Dimensiones)

Tabla 57. Arbolado urbano propuesto

Tabla 58. Total arbolado urbano propuesto L2MB

Tabla 59. Descripción de desvíos - Estación 1 - Etapa 2.

Tabla 60. Descripción de desvíos - Estación 1 - Etapa 3.

Tabla 61. Descripción de desvíos - Estación 2 - Etapa 2.

Tabla 62. Descripción de desvíos - Estación 3 - Etapa 2.

Tabla 63. Descripción de desvíos - Estación 6 - Etapa 2.

Tabla 64. Descripción de desvíos - Estación 7 - Etapa 2.

Tabla 65. Descripción de desvíos - Estación 8 - Etapa 2.

Tabla 66. Descripción de desvíos - Estación 11 - Etapa 2.

Tabla 67. Descripción de desvíos - Estación 11 - Etapa 3.

Tabla 68. Descripción de vías alternas - Ingreso Tuneladora - Etapa 1.

Tabla 69. Descripción de desvíos - Ingreso Tuneladora - Etapa 2.

Tabla 70. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 2.

Tabla 71. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 3.

Tabla 72. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 3 - Etapa 2.

Tabla 73. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 7 - Etapa 2 y 3.

Tabla 74. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.

Tabla 75. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.

Tabla 76. Descripción de desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Tabla 77. Descripción de desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Tabla 78. Características técnicas del material rodante

Tabla 79. Configuración de 7 coches en carga normal de 6 pasajeros de pie / m²

Tabla 80. Requisitos de confort acústico

Tabla 81. Localización de principales obras existentes con respecto a las pantallas de las estaciones

Tabla 82. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto

Tabla 83. Cantidad de viviendas que requieren demolición

Tabla 84. Análisis de condiciones y elementos de protección para eventos de inundación

Tabla 85. Materiales de construcción

Tabla 86. Sitios Autorizados para la Disposición Final de RCD

Tabla 87. Volúmenes de RCD (demoliciones y excavaciones)

Tabla 88. Objetivos para el manejo interno y externo de residuos peligrosos (Prevención y minimización)

Tabla 89. Objetivos para el manejo interno y externo de residuos peligrosos (Manejo externo ambientalmente seguro)

Tabla 90. Programa de capacitación

Tabla 91. Empresas autorizadas por la Secretaría Distrital de Ambiente para el manejo de RESPEL.

Tabla 92. Estimación de generación de residuos domiciliarios Kg/mes

Tabla 93. Estimación de residuos peligrosos

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Línea férrea perteneciente al Ferrocarril del Norte cruzada perpendicularmente por el túnel del proyecto a la altura de la calle 72 con Av. NQS

Fotografía 2. Situación actual de la calle 145 o Av. Transversal de Suba entre carreras 136A y 148

Fotografía 3. Situación actual calle 146 en cercanías del patio-taller

Fotografía 4. Situación actual calle 144

Fotografía 5. Situación actual transversal 141A Bis

Fotografía 6. Situación actual diagonal 151

Fotografía 7. Tipo de equipos e instalaciones requeridos para la planta de dovelas (planta de dovelas línea 2 metro Sao Paulo actualmente en construcción)

Fotografía 8. Cajas de inspección de redes subterráneas de energía MT 11,4 kV - BT 208/120 V - Canalizaciones

Fotografía 9. Redes aéreas de media tensión 11,4 kV (Transformador - Equipo de maniobra - Reconectador)

Fotografía 10. Redes aéreas de baja tensión 208/120V (Distribución - Alumbrado público)

Fotografía 11. Red aérea de alta tensión - 115 kV - Av. 68

Fotografía 12. Red aérea de alta tensión - 115 kV - Av. Rojas

Fotografía 13. Red aérea de alta tensión - 115 kV - Cra 103

Fotografía 14. Redes de ETB sobre la Calle 72.

Fotografía 15. Redes de ETB sobre la Calle 72

Fotografía 16. Redes de MOVISTAR sobre la Calle 72

Fotografía 17. Redes de MOVISTAR en la estación Av, Boyacá.

Fotografía 18. Redes de Tigo-Une sobre la estación Av. C. Cali.

Fotografía 19. Redes de Tigo-Une sobre la estación Av. Boyacá.

Fotografía 20. Sistema de apoyo de la máquina EPB sobre las dovelas con ruedas

Fotografía 21. Rampa o conformación de relleno en concreto o solera para el material rodante

Fotografía 22. Sitio típico de acopio de dovelas prefabricadas

Fotografía 23. Vehículo típico para transporte de dovelas

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. LOCALIZACIÓN

La Línea 2 del Metro de Bogotá (L2MB) se desarrollará en la ciudad de Bogotá, en las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba (Figura 1).

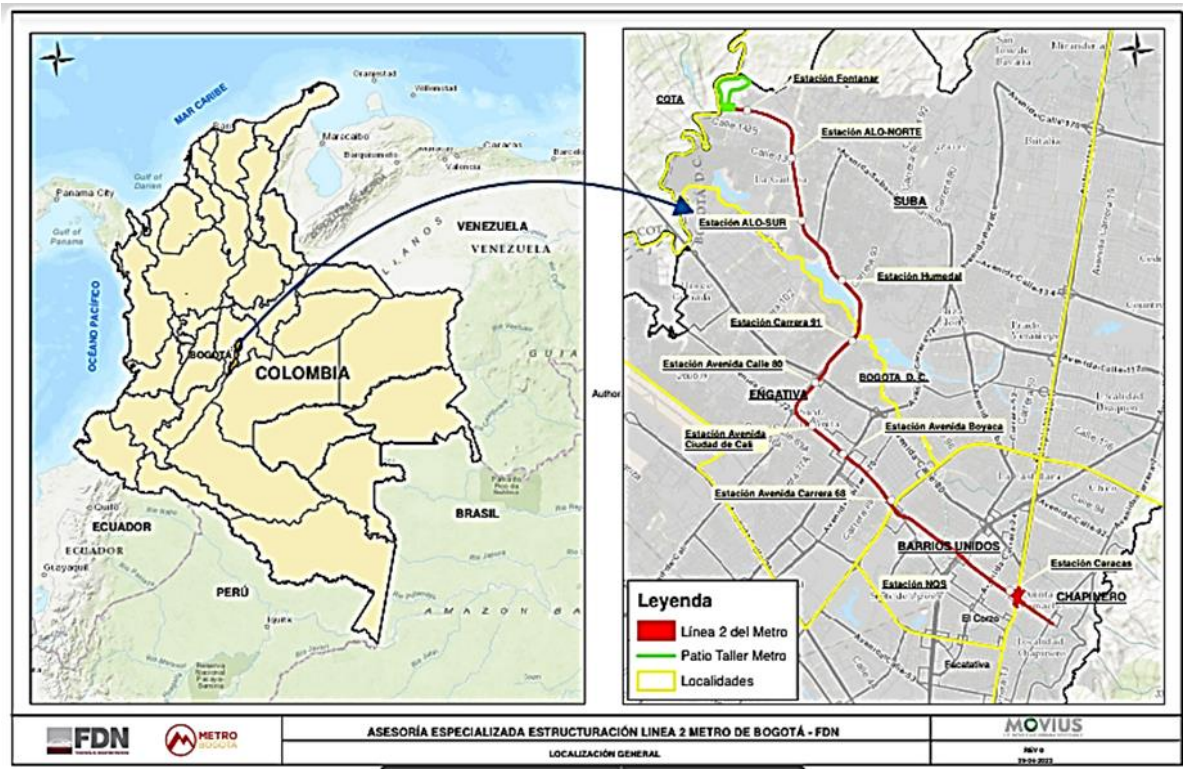


Figura 1. Localización del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

La L2MB se ha considerado como una línea de metro pesado con un trazado **predominantemente subterráneo** cuyo recorrido empieza en el nororiente de la ciudad (calle 72 con Av. Caracas, lugar donde se integrará a la estación 16 de la PLMB), y termina en la zona noroccidental (Fontanar del Río), junto al río Bogotá, donde operará el patio-taller. Tendrá 15,5 km de longitud y dispondrá de 11 estaciones

La L2MB inicia en el eje de la calle 72 en aproximaciones de la carrera 9 en dirección al occidente.

Posterior al paso bajo la futura intersección a desnivel de la calle 72 con Av. Caracas (en construcción por parte de la PLMB), el túnel discurre a lo largo de la calle 72 hasta la Av. Ciudad de Cali, donde realiza un giro de aproximadamente 90 grados hacia el norte y avanza por el costado oriental de la Av. Ciudad de Cali hasta el campo de golf del Club Los Lagartos, en cercanías de la diagonal 91 con la Av. Carrera 86 (Av. Ciudad de Cali). En ese punto gira hacia al noroccidente con una curva amplia y encuentra nuevamente la Av. Ciudad de Cali.

Luego el trazado del túnel comienza a separarse de dicha avenida y se enruta bajo el barrio Corinto de Suba hasta la reserva de la ALO. Allí continúa hacia el norte por el centro de la misma hasta la altura de la calle 144, donde realiza una curva amplia hacia el occidente e ingresa a la calle 145 o Av.Transversal de Suba.

En la calle 145 el túnel emerge a superficie y luego de una transición corta en trinchera, la línea pasa a ser elevada. Después de la estación 11 (Fontanar), ubicada entre las carreras 145 y 141b, se ubican la cola de maniobras del extremo occidental del trazado y las rampas de acceso al patio-taller.

La L2MB tiene 11 estaciones, de las cuales 10 son subterráneas y una elevada. La configuración de las mismas y su integración con otros medios de transporte existentes y futuros, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Estaciones de la L2MB

No.	Estación	Tipo	Integración	
E1	Calle 72	Subterránea	PLMB	Troncal Transmilenio Avenida Caracas
E2	Av. NQS	Subterránea	Troncal Transmilenio NQS y futuro proyecto Regiotram del Norte	
E3	Av. 68	Subterránea	Troncal Transmilenio Carrera 68	
E4	Av. Boyacá	Subterránea	Futura Troncal Transmilenio	
E5	Av. Cali	Subterránea		
E6	Calle 80	Subterránea	Troncal Transmilenio Calle 80 y futura Troncal Avenida Ciudad de Cali	
E7	Carrera 91	Subterránea		
E8	Humedal	Subterránea		
E9	ALO Sur	Subterránea		
E10	ALO Norte	Subterránea		
E11	Fontanar	Elevada		

Fuente: FDN y UT MOVIUS

La localización del proyecto se presenta en el plano No._L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0001_V01-1
Dicho plano está georreferenciado en coordenadas planas (magna sirgas origen Bogotá D.C.) y fue elaborado a escala 1:10.000. Permite la adecuada lectura de la información y cumple con los estándares de cartografía base del IGAC e IDECA, así como con los catálogos de objetos.

El mapa de localización al cual se hace referencia incluye, entre otros, la delimitación del área prevista a intervenir con el desarrollo del proyecto, así como sus obras e instalaciones temporales y los aspectos de información básica relacionados con: i) Curvas de nivel, ii) Hidrografía y iii) Accidentes geográficos.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

La Figura 2 ilustra el trazado y las estaciones de la L2MB sobre el mapa de la ciudad de Bogotá.

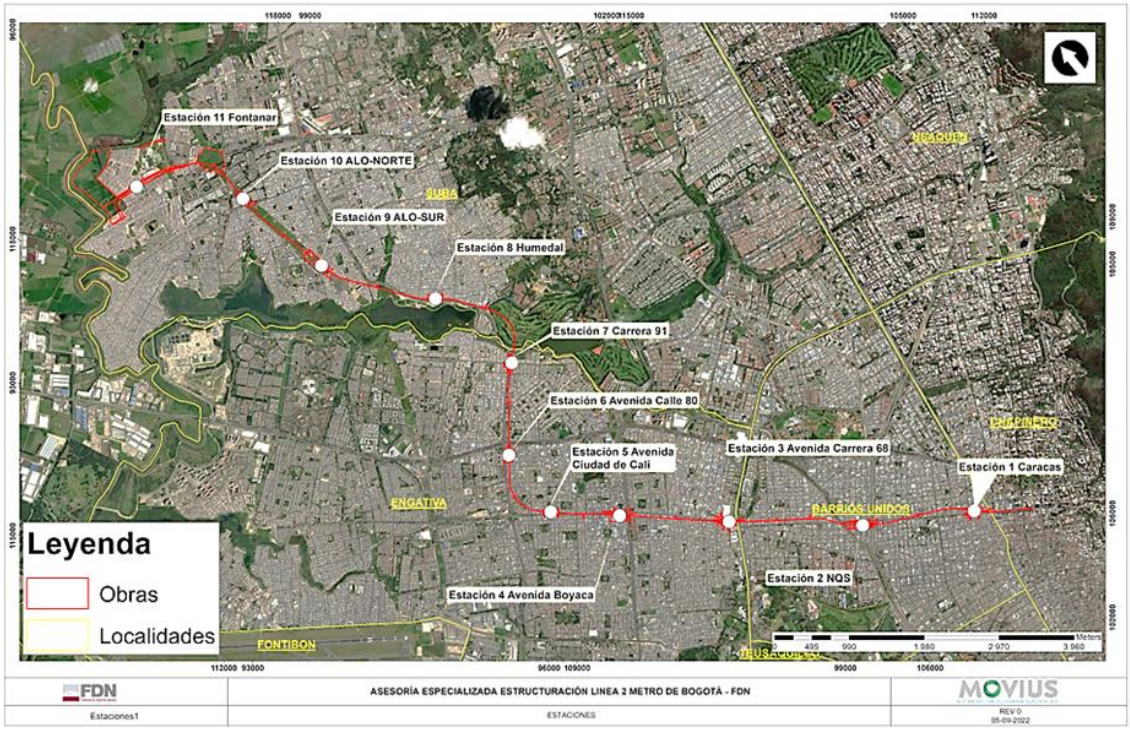


Figura 2. Trazado y estaciones de la L2MB.
Fuente: Google Earth - UT MOVIUS

La L2MB se compone de tres secciones tipo:

- Un tramo en túnel de 14,4 km de longitud (93% del trazado)
- Un tramo en trinchera (transición túnel a viaducto) de 135 m de longitud (1% del trazado)
- Un tramo en viaducto de 1 km de longitud (6% del trazado).

Desde la perspectiva de implantación urbana, y considerando que se trata de una línea principalmente subterránea, se ha tenido especial consideración en evitar afectaciones en superficie como consecuencia de la obra y de su futura operación. Al respecto, se ha dispuesto geométricamente un **túnel profundo** para aislarlo de la superficie y minimizar las posibles interacciones dentro de niveles tolerables, según la normatividad nacional e internacional.

Las características del trazado de la L2MB se describen en el numeral 3.2.3.1 Trazado y características geométricas del proyecto.

3.2.1. Infraestructura existente

La información sobre la infraestructura existente en la zona del proyecto se presenta en los planos a escala 1:25.000 _L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0001_V01-2.

3.2.1.1. Descripción de las vías, líneas férreas e infraestructura existente

3.2.1.1.1. Vías

En la secuencia fotográfica incluida en el Anexo 3.1 se aprecian las vías urbanas sobre las cuales discurre el túnel del proyecto. Así mismo, se muestra el estado actual de la Calle 145 o Transversal de Suba, donde el túnel emerge a superficie y la línea pasa a viaducto para su ingreso al patio-taller. Otras fotografías de vías existentes que serán utilizadas para la construcción de la L2MB se presentan en el numeral 3.2.1.2 Vías que serán utilizadas por el proyecto, clasificación y estado actual**.**

3.2.1.1.2. Líneas férreas

A la altura de la Av. NQS con calle 72, antes de la Estación 2, el túnel cruza perpendicularmente bajo la línea de Ferrocarril del Norte (Fotografía 1)**.** En este punto del trazado se ha previsto la integración de la L2MB con el futuro proyecto Regiotram del Norte.



Fotografía 1. Línea férrea perteneciente al Ferrocarril del Norte cruzada perpendicularmente por el túnel del proyecto a la altura de la calle 72 con Av. NQS
Fuente: UT MOVIUS

3.2.1.1.3. Otra Infraestructura existente - Deprimido de la PLMB en Av. Caracas con calle 72

El deprimido de la Av. Caracas con calle 72 es una obra complementaria perteneciente a la Primera Línea del Metro de Bogotá (PMLB), concebida para descongestionar el tráfico vehicular en esa intersección y mejorar la operación del Sistema Transmilenio.

Tendrá un paso a desnivel que permitirá a los vehículos que circulan por la calle 72 pasar por debajo de la Av. Caracas y la carrera 15.

En la Av. Caracas los buses del Sistema BRT y los mixtos pasarán a nivel, en sentidos N-S y S-N, y sobre ella, en viaducto, los trenes de la PLMB. Una cuadra al norte, entre calles 72a y 74, se construirá la Estación 16 de la PLMB, la última de esa línea en ese extremo de la ciudad.

Una vez ejecutado el proyecto se contará con una intersección a desnivel que priorizará los modos de transporte no motorizados y el sistema de transporte masivo. La calle 72 dispondrá, como se indicó, de un deprimido para los vehículos mixtos, generando la conexión entre las dos avenidas con vías de servicio que serán integradas urbanísticamente a los andenes del sector.

Sobre la Av. Caracas se garantizará la conexión operacional del sistema BRT mediante una intersección semafórica que estará armonizada con los ingresos a las estaciones del sistema de transporte masivo. Los parámetros viales tenidos en cuenta para el desarrollo de la intersección fueron los siguientes:

- Deprimidos vehiculares en la calle 72 con anchos de calzadas 6,50 m
- Vías de servicio para conexión entre avenidas de 3,25 m de ancho
- Andenes de ancho mínimo 5 m.
- Dos calzadas para la conexión operacional del sistema BRT sobre la calle 72. La calzada norte contará con un ancho de 7 m y la sur de 3,50 m.
- Sección vial V-2 al oriente de la Av. Caracas y V-3 (existente) al occidente de la Av. Caracas.
- Intersección semaforizada para garantizar el acceso a las estaciones, la conexión operacional del sistema BRT y la conexión de la vía con prioridad ciclista de la Av. Caracas hacia la carrera 15.
- Dos calzadas de Transmilenio de 7 m de ancho
- Separador central de 8 m de ancho en la Av. Caracas
- Vías de servicio sobre la Av. Caracas con prioridad ciclista y ancho mínimo de 4,25 m

Esta configuración se resume en las secciones típicas mostradas en la Figura 3, Figura 4 y Figura 5.

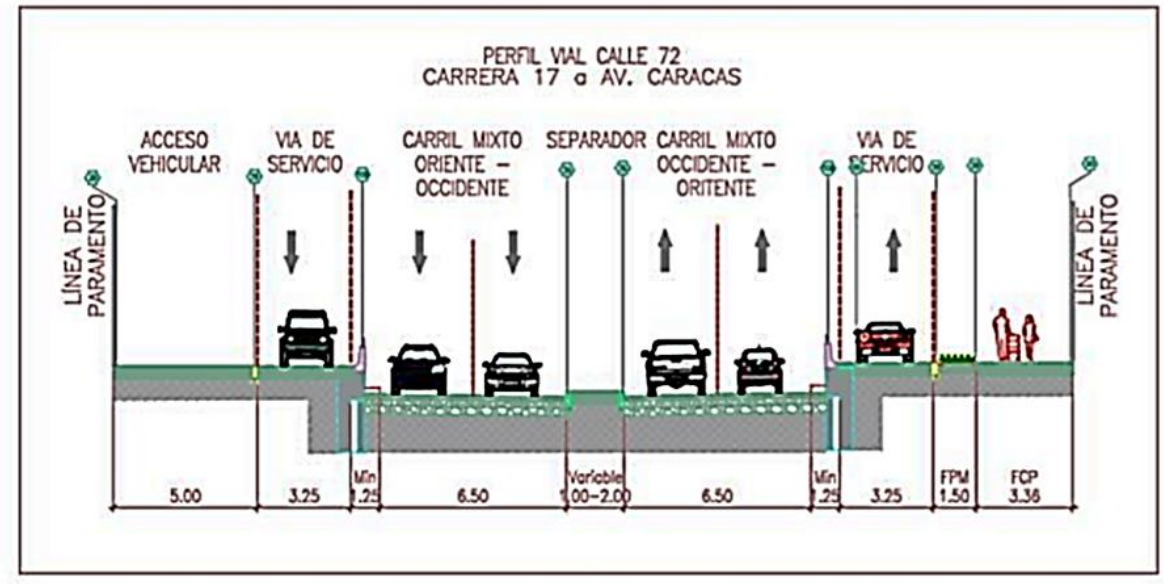


Figura 3. Sección típica vial calle 72 – Occidente Av. Caracas
Fuente: WSP 2021

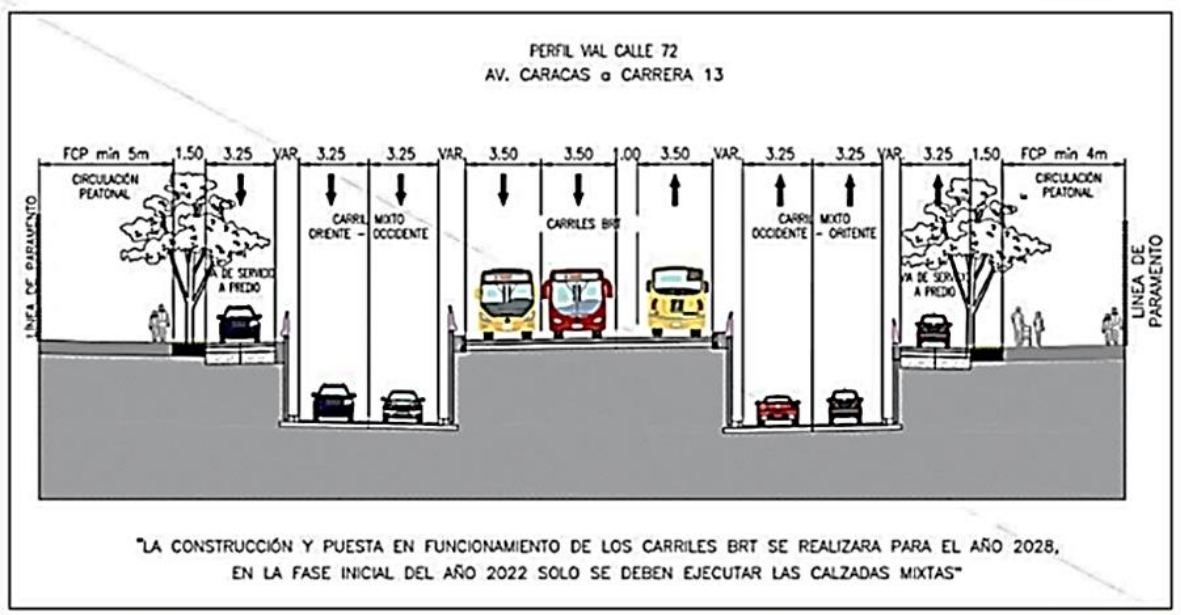


Figura 4. Sección típica vial calle 72 – Oriente de Av. Caracas
Fuente: WSP 2021

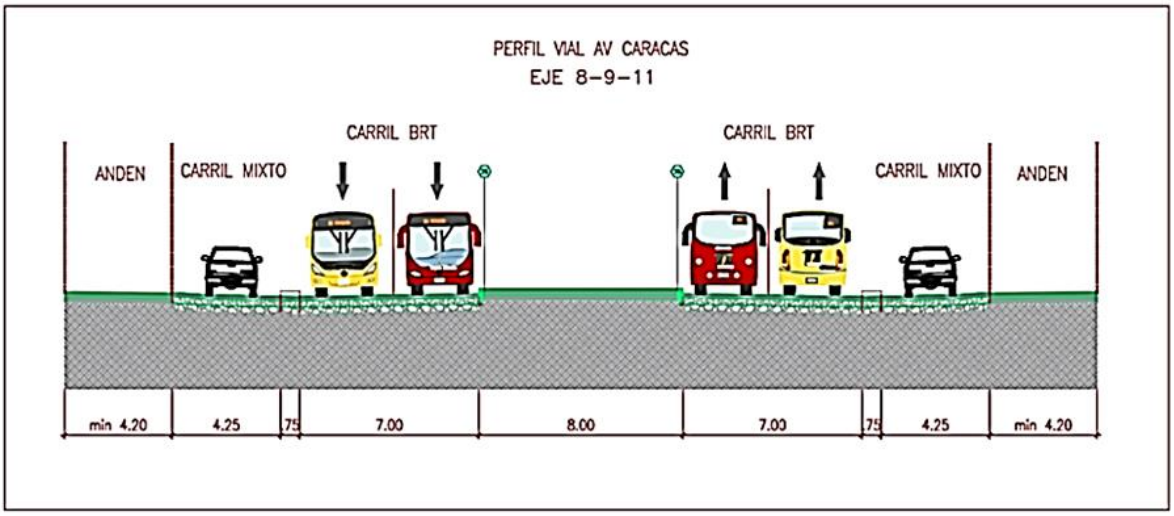


Figura 5. Sección típica vial Av. Caracas
Fuente: WSP 2021

Las obras del deprimido se encuentran en ejecución desde finales de octubre de 2021 y se iniciaron con la construcción de pantallas preexcavadas de ancho variable entre 0,60 m y 0,80 m, que contendrán lateralmente el terreno, evitarán el abatimiento del nivel freático y sostendrán las vigas superiores e inferiores, viga cabezal, vigas puntales y losas superiores e inferiores proyectadas en su interior. Las obras se vienen realizando por etapas para garantizar la continuidad del servicio del sistema Transmilenio. Así mismo, contemplan la restitución de las redes de servicio público al interior del deprimido.

La información correspondiente a las pantallas proviene del Concesionario encargado de acometer su construcción. Indica, entre otros, que la longitud total del deprimido será de aproximadamente 295 m (Figura 6), y como dato fundamental, que

la cota inferior de las pantallas de mayor altura estará 16 m bajo el nivel actual de rasante. La separación entre las mismas variará según se ubiquen en el costado occidental, zona central o costado oriental de la intersección.

Se ha previsto que la clave del túnel de la L2MB pase bajo el deprimido vehicular de la calle 72 con Av. Caracas a una distancia de 8,92 m de la parte más profunda de la pantalla de esta obra.

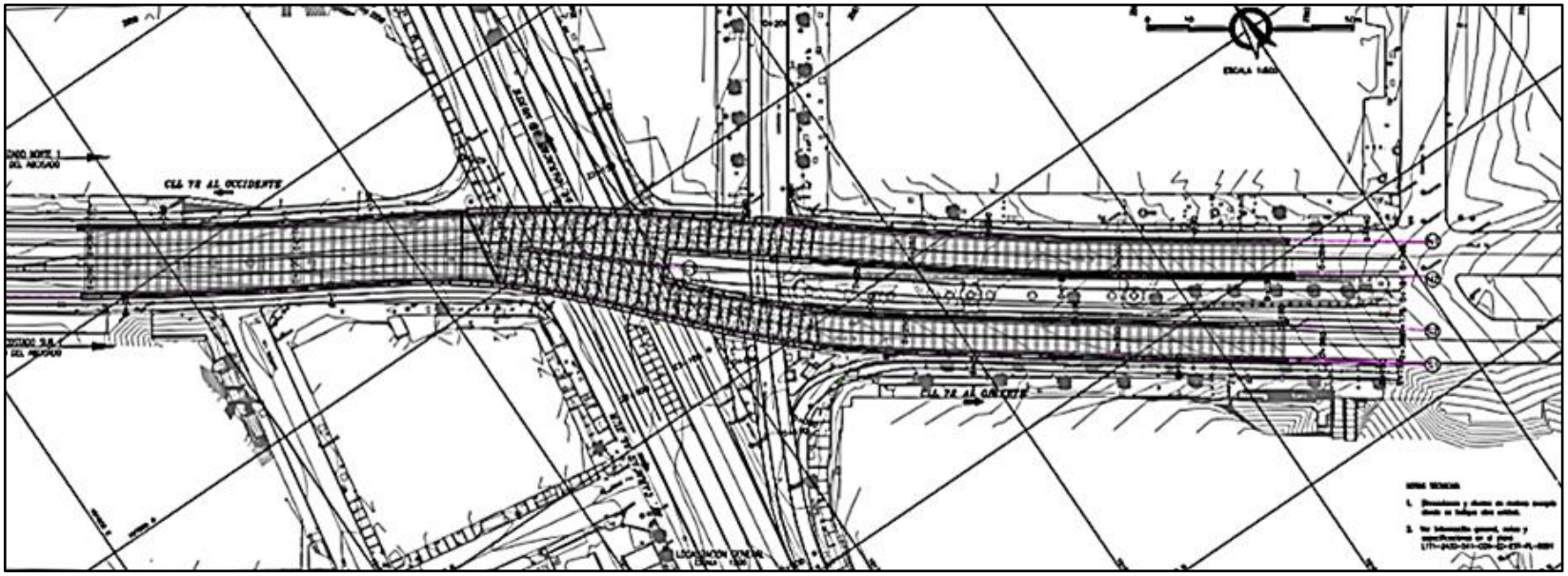


Figura 6. Planta deprimido calle 72 con Av. Caracas
Fuente: WSP 2021

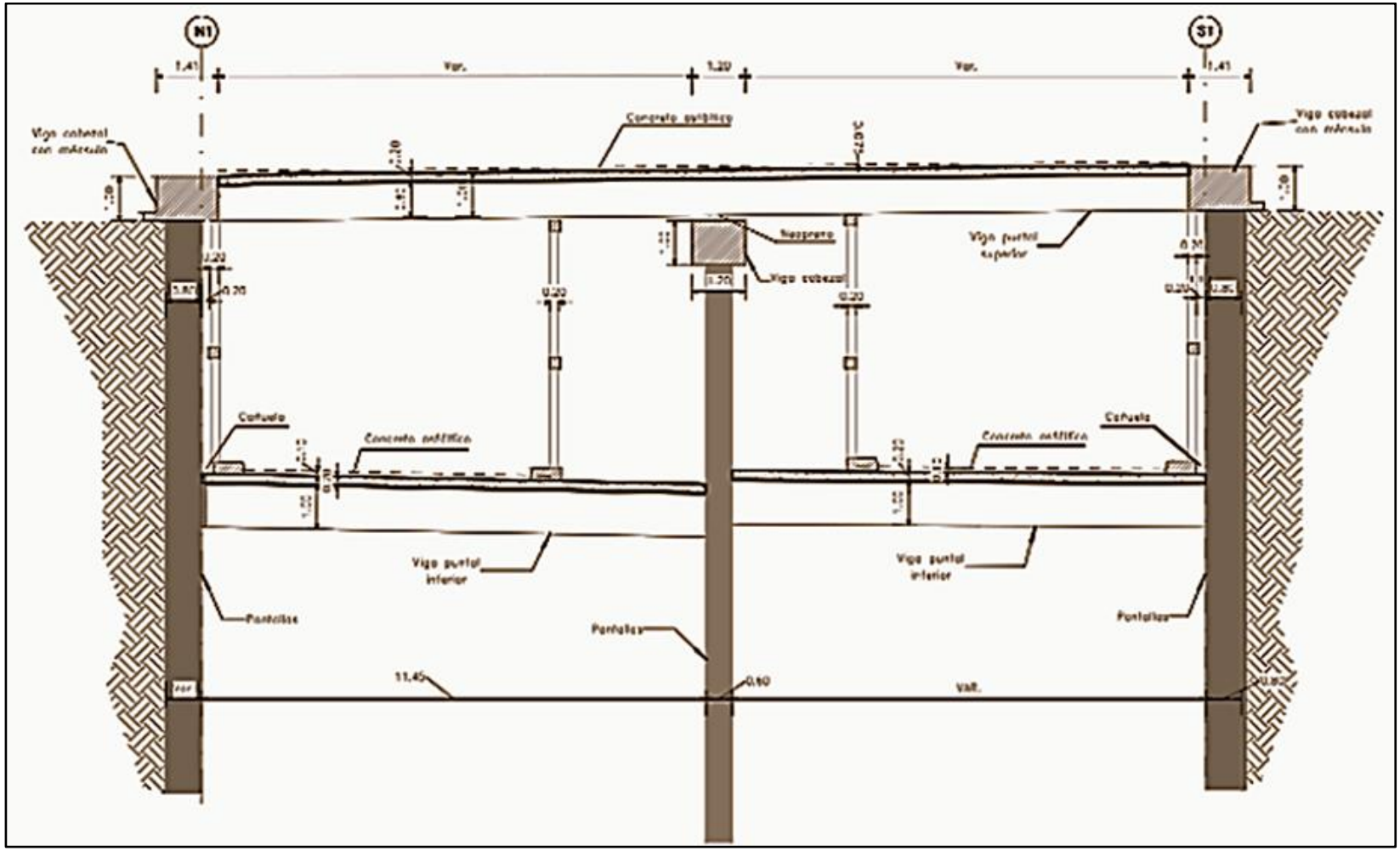


Figura 7. Sección transversal del deprimido de la calle 72 al occidente de la Av. Caracas
Fuente: WSP 2021



Figura 8. Deprimido calle 72 en costado sur-occidental de la intersección con la Av. Caracas
Fuente: El Espectador – Edición 16/09/2021

3.2.1.2. Vías que serán utilizadas por el proyecto, clasificación y estado actual

En la Tabla 2 se presentan los tramos o segmentos viales afectados por la implantación del proyecto L2MB.

Tabla 2. Vías afectadas por el proyecto en zona del patio-taller

Vía	Tipología POT de Bogotá Decreto 555 del 29 de diciembre de 2021
Calle 145 entre carrera 128 y carrera 148 Carrera 148 entre calle 144 y calle 145	A2
Calle 146 entre carrera 137 y diagonal 147	Intermedia I4
Calle 144 entre carrera 148 y carrera 149C	Malla vial local
Vías perimetrales a estaciones	Malla vial local

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.1.2.1. Calle 145 o Av. Transversal de Suba

Para la construcción del pozo de ingreso de la tuneladora y del tramo en viaducto hasta su ingreso al patio-taller se requiere la intervención de la calle 145 o Av. Transversal de Suba la cual, de acuerdo con la tipología del POT de Bogotá Decreto 555 del 29 de diciembre de 2021, se clasifica como una vía A2.

El corredor del proyecto en este sector se desarrolla en un área residencial consolidada. Al costado norte se encuentra el parque Fontanar. El tramo de la calle 145 entre las carreras 128 y 148 tiene 1 km de longitud, del cual únicamente se encuentran construidos los primeros 200 m, entre las carreras 128 y 136A.

Desde la carrera 136A hasta la carrera 148 existe un carreteable sobre la reserva vial de la Av. Transversal de Suba, cuya situación actual se observa en la Fotografía 2. La carrera 148 entre las calles 144 y 145 no se encuentra construida. Sobre la reserva vial se localiza un parqueadero de 80 m de longitud. Este tramo del corredor no tiene conexión con la red vial actual.

El tramo construido de la calle 145 se desarrolla en un tramo horizontal recto, a nivel respecto a los paramentos adyacentes a la misma y con pendientes de terreno plano inferiores al 2%. El espacio necesario para proyectar los tramos de vía nueva se caracteriza por disponer de un corredor recto o con bajas deflexiones, y con una deflexión cercana a 90 grados en el empalme entre la calle 145 y la carrera 148. Las condiciones actuales del terreno presentan pendientes longitudinales de un terreno ondulado con valores inferiores al 5%.

La sección transversal actual en el tramo construido tiene un ancho entre paramentos de 25 m distribuidos en dos calzadas de 7,5 m, andenes de 3,5 m y un separador de 3 m. El tramo de reserva vial del corredor no construido tiene un ancho promedio entre los extremos de 40 m.



Fotografía 2. Situación actual de la calle 145 o Av. Transversal de Suba entre carreras 136A y 148
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.1.2.2. Calle 146

La intervención de la calle 146 permitirá el acceso vehicular al patio-taller. Se trata de una vía de aproximadamente 350 m de longitud extendida desde la carrera 136D a la diagonal 147 por el costado norte del parque Fontanar. Actualmente dicha vía no tiene sección vial definida y presenta una superficie en tierra, como se observa en la Fotografía 3.

La geometría horizontal del tramo vial se desarrolla de forma paralela al parque Fontanar, con dos curvas de radios amplios, aptos para la velocidad típica de este tipo de vías. La geometría vertical se presenta a nivel respecto al parque Fontanar, con pendientes cercanas al 5% en el tramo inicial e inferiores al 1%.en el tramo final.

La sección transversal actual de la vía es de 6 m, en afirmado, y al inicio de la misma empalma con una vía de dos calzadas de 5 m cada una, de 5 m de ancho. En su parte final empalma con una vía de una sóla calzada de 8 m de ancho.



Fotografía 3. Situación actual calle 146 en cercanías del patio-taller
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.1.2.3. Calle 144

Esta intervención se ha previsto para facilitar el acceso al patio-taller por el costado sur. El tramo por intervenirse se encuentra ubicado entre la carrera 148 y la carrera 149C, donde empieza el lindero del futuro parque lineal del río Bogotá. La calle 144 corresponde al límite de la zona urbana en este sector de la ciudad y tiene una longitud aproximada de 295 metros. Si bien presenta una sección vial definida, no dispone de andenes y su superficie es en tierra. En la Fotografía 4 se observa su condición actual.

La geometría horizontal del espacio disponible para el tramo de vía es recto, paralelo a los predios adyacentes; Tiene pendientes verticales de terreno plano con valores inferiores al 1%. En relación con la sección transversal, cuenta con un ancho promedio entre paramentos de 12 m.



Fotografía 4. Situación actual calle 144
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.1.3. Vías de acceso al patio-taller

El acceso principal al patio-taller será por la transversal 141A Bis, dando continuidad a la calle 146. Por su parte, el ingreso a la subestación eléctrica, en la parte sur del patio-taller, se hará por la carrera 147 entre la calle 145 y la diagonal 150.

El segmento de vía existente en la transversal 141A Bis entre la diagonal 147 y la diagonal 151 se desarrolla en un tramo horizontal recto de 360 m de longitud. Su condición vertical se presenta a nivel respecto a los paramentos adyacentes a la misma, con pendientes longitudinales en terreno plano de valores inferiores al 2%. La sección vial actual tiene un ancho de calzada de 8,5 m con andenes en el costado sur y una zona verde en el costado norte (Fotografía 5).



Fotografía 5. Situación actual transversal 141A Bis

Fuente: UT MOVIUS 2022

El tramo de vía existente de la diagonal 151 y la carrera 147 entre la calle 145 y la transversal 141A Bis se desarrolla con un alineamiento horizontal provisto de un tramo ondulado y uno recto. Dispone de una curva con una deflexión cercana a los 90° que conecta la carrera 147 y la diagonal 151. El perfil vertical de los tramos viales actuales se desarrolla en paralelo a los paramentos adyacentes, con pendientes longitudinales inferiores al 1%. La sección vial tiene un ancho de calzada promedio de 8,5 m y andenes sobre ambos costados, con anchos predominantes de 3,5 m (Fotografía 6).



Fotografía 6. Situación actual diagonal 151
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.1.3.1. Vías intervenidas en zonas de estación

Para la construcción de las estaciones y para mejorar las condiciones de algunos accesos a las mismas se prevé la afectación de las vías indicadas en la Tabla 3. La mayoría de las mismas corresponden a vías locales ubicadas en zonas urbanas consolidadas. También se presentan algunas vías intermedias y en las estaciones E9 y E10, sobre el corredor de la ALO, una vía con tipología A0 sin conformación geométrica completamente definida en el corredor existente.

Tabla 3. Vías afectadas por el proyecto en zonas de estación

Estación	Corredor / Vias	Desde	Hasta	Estado actual
1	KR 20A	CLL 72	CLL 72A	Una calzada de 7.00 m unidireccional, con viviendas y locales comerciales en ambos costados, el estado de conservación del pavimento es óptimo, anchos de andén de 5 m para una longitud de intervención de 60 m y pendientes entre el 1,2 y 2,47%

Estación	Corredor / Vias	Desde	Hasta	Estado actual
	KR 20B	CLL 72	CLL 72A	En una zona urbana consolidada, con una longitud de 60 m, pendientes entre el 1,2 y 1,3%, señalización vertical y horizontal así como pavimento en buen estado, los andenes cuentan con un ancho de 5 m en mal estado.
	CL 72A	KR 20C	KR 20	Con un ancho de calzada entre 7,5 y 8,5 m, la calle 72A se encuentra sobre una zona urbana consolidada, con una longitud de 250 m, una pendiente longitudinal del entre el 0.8 y 1.0%, cuenta con andenes de 2.5 m de longitud, señalización vertical y horizontal en mal estado así como un pavimento en malas condiciones.
2	KR 50	CLL 72	CLL 71C	Carrera con una longitud de 77 m en la cual se desarrolla una pendiente del 0.55%, para un ancho de calzada de 8 m y andenes de 2 m de longitud en mal estado.
	KR 52	CLL 73	CLL 71C	Se localiza en una zona urbana consolidada con 80 m de longitud, pendiente longitudinal del 1,6% ancho de calzada de 8 m y pavimento en buenas condiciones.
	CLL 71C	KR 53	KR 50	Calzada unidireccional con un ancho de 9 m, en bombeo al 2%, una pendiente longitudinal entre 0.46 y 0.56% la cual se desarrolla en una longitud de 262 m, un estado del pavimento en condiciones regulares así como andenes con una longitud de 2.5 m en promedio
3	KR 68B bis	CLL 71	AV CHILE	Vía urbana, unidireccional con un ancho de calzada de 6 m, longitud total de 87 m donde se desarrolla una pendiente longitudinal de 0.5%, estado del pavimento regular y mala señalización vertical y horizontal. Colinda con la Av. Chile pero no brinda acceso a ésta dado que existe una zona verde privada.

Estación	Corredor / Vias	Desde	Hasta	Estado actual
	KR 68B	CLL 71	AV CHILE	Vía que da acceso a la Av chile, la cual cuenta con una longitud de 100 m una pendiente máxima de 0.5, ancho de calzada de 8 metros y andenes de 1.5 metros, la cual cuenta con señalización vertical y horizontal en buen estado.
	KR 68C	CLL 73	AV CHILE	Vía en zona comercial con una longitud de 114 m, un ancho de calzada de 7 m, en pavimento flexible en condiciones regulares, anchos de andén de 2.5 m y una pendiente longitudinal entre -1 y 1,75%
	CLL 72A	KR 68C	KR 68G	Calle de 80 metros de longitud con un ancho de calzada de 4 metros de longitud sobre una zona urbana consolidada unidireccional y pavimento en malas condiciones.
	OREJA AV KR 68 OR - SUR			Eje conectante Av Kra 68 oriente sur con una longitud aproximada de 100 metros unidireccional y un ancho de calzada de 6 metros.
	CONECTANTE NORTE OCC ALKOSTO			Vía conectante entre AV Kr 68 y ALKOSTO con una longitud de 200 m y un ancho de calzada de 5.55 m.
	CONECTANTE NORTE OCC			Eje conectante entre AV Kra 68 y Calle 72 A sentido norte occidente con una longitud aproximada de 200 m y un ancho de calzada de 7.5 m.
4	KR 73A	AV CHILE	CLL 71A	Con una longitud de 100 m, una pendiente longitudinal inferior al 0.5%, un ancho de calzada de 6.5 m en buenas condiciones de pavimento y anchos de andén entre 2 y 2.5 m
	CLL 71A	KR 73A	AV BOYACÁ	Calle de 250 m con pendiente longitudinal entre 0.3 y 1%, calzada unidireccional de 6 m con pavimento en muy mal estado y andenes con anchos variables entre 2 y 2.5 m.

Estación	Corredor / Vias	Desde	Hasta	Estado actual
5	KR 81A	AV CHILE	CLL 72A	Se localiza en zona urbana consolidada con una longitud de 50 m hasta la intersección, una pendiente longitudinal aproximada entre 1 y 0.35%, ancho de calzada de 7 metros, pavimento y andenes en buenas condiciones.
	KR 80	AV CHILE	CLL 72A	Kra sobre zona urbana consolidada con una longitud de 45 m y una pendiente longitudinal aproximada entre 0,3 y 1%, pavimento en buenas condiciones en un ancho de calzada de 7 metros y andenes entre 2 y 2,5 m.
	CLL 72A	KR 81A	KR 80	Sobre zona urbana consolidada con una longitud de 200 m pendientes longitudinales menores al 0.5% en un ancho de calzada de 7 m con pavimento en buenas condiciones y andenes de 2 m de longitud en buen estado.
6	CLL 77A	AV CALI	KR 85	Calle con acceso a Cra 86 bidireccional con pavimento y andenes en buen estado, longitud de 80 m, ancho de calzada de 9 m y andenes de 2.5 m.
	CLL 78	AV CALI	KR 86	Localizada sobre zona urbana consolidada, tiene una longitud de 50 m unidireccional, posee un ancho de calzada de 6 metros, andenes con alturas máximas de 15 cm y anchos de 2 m, pavimento y andenes en buenas condiciones.
	KR 85A	CLL 80	CLL 78	Carrera con acceso a estación de transmilenio Av Ciudad de cali, con una longitud de 70 m un ancho de calzada de 6 m en buenas condiciones a su vez que andenes con longitudes máximas de 2 metros.
7	CLL 90	AV CALI	KR 84B	Situada sobre una zona urbana consolidada se trata de una vía en doble calzada con dos carriles de

Estación	Corredor / Vias	Desde	Hasta	Estado actual
				circulación en el mismo sentido del tráfico, con anchos de calzada de 8 metros, pavimento en buenas condiciones y una longitud de 60 m.
	CLL 90A	AV CALI	KR 84B	Vía colindante con zona urbana y parque la serena andenes de 2.5 m, longitud de 50 m donde se desarrolla una pendiente longitudinal de 0.8% y un ancho de calzada de 7 metros unidireccional y pavimento en buenas condiciones.
	KR 85A	CLL 89	CLL 90	Kra 85A con acceso a calle 90 dentro de zona urbana consolidada, vía bidireccional con una longitud de 118 m donde se desarrolla una pendiente de 0.90% y un ancho de calzada de 3.5 m con pavimento en buen estado y un andén de 1,5 m.
8	KR 93C	AV CALI	CLL 127C BIS	Vía de 50 m localizada sobre zona urbana consolidada bidireccional con ancho de carril de 3.5 m en pavimento rígido en buenas condiciones y andenes entre 1,5 y 2,5 m en buen estado.
	KR 93C BIS	CLL 127b	CLL 127 C Bis	Vía sobre zona urbana consolidada construida en pavimento rígido, actualmente en buenas condiciones con una longitud de 45 metros sobres los cuales se desarrolla una calzada de 3.5m
	KR 94	CLL 127b	CLL 127 C Bis	Carrera de 94 metros de longitud sobre la cual se desarrolla una pendiente longitudinal aproximada entre 3.5 y 1,5 %, ancho de carril de 3 m unidireccional con pavimento en buen estado, andenes de 1 m de longitud.
	KR 95	CLL 127b	CLL 127 C Bis	Cra sobre zona urbana consolidada con una longitud de 60 metros en los cuales se desarrolla una pendiente longitudinal aproximada entre 0,3 y 1,2%, ancho de calzada de 3.5 m y andenes entre 1 y 1,5m, pavimento

Estación	Corredor / Vias	Desde	Hasta	Estado actual
				flexible en malas condiciones.
	CLL 127B	KR 93C	KR 95	Vía sobre zona urbana consolidada en pavimento flexible en buen estado con ancho de calzada de 5 metros, una longitud de 200 m y andenes de 1 m.
9	CLL 129D	KR 119D	KR 120	Vía colindante con terrenos baldíos y zona urbana, con pavimento en condiciones regulares, un ancho de calzada de 6 metros y una longitud de 55 m sin andenes.
	KR 119D	CLL 129D	KR 118	Carrera localizada entre terrenos baldíos, con una longitud de 118 m, los cuales se desarrollan sobre una calzada de 13 metros sin andenes y en malas condiciones de pavimento.
	ALO OCCIDENTE	CLL 129 D	CLL 130 F	Vía nueva la cual se construirá sobre terrenos baldíos.
	ALO ORIENTE (KR 118)	KR 119D	CLL 131	Vía sin pavimentar la cual tiene una longitud de 390 m con pendientes aproximadas entre 5.5 y 0.89%
10	CLL 139	KR 118 (ALO OCCIDENTE)	KR 118 (ALO ORIENTE)	Vía bidireccional ubicada entre terrenos baldíos, la cual cuenta con carril de cicloruta de 2,5 m y ancho de calzada de 7 m, andenes de 3.5 m en buenas condiciones.
	KR 118 (ALO ORIENTE)	CLL 139	CLL 142	Localizada en paralelo a 2 zonas verdes, bidireccional sin andenes con ancho de calzada de 7 m, una pendiente longitudinal aproximada de 0.5 % y pavimento en condiciones óptimas.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.2. Etapas y fases del proyecto

El proyecto L2MB fue concebido en cuatro fases. La primera, ya finalizada, correspondió a su planeación, en la cual se abordó la elaboración del Plan de Trabajo de la estructuración. Posteriormente, en la segunda fase, igualmente finalizada, se desarrollaron los análisis, estudios y diseños de factibilidad necesarios para lograr el aval técnico y fiscal del proyecto por parte del Gobierno Nacional. En la tercera fase, actualmente en desarrollo,

y luego de haberse otorgado el mencionado aval, se vienen llevando a cabo, desde el componente técnico, los estudios y diseños complementarios requeridos para la estructuración. Por último, la cuarta fase comprenderá los análisis necesarios en los componentes técnico, legal, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del proyecto y de esta forma preparar la estructuración del modelo de transacción con los documentos necesarios para llevar a cabo los procesos de selección del constructor.

3.2.2.1. Actividades previas

3.2.2.1.1. Trámites con entidades

En el marco del estudio de factibilidad se han remitido un total de 224 comunicaciones a 52 entidades públicas y privadas. El objeto principal de las mismas ha sido solicitar información actualizada de carácter formal y socializar el proyecto con aquellas, invitándolas a participar en reuniones virtuales o presenciales celebradas para ese propósito particular.

La mayor parte de las entidades contactadas respondieron diligentemente a los requerimientos planteados, ya sea suministrando la información requerida y/o participando de manera activa en las reuniones de socialización.

La gestión con las entidades ha continuado extendiéndose a lo largo de la estructuración en la medida en que surgieron nuevas necesidades de información para el ajuste de los diseños, de manera que sus definiciones de trazado, ubicación y características de estaciones, material rodante, afectaciones ambientales y prediales, procesos constructivos y costos estimados, continúen consolidándose e informándose a los distintos estamentos institucionales y comunitarios.

3.2.2.1.2. Topografía

Los estudios topográficos realizados permitieron la obtención de la información adecuada y necesaria para elaborar los diseños de factibilidad junto con su componente vial urbano y de espacio público.

El levantamiento topográfico se ejecutó mediante tecnología LIDAR aerotransportado y se complementó con uso de técnicas y tecnologías fotogramétricas, y con topografía convencional de detalle.

Como resultado del mismo, se obtuvo la representación gráfica del terreno en planimetría y altimetría en la totalidad de la zona del corredor, con un ancho mínimo de 100 metros a cada lado del alineamiento del trazado.

3.2.2.1.3. Exploraciones geotécnicas

El plan de exploraciones para la caracterización geomecánica del corredor se planteó para reducir las incertidumbres de origen geotécnico en la zona del proyecto y en esa medida reducir los riesgos para los oferentes que participen en el proceso licitatorio, generando condiciones favorables para cualquier modelo de transacción que se adopte. Para cumplir con este objetivo, se planteó la ejecución del mencionado plan en dos fases:

- Fase 1: En esta fase se establecieron los requisitos mínimos de caracterización requeridos por el proyecto. La información levantada en la misma permitió caracterizar el corredor del proyecto y adelantar el diseño de las obras proyectadas.

- Fase 2: En esta fase se complementó la información levantada en la fase anterior, eliminando incertidumbres en la medida en que se redujo la distancia entre sondeos.

Las cantidades de exploración que se previeron para una y otra de las fases antes mencionadas se incluyen en la Tabla 4.

Tabla 4. Exploraciones geotécnicas por fase

	FASE 1		FASE 2	
Tipo	**Puntos de exploración**	**Longitud**	**Puntos de exploración**	**Longitud**
PT	70	3.375	47	1.810
CPT	23	1.055	63	2.140
SCPT	36	1.710	30	1.065
Totales	**129**	**6.140**	**140**	**5.015**
Participación	**43,64%**	**56,90%**	**47,42%**	**43,46%**

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.2.1.4. Exploraciones de pavimentos

En la Tabla 5 se presentan las cantidades de exploración ejecutadas para evaluar las condiciones de los pavimentos en las zonas aledañas a las estaciones, en las cuales se requerirán desvíos mientras se adelanta la construcción de las obras.

Tabla 5. Exploraciones de pavimentos

Item	Unidad	Cantidad
Georradar	km	13,46
PCI	km-calzada	13,46
FWD	pto	136
Apiques	un	40

Fuente: UT MOVIUS 2022

En la estimación de estas cantidades se consideró una longitud de 3 285 m de vías alrededor de cada estación y por tanto, para la evaluación de la capacidad estructural y del estado de los pavimentos existentes, se ejecutaron mediciones de espesores con georradar, auscultación (PCI), deflectometría cada 100 m y un apique de validación de espesores cada 500 m.

El plan de exploración de pavimentos no incluyó exploraciones a lo largo del corredor, puesto que a diferencia de la PLMB, en este proyecto no se contempla la reconfiguración de la sección vial a lo largo del mismo y las únicas intervenciones que se prevén a nivel de pavimentos son las relacionadas con las vías de desvío asociadas a la construcción de las estaciones.

3.2.2.1.5. Estudio de demanda

El estudio de demanda del proyecto se dividió en dos fases:

- Fase 1: Estimaciones de demanda del proyecto a partir de información secundaria, utilizando como base el Modelo de 4 Etapas más actualizado de la SDM.

- Fase 2: Evaluación del comportamiento de la demanda bajo diferentes supuestos financieros, económicos, sociales y operacionales, según se desarrolle la estructuración integral del proyecto.

Los escenarios de oferta lo constituyeron principalmente los nuevos proyectos de infraestructura vial o de sistemas de rutas de transporte público considerados dentro de los escenarios futuros del Modelo de 4 Etapas de la SDM, incluyendo proyectos de gran envergadura, viales o de transporte público, que puedan impactar a la L2MB, como por ejemplo ampliaciones de la red troncal del Sistema Transmilenio.

A partir de lo antes mencionado, se configuraron tres escenarios asociados a la planeación y priorización de proyectos de transporte público de la ciudad, con los cuales se pudo determinar, entre otros, la información de demanda, la información de beneficios sociales y el dimensionamiento del proyecto.

El Escenario 1 correspondió a aquel donde se incorporan los proyectos actualmente en construcción o altamente probables en cuanto a su implementación, adicionando la L2MB. En consecuencia, a partir de dicho escenario se generó la primera estimación de la demanda del nuevo proyecto L2MB.

Los Escenarios 2 y 3 se conformaron con los proyectos contemplados en el Escenario 1, adicionando otros proyectos de transporte público y privado con los cuales se estimaron pronósticos adicionales de la demanda de la L2MB.

Las conclusiones del estudio de demanda fueron las siguientes:

Las corridas de estimaciones de demanda se realizaron utilizando la última versión del Modelo de Transporte de 4 Etapas recibido de la SDM, para lo cual previamente se hicieron revisiones del detalle geográfico del trazado de la línea, localización de estaciones, revisión de la velocidad entre estaciones y tiempos de parada, incorporación de la propuesta de reestructuración de rutas y ofertas de transporte consideradas para el desarrollo del estudio.

Se identificó que el modelo entregado por la SDM no contenía estrictamente las redes y matrices asociadas a la prefactibilidad de la L2MB. La versión entregada correspondió a una versión actualizada con cambios realizados por la SDM.

Se hizo una comparación de los resultados obtenidos y presentados en el Estudio de Prefactibilidad año 2030, resultados del modelo de la SDM, Escenario 32000: 2032, con los resultados obtenidos en las Estimaciones de Demanda del presente estudio, año 2030, obteniéndose los siguientes resultados:

- En sentido Sur - Norte, las cargas estimadas en el estudio tienen un comportamiento similar con los resultados obtenidos por la SDM, en el tramo calle 72 - Av. Boyacá.

- En la Estación de la Av. Cali, el comportamiento difiere en relación con la SDM, debido a que el modelo de la SDM contempla la implantación de la Troncal Av. Cali hasta la Av. Calle 80 y su integración en este punto con la L2MB, lo que incrementa las cargas a partir de esta estación y hasta la Estación Fontanar.

- Para el sentido Norte - Sur las cargas estimadas en el estudio son similares a las estimadas en el Modelo de la SDM.

Los abordajes a estaciones se presentan mayormente en la estación Carrera 91 en la Visión 1 de los tres cortes temporales modelados (2030, 2035 y 2040) y analizados en la Oferta 1. En estos escenarios se tiene en cuenta la operación de los proyectos viales desarrollados y planeados en los próximos años, así como el crecimiento poblacional y los usos del suelo relacionados. En dicha estación, los abordajes totales no presentan un

crecimiento diferencial entre escenarios puesto que la cantidad de abordajes para el año 2030 es de 12.556 y para el año 2040 se proyectan 12.675 en Oferta 1. Por otra parte, es constante que el mayor número de abordajes por transferencias se dé en la estación Av. 68 para la Oferta 1 y en la Calle 80 para la Oferta 2, siendo coherente con la atracción generada por las correspondientes troncales BRT.

Respecto a la Visión 2, la estación con mayor número de abordajes depende del escenario de oferta. En el caso de las Ofertas 2 y 3, la estación ALO sur presenta la cantidad de abordajes más alta de todas las estaciones, oscilando entre 12.716 (2030) y 13.094 (2050), atrayendo 378 abordajes al año final analizado. La mayor cantidad por transferencias se genera en las estaciones Calle 80 y Av. Boyacá.

En la Visión 3, la estación ALO sur proyecta la mayor cantidad de abordajes en las ofertas analizadas, donde la cantidad de abordajes oscila entre 12.065 y 15.081. Con respecto al mayor número de abordajes por transferencias, se obtiene que la estación Av. 68 presenta el valor más alto en los cortes temporales 2030 y 2040 de la Oferta 1, mientras que la estación Av. Calle 80 tiene las transferencias de abordaje más altas en los demás cortes temporales de las Ofertas 1, 2 y 3.

Se determinó que entre mayor sea el desarrollo de la ciudad y su área metropolitana en términos de infraestructura vial y sistemas de transporte público ofertados a la población que la habita, menor o igual será la cantidad de abordajes que efectúen a las estaciones de la L2MB. Así mismo, que el aumento en la cantidad de abordajes de transferencia depende directamente de la implementación y operación de nuevas troncales BRT y líneas de metro que cuenten con estaciones de integración modal.

Como resultado de los diferentes escenarios corridos bajo las tres visiones y ofertas, se concluyó que las mayores transferencias de usuarios entre sistemas de transporte público se darán entre los sistemas integrados de transporte público de Bogotá (SITP implementado y Transmilenio) y el sistema Metro.

Analizando las cargas en todos los corredores de transporte público, se evidencia que para el año 2030 las cargas que recibe cada uno de los corredores son superiores a las cargas 2035, 2040 y 2050, puesto que la oferta de proyectos es reducida con respecto a dichos años. Adicionalmente, es importante anotar que comparando ofertas, es decir analizando la misma oferta en el mismo año, se evidencia una tendencia general de obtener mayor carga de pasajeros con la Visión 2 en los diferentes corredores de transporte público evaluados.

Luego de analizar las cargas de manera independiente del corredor de la L2MB, se destaca que a medida que transcurren los años la demanda irá disminuyendo como consecuencia del incremento de oferta de proyectos de transporte.

Para el análisis de sensibilidad se parte de que hay variables que afectan positivamente los abordajes de la L2MB, como Velocidad del Metro Alto, Tarifa de L2MB Bajo (2200) y Tarifa de Integración Zonal a L2MB. De igual forma, se definen variables que presentan una variación negativa en la carga de la L2MB como Velocidad del Metro bajo, Tarifa de L2MB Alto (2600), Tiempo de Acceso a Estaciones 1,5 (3 min subida/bajada) y Penalidad de transbordo a L2MB.

Una vez analizada la cantidad de viajes producidos y atraídos para cada corte temporal, y según oferta de Bogotá y de los municipios aledaños, se encontraron resultados muy similares entre sí. La tendencia para todas las ofertas y para corte temporal es que Bogotá representa la mayor cantidad de viajes producidos y atendidos, con porcentajes entre el 95% y 97%, mientras que el porcentaje que representa los demás municipios oscila entre el 3% y 5%. Igualmente, se encontró que después de Bogotá el municipio que tiene la mayor cantidad de viajes producidos y atraídos es Soacha, seguido por La Calera, pero con registros muy inferiores respecto a Bogotá. Adicionalmente, se encontró que municipios tan cercanos como Cota o Chía no presentan cifras significativas para cada uno de los cortes temporales.

Respecto a las cargas máximas en el sistema para las tres visiones de ciudad, las mayores cargas se presentan en el sentido Norte - Sur, y el tramo de mayor carga se ubica entre las estaciones Av. 68 y Av. Boyacá. La mayor carga se obtiene en el escenario de Visión 3 y Oferta 1 en el corte temporal 2040, con una carga máxima de 57.495.

De acuerdo con la evaluación de los escenarios de oferta y demanda analizados en el estudio, se recomendó considerar el escenario que contempla la Oferta 1 y la Visión 3 de ciudad, teniendo en cuenta que la Oferta 1 es aquella que cubre los proyectos más probables de ejecución y la Visión 3, de crecimiento de ciudad, es la que corresponde a la visión de la actual administración. Adicionalmente, el escenario de Oferta 1 con la Visión 3 de ciudad es el que generaría la mayor demanda de pasajeros.

3.2.2.1.6. Debida diligencia técnica

Los objetivos de la Debida Diligencia Técnica realizada en la etapa inicial del proceso de estructuración, fueron los siguientes:

- Revisar y analizar la información de las etapas previas a la elaboración de los estudios y diseños de factibilidad.
- Recolectar, revisar y analizar los estudios e información relacionada con los proyectos en ejecución o por ejecutar en el área de influencia del trazado, que tengan injerencia con el desarrollo de la L2MB.
- Recolectar, revisar y analizar la normatividad técnica nacional e internacional aplicable, tanto en materia de sistemas férreos como en aquellos componentes y disciplinas que abarcan los estudios y diseños de factibilidad, de modo que se identifiquen aquellos aspectos a considerar en los diseños.
- En general, durante este proceso, revisar y analizar el nivel de desarrollo de los estudios realizados de cara a la estructuración del proyecto para evaluar su impacto en la realización del estudio.
- Realizar un análisis de experiencias internacionales (*benchmarking*) de proyectos similares, focalizando los esfuerzos en brindar buenas prácticas y lecciones aprendidas durante los procesos de licitación, adjudicación, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de transporte férreo masivo de pasajeros y de infraestructuras en túneles, que puedan servir de ejemplo para el proyecto objeto de este alcance, teniendo especial cuidado con su contextualización al medio local y la identificación y mitigación de los impactos generados por causa de la ejecución. Así mismo, dentro de este análisis, incluir una revisión de los problemas identificados en los referentes estudiados, de modo que pueda proponerse acciones para evitar su ocurrencia en el proyecto.

Bajo ese contexto, los esfuerzos que se hicieron al respecto se enfocaron en:

- Revisar y evaluar la información disponible sobre el proyecto (estudios desarrollados, información complementaria, premisas de trabajo, etc.)
- Recolectar los datos necesarios y existentes para el desempeño de las actividades de diseño técnico del proyecto, así como su análisis
- Revisar la normatividad técnica al nivel del proyecto y al nivel de los distintos componentes técnicos que lo conforman
- Proporcionar elementos de *benchmarking* de proyectos similares al proyecto L2MB para fomentar las bases y el entendimiento entre actores tanto sobre la consideración de casos y contextos específicos de

estos proyectos, así como para poder tomar en cuenta lecciones aprendidas que pueden ser consideradas en el marco del contexto de la L2MB

- Establecer la lista de proyectos urbanos y/o de infraestructuras cuyos desarrollos requieren ser considerados para el proyecto L2MB, identificando potenciales limitaciones y oportunidades de desarrollo común, así como potenciales necesidades de ajustes entre estos proyectos

- Identificar todos los trámites para la obtención de permisos, autorizaciones y licencias requeridos para el desarrollo del proyecto, los requisitos para su obtención y la entidad ante la cual se debe realizar cada trámite, así como los tiempos estimados para su consecución, realizando un cronograma de diligencias, permisos, autorizaciones y licencias que permita el cumplimiento de los tiempos previstos para la ejecución del proyecto

Con lo anterior, se definió y fortaleció el marco de entendimiento común de la multitud de retos que requieren resolverse a lo largo de la estructuración. Además, la Debida Diligencia técnica permitió definir, entre otros, el punto de partida para completar los diseños de factibilidad y el aval técnico y fiscal, así como la posterior estructuración, todo lo cual se optimizó y detalló con lo que fue desarrollado en el marco del estudio de prefactibilidad.

Los proyectos, datos y estudios identificados y analizados en el marco de la debida diligencia técnica de la L2MB fueron los siguientes:

- Estudio de prefactibilidad del proyecto de L2MB (UT Egis-Steer David; 2020-2021, Contrato 033 de 2020),

- Estructuración técnica de la PLMB (UT Metrobog, 2017-2019, Contrato 02 de 2017),

- Diseño detallado del deprimido vial de la Avenida Caracas / Calle 72 de la PLMB (Metro Línea 1 SAS, 2021, Contrato 163 de 2020),

- Corredor verde carrera séptima – Estudio de idea y prefactibilidad (SDM-IDU, 2021),

- Informe de actividades de la ruta de participación ciudadana incidente en la primera fase de la etapa de co-creación del proyecto del corredor verde de la carrera séptima" (IDPAC),

- Síntesis proceso de co-creación y participación ciudadana en la fase de desarrollo conceptual del corredor verde carrera séptima – Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá),

- Documento técnico de soporte factibilidad proyecto corredor verde carrera séptima entre calles 26 y 200 (IDU, 2021),

- Parámetros técnicos operacionales y de infraestructura corredor verde carrera séptima (Transmilenio, 2021),

- Proyecto Ciclo Alameda Medio Milenio (IDU - Consorcio Medio Milenio IDE, 2021),

- Componente de tránsito de la factibilidad estratégica para el corredor verde de la carrera séptima (SDM, 2021),

- Documento CONPES 4034 - Apoyo del Gobierno Nacional a la actualización del Programa Integral de Movilidad de la Región Bogotá-Cundinamarca (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2021),

- Factibilidad, estudios y diseños para la adecuación al Sistema Transmilenio de la Troncal Av. Congreso Eucarístico (Carrera 68) desde la Carrera 7 hasta la Autopista Sur y de los equipamientos urbanos complementarios (Contrato 1345-2017 - Consorcio Consultores Transmilenio, 2019),

- Factibilidad y actualización, complementación, ajustes de los estudios y diseños, y estudios y diseños para la ampliación y extensión de la Avenida Ciudad de Cali al Sistema Transmilenio, entre la Avenida Circunvalar del Sur y la Avenida Calle 170 y de los equipamientos urbanos complementarios, en Bogotá D.C. (Contrato IDU-1352-2017 - Consorcio Troncales Bogotá, 2019),017
- Estudios y diseños de la Troncal Centenario desde el límite occidente del Distrito hasta la Troncal Américas con Carrera 50, y de la Avenida Longitudinal de Occidente, ramal Avenida Villavicencio hasta la Avenida Cali y ramal Avenida de las Américas hasta la Avenida Cali, Bogotá D.C. (Contrato IDU 1475-2017 - Unión Temporal APP ALO, 2018),
- Información entregada por la EMB en presentaciones y documentos acerca de la constructibilidad de la cola de maniobras, trámite para el cruce del deprimido de la Cll. 72 y plan de exploración geotécnica mínima (EMB, 2021),
- Evaluación del derrumbe de la calle 72 con carrera 7, costado sur-occidental, ocurrido el 9 de mayo de 1994. Informe de la comisión investigadora (Sociedad Colombiana de Ingenieros, septiembre de 1994).
- Bienes de interés cultural potencialmente afectados por el trazado del proyecto (Ministerio de Cultura, Instituto Distrital de Patrimonio Cultural),
- Fuentes propias de información de las empresas que conforman la Asesoría para el desarrollo de las actividades de *benchmarking*.

3.2.2.1.7. Estudios prediales

A partir de las áreas de intervención definidas por los componentes de diseño geométrico, urbanismo y paisajismo, se seleccionaron los lotes incorporados en las áreas de intervención.

De esta selección de lotes se hizo un descarte de algunos de ellos por factores de espacio público, propiedades del Distrito y lotes urbanizados no edificados del Estado, obteniéndose como resultado un “Listado de Lotes Afectados”. Posteriormente, se procedió a definir el tipo de afectación del terreno para cada uno de los mismos, analizando su tipo de afectación, ya fuera parcial o total.

Se identificaron **880 predios** requeridos para la construcción del proyecto, con la siguiente discriminación por tipo de obra:

- Estaciones (74,31%)
- Accesos satelitales (18,41%)
- Pozos de evacuación, ventilación y drenaje (6,14%)
- Patio-taller (1,14%)

La información complementaria sobre los predios afectados por el proyecto se presenta en el numeral 3.2.20 Requerimiento de demolición de viviendas u obras de infraestructura.

3.2.2.2. Actividades de construcción

Para el desarrollo de la obra se han previsto procesos constructivos de uso generalizado en este tipo de desarrollos, en función de rendimientos y secuencias indicativas que deberán ser valoradas y ajustadas por el constructor seleccionado.

Por su complejidad y demanda de recursos, se han determinado las principales actividades del proyecto, dividiéndolas en dos grandes grupos:

Para el sistema ferroviario:

- Túnel
- Estaciones
- Sistemas ferroviarios
- Material rodante
- Pruebas

Para las obras complementarias:

- Diseños y construcción adecuación patio-taller
- Estaciones
- Espacio público y urbanismo, básicamente en zona de estaciones
- Reconfiguración infraestructura vial área patio-taller

Las demás obras de menor magnitud, como accesos a estaciones, podrán ser desarrolladas dentro de los plazos de las obras principales. Los diseños, secuencia constructiva, restricciones y supuestos para la construcción del túnel y estaciones del metro condicionarán la secuencia constructiva de las obras complementarias, como son la infraestructura vial, renovación urbanística y recuperación de espacio público.

3.2.2.2.1. Identificación de los factores limitantes

Para la definición de la secuencia constructiva del proyecto se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Evaluación de las restricciones e integración con los sistemas actuales de transporte, principalmente la integración con la PLMB y Transmilenio. Con la PLMB se buscó la sinergia en las obras de la calle 72, así como con el proyecto del corredor verde de la carrera 7.

- Minimización de las afectaciones a la malla vial existente y por consiguiente a la movilidad, reduciendo los tiempos de intervención sobre calzadas y principalmente evitando intervenciones en vías arteriales como la Av. 68, donde actualmente se construye una nueva línea del sistema de Transmilenio, Av. Caracas por construcción de la PLMB, Av. Boyacá y Av. Ciudad de Cali, entre las más representativas.

- Reducción de los impactos sobre la calle 72, por donde transcurre aproximadamente la mitad del recorrido de la L2MB.

Previo al inicio de las obras deberá contarse con al menos la siguiente información:

- Permisos y licencias de construcción

- Investigaciones y estudios geotécnicos

- Gestión y adquisición de predios para permitir la liberación de las áreas de trabajo, principalmente en la zona de patio-taller, áreas de infraestructura temporal para construcción de dovelas y estación 10 (más cercana al pozo de entrada de la tuneladora).

- Inicio anticipado de los diseños de detalle para construcción; patio-taller y túnel. Los restantes se desarrollarán de forma paralela con el avance de las obras en concordancia con el programa de construcción.

- Disponibilidad de la información de las obras construidas o en construcción de la PLMB, principalmente la integración e interferencias en la calle 72 con Av. Caracas.

3.2.2.2.2. Estrategia constructiva

Para el logro de los tiempos previstos se requiere establecer distintos horarios de trabajo. En términos generales, se contempla un calendario de seis días a la semana, de lunes a sábado, con uno o dos turnos al día. Para las actividades críticas como el túnel en todos sus componentes (pozos, excavaciones, fabricación y suministro de dovelas y sistemas férreos), y para las obras con fundaciones y trabajos de grandes volúmenes como el relleno en el patio-taller, el horario será de siete días a la semana durante las 24 horas del día, con tres turnos al día.

Así mismo, se requiere tener frentes simultáneos para reducir los impactos en la movilidad e intervenciones en la malla vial. Entre los principales frentes de intervención se encuentra el patio-taller, túnel, viaducto, sistemas ferroviarios y grupo de estaciones, donde se incluye el manejo y traslado de interferencia de redes de servicios públicos, recuperación y renovación urbanística, espacio público e instalaciones ferroviarias internas.

Los rendimientos empleados para cada actividad corresponderán con la cantidad de obra a ser ejecutada por un recurso humano determinado. Dependiendo de la necesidad y requerimientos de la obra, así como del espacio y área de trabajo, se podrá disponer para una misma actividad varios grupos de trabajos simultáneos.

Como actividades relevantes para la construcción de las obras a ser desarrolladas de forma prioritaria; se tiene la etapa de diseños de detalle a cargo del constructor seleccionado, para lo cual se ha previsto como prioridad alta, el patio-taller por la magnitud de las obras allí requeridas, que va desde la adecuación del terreno hasta la disponibilidad temprana de estructuras y equipo ferroviario para poder adelantar las pruebas del primer tren, que a su vez servirá para la definición y ajustes finales para la liberación de la fabricación de las demás unidades requeridas para la operación de la línea.

En igual orden de importancia están los diseños del túnel, que terminan definiendo los requerimientos para la fabricación y suministro de la máquina tuneladora, equipo que por sus características particulares, especificidad y condiciones de utilización, demanda tiempos significativos para la fabricación (mínimo 12 meses), así como los tiempos para su transporte, ensamblaje y verificaciones antes de la puesta en operación para realizar los trabajos de excavación.

Asociado a la tuneladora, se tiene la zona logística que demanda un área importante para la instalación y desarrollo de infraestructura para construcción, entre las que se encuentran la fábrica de dovelas, instalación que requiere un número considerable de puente grúas, moldes metálicos para dovelas, hornos de curado del concreto, bodegas y áreas de acopio, entre otros servicios (Fotografía 7).



Fotografía 7. Tipo de equipos e instalaciones requeridos para la planta de dovelas (planta de dovelas línea 2 metro Sao Paulo actualmente en construcción)
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para los trabajos complementarios al túnel, viaducto y estaciones se prevé la disposición de infraestructura para construcción correspondiente a sitios de acopio de material de excavación y agregados, bodegas, comedores, vestuarios, baños, instalaciones de servicios públicos, oficinas técnicas y centros de atención al público por cada frente de trabajo (véase numeral 3.2.5. Infraestructura asociada al proyecto). Con esta infraestructura se busca atender de manera eficiente y oportuna los requerimientos del proyecto y disminuir los impactos sobre la comunidad y la infraestructura existente, redundando en menor cantidad y tiempo los desvíos de tráfico.

Debido a la disponibilidad en la ciudad de varias empresas proveedoras de concreto convencional y al hecho de que la obra es un corredor longitudinal y dinámico a lo largo del trazado de la línea férrea con diferentes frentes de obra, se prevé que el suministro de concreto se realice mediante camiones mezcladores de concreto premezclado certificado pertenecientes a las mencionadas empresas. Para el componente de agregados pétreos y materiales de relleno, el suministro se hará desde las fuentes de material cercanas a la ciudad de Bogotá, las cuales deberán contar con las debidas licencias ambientales y de explotación minera.

Igualmente, para la disposición del material sobrante de las excavaciones y demoliciones del proyecto, los sitios corresponderán a los autorizados en su momento por las autoridades competentes, los cuales deberán

contar con las respectivas licencias. Así mismo, se dispondrán las medidas y planes necesarios para el aprovechamiento de los residuos de construcción.

Para el suministro de asfalto existen plantas localizadas en los municipios aledaños a Bogotá, con facilidades de acceso a las materias primas. Las zonas empleadas para los campamentos y áreas de operación estarán debidamente delimitadas, protegidas y señalizadas para evitar accidentes e ingreso de personal no autorizado, garantizando la seguridad tanto de los transeúntes como del personal operativo. Estas condiciones igualmente aplicarán para las áreas donde se estén realizando las obras. Para los servicios públicos de agua, alcantarillado y luz, el constructor usará las redes existentes de la ciudad con la correspondiente retribución económica asociada al consumo.

3.2.2.2.3. Secuencia de los trabajos

Para el desarrollo de los trabajos se han previsto distintos frentes simultáneos; precedidos por los diseños de detalle y construcción de infraestructura para construcción.

- **Frente de trabajo de la tuneladora.** Punto de partida que abarca todas las obras e infraestructura para el montaje de la EPB y pozo de entrada.

- **Frente patio-taller**: Las obras de adecuación del patio-taller demandan tiempos significativos, por lo que será necesario iniciarlos de manera anticipada a la terminación de los demás diseños.

- **Frentes estaciones subterráneas**. Se prevén cuatro grandes grupos de trabajo:

    - Grupo 1, estaciones 10 y 9
    - Grupo 2, estaciones 8, 7 y 6
    - Grupo 3, estaciones 5, 4 y 3
    - Grupo 4, estaciones 2 y 1

    Dichos grupos estarán desplazados en el tiempo unos de otros; sin embargo, es posible que en alguna ventana de tiempo se presenten trabajos similares simultáneamente en varios grupos de estaciones. La premisa para el desarrollo de los trabajos en las estaciones está condicionada por la necesidad de liberar el área inferior de las mismas para el paso de la tuneladora en el menor tiempo posible, procurando los mejores rendimientos en el túnel al ser la actividad crítica. En este sentido, será necesario adelantar de manera anticipada la excavación de la estación 10. Para el logro de estos objetivos será necesario contar con los predios de manera oportuna.

- **Frente traslado de redes**. Este frente será transversal a todo el proyecto y propenderá por liberar de forma oportuna las áreas de estaciones y principalmente la malla vial que será afectada, con el propósito de restaurar el servicio en el menor tiempo posible.

- **Frente viaducto**. Cubrirá las necesidades del tramo elevado entre el pozo de entrada y el patio-taller.

- **Frente sistemas férreos.** Cubrirá todos los trabajos de material rodante y sistemas férreos. Si bien la mayor actividad ocurrirá después de la terminación de las obras civiles principales y durante todo el tiempo de pruebas y puesta en marcha, se prevé que se adelanten trabajos previos de diferentes disciplinas, como las relacionadas con las instalaciones eléctricas y de potencia.

- **Frente urbanismo y readecuación vía**. Frente previsto para atender toda la renovación urbanística en las zonas de las estaciones, donde se tiene previsto la adquisición predial de manzanas completas, así como la recuperación de la malla vial secundaria.

Con la definición de los anteriores frentes, la secuencia constructiva comprende varias líneas generales de trabajo. Estas son indicativas puesto que el desarrollo del proyecto, a cargo del constructor, debe integrar y armonizar cada componente de forma eficiente y eficaz para obtener el menor tiempo constructivo y reducir los impactos:

- **Línea de trabajo 1.** Comprende los diseños de detalle del túnel, lo cual permite liberar la adquisición de la máquina tuneladora; fabricación, suministro transporte y montaje en el área logística cerca al patio-taller. Por lo tanto, en dicha área se deberán adelantar las adecuaciones pertinentes y construcción de la fábrica de dovelas. Seguidamente al montaje de la tuneladora se iniciará la excavación del túnel, previa liberación del pozo de entrada con sus respectivas previsiones de manejo de desvíos y adecuación de áreas aledañas. Como condición relevante, se tendrá la construcción de la estructura subterránea de la estación 10 para permitir el tránsito de la tuneladora por el cuerpo de la estación en el menor tiempo posible. Esta secuencia se repetirá a lo largo de toda la línea hasta la estación 1, y finalmente hasta el pozo de salida.

  Terminados los trabajos de excavación y sostenimiento del túnel se iniciarán los trabajos de la plataforma ferroviaria con la colocación de rellenos e instalación de la superestructura. Simultáneamente, se irá desarrollando la solicitud de fabricación de todos los sistemas ferroviarios y material rodante, para su posterior instalación y pruebas de sistemas por separado. Para finalmente contar con toda la infraestructura necesaria para adelantar las pruebas de integración y marcha blanca.

- **Línea de trabajo 2.** Corresponde a los diseños de detalle del patio-taller, iniciando de forma prioritaria con la adecuación del terreno, el cual demanda trabajos de rellenos, mejoramiento del suelo, instrumentación, pilotaje, adecuación pondaje, entre otros trabajos de magnitudes significativas en cantidades y tiempos de ejecución, lo cual demandará la adecuación de las vías de acceso y control de tráfico correspondiente para reducir los impactos en la comunidad circundante. La liberación de la plataforma de trabajo en el patio-taller permitirá iniciar las obras civiles destinadas a disponer de la infraestructura y equipos necesarios para adelantar las pruebas y verificaciones del primer tren, hito relevante para la continuación de la fabricación de las demás unidades previstas para el proyecto. Finalmente, se continuará con la terminación de todas las obras civiles y montaje de equipos necesarios en el patio-taller, disponiendo los espacios e infraestructura necesaria para el recibo y prueba de la totalidad del material rodante.

- **Línea de trabajo 3.** Abarca todas las estaciones subterráneas, iniciando con los respectivos diseños de detalle, continuando con la liberación del área de trabajo de todas las interferencias posibles de redes e infraestructura, así como la implementación de los respectivos planes de manejo de tráfico y acceso. Liberada el área de cada estación, se dará inicio a la construcción de las pantallas y excavación del recinto conformado por las mismas, trabajos que se irán adelantando con la construcción de la estructura interna principal (vigas y placas en las áreas que así sea viable). Se resalta que en los tramos de las estaciones que afecten la malla vial existente se adelantará la recuperación de la estructura de pavimento tan pronto como sea posible para disminuir los tiempos de cierre y desvíos.

La terminación de la excavación hasta el nivel inferior de la estación permitirá el paso de la máquina tuneladora. Por lo tanto, los trabajos en el cuerpo de la estación se centrarán en el nivel de mezanine superior mientras se libera el nivel de andén, en razón de que todo el material sobrante de excavación y el suministro de dovelas al frente de excavación se realizará por el tramo de túnel excavado desde el área logística; condición que genera restricciones constructivas.

Simultáneamente, liberado el nivel de acceso a la estación se podrá terminar los trabajos de recuperación del espacio público y malla vial circundante, así como el restablecimiento definitivo de redes de servicios en caso

de que se requiera. En algunos casos de recuperación de malla vial existente y/o nueva por implantar, se ejecutará de forma que afecte la movilidad vehicular el menor tiempo posible.

3.2.2.3. Actividades de salvamento, desmantelamiento, restauración, cierre y clausura y/o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura temporal y permanente relacionados y asociados con el desarrollo del Proyecto.

En la L2MB, no se contemplan actividades de desmantelamiento, restauración y clausura, dada la naturaleza del proyecto, en la cual su vida útil puede ser indeterminada, teniendo en cuenta la prestación del servicio público de transporte masivo para la ciudad, terminada la fase de construcción, y a medida que se vaya terminando la operación de las instalaciones temporales, se considera el desmantelamiento de las obras provisionales tales como: vías industriales, algunos campamentos y zonas de acopio de material.

A continuación se relacionan las actividades generales correspondientes a esta etapa del cierre:

- Señalización

Las áreas donde se realicen los trabajos de desmantelamiento, serán señalizadas y delimitadas, prohibiendo el paso al personal ajeno a estas actividades, como una medida de prevención para evitar accidentes. La señalización deben ser de fácil comprensión y estar ubicados a una altura que permita su visibilidad, deberán indicar las limitaciones de uso y la clase de riesgo que se corre al utilizar o acercarse a los sitios. La implementación de estas señales involucra labores de mantenimiento como limpieza, pintura, reparación, reubicación o reemplazo. Ésta señalización deberá ser de carácter preventiva, reglamentaria e informativa.

- Desmantelamiento

Una vez terminadas las obras, el campamento se debe desmontar y desmantelar, de tal forma que los materiales resultantes se deben clasificar, para retirarlos y disponerlos adecuadamente. Previo desarrollo de la actividad, el Contratista presentará a la Interventoría para su aprobación (30 días antes de efectuar el desmantelamiento) el programa para el desarrollo del desmantelamiento de campamentos e instalaciones temporales.

De acuerdo a la ubicación propuesta para el campamento en zonas de intervención del proyecto, una vez desmontado, el espacio será integrado al diseño paisajístico del proyecto. Se hará remoción de cualquier volumen de suelo que evidencie contaminación; igualmente se hará remoción y se eliminarán restos de escombros, cemento fraguado, metales, sustancias peligrosas de cualquier tipo, equipos, repuestos, etc., de manera que el sitio quede en mejores condiciones de limpieza que cuando se inició la operación.

De todas formas se tendrán en cuenta las siguientes acciones:

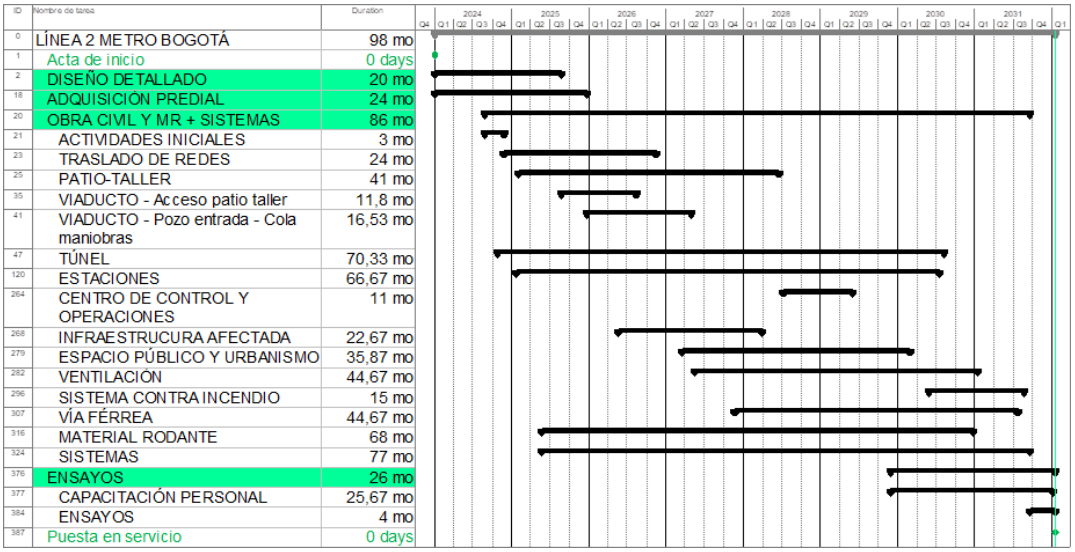
- Una vez se terminen las obras de construcción se deberá desmantelar el campamento y recuperar la zona intervenida para dejarla igual o en mejores condiciones a como se encontró.
- Para sitios de almacenamiento de combustible deberá cumplir con los lineamientos estipulados en el PMA 10.1.3.11. Programa de manejo de aceites usados.
- Todas aquellas obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas.
- Los residuos provenientes de las demoliciones para el desmantelamiento del campamento deben cumplir con el proyecto de manejo y disposición final de escombros, establecidos en los respectivos planes de manejo.

3.2.2.4. Cierre y salvamento

El cierre y salvamento, solo aplica para instalaciones temporales, dado que este proyecto no tiene proceso de reversión directa. No obstante el cierre contractual del proyecto, estará determinada por las obligaciones incluidas en el contrato final de concesión del proyecto, en las cuales se tendrán que hacer las respectivas entregas a la interventoría y la empresa Metro respectivamente, eso incluye, infraestructuras y espacio público asociado al diseño del proyecto.

3.2.2.5. Cronograma de ejecución del proyecto

En la Figura 9 se presenta el cronograma general de la construcción de las obras de la L2MB. El tiempo total previsto para la implementación de las mismas es de 96 meses, sin incluir las etapas previas de licitación, selección del constructor y formalización de la contratación, así como la etapa de implementación y operación:



ID	Nombre de tarea	Duration
0	LÍNEA 2 METRO BOGOTÁ	98 mo
1	Acta de inicio	0 days
2	DISEÑO DETALLADO	20 mo
18	ADQUISICIÓN PREDIAL	24 mo
20	OBRA CIVIL Y MR + SISTEMAS	86 mo
21	ACTIVIDADES INICIALES	3 mo
23	TRASLADO DE REDES	24 mo
25	PATIO-TALLER	41 mo
35	VIADUCTO - Acceso patio taller	11,8 mo
41	VIADUCTO - Pozo entrada - Cola maniobras	16,53 mo
47	TÚNEL	70,33 mo
120	ESTACIONES	66,67 mo
264	CENTRO DE CONTROL Y OPERACIONES	11 mo
268	INFRAESTRUCURA AFECTADA	22,67 mo
279	ESPACIO PÚBLICO Y URBANISMO	35,87 mo
282	VENTILACIÓN	44,67 mo
296	SISTEMA CONTRA INCENDIO	15 mo
307	VÍA FÉRREA	44,67 mo
316	MATERIAL RODANTE	68 mo
324	SISTEMAS	77 mo
376	ENSAYOS	26 mo
377	CAPACITACIÓN PERSONAL	25,67 mo
384	ENSAYOS	4 mo
387	Puesta en servicio	0 days

Figura 9. Cronograma general de construcción de las obras de la L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

La ruta crítica del cronograma (Figura 10) lo conforman los diseños de detalle (túnel) fabricación y suministro de la máquina tuneladora, excavación del túnel propiamente dicho (siendo fundamental la construcción temprana de la estación más cercana al pozo de entrada), sistemas ferroviarios y finalmente pruebas de integración y marcha blanca.

ID	Nombre de tarea	Duration
0	**LÍNEA 2 METRO BOGOTÁ**	**2940 days**
1	Acta de inicio	0 days
2	**DISEÑO DETALLADO**	**600 days**
3	Túnel - Diseños prioritarios para definiciones de	300 days
7	Instalaciones de obra (estaciones, zona logística)	60 days
17	Redes de servicios públicos	180 days
18	**OBRA CIVIL Y MR + SISTEMAS**	**2580 days**
19	**ACTIVIDADES INICIALES**	**810 days**
20	Movilización e infraestructura para construcción	90 days
21	Traslados de redes y obras anticipados	720 days
44	**TÚNEL**	**2110 days**
56	**TUNELADORA**	**1495 days**
58	Pozo entrada - Estación 10	80 days
59	Transito estación 10	30 days
60	Estación 10 > Estación 9	100 days
61	Transito estación 9	30 days
62	Estación 9 > Estación 8	120 days
63	Transito estación 8	30 days
64	Estación 8 > Estación 7	100 days
65	Transito estación 7	30 days
66	Estación 7 > Estación 6	80 days
67	Transito estación 6	30 days
68	Estación 6 > Estación 5	80 days
69	Transito estación 5	30 days
70	Estación 5 > Estación 4	60 days
71	Transito estación 4	30 days
72	Estación 4 > Estación 3	100 days
73	Transito estación 3	30 days
74	Estación 3 > Estación 2	120 days
75	Transito estación 2	30 days
76	Estación 2 > Estación 1	110 days
77	Transito estación 1	30 days
78	Cola de maniobras	50 days
79	Desmontaje Tuneladora	120 days
80	Retiro infraestructura de excavación en el tún	60 days
81	Conformación plataforma férrea	120 days
117	**ESTACIONES**	**2000 days**
118	**Hitos de control**	**1040 days**
133	**10 - ALO NORTE - RESERVA ALO / CALLE**	**870 days**
134	Desvio tráfico	60 days
135	Demolición / Explanación	20 days
136	Tablestacado / Muros pantalla	180 days
137	Losa superior	30 days
138	Excavación entre pantallas hasta mezzanine 1	30 days
139	Loza de mezzanine 1	40 days
140	Excavación entre pantallas hasta mezzanine 2	30 days
141	Loza de mezzanine 2	40 days
142	Excavación entre pantallas hasta mezzanine 3	30 days
143	Loza de mezzanine 3	40 days
144	Excavación entre pantallas hasta solera	30 days
145	Solera	30 days
301	**VÍA FÉRREA**	**1410 days**
306	Tendido de vía 1 - Subterráneo - Pozo Entrada	120 days
307	Tendido de vía 2 - Subterráneo - E8 > E5	110 days
308	Tendido de vía 2 - Subterráneo - E5 > E2	120 days
309	Tendido de vía 1 - Subterráneo - E2 > Cola de maniobra	60 days
318	**SISTEMAS**	**2310 days**
329	**Alimentación eléctrica - Corredor / Instalaci**	**1280 days**
334	Subterráneo - E5 > E2	230 days
335	Subterráneo - E2 > Cola de maniobra	110 days
369	Fin sistemas	0 days
370	**ENSAYOS**	**780 days**
378	**ENSAYOS**	**120 days**
379	Ensayo de integración - Sistemas	90 days
380	Ensayo en blanco	60 days
381	Puesta en servicio	0 days

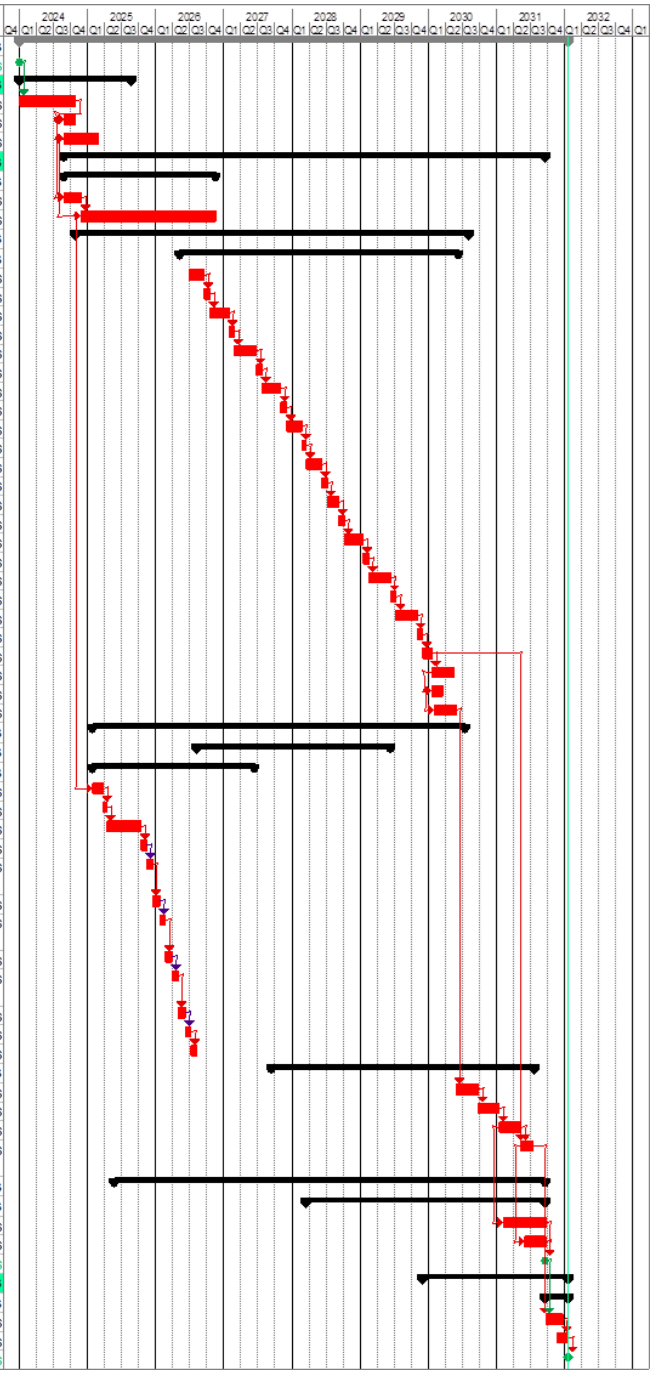


Figura 10. Ruta crítica cronograma de construcción
Fuente: Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3. Diseño del proyecto

3.2.3.1. Trazado y características geométricas del proyecto

3.2.3.1.1. Trazado horizontal

La L2MB empieza en el eje de la calle 72 en aproximaciones de la carrera 9 en dirección occidente, con 473 m de recta hacia el cruce con la Av. Caracas. En ese tramo se desarrolla la cola de maniobras.

A partir del K0+473, con una curva (C1) de 500 m de radio, el trazado sale de eje hacia norte para cruzar dos manzanas en recta de 300 m, para permitir la inserción de la Estación E1.

El alineamiento bajo la manzana nor-oriental evita la construcción de la estación sobre la calle 72, lo cual obligaría a cerrar el tránsito vehicular en la calle 72 entre 9 y 12 meses, y también a sacar de servicio el Deprimido, que por entonces ya estaría operando.

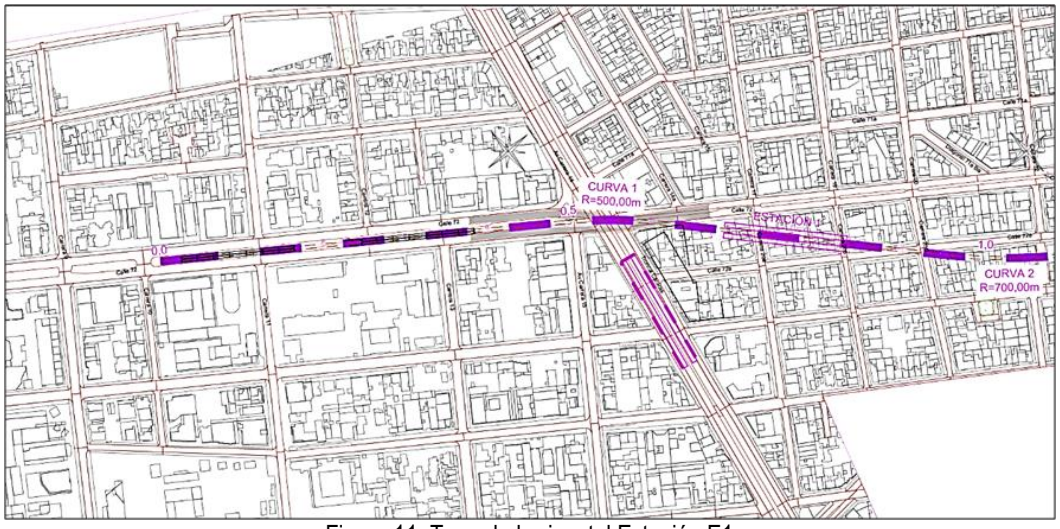


Figura 11. Trazado horizontal Estación E1
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir del K0+935 el trazado sigue en curva (C2) de radio 700,0 m y en recta de 708,0 m hacia el oriente, para cruzar la calle 72 cerca de la Av. NQS; luego se dispuso una curva (C3) de radio 550 m para posicionar el eje de la vía al sur y en paralelo a la calle 72. La Estación E2 NQS se inserta sobre la manzana al sur de la calle 72 para evitar que el túnel encuentre las fundaciones del puente de la calle 72 sobre la Av. NQS.



Figura 12. Trazado horizontal Estaciones E1 y E2
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir de la Estación 2, el trazado sigue en recta hasta el K2+376 y luego parte en curva (C4) de 400 m de radio para buscar el eje de la calle 72a. Después hace otra curva (C5) de 400 m de radio y sigue en recta por más 860 m hasta una curva (C6) de 850 m de radio hacia el cruce con la Av. 68. La Estación E3 - Av. 68 se ubica bajo un distribuidor vial.

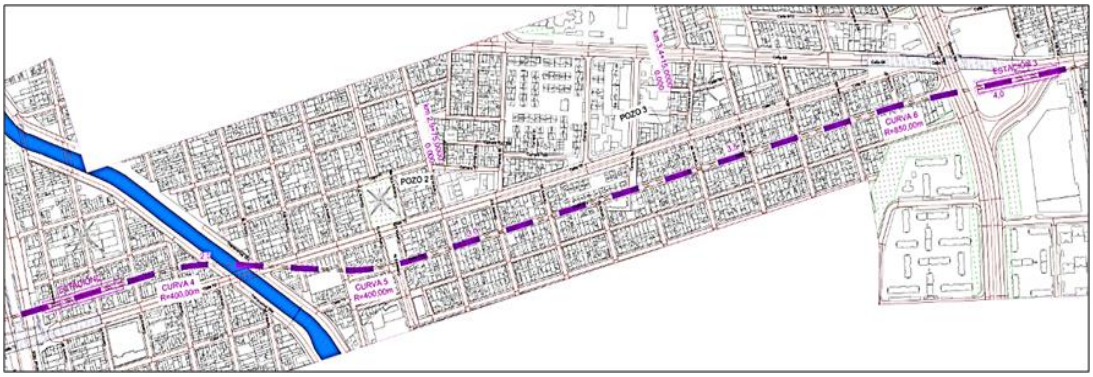


Figura 13. Trazado horizontal Estaciones E2 y E3
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E3 y E4 se tiene un tramo en recta de 1300 m (con solamente dos curvas (C7 y C8) de radio 4.000 m para ajuste) donde el trazado se ubica bajo las manzanas al sur de la calle 72. La Estación E4 Boyacá se inserta sobre una manzana al sur de la calle 72 para evitar que el túnel encuentre las fundaciones del puente de la calle 72 sobre la Av. Boyacá.

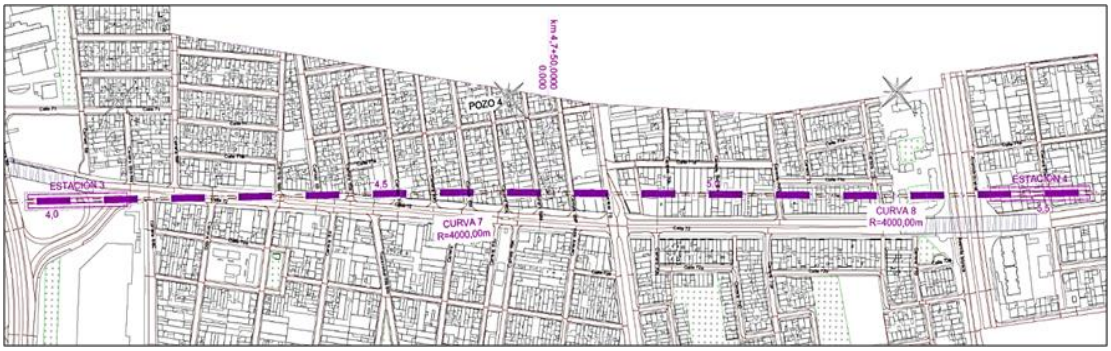


Figura 14. Trazado horizontal Estaciones E3 y E4
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E4 y E5 el trazado recupera el eje de la calle 72 con una curva (C9) de radio 1.000 m para volver a salir a partir del K6+002 con leve curva (C10) de radio 850 m hacia norte, para garantizar que el eje del túnel cruce las manzanas al norte de la calle 72, con una recta de 417 m donde se ubica la Estación E5 Av. Ciudad de Cali.

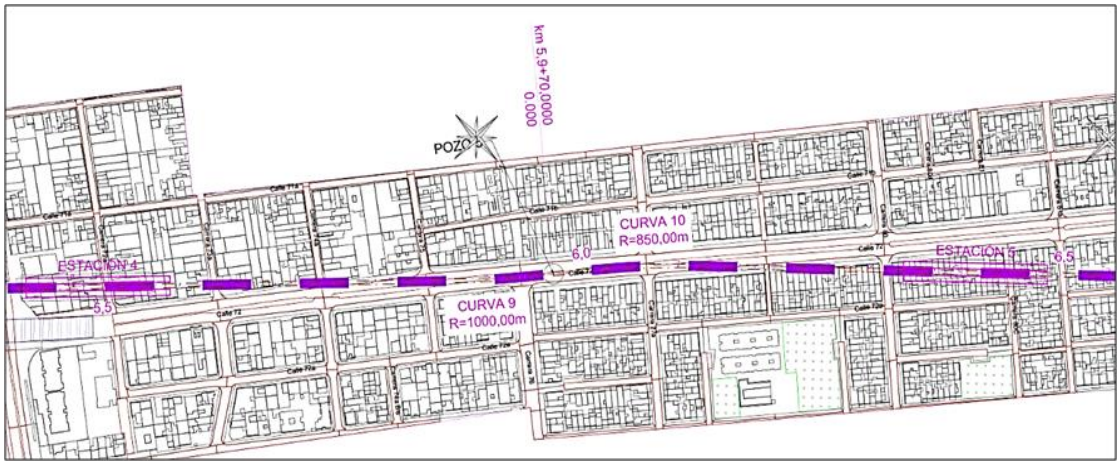


Figura 15. Trazado horizontal Estaciones E4 y E5
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir del K6+549 se tiene una curva (C11) acentuada de radio 400 m hacia el norte que permite al trazado buscar el eje paralelo de la Av. Ciudad de Cali hacia el norte, sobre las manzanas al oriente de la avenida. La Estación E6 Calle 80 se inserta sobre la manzana al oriente de la Av. Ciudad de Cali para evitar que el túnel encuentre las fundaciones del puente sobre la calle 80.

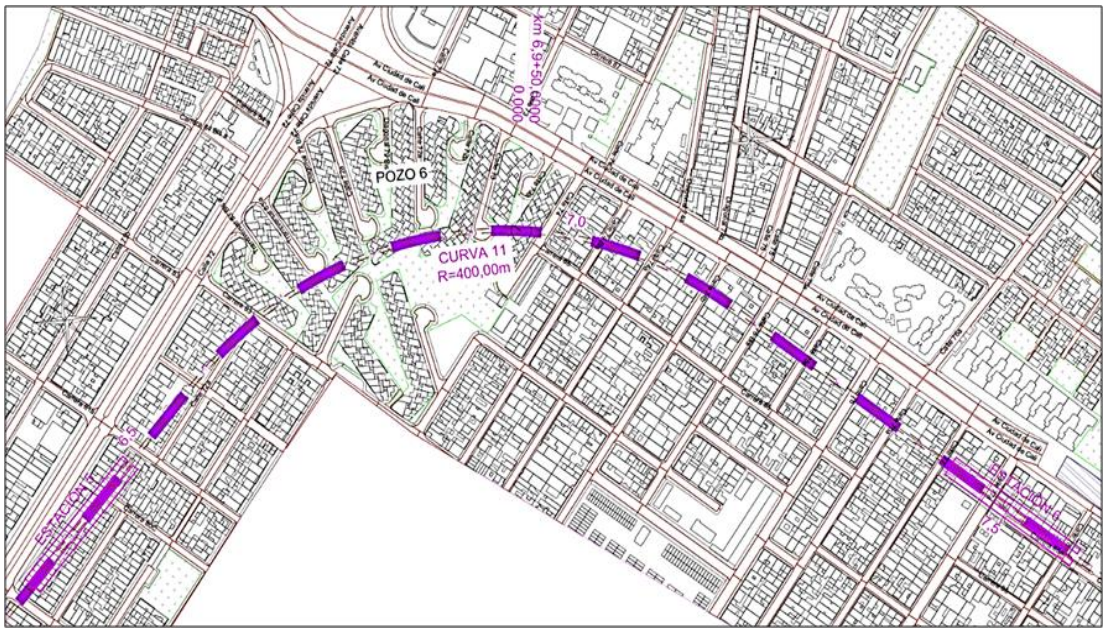


Figura 16. Trazado horizontal Estaciones E5 y E6
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir de las Estaciones E6 y E7 el trazado del túnel sigue por 1.147 m hasta una curva (12) de radio 850 m, prácticamente en paralelo al eje de la Av. Ciudad de Cali bajo las manzanas localizadas al oriente del eje. La Estación E7 - Carrera 91 se inserta sobre la manzana al oriente de la Av. Ciudad de Cali para evitar que el túnel de vía encuentre las fundaciones del puente sobre el río Arzobispo.

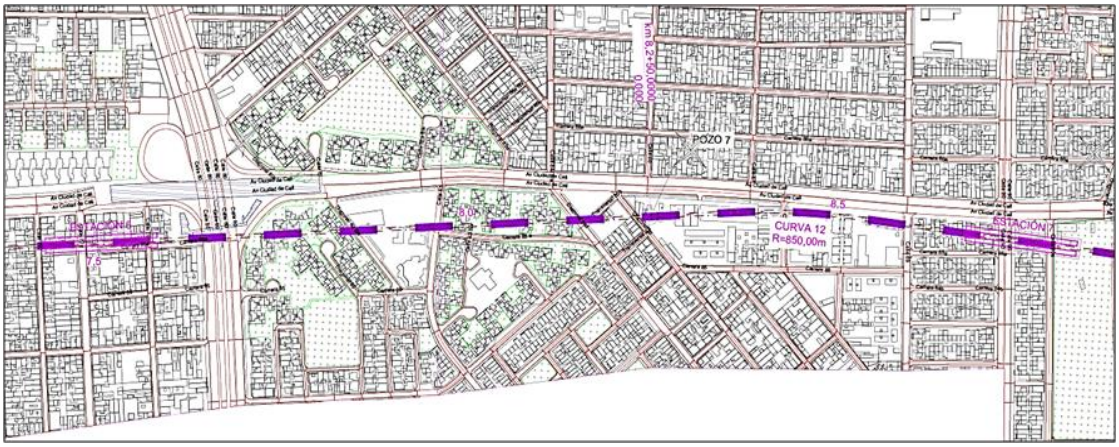


Figura 17. Trazado horizontal Estaciones E6 y E7
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E7 y E8 el trazado conecta los dos lados del río con una extensa curva (C13) 512 m de longitud y 400 m de radio hacia el noroeste, pasando bajo el campo de golf del Club Los Lagartos y conectando al norte del eje de la calle 127 en una recta de 478 m. Sigue luego una curva de 425 m de radio (C14) y una recta de 170 m a partir del K10+264 que permite la ubicación de la Estación E8 – Humedal en las manzanas al norte de la calle 127 entre las carreras 93c y 95.

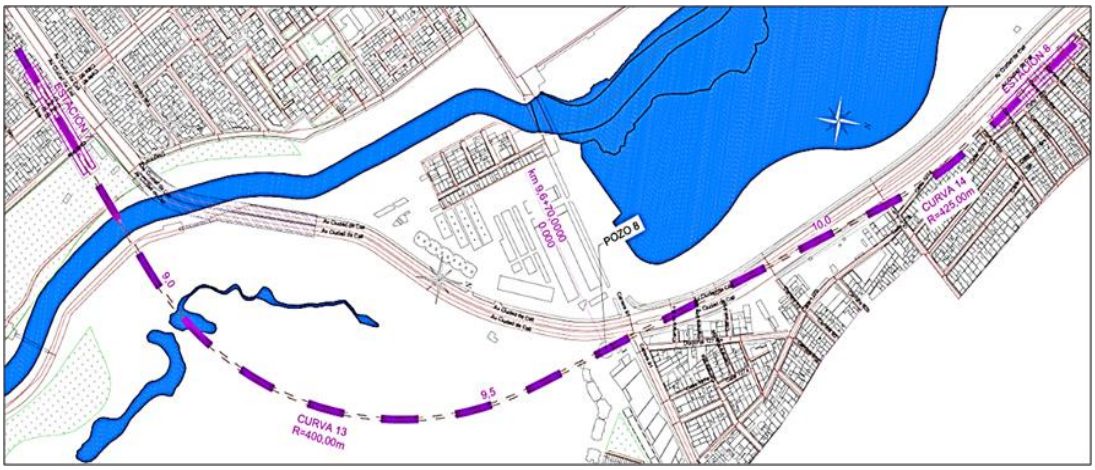


Figura 18. Trazado horizontal Estaciones E7 y E8
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir de la Estación E8 – Humedal sigue una curva (C15) de radio 425 m, y se continúa en recta hacia el norte para pasar bajo el brazo del Humedal del Juan Amarillo al occidente del puente allí localizado, evitando sus fundaciones.

Enseguida se tiene una curva (C16) de radio 550 m hacia el norte que permite que el trazado se ubique en el eje del predio de la ALO, donde se encuentra la Estación E9 a partir del K11+840.

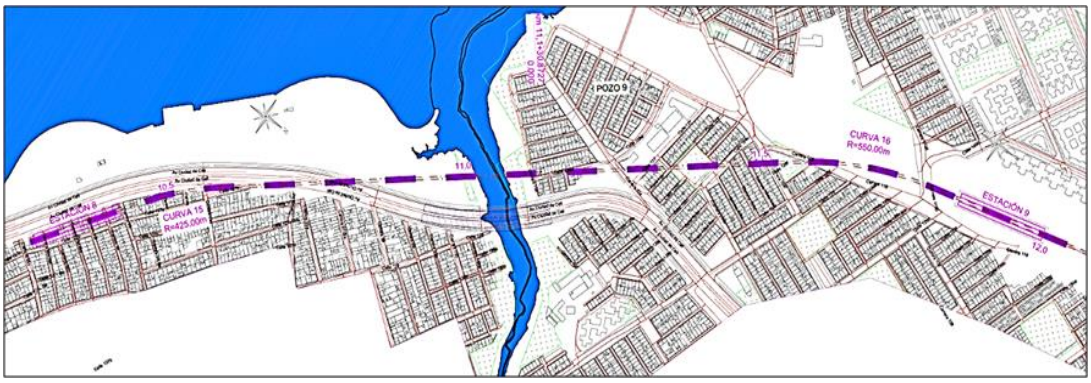


Figura 19. Trazado horizontal Estaciones E8 y E9
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E9 y E10 el trazado sigue prácticamente en recta sobre 1150 m en el eje del predio de la ALO, con un ajuste en curva (C17) de radio 800 m a partir del K12+966. La Estación E10 ALO Norte se ubica al sur del canal CAFAM.



Figura 20. Trazado horizontal Estaciones E9 y E10
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir de la Estación E10 y hacia el norte, el trazado sigue en recta por más 480 m donde empieza una curva (C18) acentuada de 450 m de radio en dirección a occidente para permitir el alineamiento con el eje de la calle 145. El tramo de transición del túnel hacia el tramo elevado empieza en el K14+365 y se extiende hasta el K14+500. A partir de ese punto el trazado sigue su inserción urbana con estructura elevada con una curva (C19) de radio 850 m donde se encuentra la Estación E11. Posteriormente se tiene la cola de maniobras y el ingreso al patio-taller.

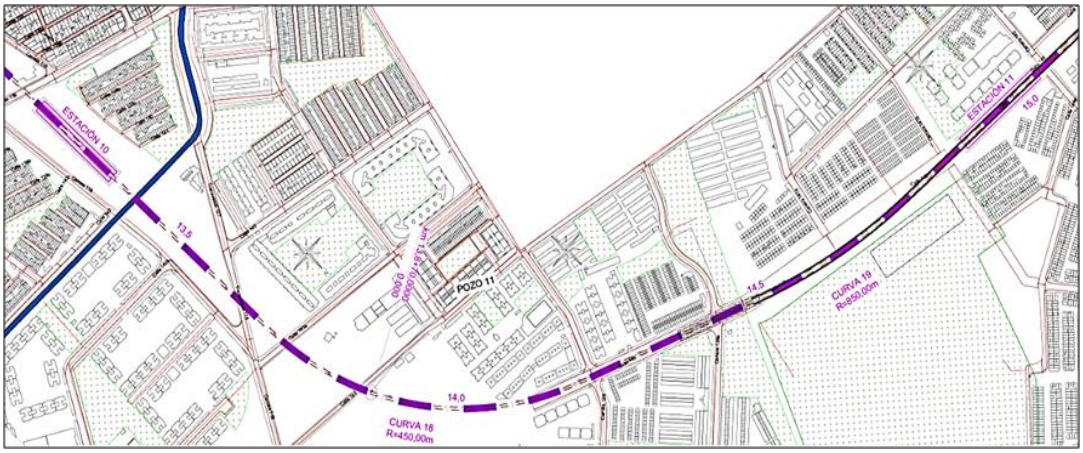


Figura 21. Trazado horizontal Estaciones E10 y E11
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.1.2. Alineamiento vertical

El perfil de la L2MB empieza en tramo de recta abajo el eje de la calle 72 en cercanías de la carrera 10 en dirección a occidente, con 980 m de extensión. En ese tramo en recta se desarrolla la cola de maniobras y la Estación E1 Caracas. El tope del riel se encuentra en la cota 2.526,88 msnm, con profundidad variable con respecto al terreno porque éste reduce su altura en sentido de oriente a occidente, es decir, hacia la derecha en la figura mostrada a continuación:

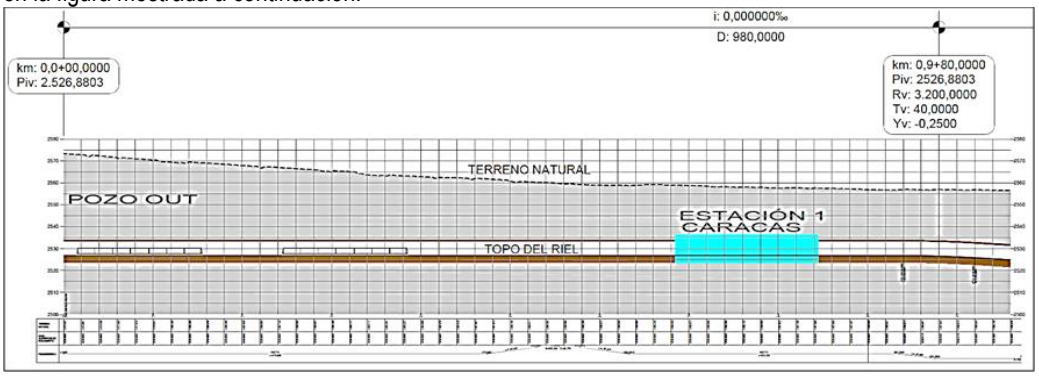


Figura 22. Perfil longitudinal Estación E1
Fuente: UT MOVIUS 2022

En el tramo en estación, el tope de riel se encuentra aproximativamente a 30 m de profundidad. Esa profundidad permite que el túnel pase por debajo del proyecto del Deprimido de la calle 72 (en construcción por parte del consorcio contratista de PLMB, véase numeral 3.2.1.1.3 Otra Infraestructura existente - Deprimido de la PLMB en Av. Caracas con calle 72). La distancia intermedia entre el elemento estructural más profundo del Deprimido y la clave del túnel de L2MB es de 8,92 m, aproximadamente un diámetro del túnel.

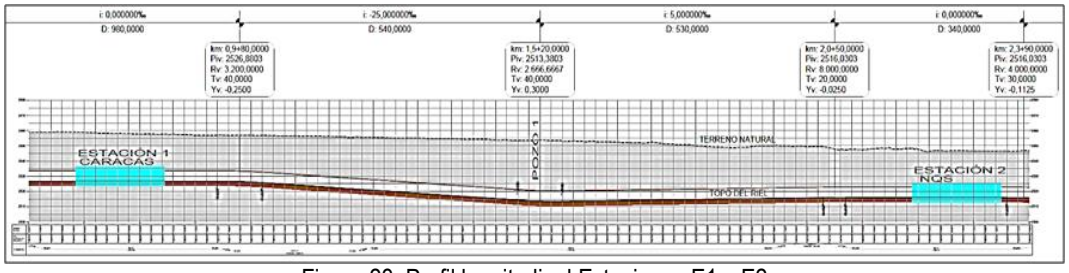


Figura 23. Perfil longitudinal Estaciones E1 y E2
Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir del K0+940 empieza una curva vertical seguida de rampa de 2,5% bajando el TpR (Tope del Riel) hacia el nivel 2.513,7 msnm, para garantizar una travesía por debajo de predios privados a profundidad superior a 25 m sin afectar edificaciones y en condiciones seguras.

Continuando con el trazado en perfil, el mismo se eleva en rampa de 0,5% hasta nivel 2.516,1 msnm para encontrar la Estación E2 NQS, localizada a -30.0 m con respecto al terreno natural.

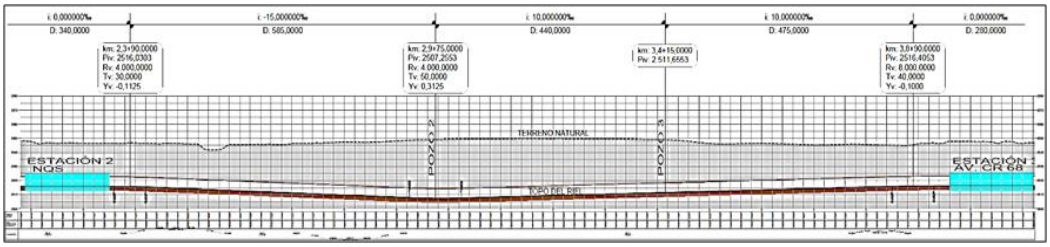


Figura 24. Perfil longitudinal Estaciones E2 y E3
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E2 y E3, el perfil vuelve a bajar en rampa de 1.5% para pasar por debajo de edificaciones y bajo el canal del río Arzobispo, y vuelve a subir en rampa de 1,0% hacia el nivel 2.523,9 msnm donde la Estación E3 – Carrera 68 se encuentra a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

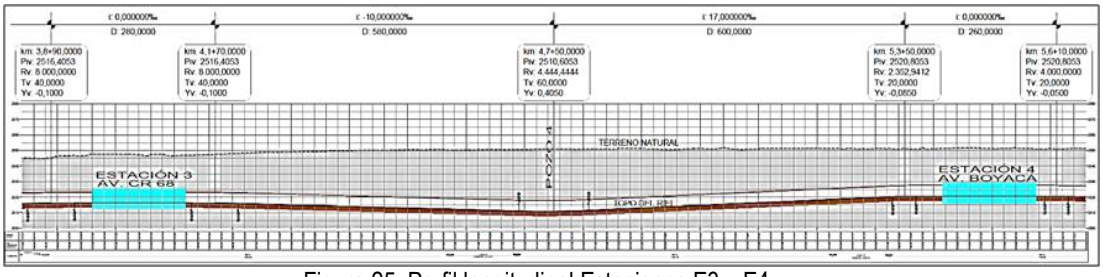


Figura 25. Perfil longitudinal Estaciones E3 y E4
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E3 y E4 el perfil vuelve a bajar en rampa de 2,0% para pasar abajo edificaciones y vuelve a subir en rampa de 1,2% hacia el nivel 2.519,6 msnm donde la Estación E4 – Boyacá se encuentra con tope del riel a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

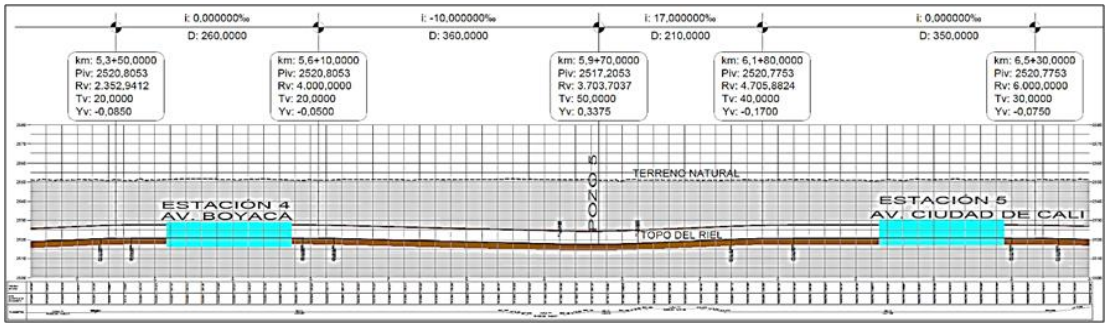


Figura 26. Perfil longitudinal Estaciones E4 y E5
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E4 y E5 el perfil baja en rampa muy suave 0,5% para pasar bajo edificaciones y vuelve a subir en rampa de 2% hacia el nivel 2.521,5 msnm donde se encuentra la Estación E5 – Av. Ciudad de Cali, con un tope del riel a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

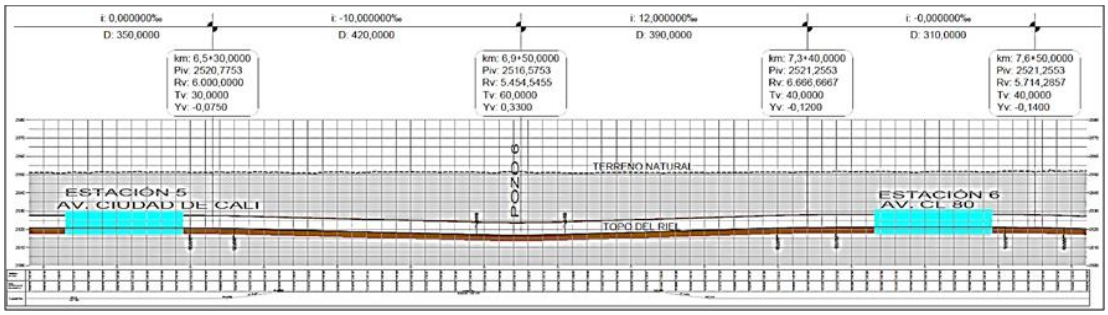


Figura 27. Perfil longitudinal Estaciones E5 y E6
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E5 y E6 el perfil baja en rampa de 1,0% para pasar abajo edificaciones y vuelve a subir en rampa de 1,2% hacia el nivel 2.523,7 msnm donde se encuentra con la Estación E6 – Av. Calle 80 y un tope del riel a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

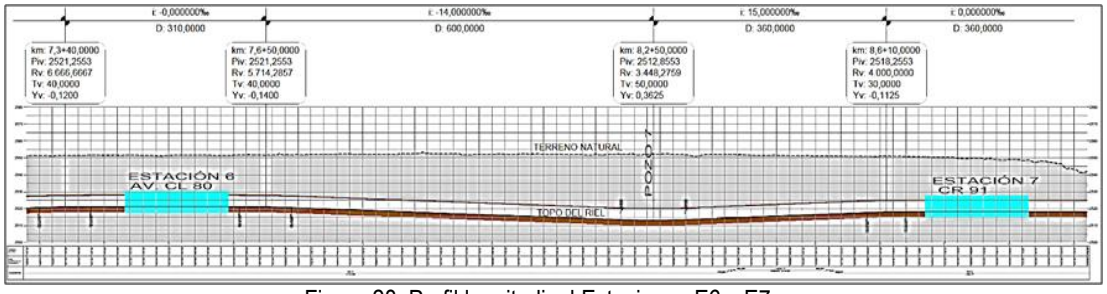


Figura 28. Perfil longitudinal Estaciones E6 y E7
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E6 y E7 el perfil baja en rampa de 1,5% para pasar bajo edificaciones y vuelve a subir en rampa de 1,6% hacia el nivel 2.520,5 msnm, donde se encuentra con la Estación E7 – Carrera 91 de la Av. Ciudad de Cali con un tope del riel a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

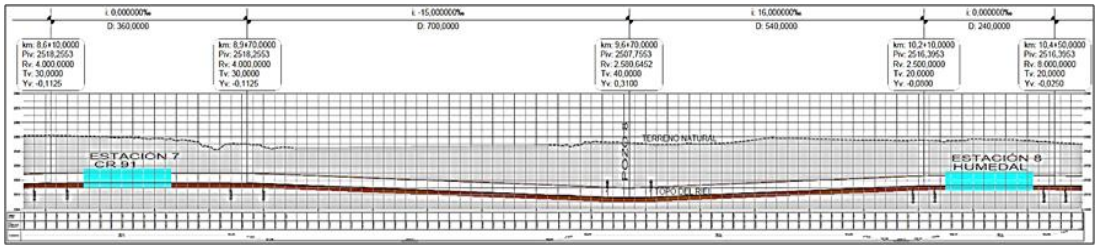


Figura 29. Perfil longitudinal Estaciones E7 y E8
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E7 y E8 el perfil baja en rampa de 1,5% para pasar bajo del canal Salitre y vuelve a subir en rampa de 1,6% hacia el nivel 2.515,5 msnm, donde se encuentra con la Estación E8 – Humedal con un tope del riel a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

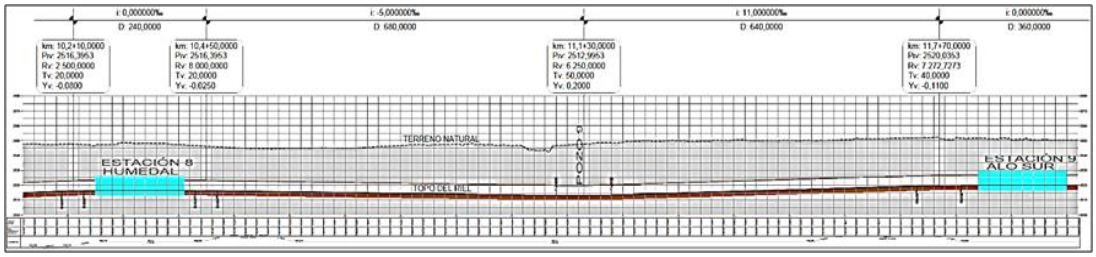


Figura 30. Perfil longitudinal Estaciones E8 y E9
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E8 y E9 el perfil baja en rampa suave de 0,5% para pasar bajo el brazo del humedal del Juan Amarillo y vuelve a subir en rampa de 1,1% hacia el nivel 2.520,0 msnm donde se encuentra la Estación E9 – ALO Sur con un tope del riel a 30 m de profundidad con respecto al terreno natural.

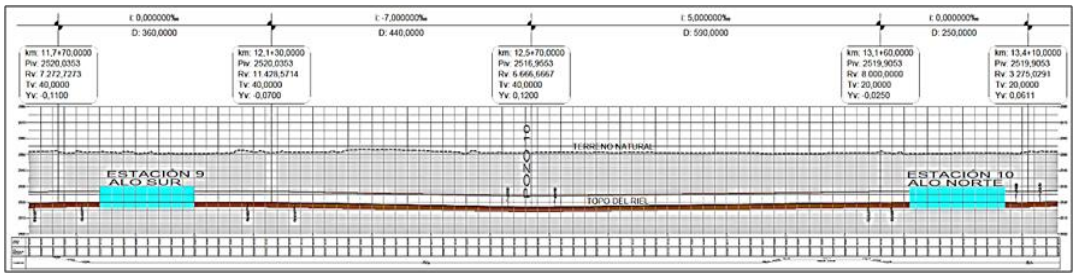


Figura 31. Perfil longitudinal Estaciones E9 y E10
Fuente: UT MOVIUS 2022

Entre las Estaciones E9 y E10 el perfil baja en rampa de 2% y vuelve a subir en rampa suave de 0,5% hacia el nivel 2.523,5 msnm, donde se encuentra la Estación E10 – ALO Norte con tope del riel a 28 m de profundidad con respecto al terreno natural.

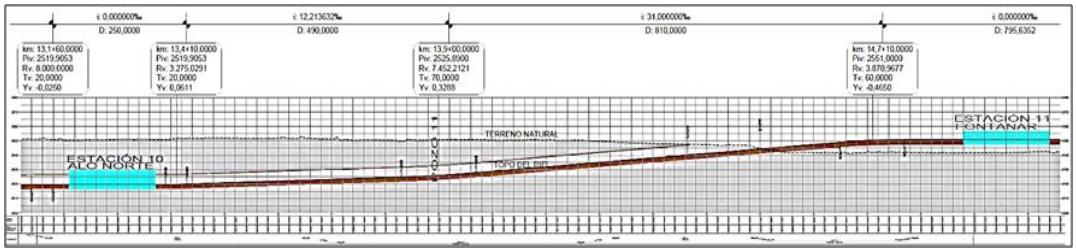


Figura 32. Perfil longitudinal Estaciones E10 y E11
Fuente: UT MOVIUS 2022

En el tramo entre las Estaciones E10 y E11 se desarrolla la transición del perfil subterráneo para elevado. La profundidad de la Estación E10 está condicionada por el cruce de túnel debajo del canal CAFAM, ubicado cerca de la estación. Una rampa de 1,2% se desarrolla por 460 m donde en el trazado horizontal se hace una curva acentuada de radio 400 m, hasta el K13+080. A partir de ese punto se realiza una transición para una rampa más acentuada con 3,1% que lleva el perfil del túnel hacia el tramo de transición entre las abscisas K14+300 y K14+500. El trazado sigue en rampa en tramo elevado hasta el K14+700, donde empieza tramo en recta de 735 m en cota 2.550,0 msnm, con altura de riel con respecto al terreno de 9 m. En ese tramo se ubican la Estación E11, la cola de maniobras y la salida para la vía de acceso al patio-taller.

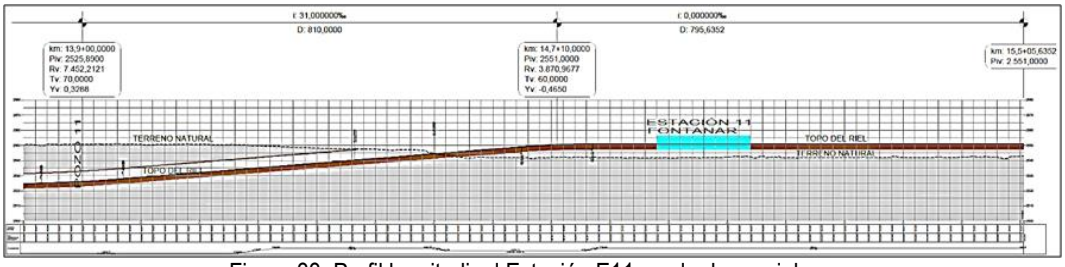


Figura 33. Perfil longitudinal Estación E11 y cola de maniobras
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.2. Derecho de vía

Se elaboró un estudio de las distancias mínimas de resguardo para permitir futuras construcciones en superficie en la periferia del túnel sin producir ningún tipo de afectación en el mismo, que arrojó las siguientes conclusiones:

1. Establecer una distancia mínima para delimitar construcciones futuras cercanas al túnel de la L2MB se traduce en una labor compleja por la cantidad de variables que intervienen, como el tipo y área de la edificación, profundidad, sistema de cimentación, sistema de contención y proceso constructivo. De igual forma, se depende de los tipos de suelos presentes en la zona de la obra específica y de la profundidad de implante del túnel en ese lugar, entre otros aspectos.

2. No se dispone de normas, reglamentaciones o restricciones particulares relacionadas con la definición de distancias de las edificaciones futuras a las paredes de un túnel férreo.

3. Se realizó un análisis para establecer los efectos que podría tener la construcción de una edificación común encima del túnel o en sus alrededores, para las condiciones de los suelos de la formación Sabana de Bogotá, y bajo las condiciones del túnel de la L2MB (profundidad promedio, diámetro y tipo de revestimiento). Se aclara que el análisis realizado partió de supuestos que pueden diferir para cada caso particular, donde incluso podrían existir variables no contempladas en la modelación, incluyendo efectos

de procesos constructivos disímiles o consideraciones diferentes en los sistemas de apuntalamiento o fortificación de las excavaciones, que podrían inducir a valores mayores de deformaciones unitarias que las encontradas en los análisis realizados.

4. Para el caso hipotético planteado, y de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis antes mencionado, considerando además ciertas experiencias internacionales, se estima que **una distancia de 2 diámetros del túnel a una nueva edificación (aprox 20 m a lado y lado del eje del túnel para el caso de la L2MB) es un valor razonable y seguro.**

5. Por las razones anteriores, se opta por no establecer reglas estrictas y/o definitivas en cuanto a la delimitación de distancias entre las nuevas edificaciones y la pared exterior del túnel de la L2MB. Por el contrario, es recomendable que la EMB se reserve el derecho de decidir, en cada caso particular, sobre la solicitud de un privado para aceptar, o no, la construcción de una determinada obra, siendo el promotor o constructor de la misma el único responsable y quién necesariamente debe presentar a la EMB los análisis técnicos correspondientes junto con los análisis de riesgos, pólizas y seguros, entre otros.

3.2.3.3. Diagrama de masas (material de relleno y excavación)

El volumen de las excavaciones requeridas para la construcción de las estaciones subterráneas se estima en 1 541.015 metros cúbicos, los cuales incluyen la excavación superficial inicial, la excavación entre pantallas de las estaciones, la excavación de los módulos de acceso y accesos satelitales, y la excavación del paso con túnel sin zanja por la Avenida. 68 (Tabla 6).

Tabla 6. Excavaciones para la construcción de estaciones

Item		Volumen (m3)
1	EXCAVACIÓN SUPERFICIAL ESTACIONES	83.357
2	EXCAVACIÓN ENTRE PANTALLAS ESTACIONES	1.295.189
3	EXCAVACIÓN MÓDULOS DE ACCESO Y SATELITALES	159.301
4	EXCAVACIÓN PASO AV. 68	3.168
EXCAVACIÓN TOTAL ESTACIONES (m3)		**1.541.015**

Fuente: UT MOVIUS 2022

El volumen de las excavaciones para la construcción del túnel se estima en 1.173.854 metros cúbicos, los cuales incluyen la excavación del túnel con tuneladora, la excavación entre pantallas para los pozos de entrada y salida, los pozos de ventilación, evacuación y bombeo, y las excavación para las galerías de interconexión con el túnel (Tabla 7).

Tabla 7. Excavaciones para la construcción del túnel

Item		Volumen (m3)
1	EXCAVACIÓN CON TUNELADORA	1.084.165
2	EXCAVACIÓN POZO DE ENTRADA	38.465
3	EXCAVACIÓN POZO DE SALIDA	15.411
4	EXCAVACIÓN POZOS DE VENTILACIÓN, EVACUACIÓN Y BOMBEO + GALERÍAS DE INTERCONEXIÓN	35.813
EXCAVACIÓN TOTAL TÚNEL (m3)		**1.173.854**

Fuente: UT MOVIUS 2022

El volumen estimado para la excavación de las fundaciones de las pilas del viaducto es de 9 652 m3, y el de las fundaciones de la estación E11 de 2 549 m3

El volumen estimado para la excavación en la zona de patio taller es de 298.225 m3.

Los volúmenes estimados de excavación y relleno para las vías del proyecto son las siguientes (Tabla 8):

Tabla 8. Excavaciones y rellenos para la construcción de vías

Item		Excavación (m3)	Relleno (m3)
1	CALLE 145 E-W	23.130	716
2	CALLE 145 W-E	15.322	335
3	CALLE 145 RETORNO E-E	215	1
4	CALLE 144	2.914	134
5	CALLE 146	4.771	9
6	INGRESO A SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	150	1.410
7	INGRESO A PATIO TALLER Y VÍA INTERNA-SUR	212	1.363
8	VÍAS ADYACENTES A ESTACIONES	35.113	144
EXCAVACIÓN TOTAL VÍAS (m3)		**81.827**	**4.112**

Fuente: UT MOVIUS 2022

El relleno previsto en el patio-taller hasta la cota 2545,3 m.s.n.m. es de 998.251 m3

De acuerdo con los volúmenes anteriormente mencionados, el movimiento de tierras previsto para la totalidad de las obras del proyecto es el siguiente (Tabla 9).

Tabla 9. Resumen del movimiento de tierras previsto para el proyecto

Item		Volumen (m3)
EXCAVACIONES		
1	EXCAVACIÓN ESTACIONES SUBTERRÁNEAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.541.015
2	EXCAVACIÓN TÚNEL Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.173.854
3	EXCAVACIÓN FUNDACIONES ESTACIÓN ELEVADA E11	2.549
4	EXCAVACIÓN FUNDACIONES VIADUCTO	9.652
5	EXCAVACIÓN PATIO TALLER	298.225

Item		Volumen (m3)
6	EXCAVACIÓN VÍAS	81.827
TOTAL EXCAVACIONES (m3)		**3.107.122**
RELLENOS		
1	RELLENOS PATIO TALLER	1.298.8881
2	RELLENOS VÍAS	4.112
TOTAL RELLENOS (m3)		**1.303.000**

Fuente: UT MOVIUS 2022

Las características del material excavado en las estaciones, túnel, viaducto, vías y patio-taller, predominantemente arcilloso, no permitirán su utilización en el relleno del patio-taller, donde se requiere material seleccionado.

3.2.3.4. Área estimada de remoción de la vegetación y descapote

Para el caso de las estaciones únicamente se requerirá la remoción de vegetación y descapote en las Estaciones E9 y E10, localizadas en predios de la ALO. El área total de remoción estimada para las mismas es de 5 443 y 5 333 m2 respectivamente.

Para la construcción de las instalaciones del patio-taller, incluyendo vías internas, el área estimada de remoción de vegetación y descapote es de 207.969 m2;.

El resumen del área total de remoción de vegetación y descapote prevista para la construcción del proyecto se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Resumen del área de remoción de vegetación y descapote prevista para el proyecto

Item		Área (m2)
1	ESTACIÓN E9	5.443
2	ESTACIÓN E10	5.333
3	PATIO TALLER	207.969

Item	Área (m2)
TOTAL ÁREA DE REMOCIÓN Y DESCAPOTE (m2)	**218.745**

Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con lo anterior, el volumen total es cercano a 21.875 m3.

3.2.3.5. Velocidad de diseño del proyecto

El trazado geométrico de la L2MB tiene como principio de diseño la materialización de una línea rápida con más de 40 km/h de velocidad comercial aún en marcha tendida de diagrama operacional. La velocidad máxima de servicio (UTO) será de 80 km/h.

Lo anterior bajo el entendimiento de que la velocidad es uno de los factores más determinantes en el diseño de un sistema metro, por cuanto su mejora influye positivamente en la atractividad comercial de la línea y por ende en los ingresos y posteriormente en la sostenibilidad del sistema.

En tal sentido, se han previsto radios mínimos de curvatura de 400 m de manera tal de minimizar cualquier impacto en la velocidad operacional.

3.2.3.6. Presentación de las secciones transversales de cada uno de los perfiles a lo largo del proyecto

3.2.3.6.1. Túnel

El túnel de la L2MB tendrá 10,45 m de diámetro externo y 9,65 m de diámetro interno y se revestirá con dovelas prefabricadas de 0,40 m de espesor. Se construirá a una profundidad variable entre 18,0 y 35,0 m desde superficie a la clave.

En la mayor parte de su recorrido se excavará en arcillas de alta plasticidad de depósitos de la Sabana de Bogotá, de origen lacustre, denominados Formación Sabana (Qta), y en aproximadamente 0,70 km se excavará en materiales mixtos, de depósitos aluviales y coluviales, cerca de la zona de piedemonte de los cerros Orientales, al oriente de la Av.Caracas.

La profundidad del túnel se condicionó a los siguientes aspectos:

a) Paso seguro por debajo del deprimido de la Av. Caracas, el cual forma parte de las obras en construcción de la PLMB. El tramo de túnel hacia el oriente después de la Estación E1 se conforma para la cola de maniobras en un tramo recto y de pendiente horizontal.

b) Profundidad de las estaciones, las cuales fueron dispuestas en tres niveles o pisos en profundidad (uno de ellos para instalación y operación de equipos), con miras a evitar afectaciones prediales en superficie puesto que se requeriría de mayores áreas para condicionar la edificación de equipamiento.

c) Necesidad de construcción de pozos de evacuación, ventilación y bombeo, para lo cual es necesario darle una ligera pendiente al trazado desde las estaciones colindantes, lo cual también condiciona la profundidad del túnel.

d) Paso seguro por debajo de la línea de la tubería de Tibitoc en la Av. Boyacá.

e) Paso seguro y sin riesgos ecológicos en la zona del brazo del humedal Juan Amarillo.

f) Asentamientos bajos en superficie, al disponerse de un túnel profundo, dadas las características de los suelos de la Formación Sabana.

g) Por tales asentamientos bajos en superficie, reducción de compras prediales en un trazado que en buena parte de su recorrido cruza bajo edificaciones.

En la Figura 34 se presenta la sección transversal del túnel con el material rodante, además de los diferentes componentes para control, iluminación, relleno en la base, anillo de soporte / revestimiento con dovelas de concreto prefabricado y tolerancia constructiva, entre otros.

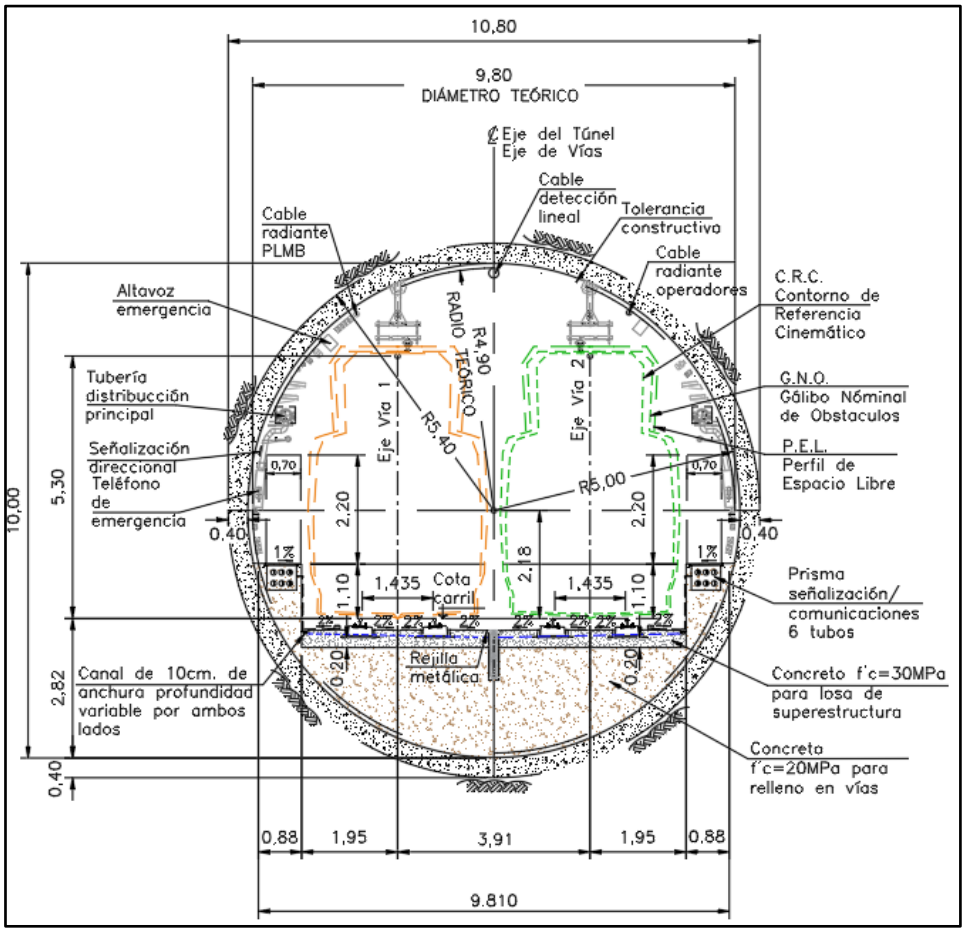


Figura 34. Sección constructiva del túnel con radio de curvatura de 400 m
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.6.2. Pozo de entrada

El pozo de entrada de la tuneladora servirá para el ensamble de la máquina y para el transporte de materiales al frente de excavación, incluyendo dovelas y diferentes clases de equipo. Así mismo, servirá para la extracción del material de suelo excavado y para el ingreso de los trabajadores al túnel.

El pozo de entrada consiste en una rampa descendente de acceso para la máquina EPB, que se localiza entre las abscisas K14+280 y K14+500. Tiene una longitud de 220 m y un ancho interno de 14,80 m. El sitio más profundo a nivel de riel se encuentra en el K14+280, a 15,62 m de la superficie. En este pozo se han previsto una serie de puntales de concreto en la parte superior y una tapa superior llegando al portal del túnel, así como una losa de fondo para soportar la línea férrea.

En la Figura 35 se aprecia la planta de implantación del pozo de entrada en la calle 145 o Av. Transversal de Suba. En los alrededores del mismo se han identificado edificaciones de hasta 6 pisos localizados a 28 m de distancia de las pantallas, y otros edificios menores de 3 pisos localizados a 11 m de distancia de las mismas.

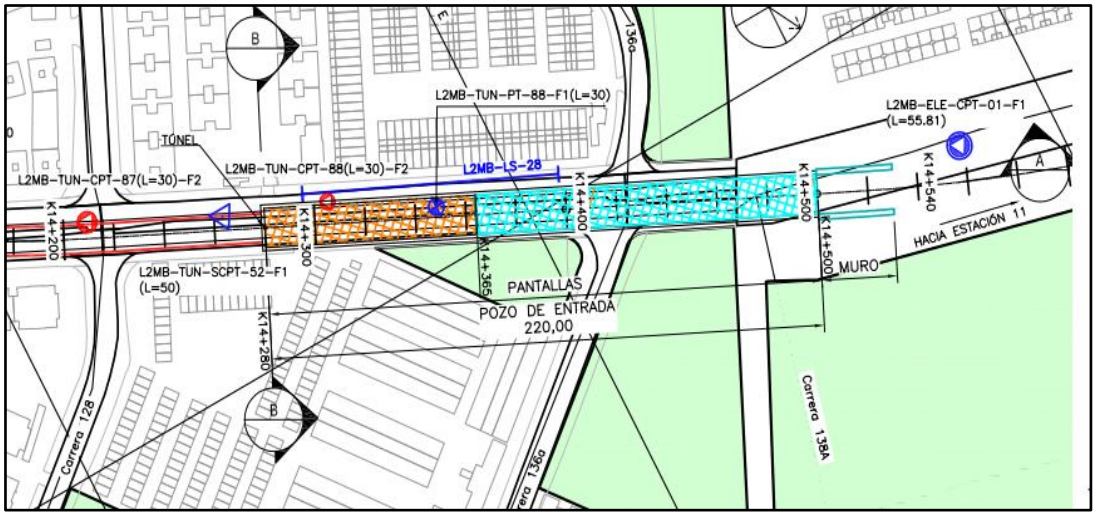


Figura 35. Planta de localización del pozo de entrada
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Figura 36 se presenta la sección transversal del pozo de entrada.

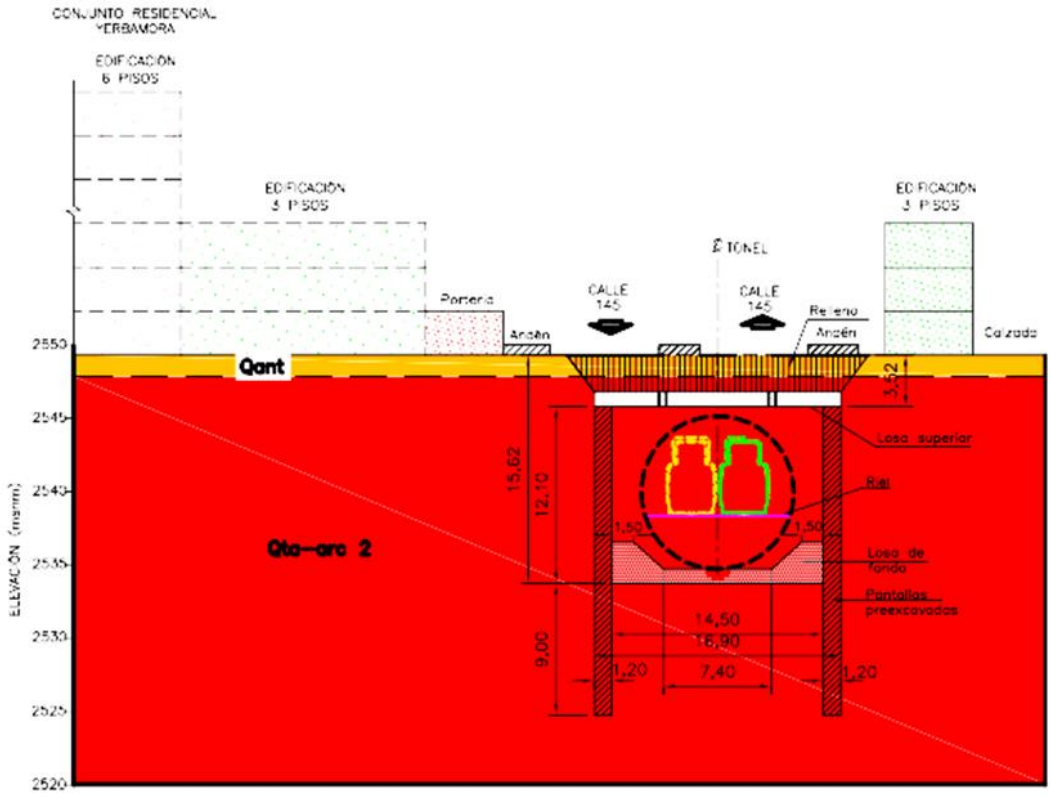


Figura 36. Sección transversal del pozo de entrada (a la izquierda, costado norte)
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.6.3. Pozo de salida

El pozo de salida servirá para el desmantelamiento y retiro de la máquina tuneladora.

Para su conformación se analizaron dos tipos de geometría diferentes. Una rectangular de 40 m de largo por 15 m de ancho, y una circular de 19,8 m de diámetro. Debido a la profundidad de esta estructura, se consideró conveniente optar por la geometría circular.

El eje del pozo de salida se localiza en la abscisa K0+009,9, a una profundidad de riel de 50,5 m. Tiene un diámetro interno de 19,8 m, uno externo de 20,2 m y una profundidad hasta el fondo del empotramiento promedio de 60,5 m. El pozo dispondrá de tapa superior y de una losa de fondo para alojar la línea férrea.

En la Figura 37 se aprecia la planta de implantación del pozo de salida. En el costado norte, a 28 m de distancia de las pantallas, se localiza un edificio de 15 pisos y en el costado sur, a 16 m de la pantalla, otro de 14 pisos
.

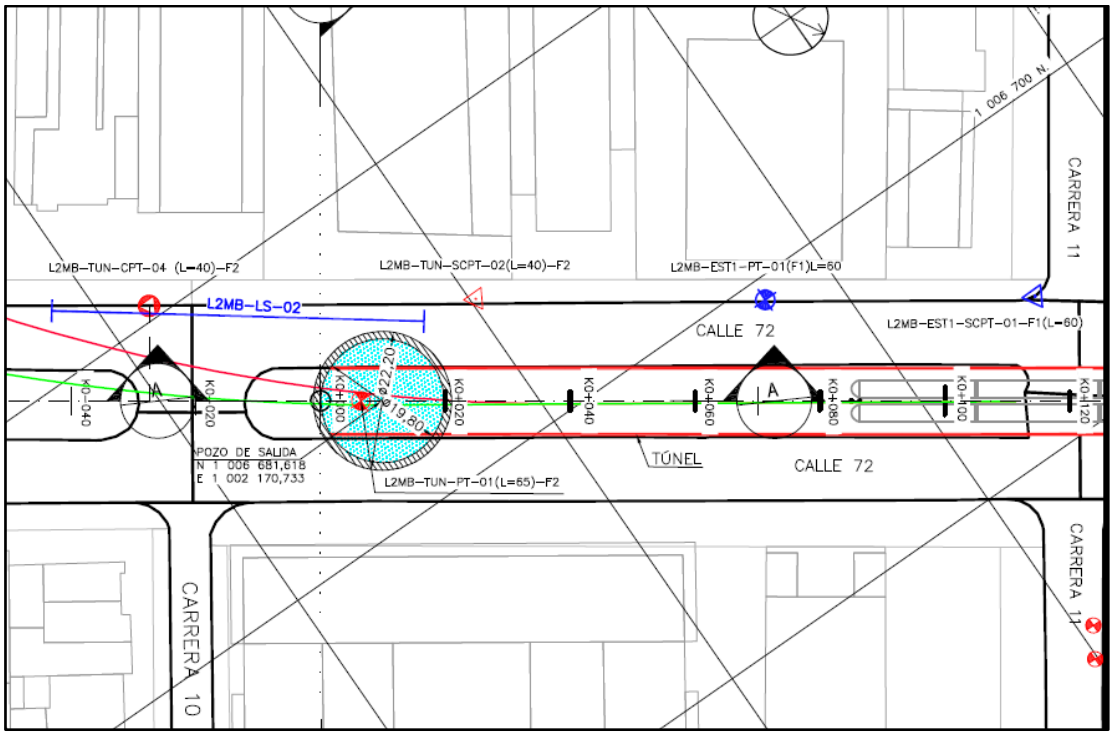


Figura 37. Planta de localización del pozo de salida
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Figura 38 se presenta la sección transversal del pozo de salida.

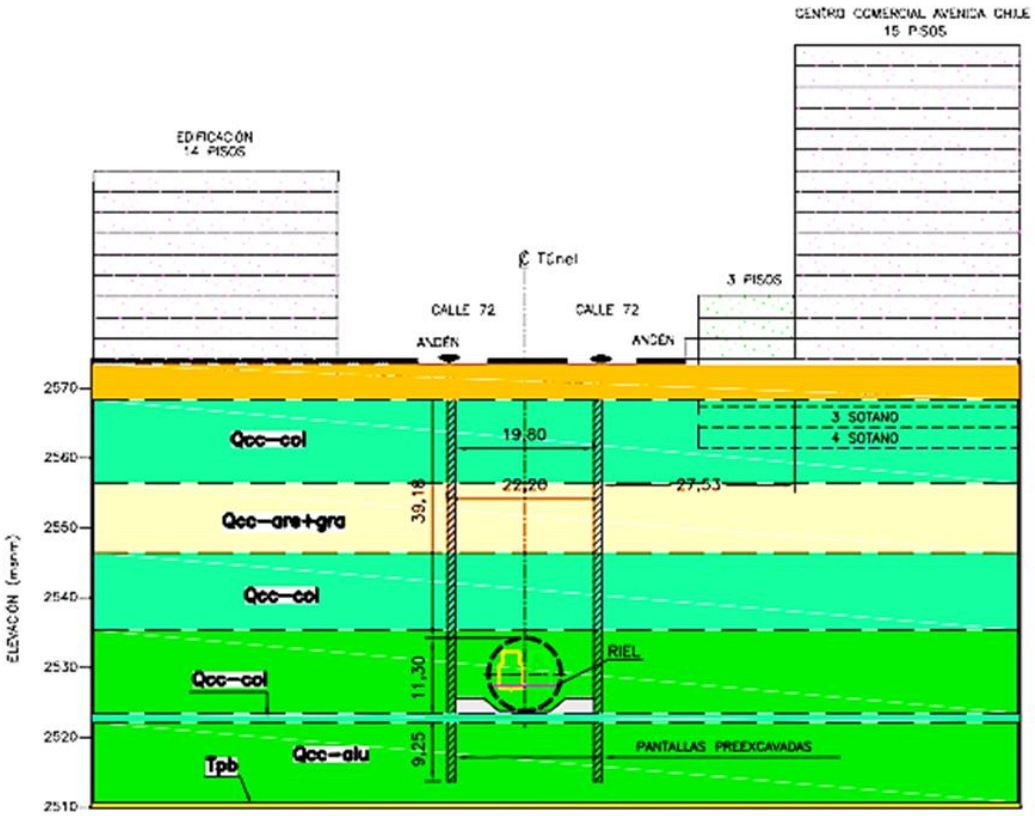


Figura 38. Sección transversal del pozo de salida (a la izquierda se localiza el costado sur)
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.6.4. Pozos de ventilación, evacuación y bombeo

El túnel dispondrá de 11 pozos de ventilación, evacuación y bombeo, 10 de ellos con una sección circular de diámetro interno útil de 10 m, y uno con 7 m de diámetro útil interno que no prestará función de ventilación. Estos pozos tendrán profundidades variables entre 29 y 46 m. Para satisfacer lo establecido en la norma NFPA 130, se ubicarán cada 760 m, a un costado de la línea del túnel bajo predios seleccionados provistos de áreas suficientes para su construcción, del orden de 500 m2. Los pozos se conectarán con el túnel mediante galerías subhorizontales de 7,22 m de diámetro externo, de sección circular y longitud variable, la mayoría de ellos a una distancia aproximada de 5 m entre paredes externas del pozo y túnel.

Todos los pozos de evacuación, ventilación y bombeo serán construidos bajo espacios ocupados por predios privados. Los inmuebles privados afectados en superficie demandarán su compra o expropiación. En dichos predios se construirán edificaciones funcionales del sistema metro divididas en dos espacios: 1) Evacuación 2) Cuartos eléctricos y de transformadores. El espacio de evacuación se encuentra directamente sobre los pozos y el espacio de cuartos eléctricos y de transformadores se encuentra contiguo al pozo, de forma independiente para facilitar su implantación de acuerdo con la configuración particular de los predios donde se localiza.

En las figuras siguientes se presenta la sección transversal del pozo de ventilación, evacuación y bombeo, la galería de conexión al túnel y un ejemplo de su salida a superficie (Pozo 5) con la edificación funcional correspondiente.

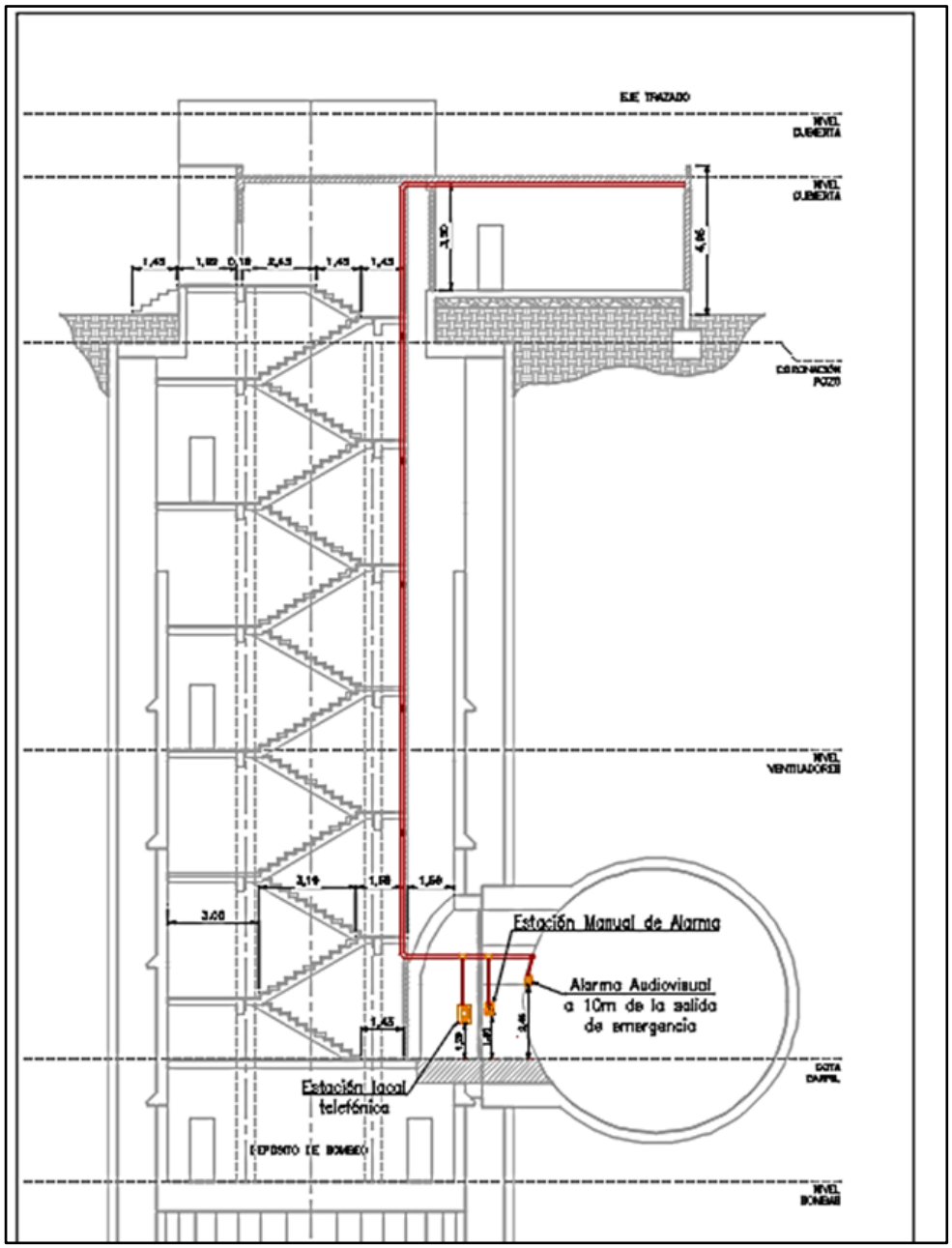


Figura 39. Sección transversal típica de los pozo de evacuación, ventilación y bombeo
Fuente: UT MOVIUS 2022

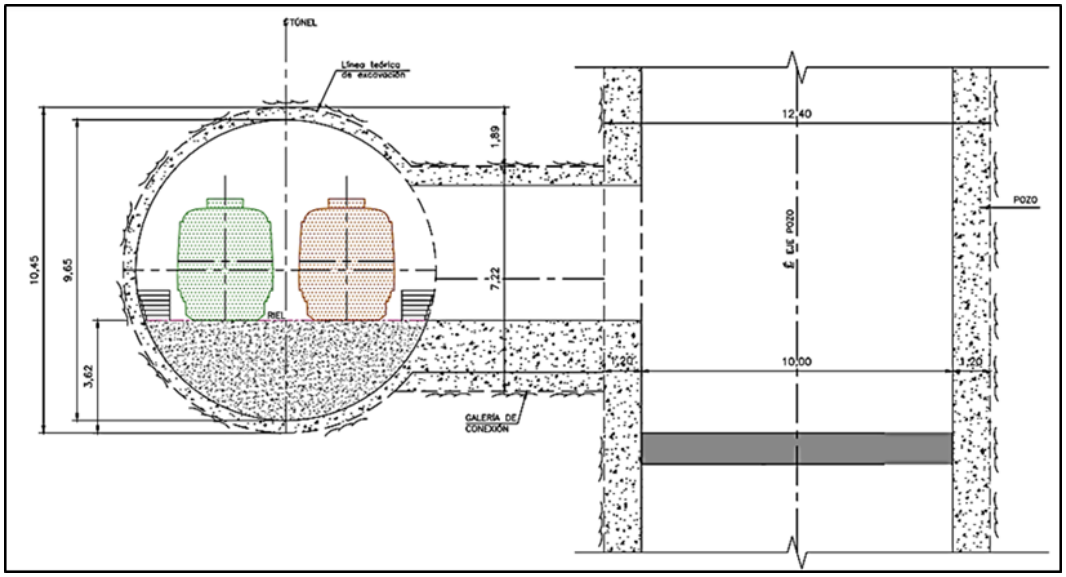


Figura 40. Vista longitudinal de la galería de conexión entre el pozo y el túnel
Fuente: UT MOVIUS 2022

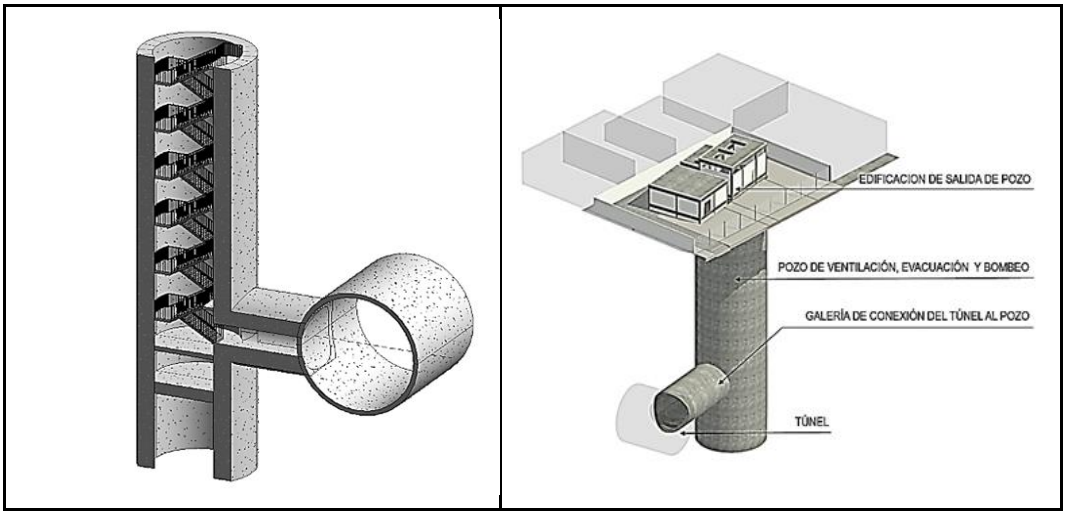


Figura 41. Vista isométrica de un pozo típico de ventilación, evacuación y bombeo
Fuente: UT MOVIUS 2022

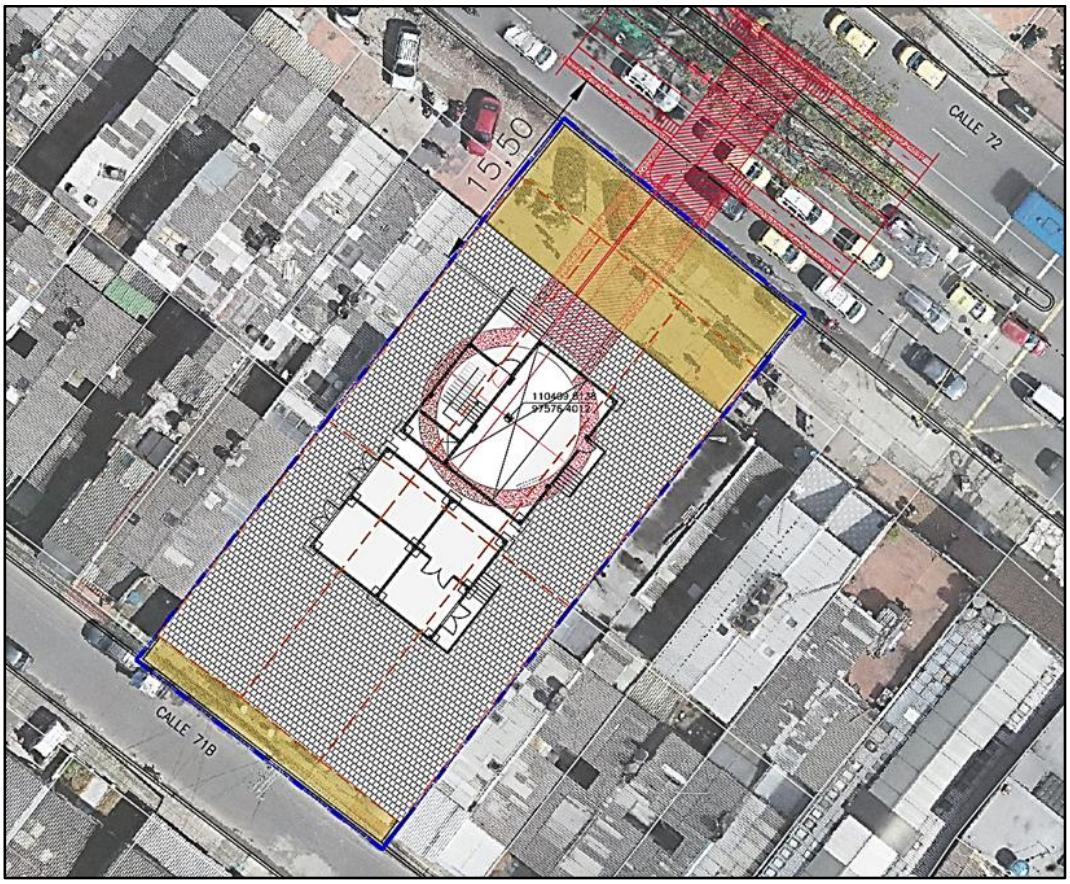


Figura 42. Implantación en superficie del Pozo 5 de ventilación, evacuación y bombeo (ejemplo)
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.6.5. Estaciones

Puesto que el túnel de la L2MB se construirá bajo el concepto de mono túnel en doble vía, en las estaciones se impone el concepto de plataformas laterales para no incrementar las obras necesarias ni el CAPEX.

De esta forma, todas las estaciones serán de plataformas laterales con 145 m de longitud útil, definida por las dimensiones del sistema metro, con un ancho de 4,50 m, excepto la Estación E1, que tendrá 6 metros de ancho para adaptarse a las mayores necesidades de demanda por su combinación con la PLMB.

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

Todas las estaciones subterráneas, con excepción de la Estación E3, serán construidas bajo espacios originalmente ocupados por predios privados para que no se produzcan 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 la carrera 68 con calle 68 y calle 72. Contemplará también la integración con Transmilenio de la Av. 68.

Durante la obra se realizarán interrupciones 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 un proyecto prototípico, aplicable a todas, con variaciones ocasionadas por su implantación urbana y especificidades de programa. Los módulos de acceso y biciparqueaderos también serán proyectos prototípicos, adaptables a la demanda de cada estación y a su implantación urbana. Ello así para lograr una mejor legibilidad de los espacios de la estación para los usuarios en fase de obra, pero también para que el constructor pueda optimizar y reducir sus costos por estandarización y reducir el CAPEX necesario con beneficio para la ciudad de Bogotá.

La Estación E1 – Calle 72 estará integrada a la PLMB y requerirá espacios específicos para esta conexión, tanto en la L2MB como en la PLMB. Las estaciones E1, E2, E3, E4 y E6 estarán integradas al sistema Transmilenio, requiriendo espacio en las estaciones del BRT, o en sus cercanías, para que emerjan las escaleras y ascensores necesarios.

La Estación E11, elevada, es única y sigue sus especificidades de programa y sus requerimientos para la implantación del sistema metro en el entorno urbano del sector.

En las imágenes siguientes se muestran las secciones transversales de las estaciones subterráneas y algunas vistas de la Estación E1.

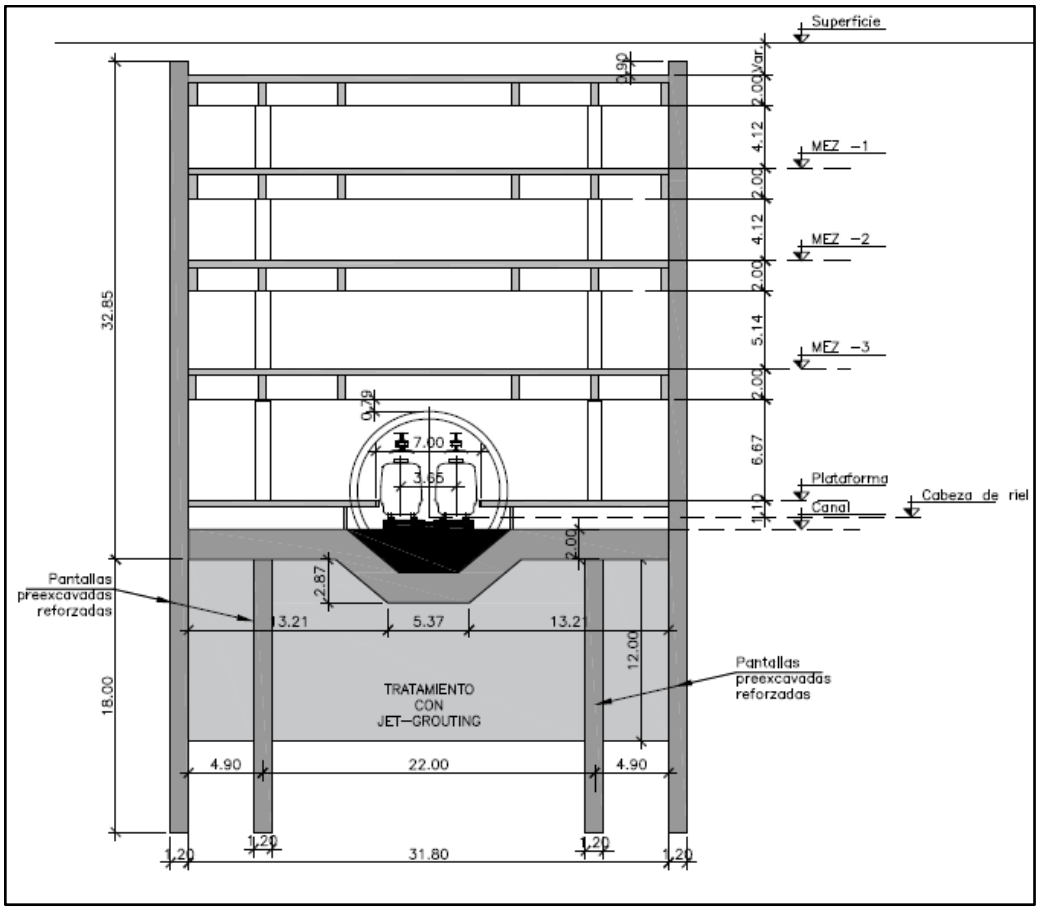


Figura 43. Sección transversal Estación 1
Fuente: UT MOVIUS 2022

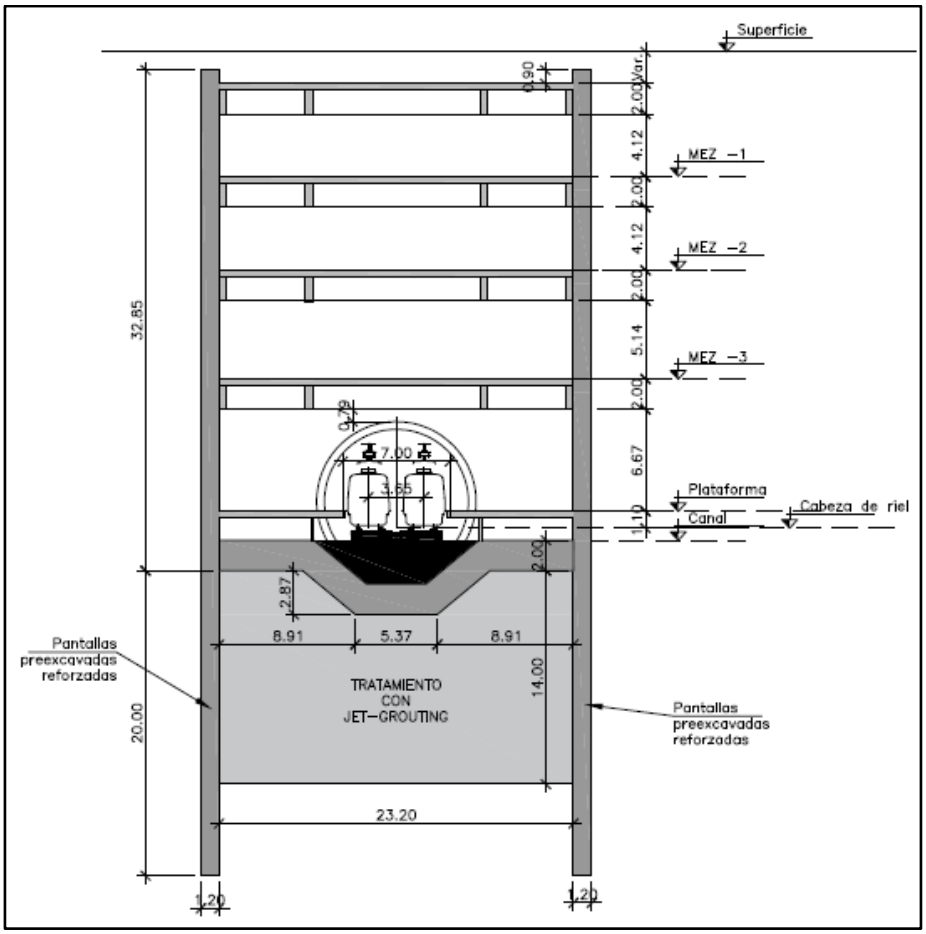


Figura 44. Sección transversal Estaciones E2 a E10
Fuente: UT MOVIUS

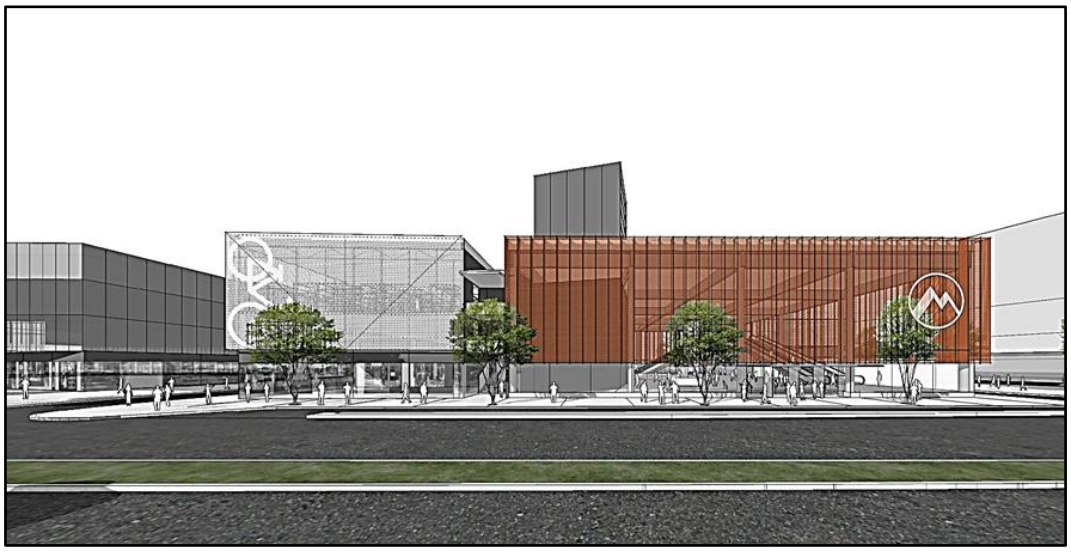


Figura 45. Estación E1. Vista 1
Fuente: UT MOVIUS 2022

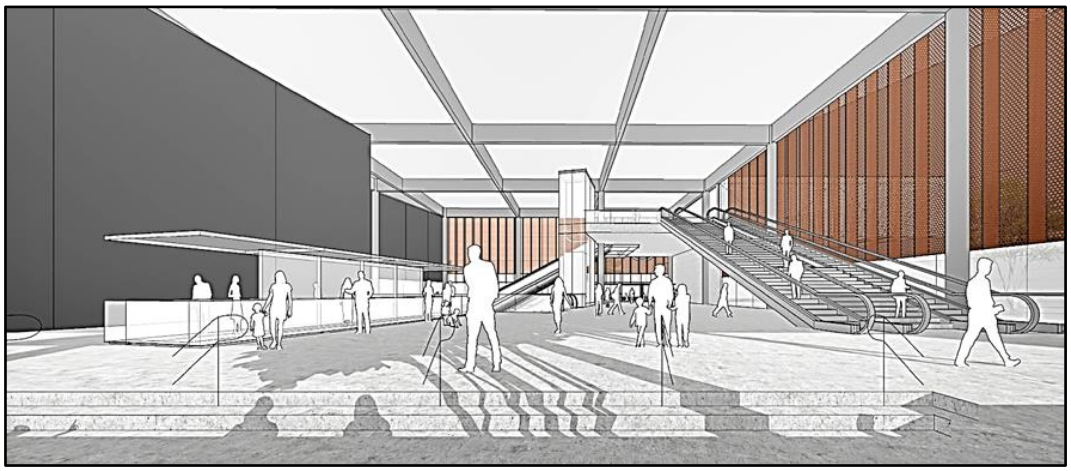


Figura 46. Estación E1. Vista 2
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 47. Estación E1. Vista 3
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 48. Estación E1. Vista 4
Fuente: UT MOVIUS 2022

En las siguientes imágenes se muestran algunas vistas de la estación elevada No. 11.

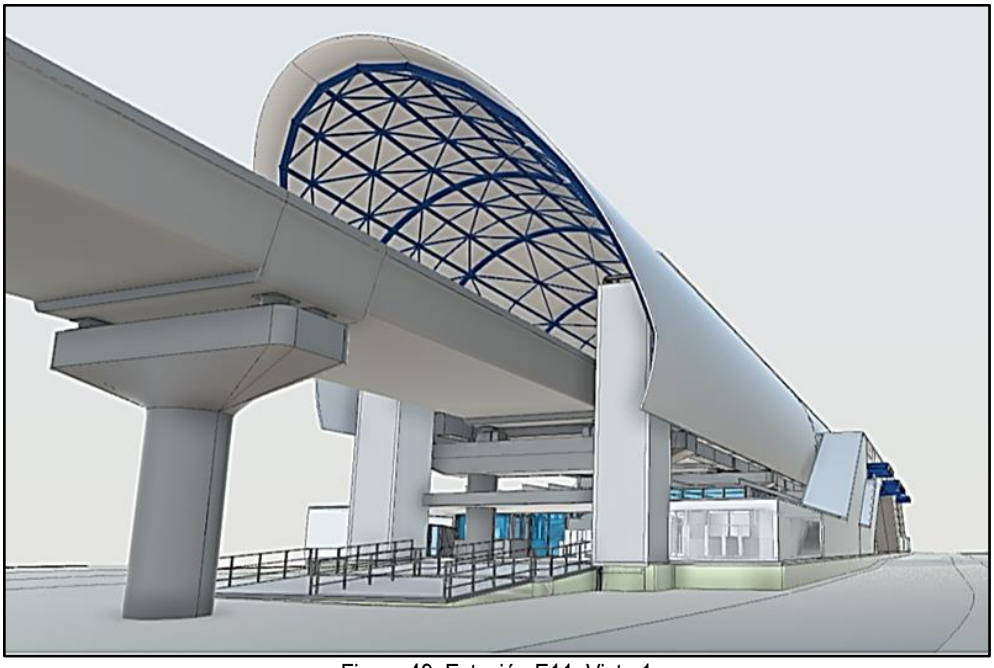


Figura 49. Estación E11. Vista 1
Fuente: UT MOVIUS 2022

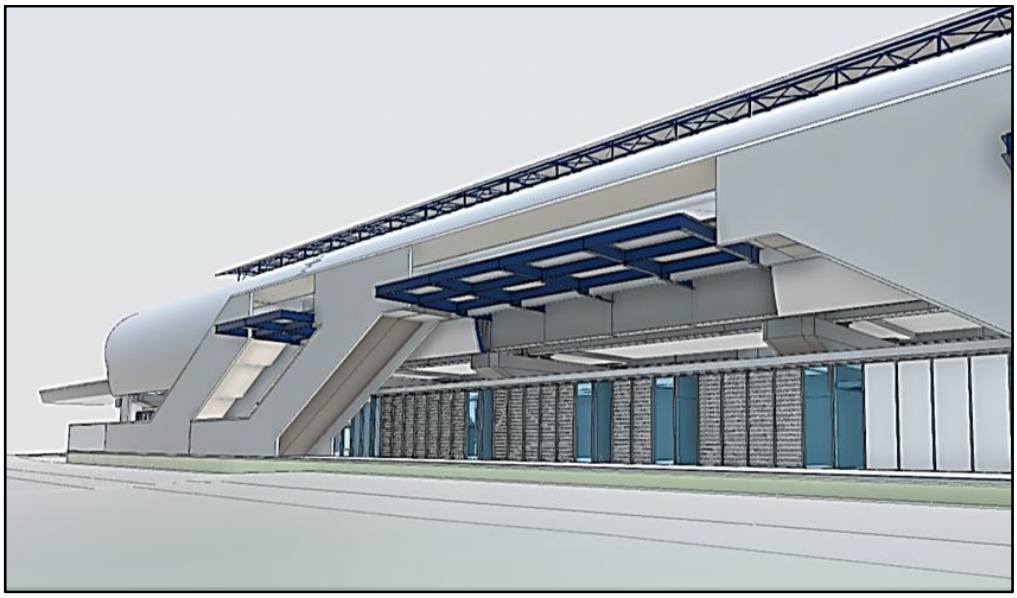


Figura 50. Estación E11. Vista 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

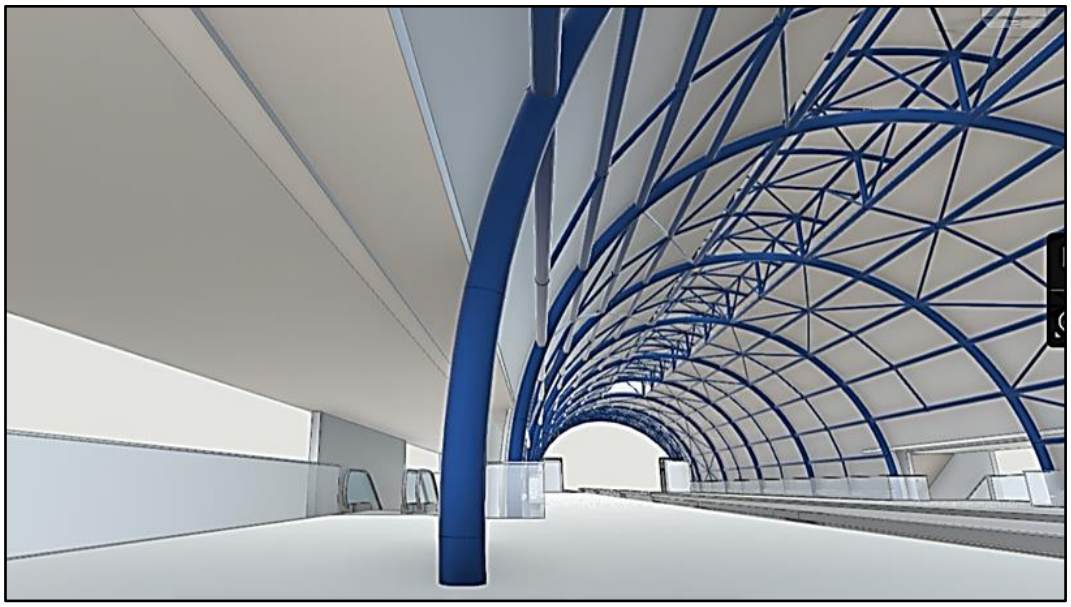


Figura 51. Estación E11. Vista 3
Fuente: UT MOVIUS 2022

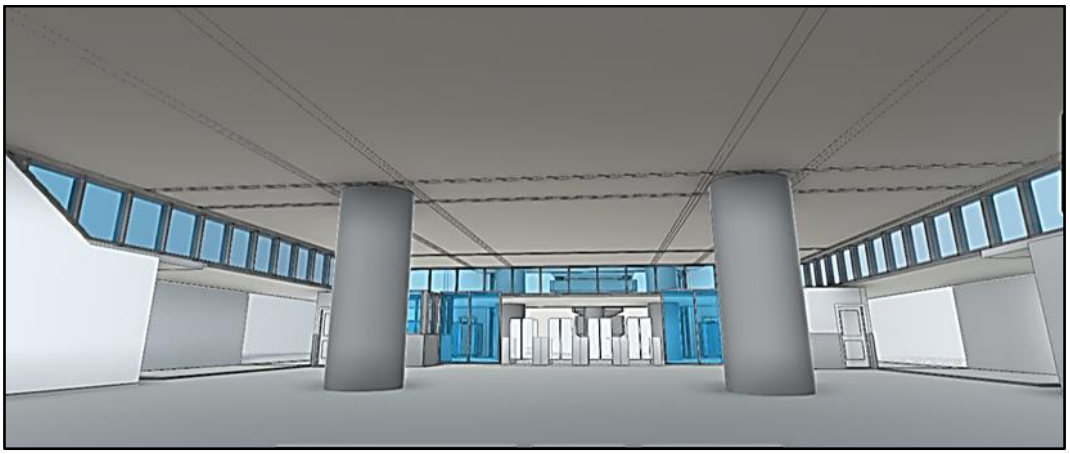


Figura 52. Estación E11. Vista 4
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.6.6. Viaducto

El tramo elevado se compone de un viaducto de 1005 m desde el final de la trinchera hasta el final de la cola de maniobras.

Ese tramo se divide en los siguientes subtramos, cada uno con distintos sistemas estructurales:

I. El primer subtramo empieza en una rampa de 3% con geometría horizontal en leve curva de radio 750 m para luego entrar en tramo recto con altura constante aproximada de 9,8 m entre el terreno y el tope de riel, hasta llegar en la Estación E11 – Fontanar. Este subtramo se caracteriza por el sistema estructural viaducto elevado en Vigas Gran-U.

II. Enseguida se tiene el subtramo de la Estación E11.

III. A partir del final de la Estación E11 se tiene el subtramo de cola de maniobras y acceso al patio-taller. Este subtramo se compone de distintas soluciones:

- Primero un sector en viaducto elevado en Vigas Gran-U
- Después un sector con viaducto en vigas prefabricadas por donde se conectan los dos accesos norte y sur al patio-taller
- Después la cola de maniobra vuelve a la estructura en viaducto elevado en Vigas Gran-U
- Los accesos al patio-taller se hacen con viaducto en vigas prefabricadas y con un viaducto continuo en voladizos sucesivos para pasar sobre el pondaje sin construirse pilas dentro del mismo



Figura 53. Planta del tramo en viaducto
Fuente: UT MOVIUS 2022

A continuación se muestra la configuración general del viaducto:

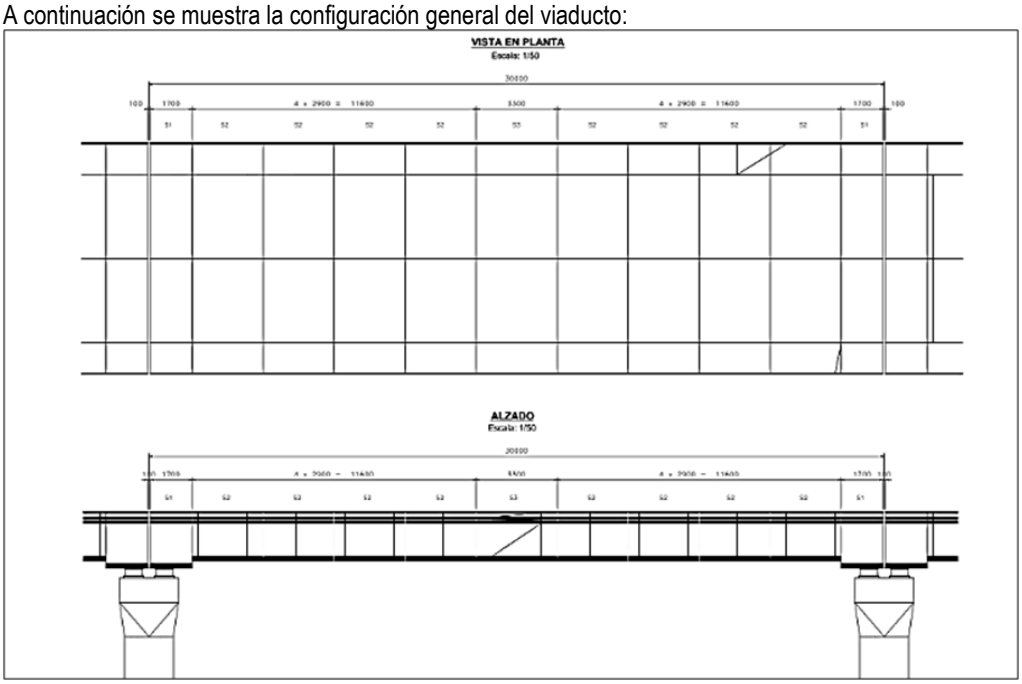


Figura 54. Planta y sección longitudinal del viaducto, tramo típico
Fuente: UT MOVIUS 2022

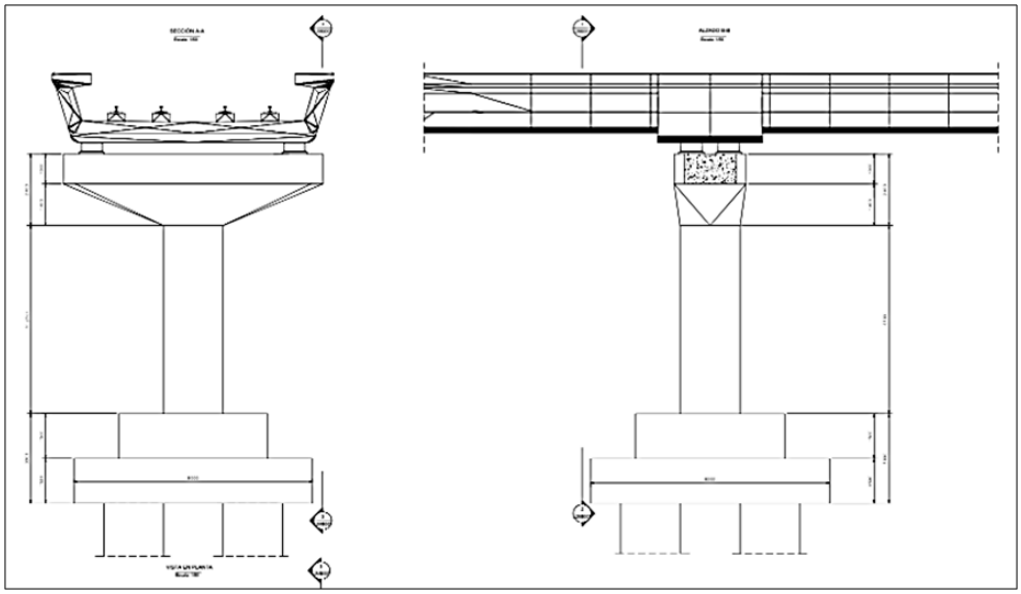


Figura 55. Secciones transversal y longitudinal del viaducto
Fuente: UT MOVIUS 2022

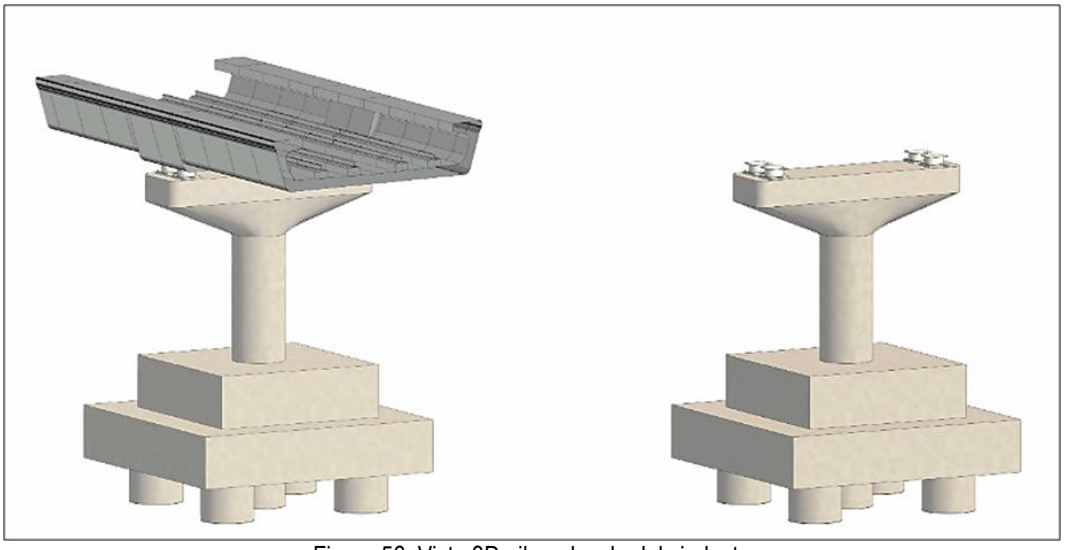


Figura 56. Vista 3D pila y dovela del viaducto
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.7. Superestructura

3.2.3.7.1. Vías férreas principales

Siempre que sea posible, la superestructura de la L2MB mantendrá la misma naturaleza y funcionalidad que la que va a ser instalada en la PLMB, es decir, doble vía de ancho UIC-60 y circulación por la derecha, según el sentido de la marcha.

La superestructura de las vías principales será sin balasto y estará formada por rieles 54E1 y fijaciones elásticas fijadas sobre las vigas del viaducto.

En el caso del montaje de las vías en el tramo elevado se emplearán barras de carril 54E1 de 18 metros de longitud con fijaciones ancladas directamente a plintos de hormigón. El sistema de sujeción de placa nervada con apoyo elástico amortigua los ruidos y vibraciones y es de fácil mantenimiento. Los plintos serán de hormigón armado de 5100x600x260 mm en recta, con una separación de 150 mm, anclados a las esperas de las vigas. La separación entre sujeciones será de 750 mm y se definirá la distancia mínima entre una sujeción y el extremo del plinto.

3.2.3.7.2. Vías férreas del patio-taller

En el caso de que las vías de conexión y el haz de vías se monten sobre balasto, se emplearán traviesas monobloque de hormigón espaciadas cada 60 cm, sobre una capa de 20 cm de balasto. La superestructura en este caso estará compuesta por lo siguiente:

- Rieles 54E1 en barra corta de 18 m.
- Fijaciones elásticas sobre durmientes de hormigón mono bloque cada 0,6 m.
- 20 cm de balasto.
- Aparato de vías tipo 54E1-tg1/5-R100 sobre durmientes de hormigón.

En la zona de patio-taller, adicionalmente, existen vías con diferente función y por tanto la superestructura se adapta consecuentemente, pudiendo ser con foso o sin él, sobre pilarillos metálicos, ancladas o embebidas, en función de la necesidad.

3.2.3.7.3. Regulación de los elementos y componentes de la superestructura de línea

La normativa aplicable al componente superestructura de vía toma como referencia la experiencia internacional. En el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En el caso de que estas normas no se apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF. Además, se debe respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas.

Algunas normas particulares para considerar son:

- EN 13674 - Aplicaciones ferroviarias. Vía – Rieles
- UIC 721 R - Recomendaciones para el empleo de diferentes tipos de aceros para rieles
- EN 13232 - Aplicaciones ferroviarias. Vía – Aparatos de vía
- Manual de Normativa Férrea – Parte I y II – Ministerio de Transporte (2013)

Los componentes de la vía férrea abarcan los siguientes elementos, sin limitarse a ellos:

- Rieles
- Sistemas de fijación directa.
- Viga de hormigón armado
- Losa de Hormigón Armado
- Aparato de vías.
- Aparatos de dilatación
- Juntas aislantes

- Soldaduras
- Otros componentes de la vía férrea.

3.2.3.7.4. Factores que influyen en el dimensionamiento de la sección transversal de línea

El factor predominante en el dimensionamiento de la sección transversal de la línea es el relacionado con la tipología del túnel. En la Figura 57 y en la Figura 58 se aprecia la geometría y emplazamiento de los túneles para las alternativas bitubo (dos túneles independientes cada uno con capacidad de albergar un sólo tren en circulación) y monotubo (un único túnel capaz de albergar dos trenes en circulación), respectivamente.

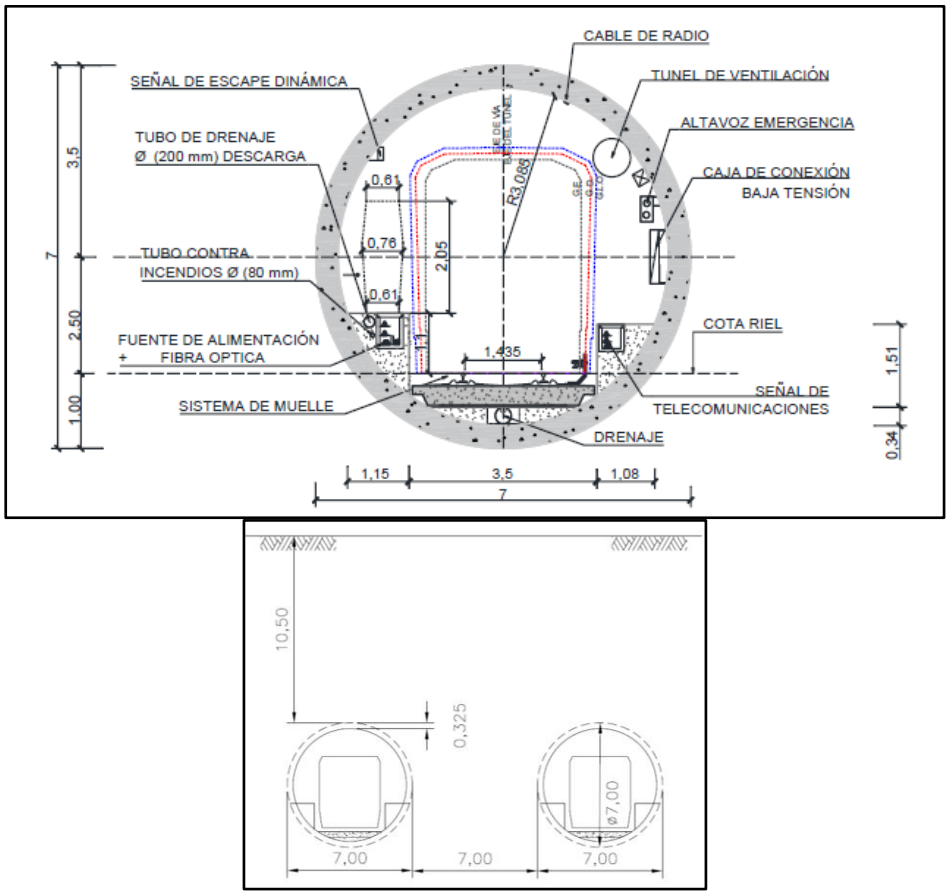


Figura 57. Geometría de bitubo e implantación
Fuente: UT MOVIUS 2022

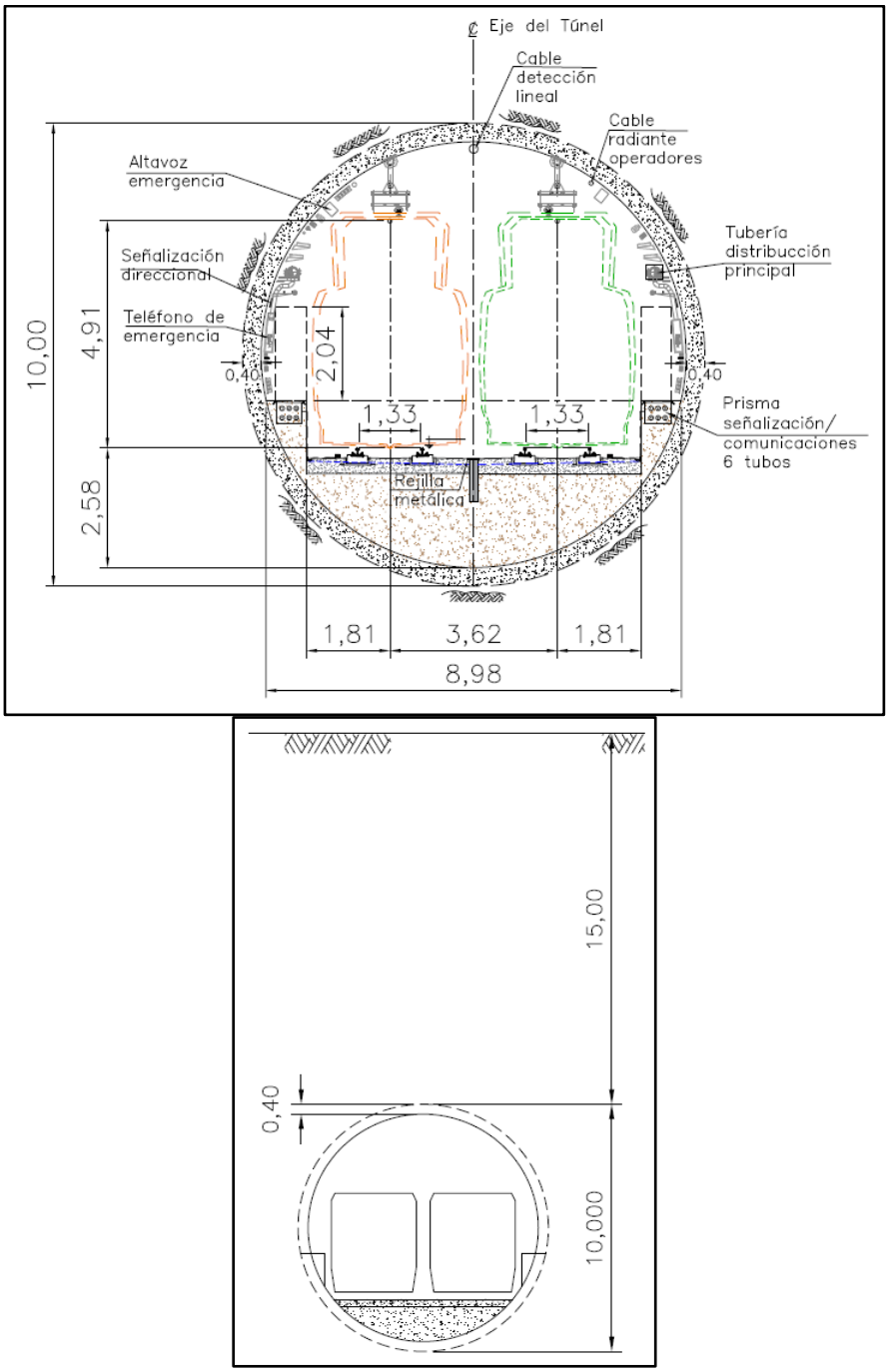


Figura 58. Geometría monotubo e implantación
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para comparar las dos tipologías se realizó el cálculo de cantidades de obra civil en cada una de las mismas, con un estimativo del presupuesto basado en precios unitarios referenciales obtenidos de proyectos similares o del banco de datos disponible para los diferentes ítems considerados. En los análisis también se incluyeron los costos de las máquinas EPB y su equipo periférico adicional, y otros costos asociados a servicio y mantenimiento, de acuerdo con datos de cotizaciones suministradas por fabricantes de este tipo de máquinas.

A partir de los análisis realizados, se optó por diseñar y construir el proyecto L2MB con la tipología monotubo. Las conclusiones del análisis realizado fueron las siguientes:

- La opción monotubo resultó ser un 11,5% más económica que la opción bitubo, aproximadamente en 63,3 MUSD, sin considerar otros aspectos que podrían incrementar la diferencia a favor de la opción monotubo como son: a) las adquisiciones prediales evitadas (por no necesitar las cajas de *Cut&Cover*); b) los costos de relocalización de redes evitados (por igual razón que la anterior); c) el consecuente riesgo en plazo inherente a los dos anteriores; d) el CAPEX de todos los sistemas radiantes, los cuales requieren doble cantidad de dispositivos en la opción bitubo porque en la opción monotubo irradian todo el espacio desde un solo eje (radio CBTC, Tetra, instalación contra incendio, entre otros).

- En relación con los aspectos ambientales, ambas opciones (bitubo o monotubo) tienen impacto similar, puesto que las dos tipologías estarán sometidas a los mismos cuidados y consideraciones para disponer infraestructura cerca del humedal Juan Amarillo y por debajo de su brazo. En consecuencia, al presentar un efecto similar para ambos tipos de túnel, no constituye un elemento diferencial y de definición en favor de una u otra tecnología.

- En términos de seguridad *"safety"*, se señala que ambas alternativas son igualmente seguras y serán diseñadas según la norma NFPA 130, por lo que no constituye en un elemento diferencial en favor de una u otra tipología.

- En la evaluación realizada para definir entre un monotubo o un bitubo no se incluyó el costo de los equipos asociados a los sistemas que deben incluirse en cada túnel. Por lo anterior, la diferencia encontrada en la evaluación podría incrementarse ya que la opción bitubo dispondrá de mayor equipamiento.

- El tiempo de construcción de la opción monotubo resulta ligeramente menor (en cerca de 3 meses), una vez compatibilizado con la construcción de las estaciones. En tal sentido, en la opción bitubo, para no interrumpir la construcción de los túneles con las estaciones, se requiere abrir más frentes de trabajo simultáneo de las estaciones.

- Existe más experiencia en la región latinoamericana de opción monotubo que para la bitubo.

- Al revisar el ancho entre paramentos a lo largo del corredor de la L2MB, la opción bitubo tendría mayor impacto debido a que los dos túneles y las estaciones ocuparían un mayor ancho de vía.

- En la opción bitubo, al tener que disponer de cambiavías excavados desde superficie, se impactan en mayor grado las zonas desde el punto de vista predial-social.

- La opción bitubo implica galerías transversales que requieren de pretratamientos para reducir asentamientos y filtraciones de agua, con limitado acceso para su construcción o repercusiones programáticas.

- La opción monotubo permite modificar el layout de ADVs en el futuro. Con la opción bitubo, el *layout* de vías es prácticamente inmodificable.

- De acuerdo con los análisis comparativos de costos básicos de obra civil realizados para el corredor de la ALO, se estima que construir la L2MB con trincheras puede costar el doble de lo que costaría excavar con un esquema monotubo con máquina EPB. La recomendación en este sentido fue construir un túnel con EPB en el corredor de la ALO hasta el pozo de ingreso de la máquina, ubicada al norte de la Estación E10.

- En relación con el alineamiento de la L2MB, fue posible desarrollar un alineamiento viable con monotubo que cuenta además con un conjunto de bondades que permiten mejorar sustancialmente la calidad del proyecto en múltiples dimensiones que van más allá de la propia velocidad de la línea, p.e. en términos de reducción de adquisición de predios requeridos en las estaciones, y en la no interrupción del tráfico en las grandes avenidas (Av. NQS, Av. 68, Av. Boyacá, y Av. Ciudad de Cali) durante su construcción.

- Con respecto al OPEX, los análisis comparativos de las opciones monotubo y bitubo indicaron que son esperables costos de operación muy similares. De acuerdo con el análisis de inversión realizado para un horizonte a 40 años, bajo el supuesto de que los costos de operación del esquema bitubo fueran mayores, se observó que estos costos de operación no llegarían a igualar la diferencia de CAPEX de las dos tipologías analizadas.

3.2.3.7.5. Criterios de diseño para el dimensionamiento de la superestructura de la línea

Todos los componentes de las vías, en sus distintas tipologías, serán de un tipo universalmente probado y que se encuentre en funcionamiento en una línea o red de metro durante un tiempo superior a los 5 años, con un tráfico similar a lo previsto para la L2MB y en condiciones medioambientales similares.

Con objeto de minimizar el número de repuestos y facilitar el mantenimiento de la vía, se considerará el empleo de un conjunto de sujeción y placa de apoyo.

La vía férrea se diseñará para una carga por eje estático de 13,5 tn empleando rieles de tipo 54E1 de grado R240. La tipología de las vías principales y todas aquellas que se sitúen en estructura será en placa, incluso las zonas de cola de maniobras.

En las vías principales se emplearán aparatos de vías de tg 1/9 y radio en vía desviada de 190 metros, con corazón en bloque soldados integrables en la vía en placa sin necesidad de empleo de durmientes de hormigón. Los corazones de cruzamientos y las agujas estarán reforzados para permitir una soldadura continua de los rieles.

El conjunto de la vía férrea deberá ser diseñado para integrarse con otros equipos del Sistema Integral, con técnica y funcionalidad en su construcción y facilidad de mantenimiento. Todos los pasos a nivel o accesos viales necesarios para el cruce a nivel de vías o acceso a las mismas de vehículos dotados de *diploris* se construirán mediante un sistema modular de paneles individuales de caucho conectados entre sí.

Al diseñar la vía férrea, se tendrán en consideración los factores ambientales, tales como ruido, vibración, corrientes de fuga, drenaje e impermeabilidad al agua.

La construcción de la vía férrea y los estándares de mantenimiento tendrán como prioridad los niveles de seguridad del sistema metro.

A continuación se indican las tolerancias geométricas en el montaje de las vías férreas:

Para el caso de la vía sobre viaducto, las tolerancias finales son las siguientes:
- ➔ Altimetría -3/+3 mm. Variación 1mm/m
- ➔ Planimetría: -3/+3 mm. Variación 0,4mm/m
- ➔ Trocha: -1/+2 mm. Variación 1mm/m
- ➔ Peralte: -3/3 mm. Variación 1mm/m

➔ Inclinación del riel (1/40): 1,7%-3,3%

En el caso de las vías en talleres (vía sobre balasto, sobre postes y embebida) las tolerancias son las siguientes:
➔ Altimetría -10/+10 mm. Variación 1,5 mm/m
➔ Planimetría: -5/+5 mm. Variación 1 mm/m
➔ Trocha: -2/+3 mm. Variación 1mm/m
➔ Peralte: -3/+3 mm. Variación 1,5 mm/m
Además, en el caso de la vía embebida, donde es necesario controlar la inclinación del riel, la tolerancia será la siguiente:
➔ Inclinación del riel (1/40): 1,7%-3,3%

En la vía sobre balasto la separación entre durmientes será de 600 mm con una tolerancia de ±20 mm, controlando que los durmientes queden a escuadra respecto a los rieles con una tolerancia de ±10 mm.

3.2.3.8. Composición de la sección transversal y criterios de dimensionamiento

La sección transversal de los diferentes elementos del proyecto se presenta en el numeral 3.2.3.6 Presentación de las secciones transversales de cada uno de los perfiles a lo largo del proyecto.

Los criterios tenidos en cuenta para su dimensionamiento fueron los siguientes:

3.2.3.9. Túnel

- Se definió como sección transversal una circular considerando que: a) permite la utilización del método constructivo con máquina TBM (EPB - Earth Pressure Balance); b) permite inducir fácilmente presiones en el frente con el movimiento del escudo de la máquina para el control de las presiones tanto del agua como del terreno; c) ofrece ventajas para la colocación de los elementos prefabricados de soporte y revestimiento del túnel (dovelas de concreto prefabricado reforzado).

- Se adoptó una sección circular de 10,45 m de diámetro externo (9,65 m interno).

- El tamaño de la sección tiene en cuenta: a) holguras del centro de la pista del orden de 0.10 m; b) la presencia del soporte o revestimiento que tendrá un espesor de 0.40 m; c) estructuras de vías; d) espacios para mantenimiento, evacuación, espacio para vías férreas e instalaciones como señalización, iluminación, ventilación y drenaje; e) espacio para eventuales errores de construcción con el método de tunelización del escudo debido a baches verticales y horizontales, deformaciones y asentamientos irregulares.

- El alineamiento en planta del túnel (para ser excavado con máquina tuneladora EPB) se planeó lo más recto posible, con algunas curvas graduales de radio amplio, de no menos de 400 m, alejándose del corredor vial de la calle 72 para reducir afectaciones en la movilidad vehicular y para evitar interferencias y afectaciones en superficie.

- La pendiente longitudinal máxima no es mayor del 4%.

- La pendiente del túnel es suficiente para facilitar la evacuación de agua, por lo que no es menor de 0,2%.

- Los pozos de entrada y salida servirán para el montaje o desmantelamiento y retiro de la máquina y del equipo de *backup*.

- Para el pozo de entrada de la máquina tuneladora se utilizó una sección tipo trinchera o confinada por pantallas preexcavadas de concreto reforzado, con una sección útil de 14,80 m de ancho por 220 m de longitud, y con una profundidad variable de 2 a 15 m.

- Para el pozo de salida de la máquina se analizaron dos opciones. La primera de ellas fue con sección rectangular de 15 m de ancho útil, 40 m de largo útil y profundidad de 50,7 m. Estas dimensiones son acordes con las utilizadas en proyectos de características similares al de la L2MB, como por ejemplo la Línea 12 del Metro de la Ciudad de México, donde se construyó un pozo de ataque de la tuneladora (11 m de diámetro) con 14 m de ancho. La segunda opción analizada fue un pozo circular de 19,80 m de diámetro interno y 50,7 m.de profundidad. La profundidad de este pozo está condicionada porque al oriente de la Av.Caracas se requiere construir la cola de maniobras en tramo recto y porque la L2MB requiere pasar bajo el deprimido vial de la Av. Caracas (en construcción), que forma parte de las obras de la PLMB. De estas dos opciones la finalmente seleccionada fue la de pozo circular debido a que se disminuyen los esfuerzos sobre las pantallas y a que existe una mejor respuesta al comportamiento de deformaciones y asentamientos alrededor del pozo.

- Para los pozos de evacuación, ventilación y bombeo se estableció una sección circular de 10 m de diámetro interno útil para los pozos 1 a 11, excepto en el pozo 3, que no tendrá ventilación y para el cual se definió un diámetro útil interno de 7 m. Los pozos tendrán profundidades variables de 29 a 46 m y se ubicarán a menos de 760 m según lo establece la norma NFPA 130.

- La geometría de las galerías circulares se escogió para mejorar la redistribución de esfuerzos, dado que estas galerías se tendrán que excavar según método convencional (sistemas mecánicos).

- El perfil del túnel se configuró considerando la funcionalidad de las estaciones subterráneas y manteniendo al menos una cobertura no menor de 1,5 D, siendo D el diámetro de excavación del túnel. Por lo anterior, cuando el trazado del túnel pasa las estaciones, éste se profundiza en el terreno con la finalidad de tener mayor cobertura y de esta forma disminuir subsidencias o asentamientos en superficie.

- La cobertura del túnel junto a las estaciones está dada por una profundidad a nivel de riel de 30 m, lo que hace que la cobertura desde superficie a cota del túnel sea del orden de 23,15 m, es decir 2,2 veces D, respetándose la cobertura mínima de 1,5 D en la proximidad de las estaciones.

- La cobertura desde superficie hasta la clave del túnel es variable a lo largo del trazado del túnel, lo cual depende de: a) las condiciones del terreno; b) la presencia o no de obstrucciones u obras construidas o por construir a lo largo del trazo planeado; c) el diámetro de excavación del túnel; d) el método de construcción. Con base en estas premisas, se estableció una cobertura que redujera los asentamientos en superficie y mantuviera las condiciones de estabilidad del frente del túnel. La mínima cobertura a la clave del túnel es del orden de 18 m y la máxima de 35 m.

3.2.3.10. Estaciones

A continuación se presentan los criterios especificados para el diseño de las estaciones y la forma en que estos fueron incorporados en los estudios de factibilidad:

3.2.3.10.1. Criterios de confort

Tabla 11. Criterios de confort

Criterio	Resultado
Se deben evitar las zonas oscuras para evitar caídas de los usuarios, así como mejorar el nivel de percepción de seguridad.	Se ha dado especial importancia a la iluminación de las estaciones, en especial en subterráneo, considerando que es de fundamental importancia para la orientación y seguridad de los usuarios. Elementos de riesgo tales como escaleras y límites de plataforma fueron directamente iluminados. La iluminación general de la estación resalta los elementos arquitectónicos, orienta a los usuarios a las salidas y hace una suave transición desde los espacios más profundos hasta la iluminación natural exterior.
La circulación desde el ingreso hasta las plataformas de embarque debe ser lógica e intuitiva, fácilmente identificable y visible.	Los recorridos están en continuidad natural, desde los módulos de acceso hasta las plataformas, posicionados de la forma más directa, para que se reduzcan las distancias recorridas. Entre Mezzanine.-1 y Mezzanine.-3, por ejemplo, las escaleras están puestas sin interrupciones.
El diseño debe evitar el ingreso de agua lluvia a cualquier espacio dentro de la estación.	Los ingresos a las estaciones se encuentran sobre una cota superior respecto al nivel superficial del espacio público, procurando evitar el ingreso de agua desde las áreas exteriores. Las edificaciones que sobresalen en el nivel de superficie asociadas al funcionamiento de las estaciones están debidamente cubiertas. Las vías por intervenir en las zonas de estación han sido ajustadas en su peralte y perfil longitudinal procurando dejar puntos bajos por fuera de las estaciones.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.2. Criterios de seguridad de los usuarios

Tabla 12. Criterios de seguridad de los usuarios

Criterio	Resultado
El diseño de las estaciones debe contribuir tanto a la seguridad real como a la percepción de seguridad por parte de los usuarios.	El diseño de las estaciones es conforme con los estándares locales e internacionales de seguridad. La buena percepción de seguridad por parte de los usuarios está estimulada por el conveniente dimensionamiento de escaleras y pasillos, la fluidez de los recorridos, la iluminación y la exposición parcial de la estructura resistente, que evidencia su potencia a servicio de la seguridad.
Las estaciones deben ser diseñadas en sus espacios y materiales en búsqueda de minimizar y evitar la posibilidad de cualquier tipo de accidente. Se debe poner especial cuidado a los espacios que generan mayor probabilidad de caída, tales como las Plataformas de Embarque, así como las escaleras y demás.	Se han previsto materiales seguros y antideslizantes para todas las áreas de circulación pública, en especial donde hay demanda específica, como plataformas y escaleras. La durabilidad y facilidad de limpieza y mantenimiento son factores clave para las estaciones, que tendrán larga permanencia en uso intensivo.
El diseño de las estaciones debe tener en consideración elementos que sean resistentes al vandalismo.	El diseño de las estaciones se conforma con elementos antivandálicos y adecuadamente resistentes, atendiendo tanto al uso intensivo como a su fácil mantenimiento
El diseño de las estaciones debe evitar la evasión de las barreras de control de acceso al sistema.	Se especificará la utilización de barreras de control de acceso con cerramientos altos de vidrio templado y se diferenciarán barreras con alto nivel de seguridad
Las estaciones deben ser diseñadas bajo los parámetros de seguridad contemplados por las normas nacionales e internacionales, tanto para las situaciones de operación regular como para situaciones de emergencia.	El diseño de las estaciones se realizó conforme a los requerimientos de nivel de confort y normativas locales e internacionales para perfecta operación en normalidad y situaciones de emergencia.
Las estaciones deben contar con los equipos para la detección y extinción de incendios, incluidos los sistemas de ventilación para disipar el humo cumpliendo con la norma NFPA 130 - 2017. En este sentido el Contratista socializa sus diseños y propuestas con el cuerpo de Bomberos del Distrito, quién debe avalar esta parte del diseño.	El diseño del sistema de detección y alarma contra incendio garantiza una detección temprana y confiable de un conato de incendio en estaciones, incluyendo galerías de acceso, puntos de venta de tiquetes y demás sitios asociados a estaciones del proyecto.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.3. Criterios de dimensionamiento de evacuación

Todas las estaciones cuentan con elementos con diseño universal, conforme a las normas y requerimientos técnicos.

Los requisitos de diseño relacionados con la capacidad de usuarios de la estación y los patrones de flujo se basan en la proyección de la demanda de pasajeros. Se eligió hora punto mañana en el horizonte 2042 por ser considerado el más cargado según el estudio de demanda.

Se considera una doble situación de la estación: en su uso habitual (condiciones normales) y en situación de emergencia, donde habrá que tener en cuenta no sólo las personas que ocupen la estación en ese momento sino también las que puedan venir en los trenes, que también se evacuarán a través de la estación .

Para el correcto dimensionamiento de los espacios públicos de la estación, a partir de los datos de demanda, se realizaron 12 verificaciones compatibles con normativa NFPA 130 y nivel de servicio y confort requerido para el sistema, como se indica a continuación:

- VERIFICACIÓN 1 - Vaciar la plataforma en menos de un intervalo entre trenes (headway). Sirve para garantizar que en las plataformas no habrá personas retenidas cuando se verifica la llegada de una nueva composición.
- VERIFICACIÓN 2 - Índice de Confort en plataformas < 1,29 persona/m²; define el nivel de servicio ofrecido por las plataformas.
- VERIFICACIÓN 3 - IC en nivel Mezzanine -3. (arriba de las plataformas) < 1,29 persona/m². Define el nivel de servicio ofrecido por el nivel inmediatamente superior a las plataformas.
- VERIFICACIÓN 4 - Distancia < 100 m en las plataformas hacia escaleras o ascensores. Garantiza la distribución correcta de escaleras en plataformas y cumple con el ítem 5.3.34 de NFPA 130-2020.
- VERIFICACIÓN 5 - Índice de Confort en condiciones de emergencia < 3,3 personas/m² en la plataforma. Define el límite de nivel de seguridad en condiciones de emergencia y cumple con la tabla Tabla K.3.3-1 de NSR10.
- VERIFICACIÓN 6 - escaleras o ascensores en condiciones de emergencia < 3,3 personas/m² en el Mez - 3. Define el límite de nivel de seguridad en condiciones de emergencia y cumple con la tabla Tabla K.3.3-1 de NSR10.
- VERIFICACIÓN 7 - Evacuación de las plataformas (hasta 4 minutos). Define tiempo seguro para evacuación de las plataformas y cumple con el ítem 5.3.3.1 de NFPA 130-2020
- VERIFICACIÓN 8 - Llegar en zona segura (hasta 6 minutos). Define tiempo seguro para evacuación hasta área segura o espacio exterior de la estación. La definición de "zona segura" interna a la estación debe estar garantizada por ventilación y combate a incendios. Cumple con el ítem 5.3.3.2 de NFPA 130-2020
- VERIFICACIÓN 9 – Dimensionamiento de los pasillos considerando demanda de pasajeros y ancho disponible
- VERIFICACIÓN 10 – Dimensionamiento de escaleras por nivel para que sean compatibles con la demanda de pasajeros
- VERIFICACIÓN 11 – Dimensionamiento de torniquetes para que sean compatibles con la demanda de pasajeros
- VERIFICACIÓN 12 – Dimensionamiento de torniquetes para transferencias de pasajeros para PLMB (apenas E1)

Los parámetros considerados para condiciones normales y de emergencia son los siguientes:

Tabla 13. Criterios dimensionamiento de evacuación

	Criterios condiciones normales		**Referencia**
Headway	2,16	min	Según el ET2 – Plan Operacional Preliminar
Trenes por hora	27	trenes	60 min / 2,16 = 27 trenes
Capacidad de flujo EF ascendente	0,028	personas/mm-min	G371A Station Planning Standards and Guidelines – London Underground
Capacidad de flujo EF descendente	0,028	personas/mm-min	G371A Station Planning Standards and Guidelines – London Underground

	Criterios condiciones normales		Referencia
Capacidad de flujo EM	100	personas/min	G371A Station Planning Standards and Guidelines – London Underground
Capacidad pasillo	40	personas/min	G371A Station Planning Standards and Guidelines – London Underground
Faja plataforma (borde)	0,45	m	5.3.4.2 NFPA 130-2020
Faja plataforma (pared)	0,30	m	5.3.4.2 NFPA 130-2020
Faja pasillo (pared + paneles)	0,90	m	5.3.4.2 NFPA 130-2020
Composición metroviaria	1800	pasajeros	Según definiciones de Material Rodante
Velocidad flujo plataformas	37,7	m/min	5.3.4.4 NFPA 130-2020
Velocidad flujo escaleras	14,6	m/min	5.3.5.3 NFPA 130-2020
Velocidad flujo vestíbulo	61	m/min	5.3.4.5 NFPA 130-2020
Bloqueos embarque	15	personas/min	PLMB
Bloqueos desembarque	25	personas/min	5.3.8.5 NFPA 130-2020
Portones	60	personas/min	5.3.7.1 NFPA 130-2020

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.4. Criterios de diseño estructural

Tabla 14. Criterios de diseño estructural

Criterio	Resultado
Los ejes estructurales deben tener distancias modulares para la ubicación de las columnas, con el fin de regularizar el sistema constructivo, permitiendo manejar formaleta prefabricada para el vaciado de concretos de vigas y columnas.	Se plantearon ejes estructurales con la misma separación en cada una de las estaciones para estandarizar los procesos constructivos.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.5. Criterios de economía operacional

Tabla 15. Criterios de economía operacional

Criterio	Resultado
Estandarización de materiales y especificaciones de las plataformas de embarque.	Buscando manejar el mismo lenguaje arquitectónico de la PLMB, se manejan iguales materiales en las plataformas de embarque. Para todas las estaciones, los acabados son los mismos.
Escaleras fijas, estandarizadas en sus especificaciones.	Buscando manejar el mismo lenguaje arquitectónico de la PLMB, las escaleras cuentan con los mismos acabados de las de la PMLB, revestidas de granito pulido o porcelanato de alto tráfico con barandas con pasamanos de acero inoxidable.
Escaleras mecánicas, estandarizadas en sus especificaciones.	Buscando manejar el mismo lenguaje arquitectónico de la PLMB, se manejan las mismas referencias o marcas de escaleras para todas las estaciones.
Pasamanos, parapetos, ascensores entre otros elementos que se repitan en las estaciones.	Buscando manejar el mismo lenguaje arquitectónico de la PLMB, se manejan las mismas referencias o marcas de ascensores, los mismos pasamanos de acero inoxidable y el mismo material para los parapetos.
Puertas y Ventanas en sus materiales, dimensiones, acabados y colores.	Se ha buscado, en lo posible, tipificar las puertas y ventanas en cuanto a materiales, dimensiones, acabados, colores y uso para todas las estaciones. Los diseños de las puertas se realizaron según estudios de confort térmico.
Pisos, cielos rasos, muros y patrones de instalación que se tengan según los espacios.	Se realizó una zonificación de pisos por tipo de espacio y se utilizaron los mismos patrones de diseño de piso establecidos para la PLMB. Esto mismo se hizo para los tipos de cielo raso y patrones de diseño.
Modulación de los elementos y materiales constructivos.	En los planos se establecieron las modulaciones de acabados tales como revestimientos, cerramientos, pisos y paredes, teniendo en cuenta los patrones de diseño establecidos en la PLMB.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.6. Criterios de circulación de los usuarios

Tabla 16. Criterio de circulación de usuarios

Criterio	Resultado
El diseño de las circulaciones al interior de las estaciones debe garantizar un recorrido directo y sin obstáculos para los usuarios, permitiendo integrarse de manera adecuada con las áreas destinadas para los servicios conexos a los pasajeros.	Los recorridos están en continuidad natural, desde los módulos de acceso hasta las plataformas, posicionados de la forma más directa, para que se reduzcan las distancias recorridas. Las áreas operacionales y de servicios tienen accesos y recorridos técnicos propios, sin interferencia en las zonas públicas, pero accesibles desde ellas.

Criterio	Resultado
Todas las estaciones deben ser accesibles universalmente y dependiendo de la tipología de las estaciones y las condiciones de acceso se debe contemplar la instalación de uno o más ascensores. Tanto en los accesos a los vestíbulos como a las plataformas de embarque según se requiera.	Todas las estaciones cuentan con elementos con diseño universal, conforme a las normas y requerimientos técnicos. Dispondrán de ascensores, en zona no paga, desde la superficie hasta vestíbulo (Mezzanine. -1) y desde éste hasta las plataformas, en zona paga. Se previó un ascensor suplementario (2 ascensores por plataforma) para que no haya suspensión de servicio por falla técnica. Un ascensor por plataforma será resistente al fuego y tendrá antecámara, también protegida, para refugio de discapacitados
En los casos que se ubiquen dos (2) escaleras mecánicas y una escalera fija en un solo punto, las escaleras mecánicas se deben disponer en los costados y alojar entre ellas las escaleras fijas.	Todas las estaciones adoptan este modelo para conjunto de escaleras fijas y mecánicas
Todas las estaciones deben contar con ascensores para garantizar la accesibilidad universal.	Todas las estaciones cuentan con ascensores tanto en las zonas pagas como no pagas, garantizando que haya siempre accesibilidad universal.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.7. Criterios de responsabilidad ambiental

Tabla 17. Criterios responsabilidad ambiental

Criterio	Resultado
El diseño de la estación debe cumplir como mínimo con el Nivel 2, Reconocimiento intermedio, en la categoría de Proyecto Integral (Urbanismo + Arquitectura), según lo dispuesto dentro de la Resolución No. 03654 de la Secretaría Distrital de Ambiente, “Por la cual se establece el programa de reconocimiento BOGOTÁ.	Las intervenciones previstas tanto para los aspectos arquitectónicos como urbanísticos se soportan con los criterios enumerados a través de los indicadores establecidos dentro del Artículo 11 de la Resolución 03654 de la Secretaría de Ambiente

Fuente: UT MOVIUS 2022

El concesionario podrá en el marco de la elaboración del programa de uso eficiente de la energía proponer y diseñar sistema de paneles solares para las estaciones, según aplique y se requiera en concordancia con las políticas ambientales y sociales de la banca multilateral.

3.2.3.10.8. Confort acústico

Tabla 18. Confort acústico

Criterio	Resultado
El desempeño acústico de las áreas públicas de las estaciones debe permitir la emisión de mensajes de información al público de manera clara e inteligible.	Los materiales de las fachadas y diseño de bocas de acceso cuentan con materiales de alta absorción del sonido para evitar efectos de reverberamiento.
El sistema de información a pasajeros debe poderse escuchar en todo momento por encima del ruido mecánico emitido por ventiladores u otros sistemas.	Como parte del diseño, se incluyó el sistema de megafonía, el cual será inteligible y contempla que pueda ser audible ante condiciones de alto ruido, congestión de usuarios, situaciones de emergencia, operación nominal de la totalidad de equipamiento mecánico y tráfico normal de trenes.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.9. Puntos ecológicos

Tabla 19. Puntos ecológicos

Criterio	Resultado
Se debe plantear la localización de mínimo 2 Puntos Ecológicos por acceso a la estación. Su localización no debe interferir con los flujos de los usuarios del sistema. El punto ecológico y el color de los recipientes deben dar cumplimiento al código de colores y las especificaciones establecidas en la normativa vigente.	Se localizaron puntos ecológicos por acceso a la estación, en áreas que no obstaculizan el libre tránsito peatonal.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.10. Infraestructura asociada a las estaciones

Tabla 20. Infraestructura asociada a las estaciones

Criterio	Resultado
Todas las estaciones deben contar con un área para localizar ciclo – parqueaderos. Estos podrán estar ubicados en el nivel de acceso, sótanos, o pisos superiores dependiendo del diseño de cada estación. Las áreas de ciclo – parqueaderos deben contar con infraestructura de soporte a la bicicleta y a la operación de estos espacios.	Todas las estaciones cuentan con biciparqueaderos, dimensionados conforme la demanda proyectada. Como principio, los biciparqueaderos están posicionados en nivel calle, para que sean convenientes, confortables y accesibles a los biciusuarios. Debido a la compra o expropiación de largos terrenos para construcción de las estaciones, hay espacios disponibles en todas las estaciones para posicionar los biciparqueaderos en nivel calle. La única excepción es la Estación 1, donde se le

Criterio	Resultado
	posicionó en nivel superior, accesible por rampas confortables, dado que es una zona de alta densidad, escasez de espacio y alto valor comercial de nivel calle.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.11. Selección de los materiales y acabados

Tabla 21. Selección de materiales y acabados

Criterio	Resultado
Materiales unificados para todas las estaciones de la línea 2.	Se tomó como referencia los materiales de la PLMB para todas las estaciones, buscando manejar el mismo lenguaje arquitectónico.
Fácil mantenimiento y reparación (remoción de rayones, pinturas, etc.)	Se utilizaron materiales antigrafiti de fácil mantenimiento y reparación.
Resistencia al uso intenso y al alto tráfico.	Los materiales y acabados utilizados en todas las estaciones serán de tráfico alto y resistentes al alto impacto y desgaste por uso, especialmente en los pisos.
Buena respuesta a las agresiones y al vandalismo.	Se usarán materiales anti grafiti especialmente en las fachadas de las bocas de acceso a todas las estaciones, así como elementos antivandálicos.
Buen comportamiento ante la suciedad (de fácil limpieza).	Se usarán materiales que para su mantenimiento solo requieran de agua y jabón y no de químicos. Se utilizarán colores y acabados que no se ensucien con facilidad.
Teniendo en cuenta la existencia de información sonora al público (megafonía) y el ruido producido por el propio material móvil, se aplicarán materiales que absorban o reflejen el ruido para obtener el nivel de confort adecuado.	Los acabados de las estaciones se establecieron basados en un estudio bioclimático y de confort, con materiales absorbentes al nivel de ruido permitido en una estación de metro.
Materiales y equipamientos resistentes al vandalismo (grafiti, golpes y rayaduras) en las áreas públicas de la estación.	Se usarán materiales que dificulten la adherencia de pinturas y rayaduras en todas las áreas públicas de cada estación.
Fijaciones ocultas o no accesibles de los materiales y equipamientos.	En cerramientos o elementos que requieran ser fijados, se preverá que esta fijación no quede expuesta y que quede oculta a la vista para efectos de vandalismo.
La forma, la textura y su instalación debe facilitar la limpieza de los materiales.	Se buscará la utilización de materiales con superficies lisas que faciliten su limpieza y eviten la acumulación de mugre o polvo.

Criterio	Resultado
Materiales y esquinas sin aristas terminadas en punta o con filos para evitar daños o accidentes.	Se utilizarán esquineros en los sitios que se consideré necesario, y se aplicarán acabados que no generen ningún tipo de arista que pueda provocar algún tipo de accidente.
En caso tal que se defina el uso de cielo raso en las estaciones estos deben ser registrables.	Los cielos rasos deben ser modulares y aprobados por la EMB, y serán inspeccionables con fácil desmonte del mismo.
Los materiales deben cumplir con la resistencia al fuego según lo indicado por la normativa aplicada en el diseño de las estaciones.	Por ser una estación de metro, todos los materiales contarán con alta resistencia al fuego de aproximadamente dos horas. Cada material contará con este requerimiento en los certificados de calidad.
Los pisos deben ser antideslizantes.	Se utilizarán pisos antideslizantes de tráfico alto para todas las estaciones, sus bocas de accesos y exteriores.
Todos los vidrios empleados deben contar con película de seguridad.	Los vidrios dispondrán de películas de seguridad y control solar para protección contra los rayos ultravioleta, resistencia a la flexión, al impacto, a la compresión y al choque térmico con películas incoloras de tonalidad gris.
Garantizar un rápido suministro de recambio en caso de deterioro.	De todos los materiales por utilizar en las estaciones, se mantendrá en bodega un *stock* de materiales para futuras reparaciones, garantizando el rápido recambio en caso de daño o deterioro.
Mobiliario antivandálico y de fácil limpieza y reposición.	Todas las superficies o mobiliarios expuestos a los usuarios serán de tipo antivandalismo, de fácil limpieza y reposición.
En las zonas públicas, se debe instalar un material con un sistema modular que permita el desmontaje individual con el objeto de facilitar los trabajos de sustitución de un panel dañado o de supervisión de las infraestructuras existentes detrás.	En las bocas de acceso o áreas de las estaciones expuestas al público se utilizarán materiales de fácil desmontaje que permita el recambio rápido de cualquier material de fachada o exterior.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.10.12. Sistema de protección contra incendios

Tabla 22. Sistema de protección contra incendios

Criterio	Resultado
Sistema de detección de incendios.	El diseño del sistema de detección y alarma contra incendio garantiza una detección temprana y confiable de un conato de incendio en estaciones, incluyendo galerías de acceso, puntos de venta de tiquetes y demás sitios asociados a estaciones del proyecto.

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11. Infraestructura de transporte del proyecto

3.2.3.11.1. Puentes, canales y box culverts

Se realizó un reconocimiento visual de los puentes, canales y box culverts existentes a lo largo del trazado, desde la calle 72 con carrera 7 hasta la diagonal 151 con carrera 147, que permitió evaluar sus condiciones y operatividad. Como resultado del mismo, se identificaron e inspeccionaron las 12 estructuras indicadas en la Tabla 23.

Tabla 23. Estructuras inspeccionadas en la visita de campo

Número de la obra	Nombre	Tipo	Estructura	Longitud Total (m)	Coordenadas	Estado evidente de la estructura
1	Calle 72 Av. Cra 30	Puente vehicular	Placas, aletas y cabezales de concreto	169	4° 40' 3,778" N 74° 4' 24,212" W	Juntas de dilatación colmatadas con material vegetal y basura, daños en los accesos peatonales, acero expuesto y segregación del concreto en los peldaños, deterioro de pintura en las barandas y desprendimiento de concreto en la barrera de protección
2	Calle 72 Av. Cra 30 (Puente metálico)	Puente peatonal	Armadura de acero	101	4° 40' 3,289" N 74° 4' 24,821" W	Sin daño evidente
3	Calle 72 Transv 56a	Box culvert	Placas	30	4° 40' 12,315" N 74° 4' 35,184" W	Juntas de dilatación colmatadas con material vegetal, presencia de fisuras en la parte inferior del tablero, andenes deteriorados
4	Calle 72 Cra 68	Puente vehicular	Placas, aletas, pilas, cabezales en concreto y vigas cajón metálica.	124	4° 40' 39,279" N 74° 5' 9,561" W	Juntas de dilatación colmatadas con material vegetal, acero expuesto y presencia de corrosión, en la estructura de acceso peatonal se encuentra daños en los peldaños y en la losa de concreto por escorrentía de agua y acero expuesto, además de presencia de material vegetal en los apoyos

Número de la obra	Nombre	Tipo	Estructura	Longitud Total (m)	Coordenadas	Estado evidente de la estructura
5	Calle 72 Av. Boyacá	Puente vehicular	Placas, aletas, pilas, cabezales y vigas cajón en concreto.	145	4° 41' 14,159" N 74° 5' 42,173" W	Juntas de dilatación colmatadas con material vegetal, se evidencia deformaciones por flexión en algunas láminas de *steel deck* del tablero
6	Av Cra 86 Calle 80 - Vehicular	Puente vehicular	Placas, aletas, pilas, cabezales y vigas en concreto.	291	4° 42' 11,372" N 74° 6' 3,558" W	Juntas de dilatación colmatadas con material vegetal, deterioro en los perfiles de las juntas, se observan asentamientos en los estribos y pilas del costado norte del puente
7	Av Cra 86 Calle 80 - Peatonal	Puente peatonal	Armadura de acero	88	4° 42' 9,978" N 74° 6' 2,545" W	Sin daño evidente
8	Transversal 86 río arzobispo (Puente)	Puente vehicular	Placas, aletas, pilas, cabezales y vigas en concreto.	140	4° 42' 41,386" N 74° 5' 36,381" W	Las juntas de dilatación así como los andenes requieren limpieza del material vegetal, la barrera de protección presenta pérdida de recubrimiento y acero expuesto
9	Transversal 86 río Arzobispo (Box Culvert)	Box culvert peatonal	Placas en concreto	35	4° 42' 42,203" N 74° 5' 36,348" W	Se presentan fisuras entre 4 mm y 8 mm en las placas laterales y la placa inferior de este box culvert
10	Calle 127 Avenida Ciudad de Cali	Puente vehicular	Placas, aletas, pilas, cabezales y vigas en concreto.	80	4° 43' 37,168" N 74° 5' 59,744" W	Juntas de dilatación colmatadas con material vegetal y se observa un desnivel en la rasante en la zona de acceso del puente
11	Canal Cafam	Canal hidráulico	Placas de concreto	-	4° 44' 47,588" N 74° 6' 20,557" W	Presencia de fisuras de espesor entre 5 mm y 10 mm, daños generalizados en las placas laterales del canal, acero expuesto en las estructuras de salida y entrada del box culvert,

Número de la obra	Nombre	Tipo	Estructura	Longitud Total (m)	Coordenadas	Estado evidente de la estructura
						presencia de material vegetal en las juntas

Fuente: UT MOVIUS 2022

A continuación se muestran los esquemas de ubicación de las obras mencionadas en la tabla anterior.



Figura 59. Esquema de localización obras 1 y 2
Fuente: Google Maps



Figura 60. Esquema de localización obra 3
Fuente: Google Maps



Figura 61. Esquema de localización obra 4
Fuente: Google Maps



Figura 62. Esquema de localización obra 5
Fuente: Google Maps

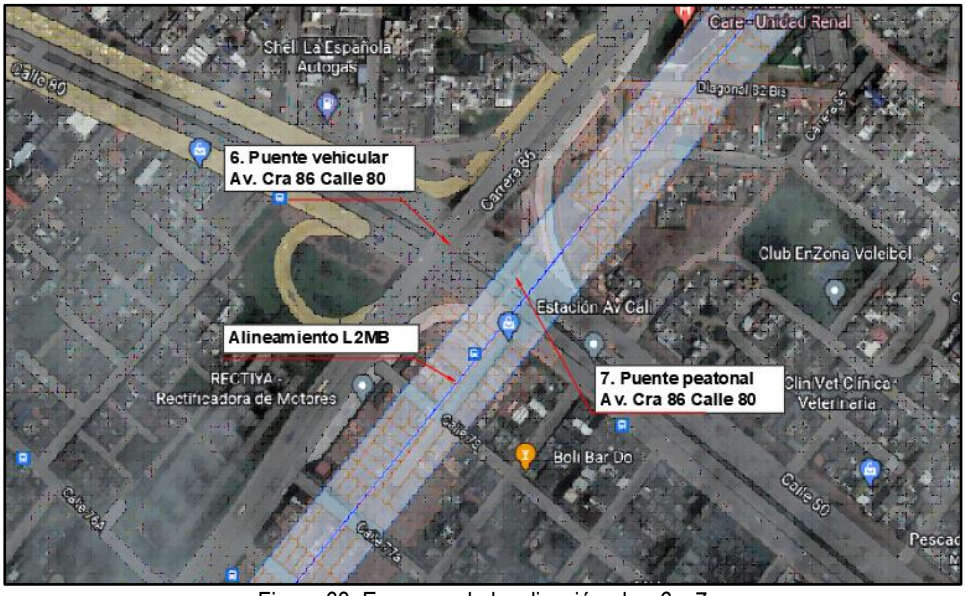


Figura 63. Esquema de localización obra 6 y 7
Fuente: Google Maps

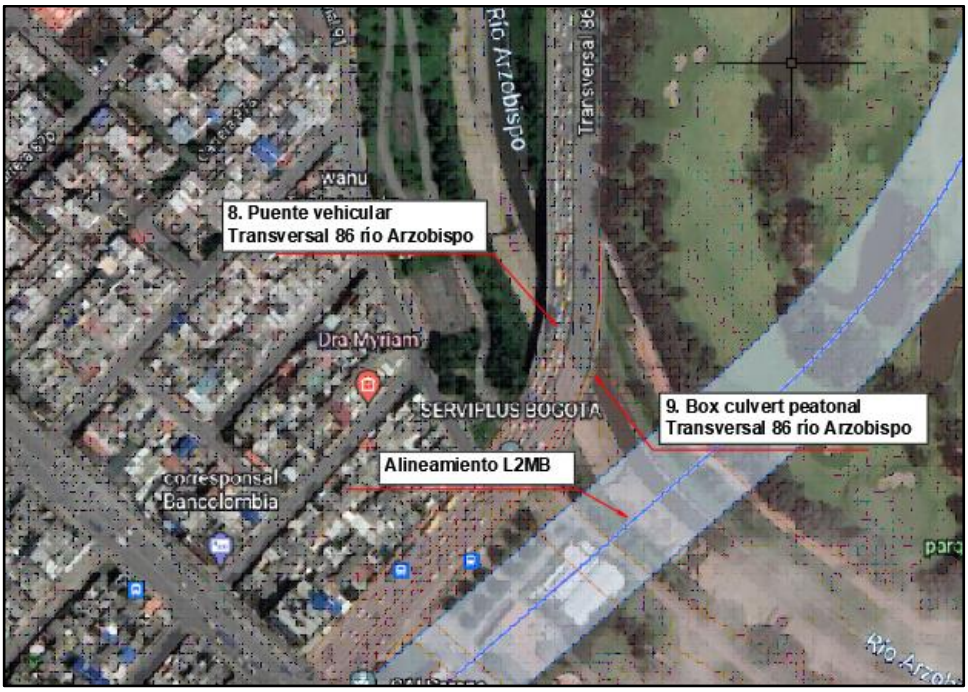


Figura 64. Esquema de localización obra 8 y 9
Fuente: Google Maps



Figura 65. Esquema de localización obra 10
Fuente: Google Maps

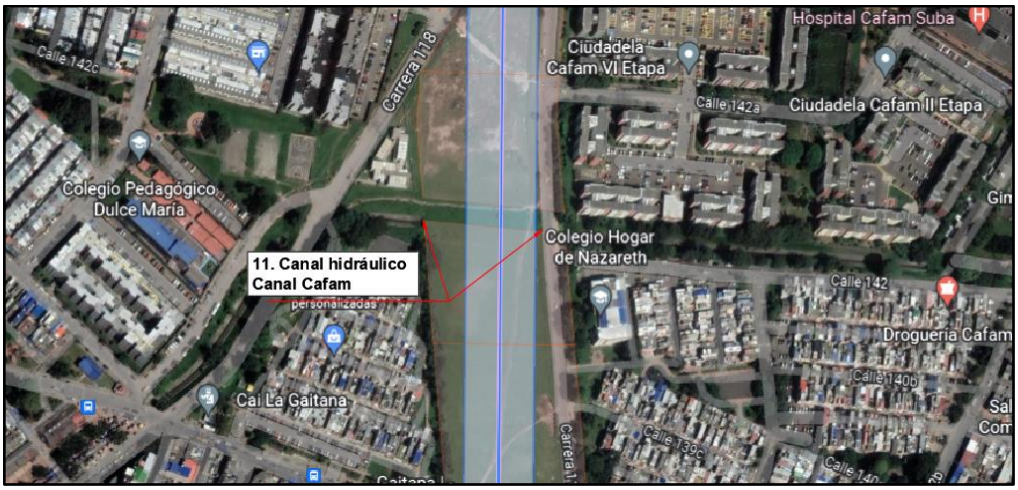


Figura 66. Esquema de localización obra 11
Fuente: Google Maps

Del estado actual de las estructuras ubicadas en las cercanías del túnel se concluyó lo siguiente:

- El problema más frecuente en los diferentes puentes es la colmatación de material vegetal en las juntas de dilatación
- Los accesos peatonales presentan colmatación en las juntas y pérdida de recubrimiento en elementos tales como peldaños y barreras de concreto
- Las barandas metálicas de varios accesos presentan delaminación y corrosión
- La información recopilada en campo en relación con las estructuras existentes cumple con el objetivo de disponer de información básica acerca del estado actual de las mismas. Sin embargo, para la fecha en que se inicie la fase de diseño detallado del proyecto deberá realizarse una nueva inspección visual encaminada a constatar el estado de las obras en ese momento.

Complementariamente a la inspección visual antes descrita, se hizo una búsqueda en el repositorio institucional del IDU con el fin de obtener información en forma de planos, memorias, anexos y fotografías de las obras listadas en la Tabla 23. El resumen de la información encontrada se presenta en la Tabla 24.

Tabla 24. Recopilación de información

Nombre	Información encontrada en el IDU
1. Calle 72 Av. Cra 30 (Puente vehicular)	Planos estructurales del puente, junto con un monitoreo dinámico de la estructura.
2. Calle 72 Av. Cra 30 (Puente peatonal)	Planos estructurales del puente
5. Calle 72 Av. Boyacá (Puente vehicular)	Diagnóstico estructural del puente.
6. Av Cra 86 Calle 80 (Puente vehicular)	Planos estructurales del puente.

Fuente: UT MOVIUS 2022

Los análisis estructurales realizados a las estructuras mencionadas produjeron las siguientes recomendaciones y acciones a tomar en etapa de construcción (Tabla 25):

Tabla 25. Acciones requeridas en estructuras existentes

No. de la obra	Distancia eje puente - eje tunel (m)	Tipología	Recomendación	Acción	Mejoramiento
1. Calle 72 Av. Cra 30 (Puente vehicular)	47,9	Tablero prefabricado sobre vigas postensadas simplemente apoyadas y con tensionamiento externo.	La fuerza cortante estimada es superior a la capacidad a cortante de las columnas considerando sólo el aporte del concreto	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes
2. Calle 72 Av. Cra 30 (Puente peatonal)	25,46	Puente metálico tipo Transmilenio	Los elementos soportan la fuerza cortante generada por los asentamientos; sin embargo, dada las limitaciones del modelo, se sugiere reforzar la estructura.	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes
3. Calle 72 Transv 56a (Box Culvert)	0	Box Culvert de tres celdas	Con una cuantía asumida de 1 barra número 5 cada 8 cm, la placa inferior del box culvert es capaz de resistir el momento generado por el asentamiento	Conservar	N/A
4. Calle 72 Cra 68 (Puente vehicular)	19,39	Tablero de concreto sobre vigas cajón metálicas simplemente apoyadas	La fuerza cortante estimada es superior a la capacidad a cortante de las columnas considerando sólo el aporte del concreto	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes
5. Calle 72 Av. Boyacá (Puente vehicular)	41,14	Tablero de steel deck sobre vigas cajón en concreto de luces	La fuerza cortante estimada es superior a la capacidad a cortante de las columnas	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes

No. de la obra	Distancia eje puente - eje tunel (m)	Tipología	Recomendación	Acción	Mejoramiento
		continuas	considerando sólo el aporte del concreto		
6. Av Cra 86 Calle 80 (Puente vehicular)	62,29	Tablero de concreto sobre vigas postensadas de luces continuas	La fuerza cortante estimada es superior a la capacidad a cortante de las columnas considerando sólo el aporte del concreto	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes
7. Av Cra 86 Calle 80 - (Puente peatonal)	0	Puente metálico tipo Transmilenio	Los elementos soportan la fuerza cortante generada por los asentamientos; sin embargo, dada las limitaciones del modelo utilizado, se sugiere reforzar la estructura	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes
8. Transversal 86 río arzobispo - canal salitre (Puente vehicular)	43,77	Tablero sobre vigas postensadas simplemente apoyadas	La fuerza cortante estimada es superior a la capacidad a cortante de las columnas considerando sólo el aporte del concreto	La obra se conserva	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting y barrera de micropilotes
9. Transversal 86 río arzobispo - canal salitre (Box Culvert)	43,77	Box Coulvert de una celda	La fuerza cortante estimada es superior a la capacidad a cortante de las columnas considerando sólo el aporte del concreto	La obra se conserva; se recomienda un mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Mejoramiento mediante columnas de Jet Grouting
10. Calle 127 Avenida	57	Tablero sobre vigas	La fuerza cortante estimada es	La obra se conserva; se recomienda un	Mejoramiento mediante columnas de Jet

No. de la obra	Distancia eje puente - eje tunel (m)	Tipología	Recomendación	Acción	Mejoramiento
Ciudad de Cali (Puente vehicular)		cajón de concreto simplemente apoyadas	superior a la capacidad a cortante de las columnas considerando sólo el aporte del concreto	mejoramiento del suelo para mitigar los asentamientos	Grouting
11. Canal Cafam	-	Canal fabricado con placas de concreto	Simulando una viga en cantilever como el comportamiento de una sección de canal, con una cuantía asumida de 1 barra número 5 cada 50 cm, la placa inferior del box culvert es capaz de resistir el momento generado por el asentamiento	Conservar	N/A

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.2. Intersecciones a nivel o desnivel

Para el diseño geométrico de la calle 145 (Av. Transversal de Suba), en la cual va a ser construido el pozo de entrada de la tuneladora. el viaducto y la Estación 11, se tuvieron en cuenta los siguientes lineamientos principales:

- Generación de permeabilidad,
- Conexión desde-hacia la calle 145
- Franjas funcionales útiles para todos los actores viales, incluyendo peatones y ciclistas
- Seguridad vial

A continuación se describe lo previsto en cuanto al reordenamiento vial en calle 145 por efecto de la construcción de las obras antes mencionadas.

3.2.3.11.2.1. Reordenamiento de la calle 145 con carrera 136A

En la intersección de la calle 145 con la carrera 136A se proyecta el cierre del paso directo que permite los movimientos 1 (N-S) y 2 (S-N), debido a que la transición entre el sector elevado y el subterráneo de la L2MB se hará en ese punto específico.

La configuración del trazado vial proyectado en la calle 145 se muestra en la Figura 67.



Figura 67. Trazado proyectado L2MB sobre la calle 145 - Estación 11
Fuente: UT MOVIUS 2022

El proyecto L2MB plantea la construcción de la calle 145 entre la Carrera 136A y Carrera 145. Al respecto, se ha previsto la construcción de una calzada por sentido con dos carriles de circulación cada una, generando nuevos tramos viales que permitan la conectividad a los usuarios de la zona (Figura 68).

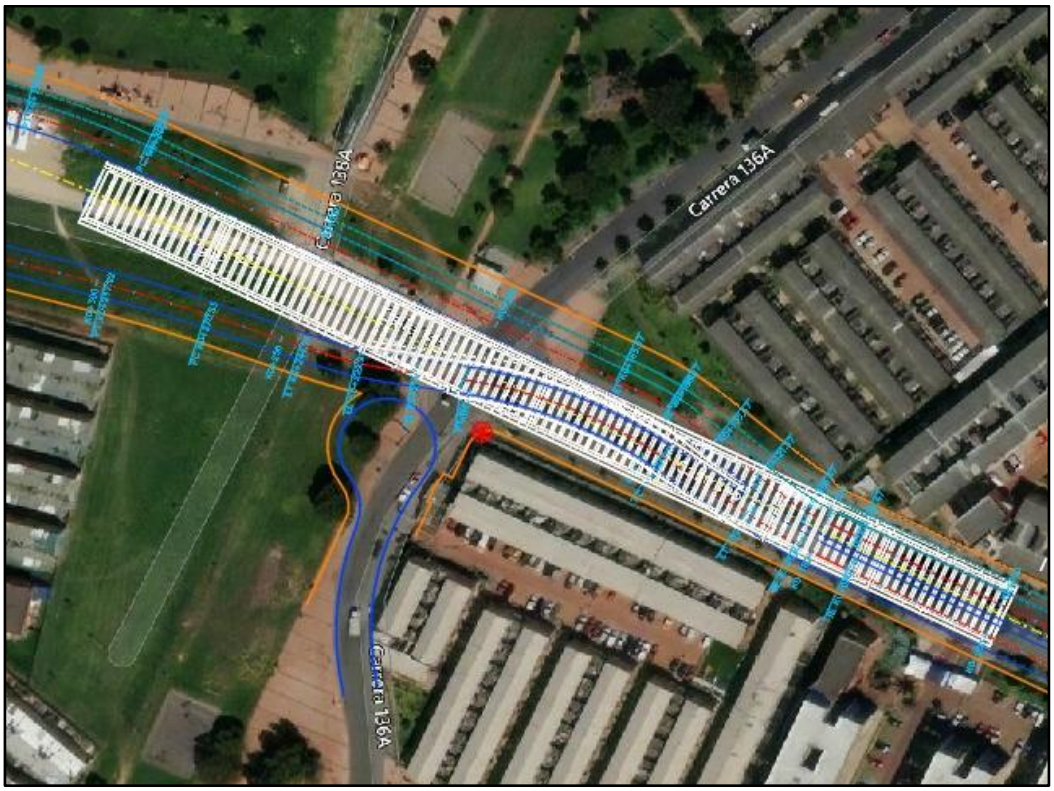


Figura 68. Zona de transición entre viaducto y túnel subterráneo de la L2MB sobre la calle 145 con carrera 136A
Fuente: UT MOVIUS 2022

Puesto que el flujo vehicular movilizado en la zona es moderado, de 1.275 veh/h analizados en la HMD (17:15 - 18:15) para el día típico, se emplearán vías locales paralelas o cercanas al área de análisis, generando permeabilidad para los usuarios entre los costados norte y sur de la calle 145. Para el reordenamiento vial se plantean dos alternativas de desvío, descritas a continuación:

- Opción 1 - Desvío por la carrera 128 (N-S y S-N)

Esta opción plantea utilizar la carrera 128, cuya continuidad no se afecta por la implantación del proyecto L2MB. De esta forma, los usuarios podrán tomar la calle 144 y la diagonal 146 para trasladarse desde y hacia la carrera 136 A y dirigirse a su destino.



Figura 69. Desvío al norte y al sur por la carrera 128.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Opción 2 - Desvío sobre la calle 145, propuesta geométrica a futuro - Sentido Norte-Sur

La segunda opción solo permitirá el desvío en el sentido norte-sur y consiste en seguir el recorrido habitual por la carrera 136A hasta la calle 145, tomar ésta hacia el occidente y luego hacer un retorno (oriente-oriente) a la altura de la calle 145 con carrera 141B. Para finalizar el recorrido, se empalma con la carrera 136A al sur, como se observa en la siguiente ilustración.

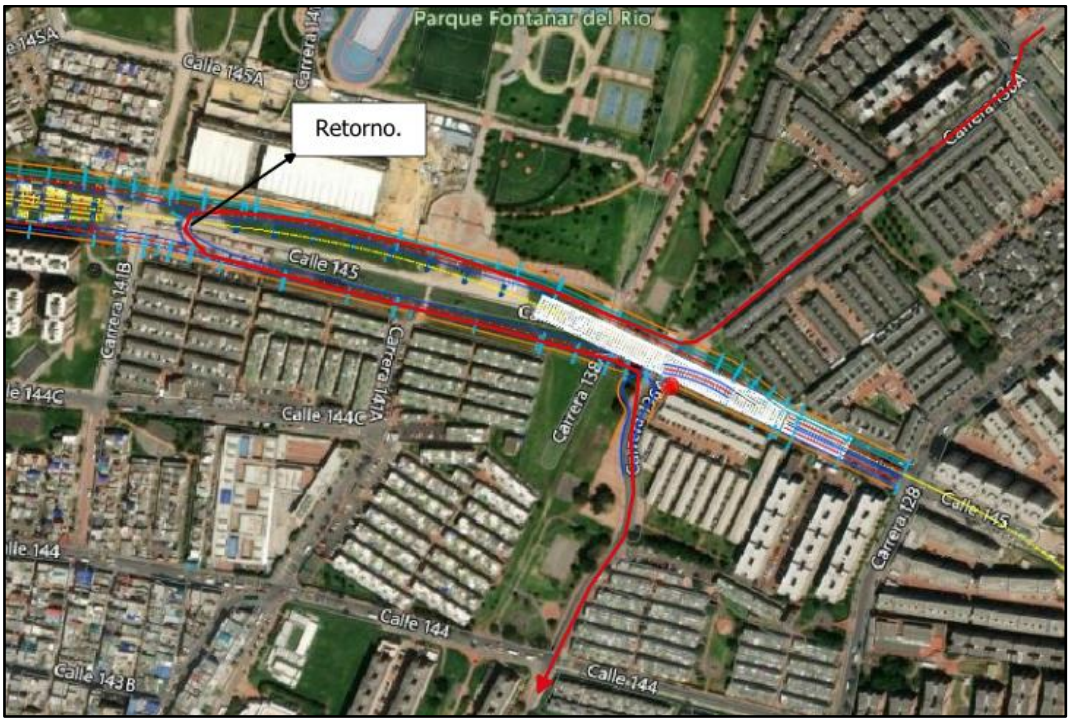


Figura 70. Desvío al sur por el retorno de la calle 145
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.2.2. Acceso a conjuntos residenciales

Se analizó la futura accesibilidad a los conjuntos residenciales aledaños a la calle 145, los cuales utilizan la carrera 136A como vía de acceso. En ese contexto, se identificaron cuatro unidades residenciales:

- Conjunto Albear de Suba

Para el acceso y salida de este conjunto se seguirá usando la carrera 136A, como se observa en la siguiente imagen:



Figura 71. Accesos al Conjunto Albear de Suba
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Conjunto Plazuela San Martin III

Para el acceso y salida de este conjunto se seguirá usando la carrera 136A, como se observa en la siguiente imagen:



Figura 72. Accesos al Conjunto Plazuela San Martin III
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Conjunto Plazuela San Martín IV

Para el acceso y salida de este conjunto se seguirá usando la carrera 136A, como se observa en la siguiente imagen:



Figura 73. Accesos al Conjunto Plazuela San Martín IV
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Conjunto Plazuela San Martin V

Para el acceso y salida de este conjunto se seguirá usando la carrera 136A, como se observa en la siguiente imagen:



Figura 74. Accesos a Conjunto Plazuela San Martin V
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.3. Obras urbanas

3.2.3.11.3.1. Puente peatonal Av. NQS con calle 72

Para posibilitar el cruce peatonal sobre la Av. NQS y acceder a la Estación E2, se requiere la implantación de un nuevo puente peatonal ubicado al costado norte del puente peatonal existente. El puente peatonal actual da ingreso a la Estación BRT Av.Chile requiere demolerse para construir los túneles peatonales que igualmente permitirán el ingreso a la Estación E2. La implantación del nuevo puente peatonal se ilustra en la Figura 75.

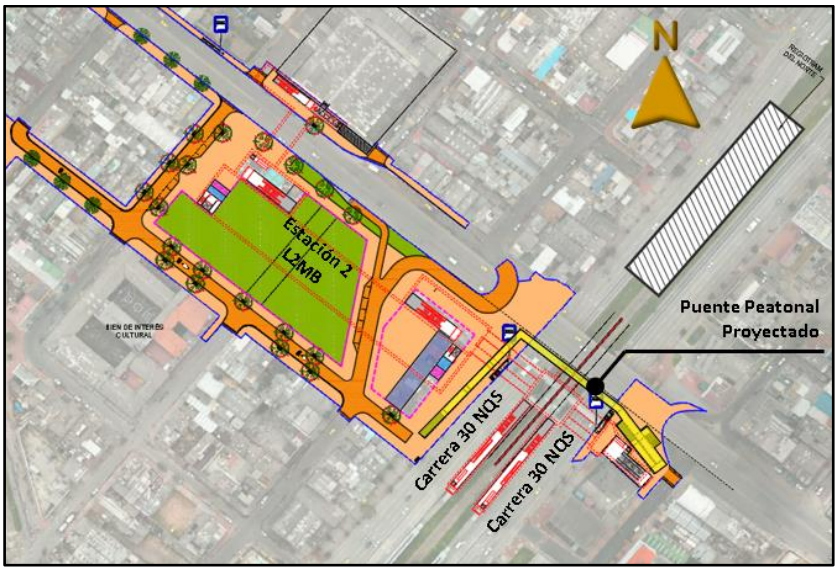


Figura 75. Implantación puente peatonal Av. NQS con calle 72
Fuente: UT MOVIUS 2022

La pasarela proyectada tiene una longitud de 186 me y se diseñó tipo plataforma Transmilenio (en lineamiento con la cartilla para puentes peatonales del Instituto de Desarrollo Urbano) con perfiles tubulares metálicos, pendientes en rampas de concreto y acero de 10% para una altura máxima de 7 m sobre el nivel de la rasante con el objeto de proporcionar un gálibo adecuado ante futuros desarrollos de la NQS.

El sistema estructural corresponde a arriostrado concéntrico, tanto en sentido vertical como horizontal. La distribución y dimensionamiento de los apoyos prevé evitar interferencias con la avenida y/o los sistemas enterrados y el futuro Regiotram del Norte. La estructura tiene 10 apoyos de zapatas con dos y tres pilotes de 20 m de longitud, y se divide en tres estructuras para facilitar el proceso constructivo.

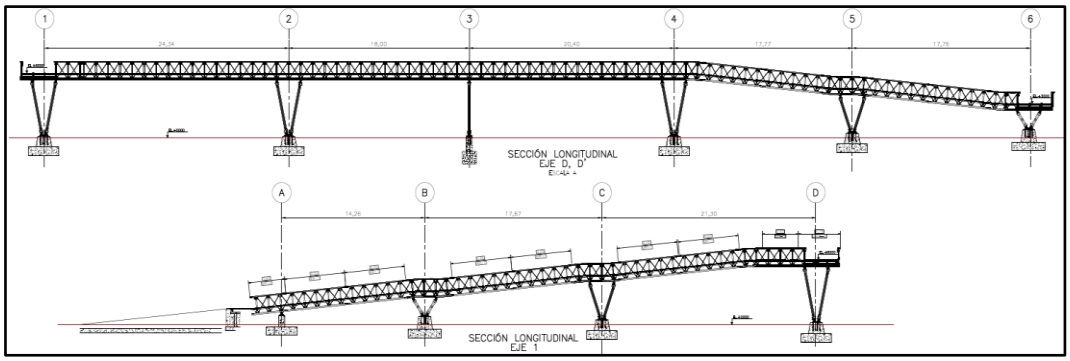


Figura 76. Vista en planta y perfil del puente peatonal sobre la Av.NQS
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.3.2. Puente peatonal Av. Boyacá con calle 72

Para posibilitar el cruce peatonal sobre la Av. Boyacá desde el costado oriental de la misma hasta la Estación E4, y ante la presencia de la Red Matriz Tibitoc, que recorre la mencionada avenida de norte a sur, se requiere la implantación de un puente peatonal sobre la Av. Boyacá, como se ilustra en la Figura 77.

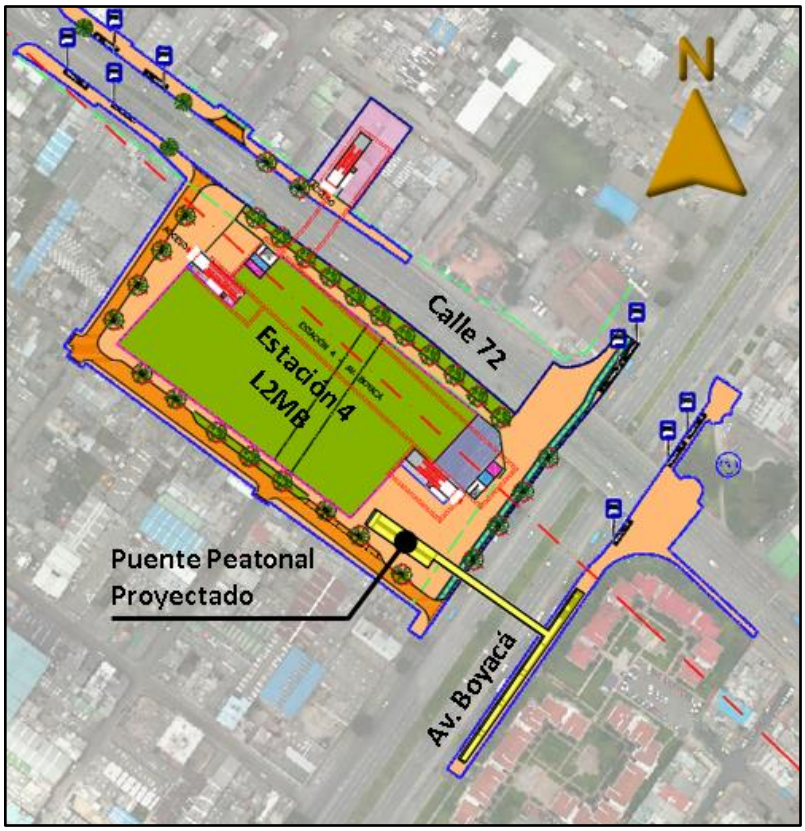


Figura 77. Implantación puente peatonal Av. Boyacá con Calle 72
Fuente: UT MOVIUS 2022

La pasarela proyectada tiene una longitud de 206 metros y se diseñó tipo plataforma Transmilenio (en lineamiento con la cartilla para puentes peatonales del Instituto de Desarrollo Urbano) con perfiles tubulares metálicos, pendientes en rampas de concreto y acero de 10% para una altura máxima de 6 m sobre el nivel de la rasante.

El sistema estructural corresponde a arriostrado concéntrico, tanto en sentido vertical como horizontal. La distribución de los apoyos prevé evitar interferencias con la avenida y/o sistemas enterrados. La estructura tiene 10 apoyos de zapatas con dos y tres pilotes de 22 m de longitud, y se divide en cuatro estructuras para facilitar el proceso constructivo.

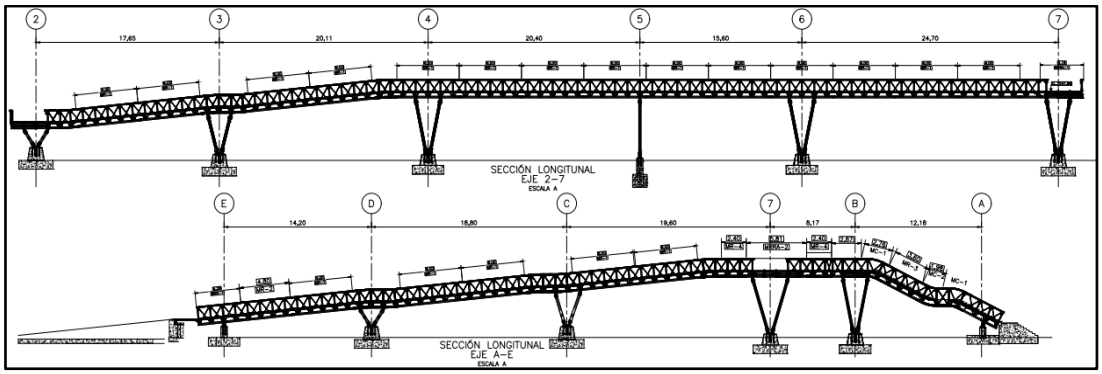


Figura 78. Planta y perfil longitudinal de la pasarela metálica sobre la Av. Boyacá
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.3.3. Pasarela peatonal Estación 1 (L2MB) - Estación 16 (PLMB)

Para permitir el flujo peatonal entre la PLMB y la L2MB se requiere la implantación de una pasarela peatonal de conexión entre las estaciones 1 (L2MB) y 16 (PLMB), a nivel de Mezzanine +1, como se ilustra en la Figura 79.

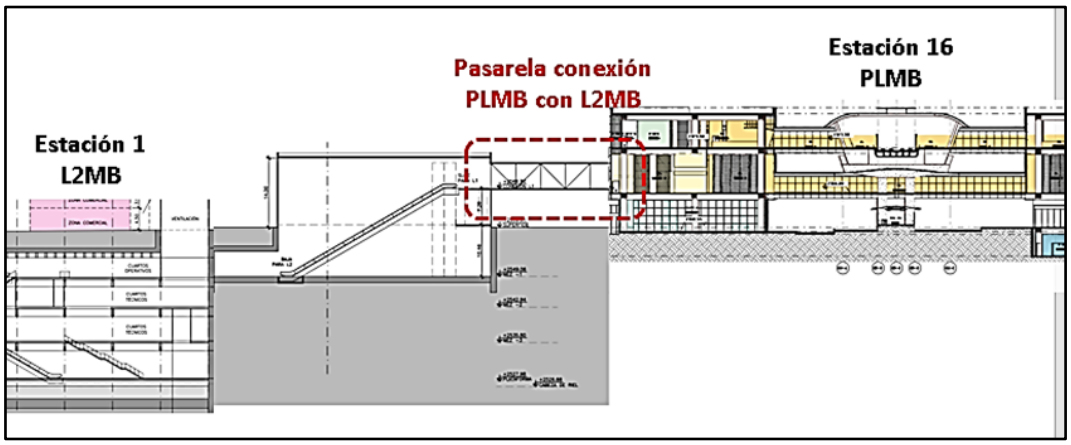


Figura 79. Pasarela peatonal conexión PLMB con L2MB - Vista longitudinal.
Fuente: UT MOVIUS 2022

La pasarela está compuesta por una luz de 23 m entre ambas estaciones, con un ancho de plataforma de 15 m. Su sistema estructural será tipo cercha soportado sobre ménsulas de concreto reforzado en ambas estaciones. Este sistema estructural estará compuesto por elementos metálicos de sección tubular redondos. La luz principal entre las estaciones se soportará en cuatro cerchas, dos de ellas en el centro, con dos corredores para circulación libre de 7,5 m. La cubierta será a dos aguas con una pendiente de 3%. El entrepiso se conformará con lámina colorante con losa de concreto de 0,10 m de espesor aproximado, para una altura libre mínima en la pasarela de 2,50 m.

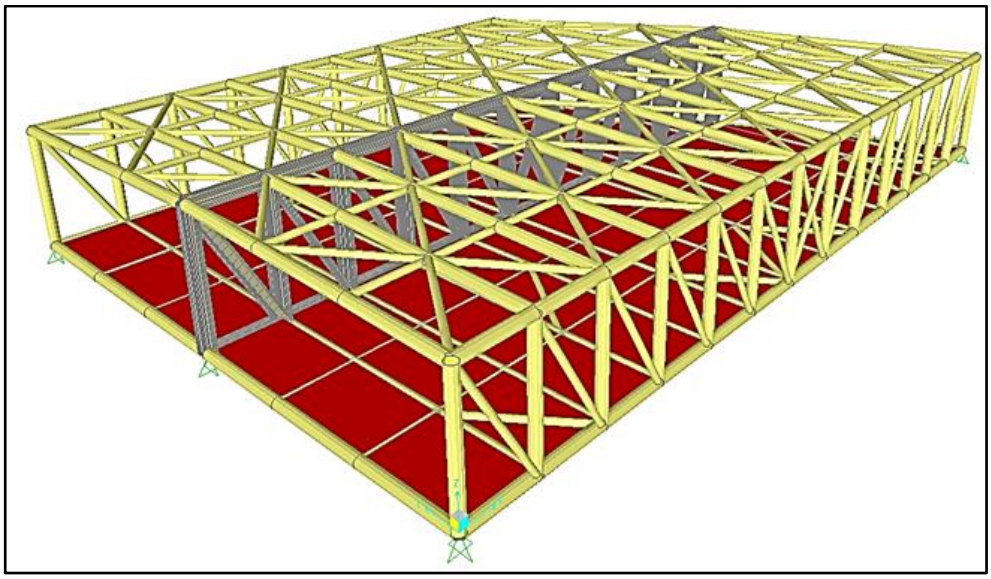


Figura 80. Modelo 3D de la pasarela metálica de conexión de las estaciones 1 (L2MB) y 16 (PLMB)
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.3.4. Muro en geobloques calle 145

Partiendo de las consideraciones del diseño geométrico del tramo vial requerido en la calle 145, en el cual se tiene proyectada la rehabilitación y adecuación del corredor vial ubicado entre las carreras 128 y 148, sector sobre el cual estará emplazado el tramo elevado de la L2MB (Figura 81), se han evaluado los aspectos complementarios del mismo, contemplando la construcción de un muro en geobloques que permitirá constituir una rampa de desnivel del trazado geométrico.

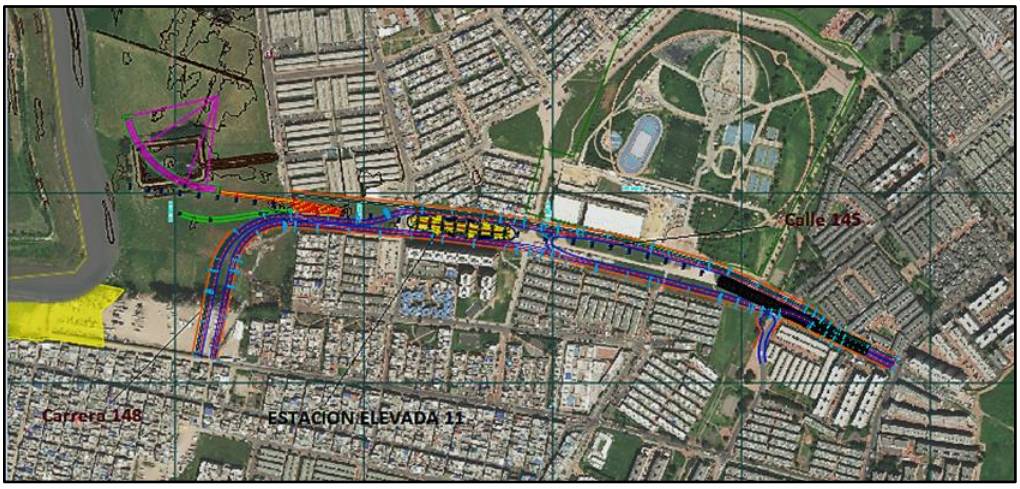


Figura 81. Planta diseño geométrico extensión calle 145
Fuente: UT MOVIUS 2022

Particularmente, para el sector entre las abscisas K0+120 a K0+375 de la calzada sur del trazado vial (sentido W-E), se proyecta un tramo de la vía soportado sobre la tapa superior del pozo de ingreso de la tuneladora,

que protege el portal de salida del túnel al viaducto. En este sector la vía llega a alcanzar una cota superior de 2551,5 msnm en la abscisa K0+240. A partir de esta cota empieza una transición hasta una altura 2542,5 msnm, al nivel del terreno actual. En dicha transición la vía alcanza alturas máximas de hasta 5 m.

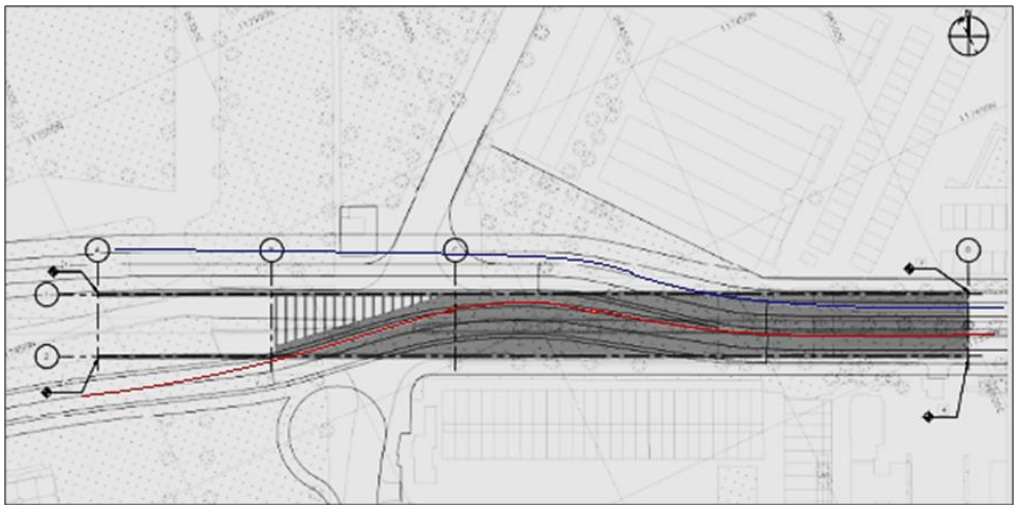


Figura 82. Planta diseño de la transición
(Línea azul calzada norte, línea roja calzada sur)
Fuente: UT MOVIUS 2022

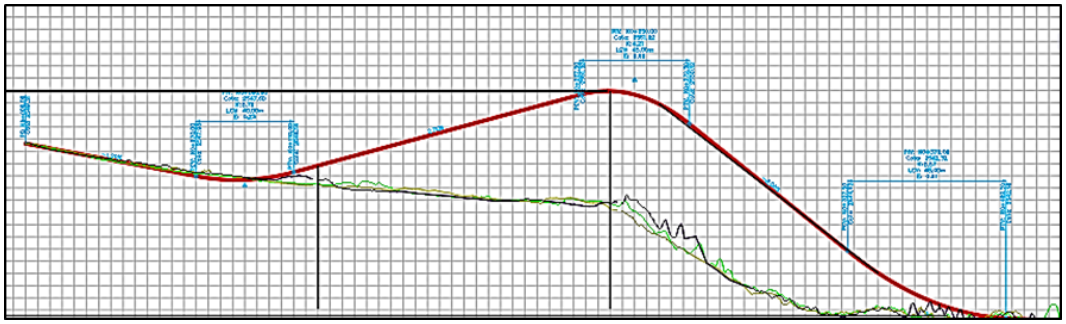


Figura 83. Sección transversal calzada sur
Fuente: UT MOVIUS 2022

Por otra parte, la calzada norte (sentido E-W) requiere una transición menor, debido a que existen menores restricciones de espacio público comparadas con los conjuntos residenciales ubicados en el costado sur. Por esta razón, la vía puede separarse con una menor distancia de la tapa superior del pozo de ingreso al túnel. Para la calzada norte (Figura 84) existe un desarrollo de variación de nivel entre las abscisas K0+085 a K0+260, alcanzando el máximo en la abscisa K0+170 (2549,4 msnm) y empalmando con el terreno en la abscisa K0+260 (2546,1 msnm).

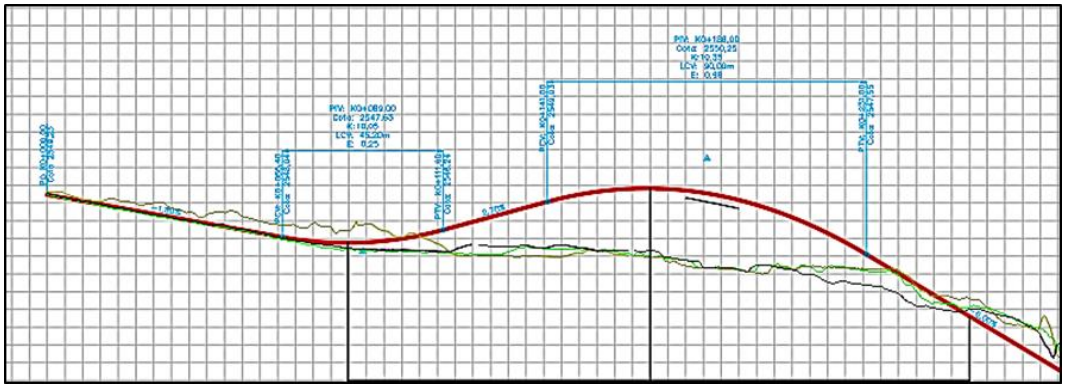


Figura 84. Sección transversal calzada norte
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 85. Vista del sector del pozo de ingreso de la tuneladora en la calle 145
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Figura 86 se presenta el esquema de obras proyectadas de la rampa de aproximación de la calle 145.

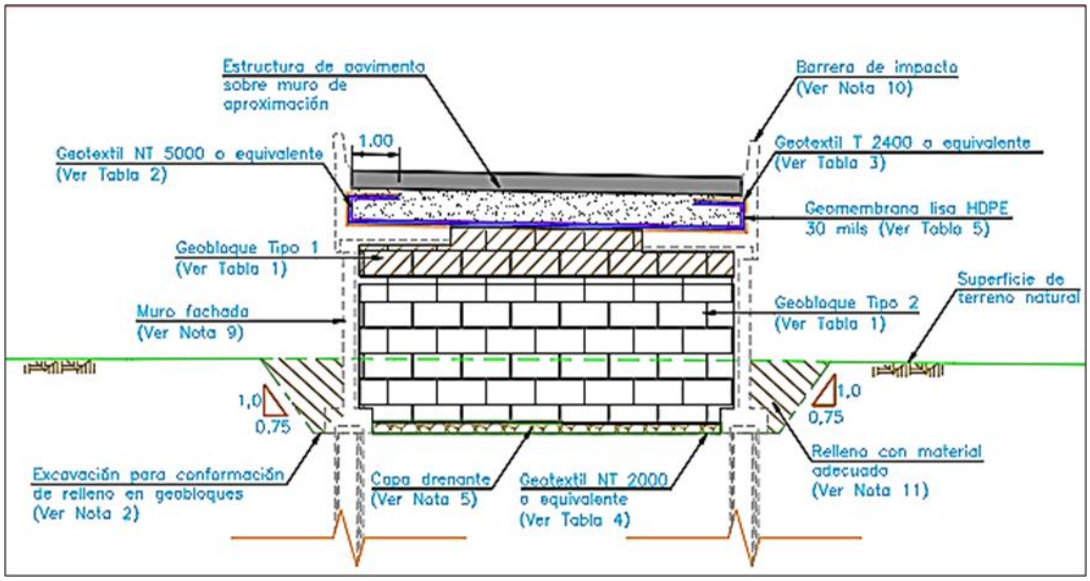


Figura 86. Esquema de obra plataforma de aproximación con geobloques
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.4. Cruces con otras obras lineales

Los proyectos identificados en el Área de Influencia Urbana de la L2MB son los siguientes:

3.2.3.11.4.1. Corredor Verde Carrera Séptima

De acuerdo con el Decreto 555 de 2021, la Administración Distrital promueve la ejecución del proyecto Corredor Verde Carrera Séptima, el cual se encuentra dentro de los principios rectores del ordenamiento en el componente urbano. Los diseños de ingeniería de detalle de este proyecto se encuentran en proceso de desarrollo. Dentro los estudios desarrollados a la fecha, se identificó que la intersección del corredor con la Calle 72 es uno de los puntos con mayor volúmen de movilidad de personas y por tanto es indispensable generar consideraciones para fortalecer la intermodalidad.

Por lo anterior, para el desarrollo de los diseños de factibilidad del proyecto L2MB se ha tenido en cuenta la información existente de este proyecto en lo que respecta a la conectividad, sin afectar la configuración de la PLMB, que es el proyecto con el que mayormente tiene relación directa.

3.2.3.11.4.2. Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)

La L2MB, respecto al diseño del proyecto Estructuración Técnica del Tramo 1 de la PLMB, se encuentra localizada en inmediaciones a la Estación 16 de esta última, por lo que el diseño se ha armonizado para crear una interacción física constructiva entre estaciones, que favorezcan la movilidad de los usuarios dentro y fuera del sistema.

3.2.3.11.4.3. Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 con Av. Caracas (Deprimido calle 72)

Consiste en un paso a desnivel que permite el cruce de varias vías para no interrumpir el flujo vehicular. Así, se da continuidad a los flujos directos de la intersección, priorizando la troncal de la Av. Caracas del futuro viaducto para la PLMB.

La calle 72 será un eje de interconexión con todos los puntos cardinales de la ciudad y diferentes modos de transporte, y será la conexión con el corredor verde (Av. Carrera 7) y el sistema BRT. También será la conexión con la futura operación de la PLMB y la L2MB. Por lo anterior, el diseño se ha armonizado de tal manera que se cree una adecuada interacción integral, física y funcional que favorezca la movilidad de los usuarios dentro y fuera del sistema.

Para el desarrollo de los diseños de espacio público se han tenido en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Continuidad al espacio público y a la cicloinfraestructura planteada.
- Cruces semaforizados que garanticen los criterios de accesibilidad tanto para peatones, biciusuarios y PMR.
- Conexión peatonal y elementos de señalética tanto del espacio público, estaciones y accesos a estaciones que integren los sistemas de transporte que se conectan en este punto.

Los detalles de esta obra se presentan en el numeral 3.2.1.1.3 Otra Infraestructura existente - Deprimido de la PLMB en Av. Caracas con calle 72.

3.2.3.11.4.4. Ciclo-Alameda Medio Milenio

En la actualidad, y mediante el contrato IDU 1573 de 2020, se encuentra en ejecución el proyecto de Estudios y Diseños de la Ciclo-Alameda Medio Milenio desde el Tunal hasta la Calle 108. Estos diseños vienen siendo desarrollados por el Consorcio Medio Milenio IDE, el cual está conformado por DPC Ingenieros SAS, Ingeniería DF SAS y EPYPSA Colombia.

La Estación E1 de la L2MB se encuentra localizada en cercanías del trazado de esta ciclo-alameda; En consecuencia, en este punto específico se propone una calle de acceso vehicular restringido, por lo que el diseño deberá armonizarse de tal manera que se genere interacción entre la estación y la movilidad de los biciusuarios dentro y fuera del sistema.

3.2.3.11.4.5. Transmilenio Avenida Carrera 68

Los estudios y diseños a nivel de Fase III para la adecuación y construcción de andenes y ciclorrutas de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico: Carrera 68 desde la Autopista Sur (Calle 45A Sur) hasta la Carrera 67, y la Calle 100 desde la Carrera 67 hasta la Carrera 7 fueron desarrollados por el Consorcio Consultores Transmilenio, conformado por HMV Consuloría S.A.S.; Consultoría Colombiana S.A. y WSP Proyectos.

La Estación E3 de la L2MB se localiza en el costado occidental del corredor de la Avenida Carrera 68, sobre una zona verde planteada por el Consorcio Consultores Transmilenio y cerca de una estación del BRT. Por

lo tanto, en los estudios de la L2MB se hicieron las previsiones necesarias para permitir su armonización con los diseños ya finalizados de la mencionada Troncal.

3.2.3.11.4.6. Transmilenio Avenida Ciudad de Cali

Los estudios y diseños para la ampliación y extensión de la Avenida Ciudad de Cali al sistema Transmilenio, entre la Avenida Circunvalar del sur y la Avenida Calle 170 fueron desarrollados por el Consorcio Troncales Bogotá, conformado por INGETEC Ingeniería & Diseño S.A. e INGETEC S.A.

Las estaciones E5, E6, E7 y E8 de la L2MB se localizan dentro del Límite de Diseño establecido en los diseños del corredor de la Avenida Ciudad de Cali. Por lo tanto, en los estudios de la L2MB se hicieron las previsiones necesarias para permitir su armonización con los diseños ya finalizados de la mencionada Troncal.

Para la Estaciones E7 y E8, teniendo en cuenta las indicaciones de la FDN, EMB e Interventoría, se generaron soluciones funcionales adaptadas a la ciudad actual, previendo la no afectación con bocas de acceso en áreas de reserva vial.

3.2.3.11.4.7. Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro

Los estudios y diseños a nivel de factibilidad de la Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro desde el Rio Bogotá hasta la NQS y la Carrera 7 fueron desarrollados por la Unión Temporal Integral - Esfinanzas, conformada por Integral S. A. y Esfinanzas S. A.

Parte de la Estación E7 de la L2MB se desarrolla sobre la Av. Morisca e intersecta con la Av. Ciudad de Cali. Se requiere que en etapa de estudios y diseños del Proyecto Canal Salitre, éste se adapte a las necesidades funcionales de la L2MB, por ser este último un proyecto de transporte masivo de jerarquía funcional para la ciudad.

3.2.3.11.4.8. Ciudadela Educativa y del Cuidado

La Ciudadela Educativa y del Cuidado dispone dos Áreas de Integración Multimodal (AIM) donde se encuentran proyectadas las estaciones E9 y E10 de la L2MB. Esta actuación estratégica pretende lograr, entre otros, los siguientes objetivos:

- Promover el aprovechamiento del espacio público.
- Aportar al déficit de equipamientos.
- Desarrollar entornos urbanos mixtos y sostenibles desde lo ambiental, funcional y socioeconómico, con la revitalización de áreas consolidadas.
- Fortalecer los tejidos económicos locales con calles comerciales.

El proyecto de la Ciudadela Educativa y del Cuidado se estructurará en torno a dos ejes fundamentales:

1. Un corredor verde.
2. Una propuesta de equipamientos públicos enfocados en la educación y el cuidado.

La propuesta, tanto del corredor verde como del clúster de equipamientos, se desarrollará al interior de la

actual Reserva Vial de la ALO Norte, incluyendo predios públicos, en su mayoría vías, que colindan con la reserva y que se incorporan al proyecto para garantizar una respuesta integral, articulada a los sectores que beneficiará el proyecto.

Con esta premisa, y con base en la información obtenida en las áreas donde se encuentran localizadas la estaciones E9 y E10 de la L2MB, se proyectará el espacio público necesario para el acceso a cada estación, de tal manera que se articule adecuadamente con los planteamientos realizados para la ciudadela en la fase de Perfil.

3.2.3.11.5. Cruces de cuerpos de agua

El túnel pasa bajo de los siguientes cuerpos de agua, a las siguientes profundidades de su clave:

- El canal Arzobispo en la calle 72 con transversal 56a, a una profundidad de 21,04 m.
- La tubería de la red matriz del acueducto de Bogotá en la Av. Boyacá, a una profundidad de 18,63 m.
- El canal Salitre en la Av. Ciudad de Cali y diagonal 91, a una profundidad 16,27 m .
- Los lagos del Club Los Lagartos entre las estaciones E7 y E8, a una profundidad variable entre 18,8 y 27.7 m,
- El brazo del humedal Juan Amarillo Tibabuyes en la Av. Ciudad de Cali con Carrera 100, a una profundidad del vaso de 22.15 m
- El canal Cafam en predios de la ALO con calle 142, a una profundidad de 21.90 m.

Se ha establecido que a tales profundidades, la construcción y operación del túnel no generará conflictos con los mismos tal y como se muestra en las Figura 87 y Figura 88.

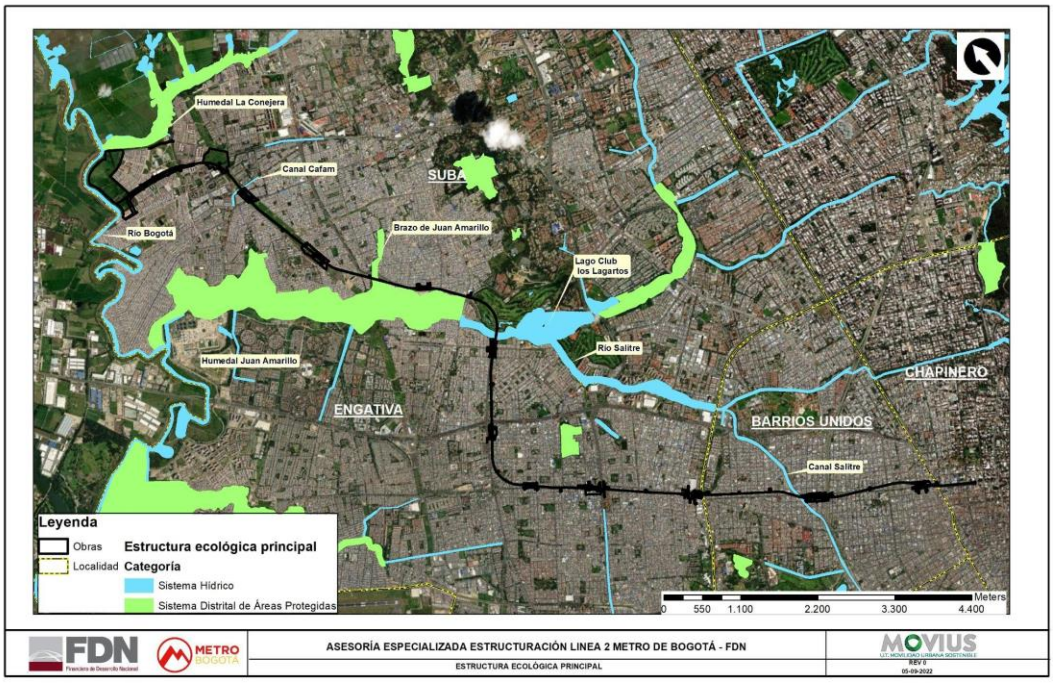


Figura 87. Elementos de las categorías del Sistema Distrital de áreas protegidas y del Sistema hìdrico cruzados por el proyecto
Fuente: UT MOVIUS. (2022).

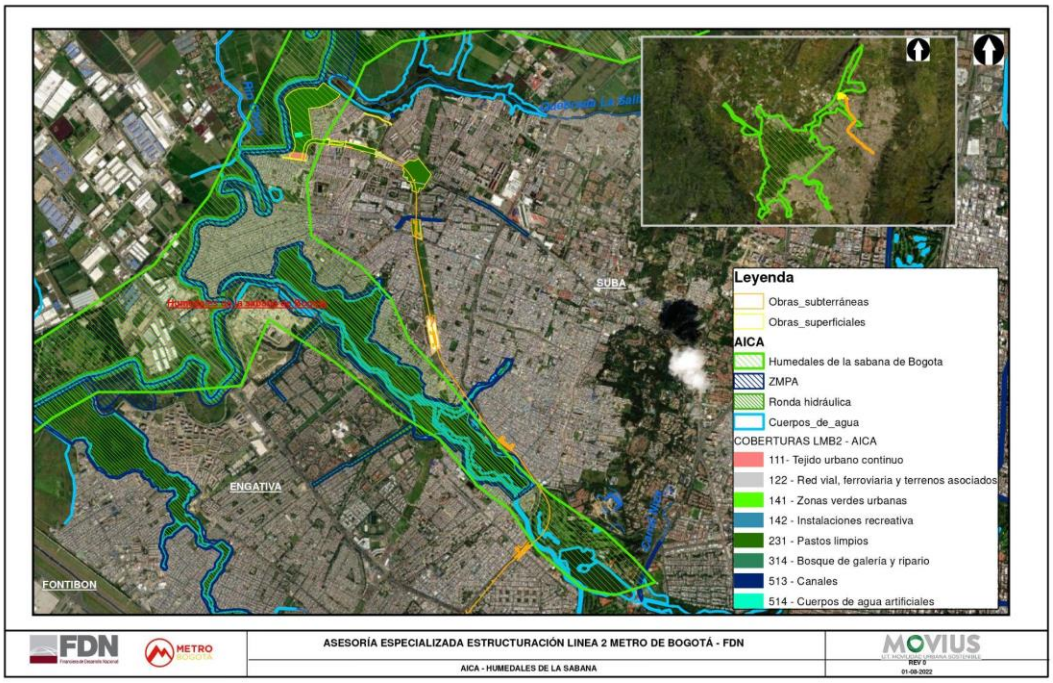


Figura 88. Localización del proyecto en el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá
Fuente: UT MOVIUS. (2022).

3.2.3.11.6. Obras en zonas no urbanas o fuera del perímetro urbano

La totalidad de las obras de la L2MB se construirán dentro del perímetro urbano de la ciudad de Bogotá. Sin embargo, las zonas de préstamo y los botaderos podrían estar por fuera del mismo.

3.2.3.11.7. Demás tipos de infraestructura que conforman el proyecto

No se prevén tipos de infraestructura diferentes a los que se describen en el presente documento, a saber:

- Pozos de ingreso y egreso de la tuneladora
- Túnel
- Viaducto
- Estaciones subterráneas
- Estación elevada
- Accesos satelitales
- Pozos de evacuación, ventilación y bombeo
- Patio-taller
- Pasarelas peatonales en Av. NQS y Av. Boyacá
- Pasarelas de conexión Estación E1 (L2MB) - Estación 16 (PLMB)
- Muro en geobloque calle 145
- Vías urbanas intervenidas

3.2.3.11.8. Infraestructura de drenaje

3.2.3.11.8.1. Prolongación Av. Transversal de Suba

Para el proyecto L2MB, la prolongación de la Av Transversal de Suba (calle 145) se realiza en la zona comprendida entre la transición subterránea - elevada del proyecto y la zona del patio-taller. De manera general, la vía proyectada presenta dos calzadas y una configuración similar a la Av Transversal de Suba existente entre las carreras 128 y 136.

El drenaje diseñado en este trayecto se proyectó a partir de los siguientes criterios:

- Se adoptó que el periodo de retorno con el que se calcularán los elementos de drenaje corresponde a 5 años conforme a los periodos de retorno mínimos que establece la norma NS-085
- Para el caso de las zonas urbanas donde se proyectó espacio público; el área aferente a los elementos de drenaje se extendió hasta el límite de la fachada de los predios.
- En relación con la localización de los elementos de drenaje, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos estipulados en la norma NS-047: i) Antes de cruces de vías y zonas de tránsito peatonal, ii) cuando se da una reducción de la pendiente longitudinal de la vía en el sentido del flujo, iii) en puntos bajos y depresiones, iv) en zonas de acumulación de sedimentos y v) hacia los costados de la vía (generalmente pegado a bordillos y zonas de andén) teniendo en cuenta el bombeo transversal de la vía.
- La conexión de la tubería de las estructuras de captación tendrá un diámetro real mínimo de 215 mm, pendiente mínima de 2,0% y longitud máxima de 25 m.
- Las anteriores características técnicas mencionadas garantizan que la conexión del sumidero tiene la capacidad hidráulica suficiente para el transporte del agua proveniente de escorrentía.
- La localización y espaciamiento de sumideros tiene como finalidad garantizar que no se sobrepasen los anchos máximos de inundación admisibles ni se acumule una lámina de agua que sobrepase la altura de sardinel, tal como lo estipula la norma NS-047.

El sistema de drenaje de la prolongación de la Av Transversal de Suba captará el agua de escorrentía mediante una serie de estructuras tipo sumidero que se conectarán a una red de tuberías proyectada exclusivamente para el drenaje de la vía, que descargará en el colector Compartir-Yolanda para no llevar caudales y volúmenes adicionales al pondaje Fontanar. El drenaje vial propuesto presenta la configuración mostrada en la Figura 89.

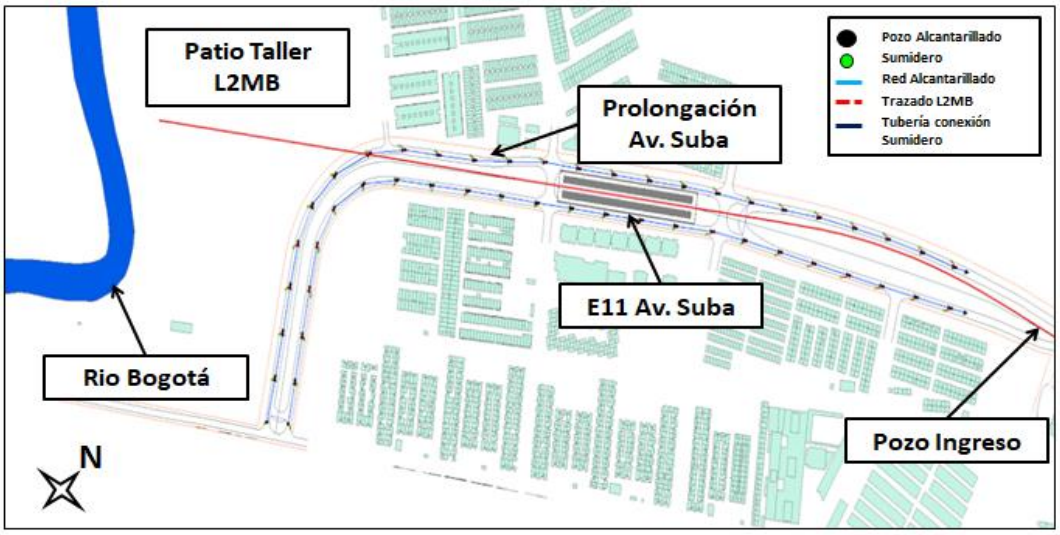


Figura 89. Esquema general drenaje vial prolongación Av. Transversal de Suba
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para el drenaje vial de la prolongación de la Av Transversal de Suba se proyectaron aproximadamente 2.000 m de tubería con diámetros variables entre 0,30 m y 0,60 m, y 43 sumideros y cerca de 840 m de conexiones de sumideros de diámetros de 0,25 m.

3.2.3.11.8.2. Zona de transición Av. Transversal de Suba

Aparte de la proyección del drenaje del diseño geométrico anteriormente descrita, en la zona de transición entre la parte subterránea y el viaducto de la L2MB se cuenta con una zona de andén que requiere una solución de drenaje particular, toda vez que se tiene disponible un espacio de tan sólo 3,5 m dispuesto entre la proyección de la Av Transversal de Suba sobre el pozo de ingreso de la tuneladora y el cerramiento de un conjunto residencial, como se observa en la Figura 90.

Al tenerse una zona de andén de 150 m de largo, se planteó el uso de cinco módulos de 2 m de longitud de elementos tipo reja monolítica conectados a cajas de inspección de 0,6 m x 0,6 m (Figura 91) que a su vez se conectan a una tubería de 0,30 m diámetro que descargará el agua proveniente de escorrentía a la red troncal pluvial que discurre en la carrera 136 en sentido sur-norte.

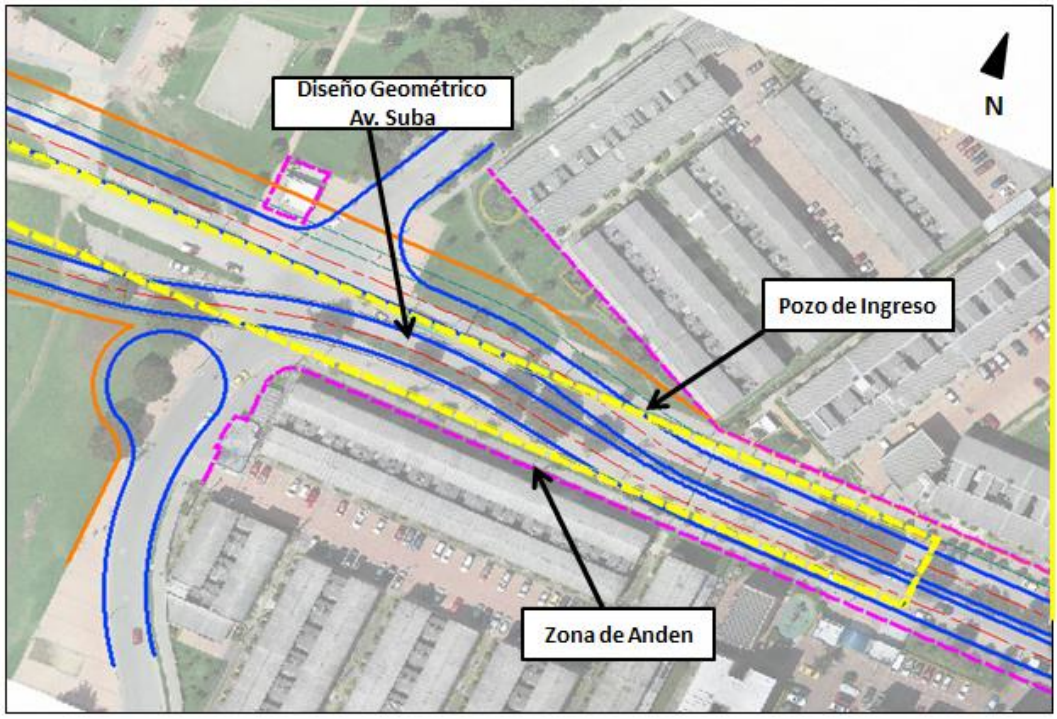


Figura 90. Drenaje transición en zona de andén
Fuente: UT MOVIUS 2022

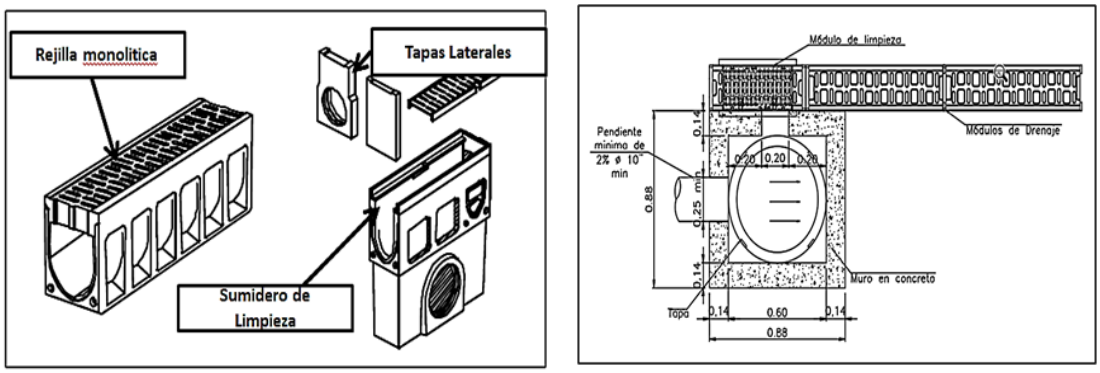


Figura 91. Elemento de drenaje tipo rejilla monolítica drenaje andén
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.8.3. Drenaje del túnel

El drenaje del túnel de la L2MB tiene como función principal la recolección, conducción, almacenamiento y bombeo de caudales provenientes de un escenario de funcionamiento de tres hidrantes en tramos interestación.

El sistema de drenaje del túnel se proyectó a partir de los siguientes criterios:

- El sistema de drenaje del túnel se encuentra dimensionado para el bombeo de un escenario de uso de tres hidrantes interestación, funcionando al tiempo durante un periodo de 30 min (NTC 1669).
- Tomando en consideración que los pozos de drenaje y evacuación son edificios cubiertos y que las estaciones cuentan con su propio sistema de drenaje, no se consideran aportes pluviales adicionales.
- El agua proveniente del escenario de activación de hidrantes se recoge en un pozo situado en el nivel inferior de los pozos de ventilación, evacuación y drenaje.
- A lo largo del túnel, entre las zonas de estación, se proyectaron canaletas laterales que descargan a un colector central en cajas espaciadas cada 100 m.
- El material de la tubería del colector central es de PVC de pared doble.
- Los sistemas de bombeo del drenaje del túnel de la L2MB cuentan con elementos de bombeo principales y unidades de respaldo.
- La tubería impulsora de los sistemas de bombeo es de acero galvanizado..
- La tubería de descarga y conexión a la red urbana está provista de una estructura de quiebre de presión que garantiza una descarga al sistema de redes externas a presión atmosférica.

Para habilitar el drenaje se proyectaron una serie cunetas laterales que se encargarán de captar el agua del escenario planteado de activación de hidrantes, las cuales conectan a cajas recolectoras centrales y que a su vez descargan a un colector central de PVC doble pared que lleva el agua hasta el punto bajo del tramo interestacion, como se muestra a continuación (Figura 92 y Figura 93).

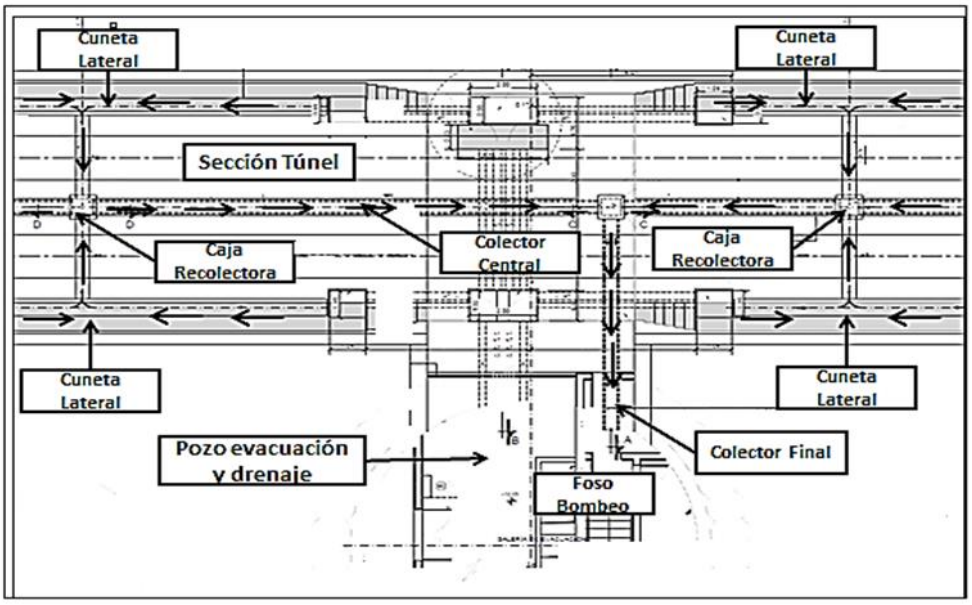


Figura 92. Planta drenaje túnel L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

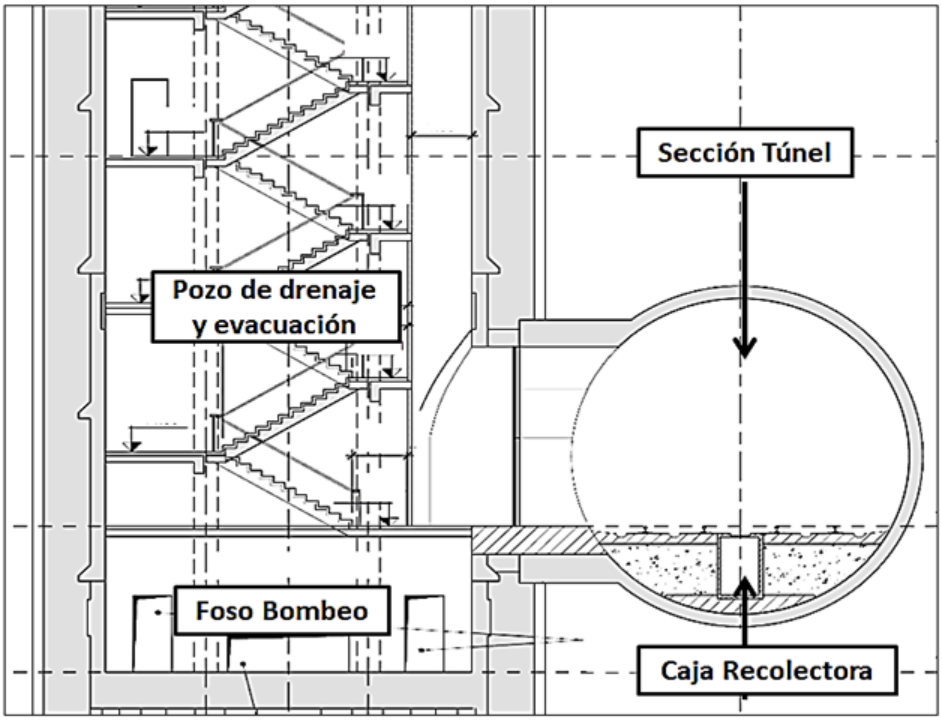


Figura 93. Alzada pozo de ventilación, evacuación y bombeo
Fuente: UT MOVIUS 2022

Una vez el agua por drenarse llega al punto bajo del tramo interestación, es conducida a un foso de bombeo localizado en la parte inferior del pozo de ventilación, evacuación y drenaje, para posteriormente ser bombeada a la red de alcantarillado urbana (Figura 94).

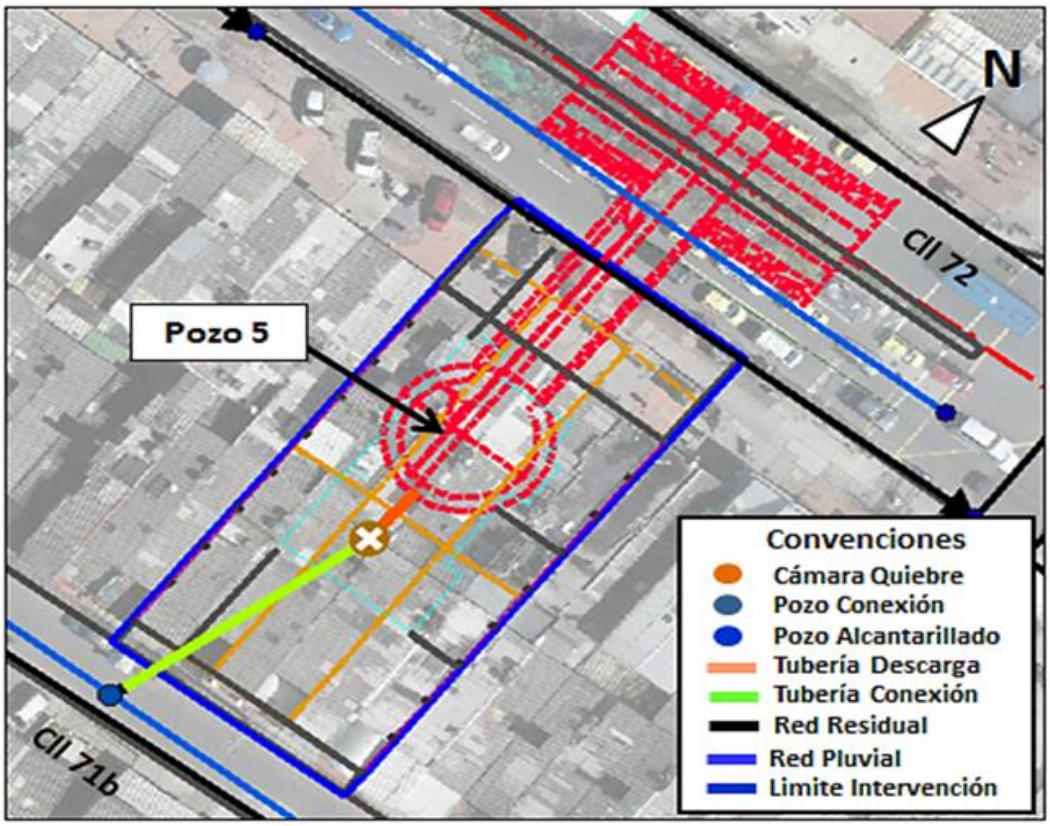


Figura 94. Esquema de conexión del pozo de drenaje a red urbana (Ejemplo)
Fuente: UT MOVIUS 2022

El diseño geométrico de la L2MB contempla la proyección de nueve pozos de drenaje. En la Tabla 26 se muestra su localización y la longitud aferente entre estaciones para el agua que requiere ser drenada.

Tabla 26. Abscisas de puntos bajos interestación y longitudes aferentes a pozos de drenaje

Pozo	Abscisa	Longitud aferente (m)
POZO DRENAJE 1	K1+520	1330,4
POZO DRENAJE 2	K2+975	1611,5
POZO DRENAJE 4	K4+750	1295,9
POZO DRENAJE 5	K5+970	980,6
POZO DRENAJE 6	K6+990	1040,6
POZO DRENAJE 7	K8+250	1429,3
POZO DRENAJE 8	K9+670	1431,5
POZO DRENAJE 9	K11+130	1210,6

Pozo	Abscisa	Longitud aferente (m)
POZO DRENAJE 10	K12+570	871,2

Fuente: UT MOVIUS 2022

Los caudales estimados por el evento de activación de hidrantes en el túnel, las diferencias geométricas entre pozos de drenaje y pozos de alcantarillado de red urbana, y las longitudes de conexión a esta última se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27. Caudal infiltrado y diferencia geométrica en pozos de drenaje L2MB

Abscisa	Pozo	Almacenamiento y bombeo	Fondo pozo drenaje (msnm)	ID. pozo alcantarillado (msnm)	Fondo pozo alcantarillado (msnm)	Longitud conexión urbana (m)
K1+520	POZO DRENAJE 1	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 40 m	2515,79	CMP 58829	2551,93	36,51
K2+975	POZO DRENAJE 2	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 45 m	2507,79	CMP 57480	2547,92	16,47
K4+750	POZO DRENAJE 4	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 40 m	2512,85	CMP 56195	2548,59	36,69
K5+970	POZO DRENAJE 5	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 35 m	2517,62	PMP 64923	2549,29	46,2
K6+990	POZO DRENAJE 6	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 38 m	2515,84	PMP 68571	2549,8	32,23
K8+250	POZO DRENAJE 7	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 43 m	2515,74	PMI 59091	2548,8	24,23
K9+670	POZO DRENAJE 8	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 44 m	2510,24	PMP56566	2549,8	38,54
K11+130	POZO DRENAJE 9	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 31.6 l/s@ 35 m	2512,37	PMP107488	2543,8	16,16
K12+570	POZO DRENAJE 10	1 Tanque de 19.00 m3 3 bombas de 3.1 l/s@ 35 m	2520,90	PMC 95088	2544,8	92,02

Fuente:UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.8.4. Ruptura del jarillón del río Bogotá

De acuerdo con el POT del Decreto 555 de 2021, existe una zona por amenaza de inundación por rompimiento del jarillón del río Bogotá, que para el caso específico de la zona de transición de la L2MB se extiende hasta el K14+530. Esta área se identifica en la Figura 95.

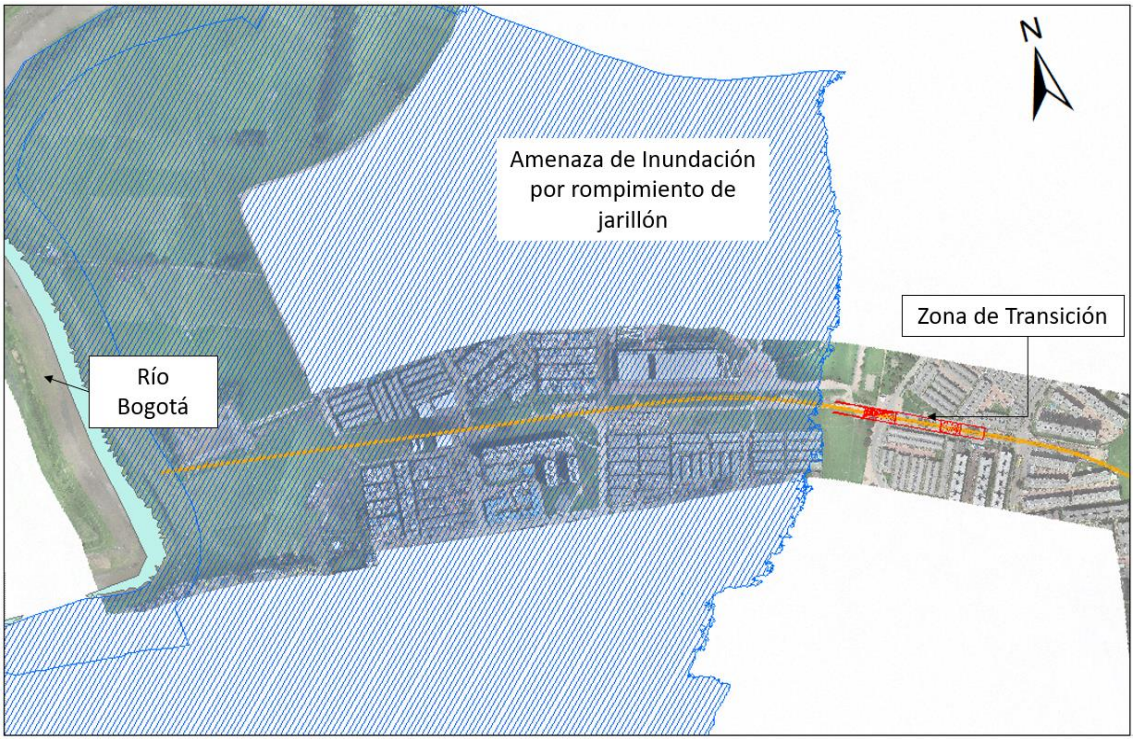


Figura 95. Esquema zona de inundación por rompimiento del jarillón del río Bogotá
Fuente: UT MOVIUS 2022

El sistema de drenaje previsto para el caso de un eventual rompimiento del jarillón del río Bogotá se diseñó con los siguientes criterios:

- En caso de ruptura del jarillón del río Bogotá se garantizará la operación del sistema metro sin generar ningún tipo de afectación a su infraestructura, usuarios, operadores y demás componentes asociados a su funcionamiento..
- Se evitará, por medio de un muro de contención adosado al pozo de ingreso de la tuneladora, que el agua proveniente del río Bogotá ingrese a la zona de transición a causa de una eventual ruptura del jarillón.
- El caudal proveniente de escorrentía sobre el área descubierta de la zona de transición se redireccionará hacia el Pozo de evacuación y drenaje 11, para posteriormente bombearse a la red local de alcantarillado.
- Los sistemas de bombeo del drenaje del Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11 dispondrán de elementos de bombeo principales y unidades de respaldo.
- La tubería impulsora de los sistemas de bombeo será de acero galvanizado.
- La tubería de descarga y conexión a la red urbana dispondrá de una estructura de quiebre de presión que garantice una descarga al sistema de redes externas a presión atmosférica.



Figura 96. Esquema zona de transición y Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11
Fuente: UT MOVIUS 2022

El agua proveniente de escorrentía sobre el área descubierta de la zona de transición y la estructura de protección anteriormente mencionada será direccionada hacia el interior del túnel hasta el Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11. Una vez el agua llegue a este punto será conducida a un foso de bombeo localizado en la parte inferior del pozo, para posteriormente ser bombeada a la red de alcantarillado urbana.



Figura 97. Planta Pozo No. 11
Fuente: UT MOVIUS 2022

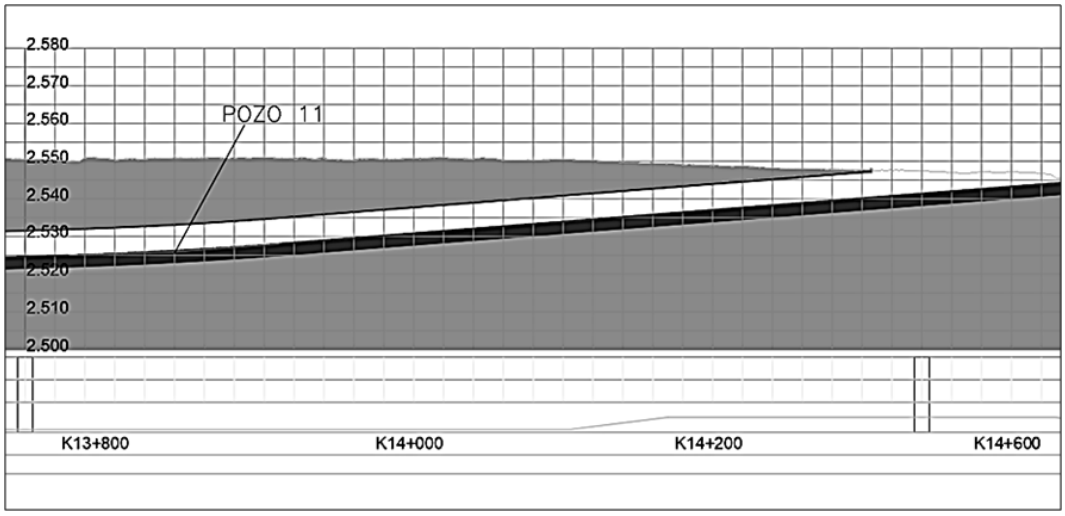


Figura 98. Perfil longitudinal Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11
Fuente: UT MOVIUS 2022

Tabla 28. Diferencia altimétrica en Pozo de ventilación, evacuación y drenaje No. 11, y longitud de conexión urbana

Abscisa	Pozo	Almacenamiento y bombeo	Fondo pozo drenaje	ID. pozo alcantarillado	Fondo pozo alcantarillado
			(msnm)	(msnm)	(m)
K13+870	POZO DRENAJE 11	2526,2	PMP 47041	2549,8	146,2

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.3.11.9. Cruces de corrientes de aguas superficiales

En razón de la proximidad del patio-taller al río Bogotá, se analizó su nivel de agua con diferentes períodos de retorno, concluyendo que para un período de 1.000 años el nivel del agua no sobrepasará la cota actual del jarillón. De esa manera, y previendo posibles asentamientos, la cota del relleno del patio-taller se proyectó 20 cm por encima de la mencionada cota actual del jarillón.

3.2.3.11.10. Necesidades de desvíos y canalizaciones de cauces

El proyecto L2MB no requiere desvíos de cauces ni canalización de los mismos.

3.2.3.11.11. Interceptación de aguas subterráneas

De los aproximadamente 15,5 km de longitud que tiene la línea proyectada, 14,4 km están previstos como metro subterráneo, incluyendo el túnel, las estaciones y los pozos de entrada y salida de la máquina tuneladora.

Las excavaciones necesarias para la conformación del túnel se realizarán con una máquina TBM bajo la tecnología EPB, en la que las presiones en la parte delantera en la máquina tuneladora y el frente de excavación se balancean. Esta tecnología evita que se presenten flujos de infiltración en el frente de excavación. Así mismo, el revestimiento colocado en el túnel a través de dovelas también evita la ocurrencia de infiltraciones hacia su interior. Dadas estas condiciones, **se considera que durante las etapas de construcción y operación no se tendrán procesos de infiltración hacia el túnel**. Esto aplica tanto a los tramos cercanos al humedal Juan Amarillo (aquellos localizados entre las estaciones 7 y 9), como en los demás tramos de túnel a lo largo de su trazado.

En cualquier caso, y como parte del estudio, se realizaron modelaciones hidrogeológicas numéricas encaminadas a evaluar los posibles flujos que pudieran presentarse, con los cuales se corroboró su inexistencia en unos casos, o su reducida magnitud en otros.

Las velocidades de flujo son muy bajas y están asociadas a las características de permeabilidad de los materiales de la sabana, que corresponden típicamente a arcillas con una conductividad hidráulica baja. En efecto, en la zona en la que la L2MB se desarrolla en cercanías del mencionado humedal y en la zona de cruce del brazo Tibabuyes, las formaciones geológicas existentes corresponden a Depósitos de Llanura de

Inundación (Qlla) y a Depósitos Lacustres o Formación Sabana (Qta), cuyas unidades hidrogeológicas asociadas son Acuíferos de Baja Productividad, con sedimentos granulares finos en el primer caso y sedimentos de granulometrías finas en el segundo.

En los dos casos los materiales son de muy baja permeabilidad y de acuerdo con los datos obtenidos de los ensayos de permeabilidad realizados en el marco de la campaña de investigación geotécnica, tienen conductividades hidráulicas que oscilan entre $1{,}0x10^{-9}$ m/s y $5.0x10^{-11}$ m/s . Estos valores son equivalentes a valores típicos en barreras de baja permeabilidad, las cuales se utilizan para evitar el flujo a través de materiales permeables, como por ejemplo un depósito de arena, que típicamente puede tener valores de conductividad hidráulica del orden de 1.0^{-3} a 1.0^{-4} m/s.

Como resultado de esta condición de muy baja permeabilidad, el flujo que puede darse a través de los materiales presentes en inmediaciones del humedal Juan Amarillo es prácticamente nulo.

Además de la excavación del túnel, el proyecto contempla las excavaciones de las 10 estaciones subterráneas. El procedimiento básico para la conformación de las mismas prevé la construcción de pantallas en su perímetro, con profundidades del orden de 50 m que se van realizando por tramos.

Considerando lo previsto en cuanto al material con que serán construidas dichas pantallas (concreto reforzado) y los sellos hidráulicos que se instalarán entre los tramos fundidos de las mismas, **en las estaciones no se esperan flujos de infiltración hacia las zonas de excavación**. De igual forma, los materiales de los suelos por excavar en la zona donde quedarán confinadas estas estructuras tienen una permeabilidad muy baja (valores del orden de $1x10^{-9}$ m/s según las exploraciones realizadas), que hace improbable la ocurrencia de flujos generadores de infiltración.

En la eventualidad de que se presente alguna deficiencia temporal en la impermeabilización de las pantallas y/o una posible filtración por alguna deficiencia en el sello de una dovela del revestimiento del túnel, las filtraciones hacia el túnel tendrían un aporte despreciable debido a la baja permeabilidad del suelo (10^{-9} m/s)

Si durante el proceso de construcción se presentara una filtración de agua hacia el túnel, ésta deberá ser sellada de inmediato. Si lo mismo ocurriera durante la operación, las cuadrillas de mantenimiento también tendrían que sellarlas de inmediato. Es importante aclarar que el túnel cuenta con un sistema de drenaje con una capacidad acondicionada a la activación del sistema contra incendio, que genera un caudal mayor que el caudal que pudiera presentarse como consecuencia de cualquier filtración hacia el túnel.

En las estaciones localizadas en cercanías del humedal Juan Amarillo - Tibabuyes, el material del subsuelo compuesto por arcillas de muy baja permeabilidad es equivalente a tener barreras de baja permeabilidad que evitan la ocurrencia de flujos de infiltración hacia la excavación y la generación de algún efecto nocivo en el humedal. En todo caso, en las estaciones, y en los muros de entrada y salida de la máquina, se ha previsto doble pantalla con un sello especial para evitar filtraciones de agua hacia la estación.

En resumen:

Durante las fases de construcción y operación del proyecto no se esperan flujos de infiltración hacia el túnel o hacia las estaciones, debido a dos factores:

a) las características de muy baja permeabilidad de los materiales por los que discurre el trazado, y
b) las características constructivas del túnel y las estaciones, orientadas a evitar el flujo de aguas subterráneas hacia su interior.

En todo caso, existe la remota posibilidad de que durante la construcción de las estaciones se presente alguna deficiencia temporal en la impermeabilización de dichas obras y que al mismo tiempo se encuentren suelos

locales con características diferentes y de mayor permeabilidad a los hallados durante la exploración geotécnica ejecutada como parte del estudio. En tales situaciones extremas ciertamente podrían producirse flujos localizados de infiltración y abatimientos alrededor de las estaciones, pero serían de carácter meramente temporal puesto que los niveles se restablecerían una vez se atendiesen las deficiencias de impermeabilización en la estructura que corresponda.

Para evitar que una eventualidad como esta pudiera llegar a tener algún efecto en los cuerpos cercanos de agua, se procedería a sellar desde la estación, y de manera inmediata, cualquier filtración que se presente.

3.2.4. Infraestructura de geotecnia

3.2.4.1. Taludes previstos en cortes y terraplenes

En el área en donde se localizan las estaciones se requiere conformar una plataforma de trabajo para la construcción de las pantallas preexcavadas y realizar los tratamientos de *jet grouting* para mejoramiento del fondo del suelo y para la construcción de la losa superior de concreto reforzado. Los taludes que se generan por estas excavaciones son de carácter temporal y tendrán alturas menores a 2,5 m, los cuales se protegerán con geotextil y se tenderán con inclinaciones 2H:1V. Si el espacio no lo permite, se utilizarán entibados de madera.

Por otra parte, se realizó un análisis de estabilidad correspondiente a la excavación de los dados de cimentación del viaducto y la Estación E11. Para ello, se modeló la excavación de los dados de apoyo para el viaducto empleando el programa *Slide de Rocscience* con los métodos de *Spencer*, obteniéndose pendientes estables con cortes de taludes 1H:1V. La condición de flujo se controlará durante el proceso constructivo.

3.2.4.2. Obras de geotecnia

3.2.4.2.1. Tramo en túnel

Las obras subterráneas de la L2MB contemplan la construcción de un túnel con características de mono túnel de 10,45 m de diámetro externo, ubicado a una profundidad variable entre 18 y 35 m a su clave, el cual será excavado en la mayor parte de su recorrido (11.94 km) en arcillas de alta plasticidad de depósitos de la Sabana de Bogotá, de origen lacustre, denominados Formación Sabana (Qta) y en cerca de 0,70 km en materiales mixtos, de depósitos aluviales y coluviales, cerca de la zona de piedemonte de los cerros Orientales, al oriente de la Avenida Caracas.

El trazado de las obras subterráneas estará siempre bajo el nivel freático.

Como medio de construcción para el túnel se empleará una máquina perforadora de túneles a sección completa tipo EPB (Earth Pressure Balance), cuyo sistema requiere materiales acondicionantes que deben ser aplicados tanto en la parte frontal de la máquina como en su interior para sortear las condiciones de excavación que se presenten, garantizar la aplicación de presión balanceada en dicha parte frontal y manejar los materiales de excavación para su retiro hacia superficie.

Como ya se mencionó, además del túnel, se construirán 11 galerías subterráneas cortas para conexión del túnel con 11 pozos de evacuación y drenaje, ubicados entre estaciones subterráneas a menos de 760 m en cumplimiento de la Norma NFP130.

Así mismo, se construirán 10 estaciones subterráneas y una elevada, y un pozo de entrada y uno de salida para la máquina tuneladora.

Para reducir asentamientos en superficie y asegurar la estabilidad del túnel, en sitios específicos se realizarán tratamientos de terreno desde superficie mediante inyecciones de *jet grouting*, micropilotes o sistemas similares.

Dentro del túnel, galerías y pozos se instalará un sistema de soporte y/o revestimiento totalmente impermeable. Igualmente, se instalarán sistemas de instrumentación geotécnica para control de subsidencias a lo largo del trazado del túnel, tanto en superficie como en el interior del túnel, e instrumentación para los pozos, galerías y estaciones.

3.2.4.2.1.1. Características

Las características del túnel se presentan en el numeral 1.2.3.8.1 Túnel.

3.2.4.2.1.2. Abscisado

El abscisado de las obras subterráneas y superficiales del proyecto es el siguiente:

Tabla 29. Abscisado del proyecto

Inicio	Fin	Abscisa inicio	Abscisa fin	Longitud (m)
POZO DE SALIDA (CRA. 10)		K0+000	K0+022	22,0
Pozo Salida	Estación 1	K0+022	K0+685	663,0
ESTACIÓN 1 (AV. CARACAS)		K0+685	K0+845	160,0
Estación 1	Estación 2	K0+845	K2+189.47	1344,47
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 1		K1+520	K1+520	-
ESTACIÓN 2 (AV. NQS)		K2+189.47	K2+349.47	160,0
Estación 2	Estación 3	K2+349.47	K3+960	1610,53
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 2		K2+975	K2+975	-
Pozo de evacuación y bombeo 3		K3+415	K3+415	-
ESTACIÓN 3 (AV. 68)		K3+960	K4+120	160,0
Estación 3	Estación 4	K4+120	K5+415	1295,00
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 4		K4+750	K4+750	-
ESTACIÓN 4 (AV. BOYACA)		K5+415	K5+575	160,0
Estación 4	Estación 5	K5+575	K6+330	755,0
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 5		K5+970	K5+970	-
ESTACIÓN 5 (AV. CALI)		K6+330	K6+490	160,0
Estación 5	Estación 6	K6+490	K7+432	942,0
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 6		K6+950	K6+950	-
ESTACIÓN 6 (AV. CALLE 80)		K7+432	K7+592	160,0
Estación 6	Estación 7	K7+592	K8+670	1078,0

Inicio	Fin	Abscisa inicio	Abscisa fin	Longitud (m)
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 7		K8+207	K8+207	-
ESTACIÓN 7 (CRA. 91)		K8+670	K8+830	160,00
Estación 7	Estación 8	K8+830	K10+250	1420,0
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 8		K9+670	K9+670	-
ESTACIÓN 8 (HUMEDAL)		K10+250	K10+410	160,0
Estación 8	Estación 9	K10+410	K11+840	1430,0
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 9		K11+130	K11+130	-
ESTACIÓN 9 (ALO SUR)		K11+840	K12+000	160,0
Estación 9	Estación 10	K12+000	K13+210	1210,0
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 10		K12+570	K12+570	-
ESTACIÓN 10 (ALO NORTE)		K13+210	K13+370	160,0
Estación 10	Pozo Entrada	K13+370	K14+280	910,0
Pozo de evacuación, ventilación y bombeo 11		K13+870	K13+870	-
POZO DE ENTRADA (CRA. 129)		K14+280	K14+500	220,0
Pozo Entrada	Estación 11	K14+500	K14+880	380,0
ESTACIÓN 11 (FONTANAR)		K14+880	K15+040	160,0
Estación 11	Patio Taller	K15+040	K15+505.64	465,64

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.2.1.3. Perfil longitudinal

El perfil longitudinal del túnel se presenta en el numeral 3.2.3.1 Trazado y características geométricas del proyecto.

3.2.4.2.1.4. Sección constructiva

La sección constructiva del túnel se muestra en el numeral 3.2.3.6 Presentación de las secciones transversales de cada uno de los perfiles a lo largo del proyecto.

3.2.4.2.1.5. Técnica constructiva

El tipo de máquina que mejor se adecúa a las condiciones existentes del terreno para la construcción de la L2MB es una máquina tuneladora con escudo de presión balanceada de tierras o EPB.

Este tipo de escudo se desarrolló inicialmente para resolver el trabajo de excavación de túneles en terrenos arcillosos, procurando lograr un sistema de trabajo continuo, y permitiéndose:

- Estabilizar el frente con un material a presión, que es el propio escombro excavado, una vez convertido con productos de adición en una mezcla de consistencia viscoplástica.
- Lograr que la mezcla tenga la consistencia adecuada para ser transportable por el tornillo sin fin, la cinta y el vagón.

- Lograr que la mezcla de material excavado se pueda extraer sin perder la presión en el frente para garantizar una continuidad del proceso.

Como se mencionó, las máquinas tipo EPB fueron ideadas para excavar suelos arcilloso-limosos y limo-arenosos de consistencia pastosa y blanda, con un contenido de finos superior al 25% - 30%, situados en el área izquierda (celeste) de la Figura 99. La zona señalada con color gris y las flechas indican una extensión del rango de acción de los escudos EPB, posible gracias al acondicionamiento de las propiedades del suelo mediante la adición de aditivos en la cámara que forman una mezcla adecuada. Para lograr esa mezcla es necesario incorporar al escombro del frente suspensiones en agua de arcillas y/o espumas y polímeros en cantidades limitadas que se inyectan al frente y a la cámara, de forma que el aditivo se reparta lo más uniformemente posible.

En otros tipos de suelo puede ser necesario el uso intensivo de otros agentes acondicionadores, como polímeros, agua y espumas. Por lo tanto, con los aditivos adecuados, la máquina EPB puede utilizarse en una gama muy amplia de tipos de suelo.

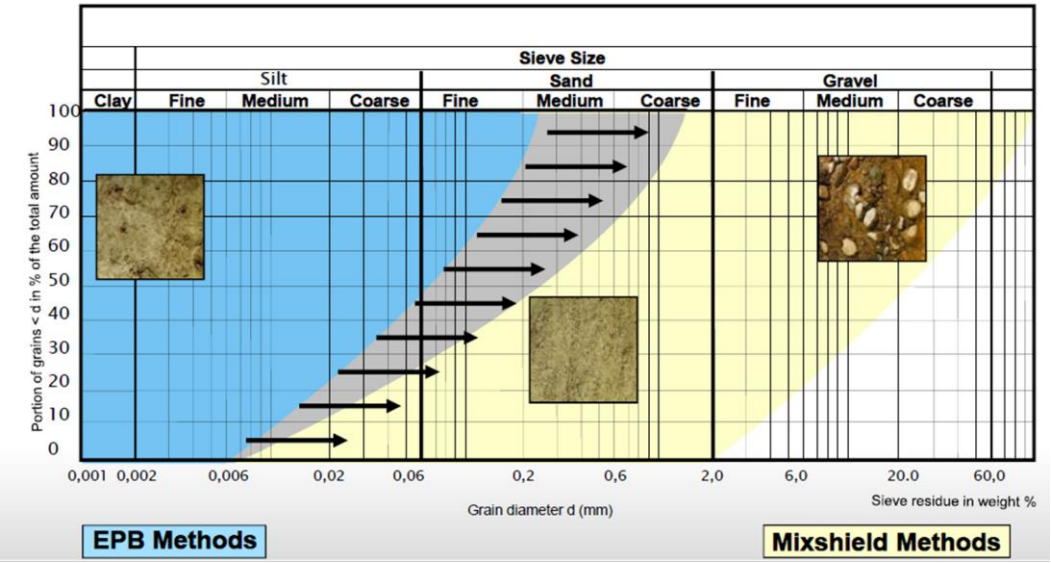


Figura 99. Granulometría de los terrenos y aplicación a los escudos EPB (Tobergte & Curtis, 2013)
Fuente: UT MOVIUS 2022

Los detalles del procedimiento constructivo del túnel se presentan en el numeral 3.2.14 Proceso constructivo del proyecto, particularmente en el 3.2.14.1 Túnel.

3.2.4.2.1.6. Subsidencias

Para revisar el efecto en superficie de la construcción del túnel con máquina EPB se aplicaron criterios de análisis de tipo analítico y/o semi empírico, así como modelación numérica.

- **Método analítico**

Los asentamientos que pueden llegar a ocurrir durante el proceso de construcción del túnel se originan en tres factores:

1. Los asentamientos a corto plazo (o inmediatos), provocados por la excavación del túnel.
2. Parte del asentamiento también puede ocurrir por la deformación del revestimiento del túnel.
3. Y otra parte a los asentamientos, a largo plazo, por: (1) la consolidación primaria (que ocurre en suelos cohesivos por disipación del exceso de presión de poro) y (2) a la consolidación secundaria.

Durante el proceso de excavación, el suelo sin apoyo o parcialmente apoyado alrededor del túnel se mueve hacia adentro a medida que se produce el alivio de los esfuerzos. Por lo tanto, siempre será necesario eliminar un volumen de suelo mayor que el volumen teórico del vacío terminado. Este volumen extra excavado se conoce como "pérdida de volumen" (o "pérdida de terreno").

Para efectos de estimar asentamientos con el método analítico se aplicó lo sugerido por Loganathan y Poulos (1998) para el caso de monotúnel. Igualmente, se hicieron comprobaciones con otros métodos, como el de Taylor y Grand (2000). Ambos métodos arrojaron valores similares de la cubeta de asentamientos.

Para el análisis de subsidencias se adoptaron 36 secciones representativas a lo largo de todo el trazado de la L2MB, enfatizando en los sitios más críticos con miras a definir los pretratamientos necesarios para reducir impactos en superficie.

A menera de referencia, en la Figura 100 se presenta la cubeta de asentamientos para el paso bajo el brazo del Humedal Juan Amarillo, para una profundidad de implantación a clave del túnel de 23,80 m. Según los resultados en este análisis, el asentamiento máximo esperado es del orden de 9 a 11 mm, con una distorsión angular de 0.02% a 0.04%, respectivamente.

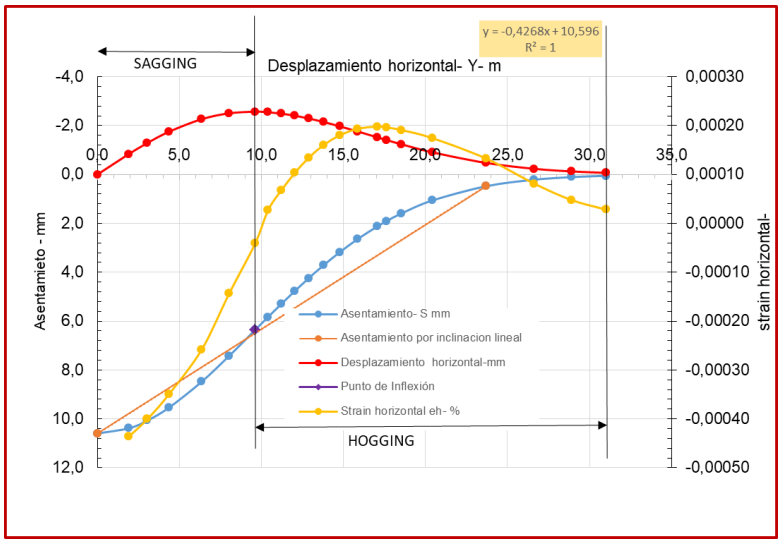


Figura 100. Comparación de cubeta de asientos entre Loganathan y Poulos versus Taylor y Grand
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para establecer el efecto de posibles daños o afectaciones en superficie se revisó el criterio de Boscardin y Cording (1989). Para este efecto, en un gráfico se colocaron los valores de los ángulos de distorsión versus el *strain* horizontal en %.

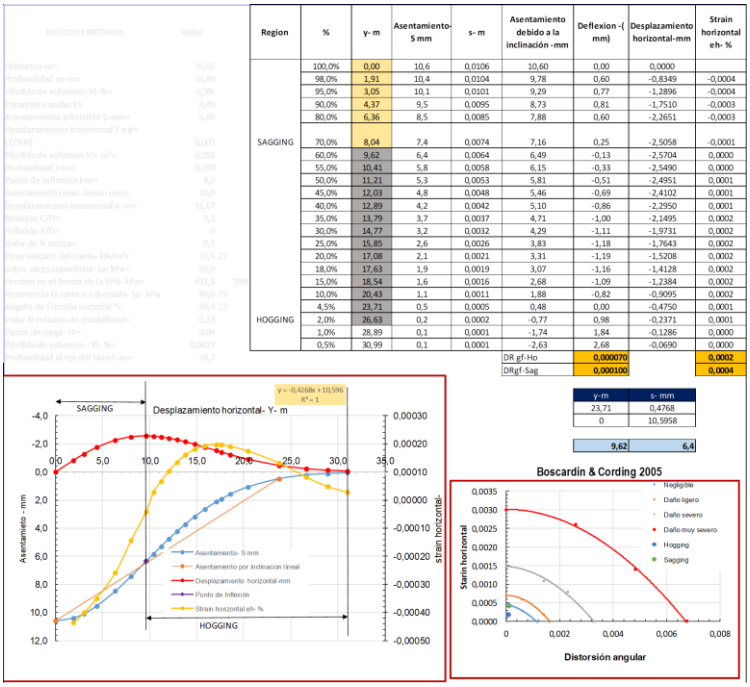


Figura 101. Análisis de subsidencias asentamientos y desplazamientos horizontales - Brazo Humedal Juan Amarillo
Fuente: UT MOVIUS 2022

Los resultados de este análisis en el cruce bajo el brazo del humedal Juan Amarillo muestran que el asentamiento maximo esperado para la profundidad de implantación mencionada podría ser del orden de 23 mm, con un distorsión angular en la zona de *sagging* de 0,044% y en el *hogging* de 0,020% respectivamente. **Con estos valores y los máximos *strain* horizontales esperados en ambas tramos de la curva de asientos, se establece que la incidencia de asientos en superficie es baja en esta zona del trazado** (Figura 101).

Para el caso del paso del túnel bajo el brazo del humedal Juan Amarillo, y con base tanto en la información analizada como en las comprobaciones de magnitud de asientos para la profundidad de implantación del túnel en este sector, se aplica la técnica constructiva con una tuneladora tipo EPB (Earth pressure Balance).

El tipo de soporte estará conformado por dovelas prefabricadas de concreto reforzado que se colocan simultáneamente al avance del túnel, las cuales son diseñadas para ser completamente estancas e impermeables.

La máquina está compuesta por un escudo cerrado, con una cámara donde se aplica presión de agua y tierra, balanceada en el frente, con el fin de controlar los desplazamientos. El efecto de soporte y balance de presiones se logra con el material de la excavación, el cual es mezclado con agua o aditivos condicionantes dependiendo del tipo de material por excavar, para formar un lodo de consistencia suave a muy suave que se retira a través de un tornillo sin fin ubicado detrás de la cámara y la cabeza cortadora, para luego ser evacuado hasta la zona de depósito en superficie.

El *"gap"* que deja la cabeza cortadora se rellena con inyecciones de lechada inmediatamente se va avanzado para reducir el efecto de desplazamiento y, en consecuencia, la subsidencia. **Al ser hermético el sistema, se elimina la posibilidad de tener infiltraciones hacia el túnel y en consecuencia efectos en el humedal.** Es importante mencionar, además, que en relación con los bicomponentes utilizados para acondicionar el material

de suelo y garantizar la presión en el frente, algunos proveedores garantizan, bajo normas, que estos elementos no generan impactos ambientales.

El método constructivo permite un contrabalance de presiones del terreno y de las aguas, manteniendo la hermeticidad con los escudos de la máquina y con los sellos previstos en los segmentos de los anillos de dovela, **evitando así que se afecte el nivel freático y el desecamiento de la fuentes hídricas superficiales, entre otros**. En el proceso de excavación se utilizan aditivos para el acondicionamiento y corrección de los cambios en la humedad y granulometría del terreno excavado en el frente. Para ese propósito, se emplean espumas para sustituir los finos faltantes y el agua intersticial.

En la Tabla 30 se resume el estimativo de asentamientos, desplazamientos horizontales (*strain* en %) y ángulos de distorsión angular de las 36 secciones representativas analizadas. Si bien los resultados de los análisis de subsidencia muestran baja afectación a lo largo del trazado de la L2MB, se resaltan (en color amarillo) 9 sitios particulares considerados de importancia por la presencia de estructuras, cuerpos de agua o tuberías de la Empresa de Acueducto de Bogotá, que requieren pretratamientos para reducir asentamientos y/o desplazamientos horizontales.

Tabla 30. Resumen de estimativo de asentamientos, desplazamientos horizontales (strain en %) y ángulos de distorsión angular

Sección	Abscisa	Causa o problemática	Profundidad a la clave- m	Asentamiento máximo en el eje del túnel - mm	Punto de Inflexión - i- m=	Presión en el frente- kPa	Pérdida de volumen estimado. Vl- %	Relación de deflexión DRgf. Hogg	Strain horizontal Hogging- %	Tipo de daño en zona de hogging	Relación de deflexión DRgf. Sagg	Strain horizontal Sagging- %	Tipo de daño en zona de sagging
1	14280	Baja cobertura - suelos poco competentes - mejora terreno para el sector contiguo al pozo de entrada	4,00	1,52	1,60	269,25	0,01%	5,95E-05	0,00017	Negligible	8,54E-05	0,000372	Negligible
2	13375	Cruce Canal Cafam-	24,00	9,07	9,60	425,25	0,24%	5,92E-05	0,00017	Negligible	8,51E-05	0,000370	Negligible
3	11800	Estacion Alo sur	25,40	9,50	10,16	436,17	0,26%	5,86E-05	0,00017	Negligible	8,42E-05	0,000366	Negligible
4	11297	Cruce túnel por debajo de edificaciones	28,40	10,46	11,36	459,57	0,32%	5,77E-05	0,00016	Negligible	8,29E-05	0,000361	Negligible
5	11067	Cruce túnel por debajo de edificaciones	22,20	10,08	8,88	419,01	0,24%	7,12E-05	0,00020	Negligible	1,02E-04	0,000445	Ligero
6	11040	Brazo humedal Juan Amarillo	23,80	10,60	9,52	431,49	0,27%	6,98E-05	0,00020	Negligible	1,00E-04	0,000436	Ligero
7	10290	Estación humedal y Juan amarillo- edificaciones costado izquierdo - Suelos blandos	24,80	10,31	9,92	423,69	0,28%	6,51E-05	0,00019	Negligible	9,36E-05	0,000408	Negligible
8	10108	Estación humedal y Juan amarillo- edificaciones costado izquierdo - Suelos blandos	26,50		10,60	436,95	0,31%	6,42E-05	0,00018	Negligible	9,23E-05	0,000402	Negligible
9	8950	Suelos blandos	20,30	8,89	8,12	388,59	0,20%	6,87E-05	0,00020	Negligible	9,86E-05	0,000429	Negligible
10	8895	Canal Salitre - Suelos blandos	18,70	6,65	7,48	391,71	0,13%	5,58E-05	0,00016	Negligible	8,00E-05	0,000349	Negligible
11	8870	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	23,00	9,74	9,20	409,65	0,24%	6,64E-05	0,00019	Negligible	9,53E-05	0,000415	Negligible
12	8847	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	24,90	10,35	9,96	424,47	0,28%	7,37E-05	0,00019	Negligible	9,35E-05	0,000407	Negligible
13	8398	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	29,80	12,04	11,92	462,69	0,39%	7,17E-05	0,00018	Negligible	9,09E-05	0,000396	Negligible
14	7418	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	23,60	9,93	9,44	414,33	0,25%	7,47E-05	0,00019	Negligible	9,47E-05	0,000412	Negligible
15	6737	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	25,50	10,54	10,20	429,15	0,29%	7,33E-05	0,00018	Negligible	9,30E-05	0,000405	Negligible
16	5401	Suelos blandos - paso por debajo de la tubería de 72 " de Tibitoc- Av. Boyaca	23,40	9,87	9,36	412,77	0,25%	7,48E-05	0,00019	Negligible	9,49E-05	0,000413	Negligible
17	5259	Suelos blandos	28,30	11,49	11,32	450,99	0,35%	7,20E-05	0,00018	Negligible	9,13E-05	0,000398	Negligible
18	4737	Suelos blandos	33,10	13,40	13,24	488,43	0,48%	7,19E-05	0,00018	Negligible	9,10E-05	0,000397	Negligible
19	4413	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	29,30	11,85	11,72	458,79	0,38%	7,17E-05	0,00018	Negligible	9,10E-05	0,000396	Negligible
20	4004	AV. CRA 68- Puente- Suelos	24,60	10,25	9,84	422,13	0,27%	7,39E-05	0,00019	Negligible	9,38E-05	0,000408	Negligible
21	3557	Av. CRA 68- Edificaciones - paso túnel por debajo - suelos blandos	26,50	10,87	10,60	436,95	0,31%	7,27E-05	0,00018	Negligible	9,23E-05	0,000402	Negligible
22	2983	Suelos blandos	34,90	14,27	13,96	502,47	0,54%	7,25E-05	0,00018	Negligible	9,20E-05	0,000401	Negligible
23	2770	Edificaciones- paso túnel por debajo- suelos blandos	29,80	12,04	11,92	462,69	0,39%	7,17E-05	0,00018	Negligible	9,09E-05	0,000396	Negligible
24	2545	Zona Canal Arzobispo- suelos blandos	21,30	9,21	8,52	396,39	0,21%	7,67E-05	0,00019	Negligible	9,73E-05	0,000424	Negligible
25	2480	Zona Canal Arzobispo- suelos blandos	25,10	10,41	10,04	426,03	0,28%	7,36E-05	0,00018	Negligible	9,33E-05	0,000406	Negligible
26	2223	Suelos blandos	23,70	9,96	9,48	415,11	0,26%	7,46E-05	0,00019	Negligible	9,46E-05	0,000412	Negligible
27	2180	Suelos blandos	25,50	10,54	10,20	429,15	0,29%	7,33E-05	0,00018	Negligible	9,30E-05	0,000405	Negligible
28	2070	Av. NQS- Suelos blandos - canal	25,20	10,44	10,08	426,81	0,29%	7,36E-05	0,00018	Negligible	9,32E-05	0,000406	Negligible
29	1900	Suelos blandos	27,40	11,17	10,96	443,97	0,33%	7,24E-05	0,00018	Negligible	9,17E-05	0,000400	Negligible
30	1248	Suelos blandos	28,30	11,49	11,32	450,99	0,35%	7,20E-05	0,00018	Negligible	9,13E-05	0,000398	Negligible
31	625	Estacion 1- Edificaciones - suelos blandos	25,20	10,44	10,08	426,81	0,29%	7,36E-05	0,00018	Negligible	9,32E-05	0,000406	Negligible
32	620	Estacion 1- Edificaciones - suelos blandos	25,20	10,44	10,08	426,81	0,29%	7,36E-05	0,00018	Negligible	9,32E-05	0,000406	Negligible
33	520	Deprimido Abajo Av. Caracas-	26,80	10,97	10,72	439,29	0,32%	7,26E-05	0,00018	Negligible	9,21E-05	0,000401	Negligible
34	400	Deprimido doble - Arriba Av. Caracas	29,20	11,81	11,68	458,01	0,37%	7,18E-05	0,00018	Negligible	9,10E-05	0,000396	Negligible
35	240	Av. Calle 72 - Edificaciones altas costados derecho e izquierdo	33,40	26,31	13,36	474,33	0,95%	1,40E-04	0,00035	Negligible	1,77E-04	0,000772	Ligero
36	55	Pozo de salida- Edificaciones altas costados derecho e izquierdo	38,10	29,14	15,24	524,20	1,20%	1,36E-04	0,00034	Negligible	1,72E-04	0,000750	Ligero

Fuente: UT MOVIUS 2022

- **Método numérico**

Para el análisis por el método numérico se identificaron cuatro cruces críticos de la TBM a lo largo del alineamiento del túnel, considerando su posible baja tolerancia a asentamientos superficiales. En cada cruce se planteó una sección transversal crítica y cada una se modeló mediante el software PLAXIS 2D. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 31. Asentamientos máximos esperados en cruces críticos

Ítem		Profundidad clave del túnel (m)	Asentamiento máximo esperado (mm)
1	PUENTE AV. NQS CON CALLE 72	28.3	11.5
2	CANAL ARZOBISPO	25.1	10.4
3	CANAL SALITRE	18.7	6.7
4	CANAL CAFAM	24.0	9.1

Fuente: UT MOVIUS 2022

- **Análisis de subsidencia en edificios**

Para estimar la severidad de eventuales daños de las edificaciones presentes a lo largo del trazado se utilizó el criterio expuesto por Boscardin and Cording (1989). Así mismo, para la clasificación de esa probable afectación se emplearon los criterios de Burland (1977), véase Tabla 32, con las siguientes precisiones al respecto:

- El énfasis principal de esta metodología recae en la facilidad de reparación de las fisuras y en una clasificación general del posible daño en la estructura
- El ancho aproximado de las fisuras sólo es un indicador y no una medida directa del daño que puede ocasionarse
- La clasificación de fisuras se desarrolló para muros de mampostería o ladrillo

Tabla 32. Clasificación de los daños producidos en los edificios, adaptado de Burland (1977)

Escala de daño	Descripción del daño	Apertura de la grieta mm)
Inapreciable	Fisuras de menos de 0,1 mm	< 0,1
Muy ligero	Fisuras que pueden ser tratadas con la decoración. Fisuras aisladas en paredes de ladrillo	1
Ligero	Fisuras fácilmente rellenables. Probablemente precisen re-decoración. Varias fisuras ligeras apreciables en el interior. Las grietas se aprecian externamente, exigiendo un repintado. Las puertas y ventanas pueden sufrir deformaciones ligeras en sus marcos	5
Moderado	Las fisuras requieren un picado y obra de albañilería. Los revestimientos adecuados pueden enmascarar las grietas recurrentes. Posiblemente parte de la fachada de ladrillo requiera sustitución. Las puertas y ventanas se	De 5 a 15, o un número de fisuras >3

Escala de daño	Descripción del daño	Apertura de la grieta mm)
	atascan. Las tuberías y bajantes pueden romperse. Empeora la resistencia del edificio frente a los agentes atmosféricos.	
Severo	Reparación extensiva incluyendo demolición y restitución de porciones de muros especialmente sobre puertas y ventanas. Los marcos de ventanas y puertas se distorsionan y el suelo se inclina apreciablemente, La tabiquería se inclina y abomba. Algunas vigas se descuelgan y las cañerías quedan fuera de servicio	De 15 a 25, pero depende del número de fisuras
Muy severo	Se requiere una gran reparación con reconstrucción total o parcial del edificio, Las vigas se descuelgan,. Se requiere apuntalamiento en muros. Las ventanas revientan por distorsión. Peligro de Inestabilidad.	> 25, pero depende del número de fisuras

Fuente: UT MOVIUS 2022

Se evaluaron 2137 edificaciones ubicadas en la franja en estudio, 50 m a lado y lado del eje ferroviario. Posteriormente, se construyó una gráfica (Figura 102) con los umbrales de daño indicados por Burland (1977) para proceder a hacer los análisis correspondientes, cuyos resultados se presentan en la Tabla 33.

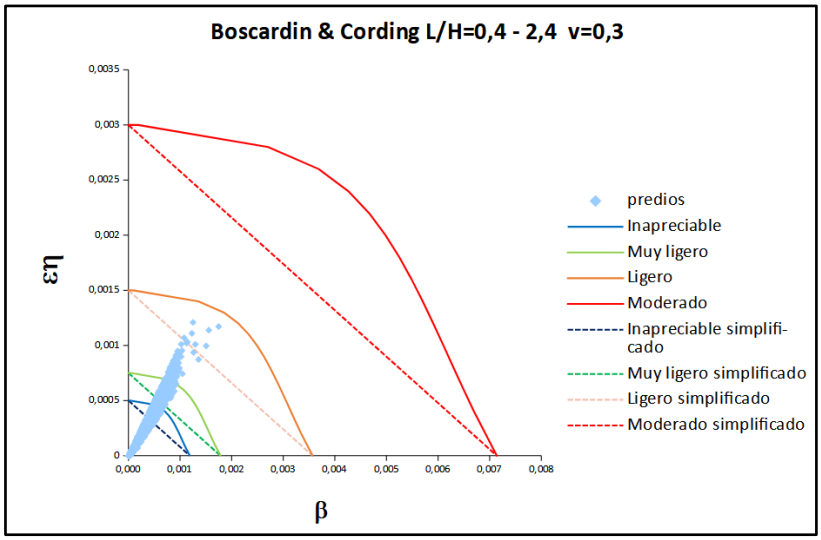


Figura 102. Umbrales de daño según Boscardin and Cording (1989),
Fuente: UT MOVIUS 2022

Tabla 33. Predios con posible afectación según la metodología de Boscardin and Cording (1989)

Nivel de afectación	No. Predios	Descripción del daño	Tamaño de la grieta (mm)
Inapreciable	571	Fisuras casi imperceptibles	<0,1
Muy ligero	286	Grietas fácilmente reparables	<1,0
Ligero	9	Grietas que pueden taparse con tratamientos específicos. Puertas y ventanas cierran con dificultad	<5,0
Moderado	0	Reparación de grietas que supone trabajos importantes. Puertas y ventanas cierran difícilmente	5,0 a 15,0
Severo	0	Intensa reparación en tabiques. Distorsión en los marcos. Puertas y ventanas no cierran	15,0 a 25,0

Fuente: UT MOVIUS 2022

A los predios indicados en la tabla anterior se les realizó una visita de campo para identificar su estado actual. De cada uno de los mismos se recopilaron datos que incluyeron tipo de cimentación, sistema estructural, estado general de la estructura, *chip* de identificación catastral, elementos estructurales horizontales, cerramiento y uso, entre otros.

Es importante mencionar que las afectaciones indicadas en la tabla anterior tienen una certidumbre limitada puesto que no es posible calibrar los resultados obtenidos mediante la metodología de Boscardin and Cording (1989) con las dimensiones reales de las edificaciones.

De cualquier forma, tanto durante la construcción del túnel como durante la operación del proyecto el constructor deberá estar atento a las manifestaciones de la comunidad respecto a eventuales fisuraciones para proceder de manera inmediata con las reparaciones a que haya lugar.

3.2.4.2.1.7. Equipos por utilizar

La máquina tipo Earth Pressure Balance Shield (EPB), o de (escudo de presión balanceada) se basa en el principio de utilizar los movimientos de empuje y avance de la tuneladora para mantener la presión en la cara. La presión de soporte frontal se aplica utilizando el suelo recién excavado, recolectado y presurizado en el plenum o recinto.

En la Figura 103 se muestra el esquema de un escudo de presión de tierra en el que se distinguen tres partes: la anterior, denominada cabeza o rueda de corte; el escudo intermedio y la posterior o cola de la tuneladora.

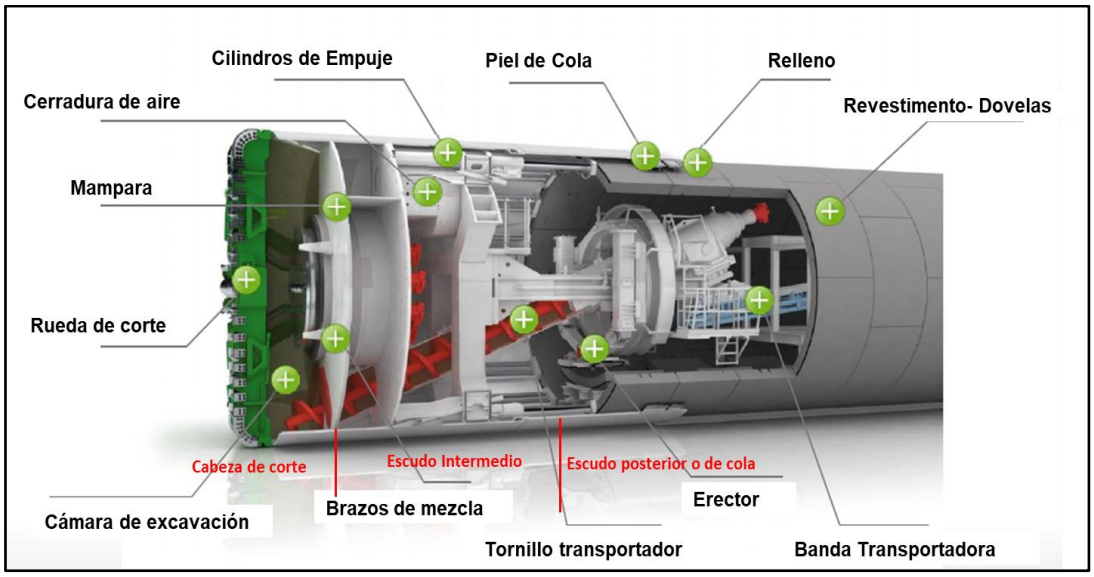


Figura 103. Principio de funcionamiento de EPB Shield
Fuente:Herrenknecht (Moreno, J.C).2016

En su cara frontal, la cabeza lleva las herramientas de corte y las toberas de los productos de adición. En su interior, o cámara de presión, contiene los dispositivos de homogeneización y preparación del terreno excavado para su extracción en forma de masa plástica. En la cámara también se dispone de dispositivos para el control de las presiones en la masa excavada para asegurar la estabilidad del frente.

El escudo intermedio, cuya parte anterior es una estructura metálica denominada mamparo que soporta toda la presión de la cámara, lleva los componentes de accionamiento de la máquina, así como el mecanismo para transmitir el movimiento a la rueda, que comprende la corona dentada y sus rodamientos de apoyo. A ese conjunto se le suele denominar cojinete principal de la máquina y es un producto del *"know-how"* de cada fabricante. En la parte inferior del mamparo se monta un único tornillo sinfín encargado de extraer el material excavado. Los cilindros del escudo utilizados para su avance están distribuidos uniformemente en sentido circunferencial alrededor de la periferia exterior de la zona trasera del escudo intermedio, apoyándose sobre el paramento del anillo de dovelas mediante gatos emparejados generalmente en cada sección de dovela.

La parte posterior o cola del escudo es el espacio en el que se desarrolla el montaje de los anillos de revestimiento mediante un erector de dovelas, y donde el tornillo sin fin descarga el material excavado en una cinta transportadora que lo dirige fuera del túnel. En general, para facilitar la gestión de los trazados en curva, la junta entre el escudo y la cola está articulada.

El funcionamiento de la máquina EPB excava una sección circular a cierta profundidad contrarrestando la presión del terreno en el frente, evitando deformaciones que se traducirían en asientos significativos en la superficie.

Una vez colocado el anillo, se está en condición de realizar otro empuje o avance, el cual comienza con el giro de la cabeza de corte y el empuje de los cilindros.

Simultáneo al empuje, se inyecta una mezcla o mortero en el espacio anular comprendido entre el terreno y los anillos de dovelas, con el fin de evitar deformaciones superficiales del terreno. Este proceso se ejecuta de manera simultánea a la excavación a lo largo de todo el túnel, en los anillos que vayan saliendo de la cola del escudo. Para tal fin, se emplea un sistema de inyección basado en el concepto "bi-componente", con una mezcla donde el componente A es una suspensión coloidal de una mezcla de conglomerantes hidráulicos y el

B un acelerante, generalmente silicato sódico; ambos reaccionan y endurecen en un tiempo que permite llenar todo el *gap* entre el anillo y el terreno excavado.

En forma paralela a la excavación y colocación de anillos, se coloca una solera para el avance del *back up* y el sistema vagones que alimentan las dovelas, equipo y demás materiales al escudo, durante la excavación. Este sistema puede moverse sobre rieles o sobre ruedas neumáticas.

Al excavar el terreno, éste se introduce en la cámara frontal del escudo EPB y una inyección de espuma - mezcla de agua, producto tensoactivo, polímeros estabilizadores y aire - a una determinada presión según la granulometría del material por excavar (Figura 104), y la agitación producida por la cabeza de corte, convierten el terreno excavado en un lodo que se presuriza debido a la presión ejercida por los cilindros hidráulicos de empuje.

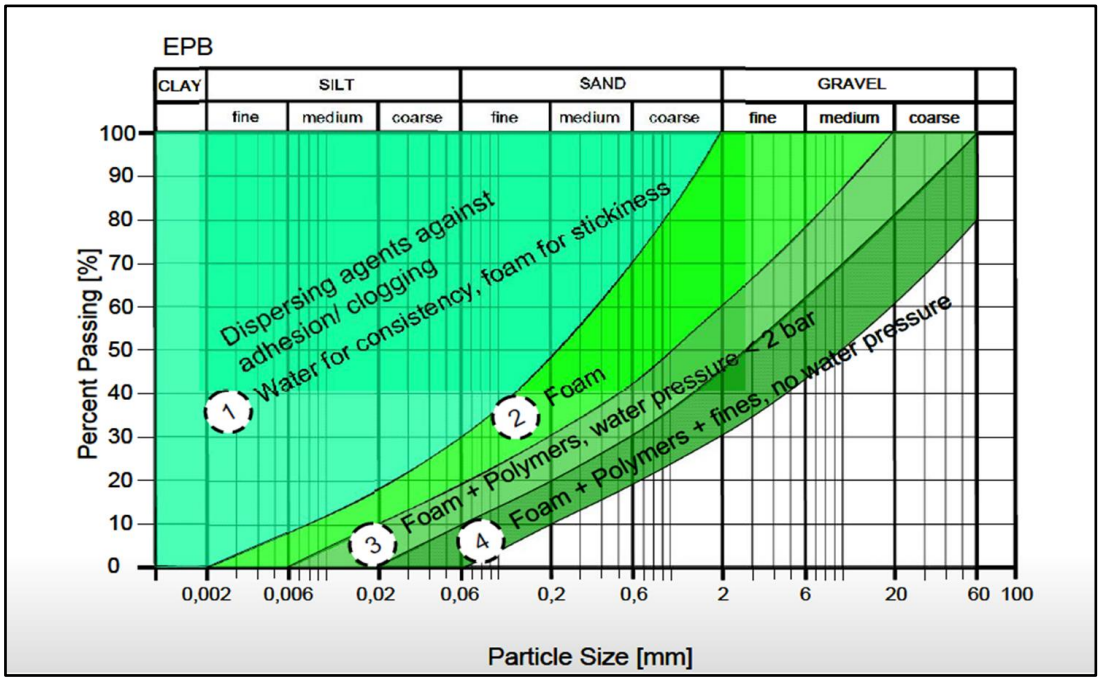


Figura 104. Rangos de aplicación de la EPB y condicionantes del terreno
Fuente:Herrenknecht (Moreno, J.C). 2016

3.2.4.2.1.8. Emportalamiento

El túnel no dispone de portales de entrada y salida como tales, sino de pozos de ingreso y egreso de la tuneladora, descritos en los numerales siguientes.

3.2.4.2.1.9. Pozo de entrada

El pozo de entrada de la máquina EPB se ubicará en la localidad de Suba, entre las estaciones E10 (subterránea) y E11 (elevada), particularmente entre las abscisas K14+280 y K14+507 del trazado férreo.

La estructura está conformada por un sistema de pantallas preexcavadas con una placa de cimentación que soporta la vía férrea y con una placa superior que soporta las vías vehiculares que pasan sobre el pozo, correspondientes a la calle 145, como se muestra en la Figura 105. El pozo se adapta al perfil longitudinal de la vía férrea. En la abscisa K14+280 se encuentra el inicio del túnel. En este punto ingresa la máquina tuneladora y comienza la excavación del túnel. La Figura 106 muestra una vista isométrica del pozo de entrada.

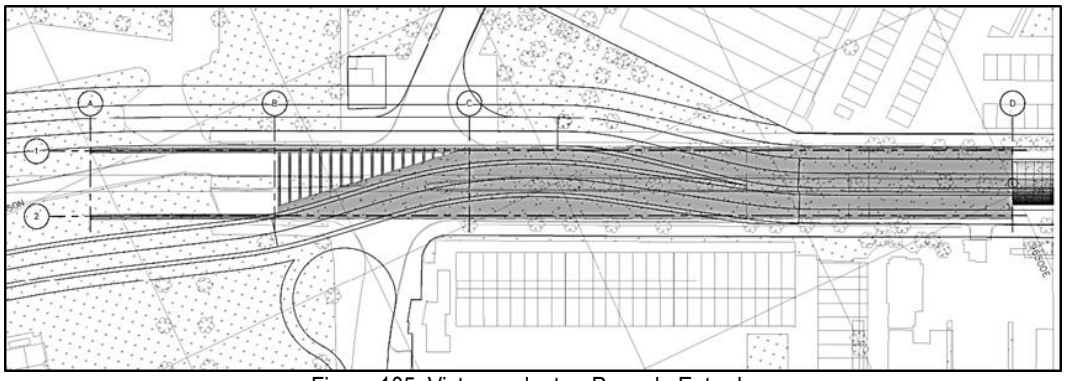


Figura 105. Vista en planta - Pozo de Entrada
Fuente: UT MOVIUS 2022

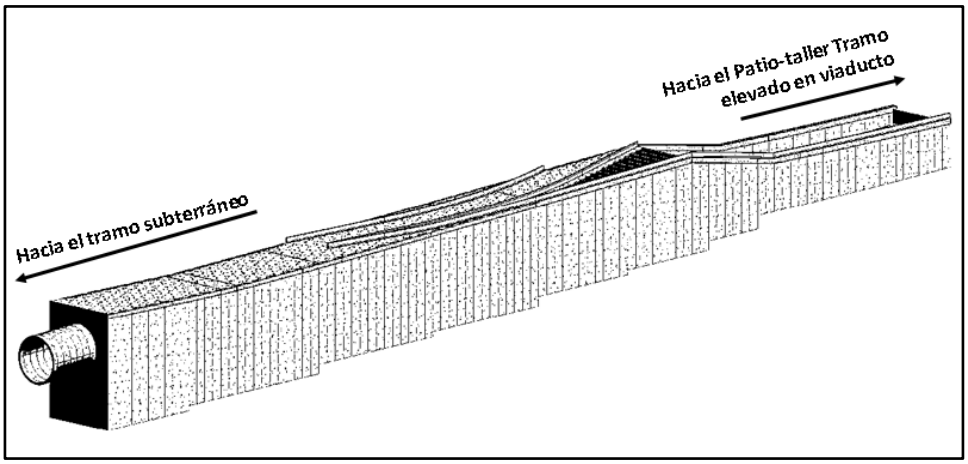


Figura 106. Vista isométrica - Pozo de Entrada
Fuente: UT MOVIUS 2022

Como se presenta en la Figura 107, las pantallas pre-excavadas del pozo de entrada tienen una sección de 1,20 m de espesor y módulos de 2,50 m de ancho. La placa de cimentación que soportará la máquina tuneladora y la vía férrea está compuesta por vigas puntales 1,25 m de alto y 0,60 m de ancho, por una placa de 0,40 m de espesor y por vigas longitudinales con una sección de 1,20 m de alto y 0,80 m de ancho.

Entre los ejes C y D, el pozo se adapta al perfil de las vías vehiculares que pasan sobre éste, las cuales son soportadas por la placa superior. Esta placa está conformada por vigas puntales con una sección de 1,25 m de alto por 0,60 m de ancho, una placa con espesor de 0,25 m y vigas longitudinales de 1,20 m de alto y 1,20 m de ancho. Entre los ejes C y D el ancho de la placa superior se reduce de forma variable conforme al trazado de la vía de la calle 145; por esta razón, entre dichos ejes, una zona de la placa superior cuenta únicamente con vigas puntal y la otra zona cuenta con vigas puntal más la losa. Entre los ejes A y C no hay placa superior.

Tanto en la placa superior como en la placa de cimentación los puntales están separados a una distancia de 2,50 m entre ejes de puntales. La longitud total de las pantallas es variable a lo largo del perfil longitudinal del pozo. La Tabla 34 presenta un resumen de las dimensiones de los elementos estructurales que conforman el pozo de entrada.

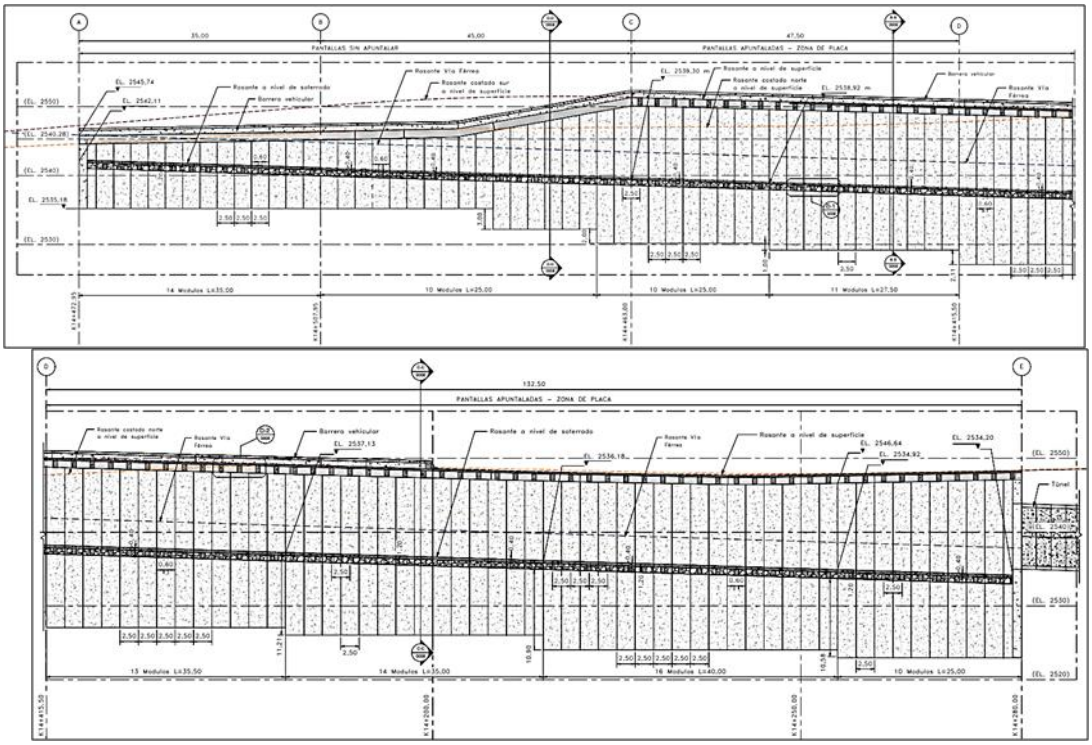


Figura 107. Pozo de Entrada - Vista en perfil
Fuente: UT MOVIUS 2022

Tabla 34. Pozo de Entrada - Dimensiones de elementos estructurales

Elemento	B [m]	H [m]
Pantallas - Zona con puntales y losa	1,20	2,50
Pantallas - Zona sin puntales	1,20	2,50
Vigas puntales - Superiores	0,60	1,25
Vigas puntales - Inferiores	0,60	1,25
Placa - Superior	0,25	-

Elemento	B [m]	H [m]
Placa - Inferior	0,40	-
Vigas longitudinales - Superiores	1,20	1,20
Vigas longitudinales - Inferiores	0,80	1,20

Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Figura 104 se presenta la vista en planta de la placa de cimentación del pozo de entrada y en la Figura 109 se presentan las secciones transversales del pozo, incluyendo la zona de ingreso de la tuneladora que corresponde al punto final del pozo de entrada. Como se puede ver en estas figuras, el pozo de entrada tiene un ancho interno total de 14,80 m y un ancho externo de 17,20 m; la altura libre es de 10,45 m, que corresponde al gálibo necesario para el ingreso de la tuneladora.

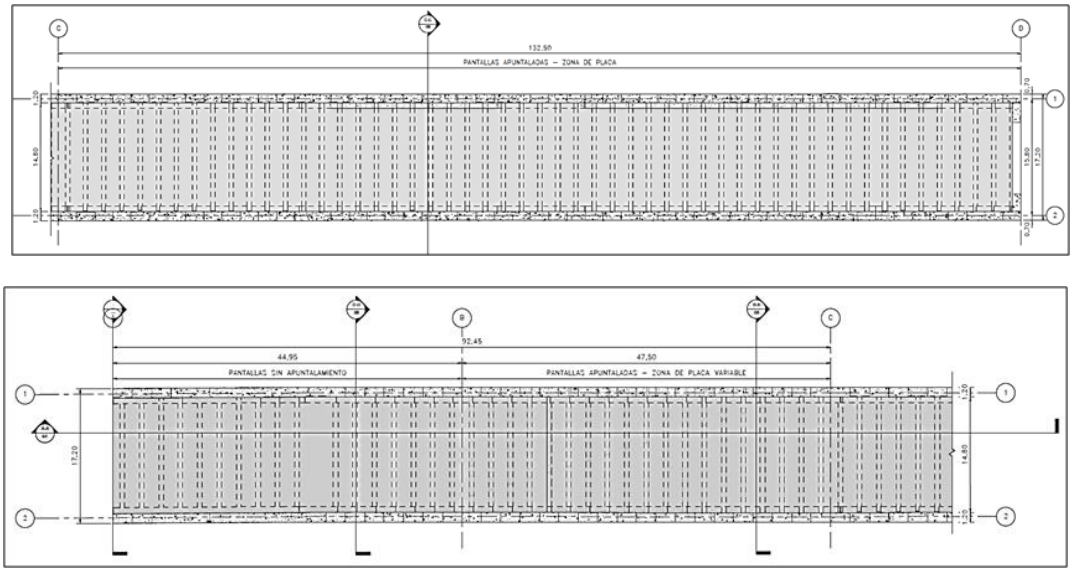


Figura 108. Pozo de Entrada - Planta de cimentación
Fuente: UT MOVIUS 2022

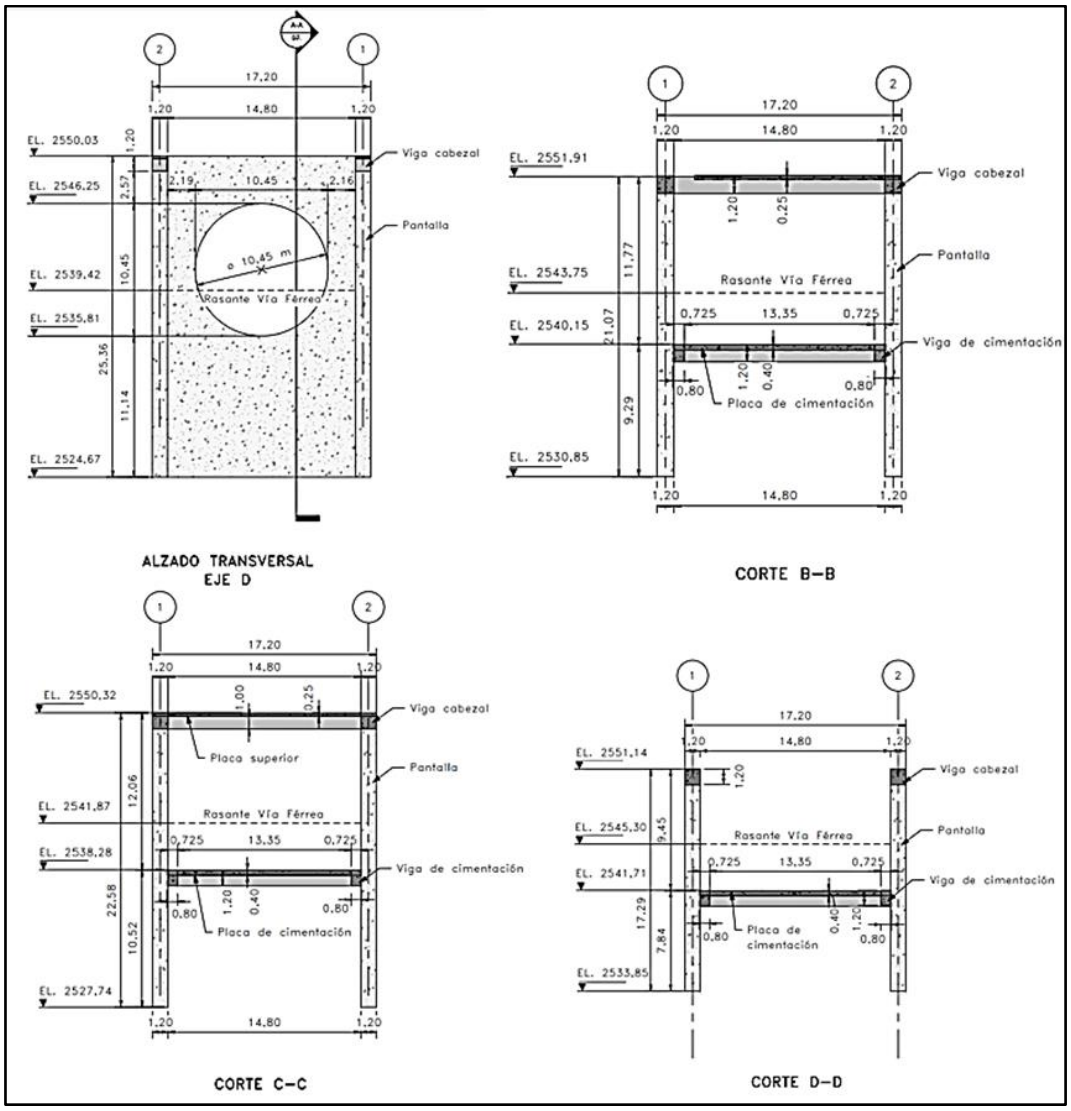


Figura 109. Pozo de Entrada - Secciones transversales
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.2.1.10. Pozo de salida

Las características del pozo de salida se presentan en el numeral 3.2.3.6.3 Pozo de salida y el procedimiento constructivo del mismo en el numeral 3.2.14.2.3 Proceso constructivo.

3.2.4.2.1.11. Métodos de excavación

Los métodos de excavación de las obras de la L2MB se presentan en el numeral 3.2.14 Proceso constructivo del proyecto.

3.2.4.2.1.12. Manejo de aguas de infiltración, revestimiento e impermeabilización

En el caso del paso del túnel por el humedal Juan Amarillo y con base en la información analizada como en las comprobaciones de magnitud de asientos para la profundidad de implantación establecida del túnel en este sector, se aplica la técnica constructiva con una tuneladora tipo EPB (Earth pressure Balance).

El tipo de soporte del túnel estará conformado por dovelas prefabricadas de concreto reforzado de 0.40 m de espesor que se colocan inmediatamente con el avance del túnel, **las cuales son diseñadas para ser completamente estancas e impermeables.**

Como se mencionó en el numeral 3.2.4.2.1.6. Subsidencias:

La máquina está compuesta por un escudo cerrado, con una cámara donde se aplica presión de agua y tierra, en el frente balanceada, con el fin de controlar los desplazamientos. El efecto de soporte y balance de presiones se logra con el material de la excavación, el cual es mezclado con agua o aditivos condicionantes dependiendo del tipo de material por excavar, para formar un lodo de consistencia suave a muy suave que se retira a través del tornillo sin fin ubicado detrás de la cámara y la cabeza cortadora, para luego ser evacuado hasta la zona de depósito.

El *"gap"* que deja la cabeza cortadora se rellena con inyecciones de lechada inmediatamente se va avanzado para reducir el efecto de desplazamiento y, en consecuencia, la subsidencia. Al ser hermético el sistema, se elimina la posibilidad de tener infiltraciones hacia el túnel y en consecuencia efectos en el humedal. Es importante, además, aclarar que algunos proveedores garantizan bajo normas que los bicomponentes que se utilizan para acondicionar el material de suelo y garantizar la presión del frente no tienen impactos ambientales.

El método constructivo permite un contrabalance de presiones del terreno y de las aguas, manteniendo la hermeticidad con los escudos de la máquina y con los sellos previstos en los segmentos de los anillos de dovela, evitando así que se afecte el nivel freático y el desecamiento de la fuentes hídricas superficiales entre otros. En el proceso de excavación se utilizan aditivos para el acondicionamiento y corrección de los cambios en la humedad y granulometría del terreno excavado en el frente. Para ese propósito, se emplean espumas para sustituir los finos faltantes y el agua intersticial.

3.2.4.2.1.13. Manejo de aguas industriales

Las actividades del patio-taller producirán aguas industriales. La red de drenaje de agua residual industrial allí proyectada tiene como función recoger el agua que pueda ingresar de los cárcamos en zona de taller y cocheras. Estos drenajes se manejarán con un API que descarga al alcantarillado industrial proyectado . La red descargará en un tanque con bomba eyectora que descarga por presión al sistema de tratamiento de agua industrial.

3.2.4.2.1.14. Revestimiento e impermeabilización

El tipo de soporte estará conformado por dovelas prefabricadas de concreto reforzado de 0,40 m de espesor que se colocan inmediatamente con el avance del túnel, las cuales son diseñadas para ser completamente estancas e impermeables.

3.2.4.2.1.15. Infraestructura de ventilación de túneles y estaciones

La sección subterránea de la L2MB se construirá en túnel monotubo y dispondrá de 10 estaciones subterráneas y 11 pozos de ventilación, evacuación y bombeo. Por lo tanto, es necesario proporcionarle un sistema de ventilación de túnel con dos funciones principales:

- ➔ En operación normal, verificar que la temperatura dentro de los túneles se mantenga por debajo de los límites prescritos.
- ➔ En operaciones de emergencia, garantizar condiciones seguras para la evacuación de pasajeros mediante el control del calor y el humo que se propagan, a lo largo de las rutas de evacuación.

- **Arquitectura del sistema**

La arquitectura prevista para el sistema de ventilación de túnel está basada sobre los requerimientos y las recomendaciones del estándar NFPA 130.

En particular, para realizar un sistema flexible y totalmente reversible, cada estación subterránea será equipada con dos pozos de ventilación, uno por cada extremo de la estación. Estos pozos presentan una sala de ventilación para albergar los ventiladores de túneles que son conectadas por chimeneas de ventilación tanto al túnel como al exterior.

Para el dimensionamiento de la longitud de las secciones de ventilación se ha considerado el criterio de no permitir la circulación de más de un tren por sentido en una sección de ventilación para garantizar la mejor protección a los pasajeros y limitar las restricciones a los sistemas ferroviarios (señalización y tracción).

Por lo tanto, se realizó un análisis dirigido a la evaluación de la necesidad de prever pozos de ventilación en los tramos de túnel entre dos estaciones con base en los resultados del Plan de Operación Preliminar (POP) y en particular de los siguientes parámetros:

- ➔ Tiempos de viaje entre dos estaciones consecutivas
- ➔ Intervalo entre trenes

Los resultados de este análisis, presentados en la Tabla 35, fueron previamente compartidos con EMB, quien dio instrucción de proceder a la instalación de pozos de ventilación en todos los tramos de túnel entre estaciones.

Tabla 35. Análisis para la definición de los pozos de ventilación intermedios.

-		Requisitos de pozos de ventilación intermedios para no tener más de un tren por sentido en la sección de ventilación según el intervalo entre trenes						
Tramos	**Tiempos de viaje [s]**	**85s**	**90s**	**95s**	**100s**	**110s**	**130s**	**135s**
E1 - CARACAS	104	1	1	1	1	0	0	0
E2 - NQS	116	1	1	1	1	1	0	0
E3 - Av CR68	101	1	1	1	1	0	0	0
E4 - Av BOYACA	74	0	0	0	0	0	0	0
E5 - Av CIUDAD DE CALI	84	0	0	0	0	0	0	0
E6 - Av CL80	90	1	0	0	0	0	0	0
E7 - CR91	108	1	1	1	1	0	0	0
E8 - HUMEDAL	109	1	1	1	1	0	0	0
E9 - ALO SUR	98	1	1	1	0	0	0	0
E10 - ALO NORTE	94	1	1	0	0	0	0	0
Final del Túnel								
Numero de Pozos		**8**	**7**	**6**	**5**	**1**	**0**	**0**

Fuente: UT MOVIUS 2022

Por lo tanto, los siguientes pozos de evacuación fueron diseñados para tener también la función de ventilación de túnel. Cada pozo presenta una superficie libre para la ventilación mecanizada de 20 m^2.

- P1, PK 1+520
- P2, PK 2+975
- P4, PK 4+750
- P5, PK 5+970
- P6, PK 6+950
- P7, PK 8+250
- P8, PK 9+670
- P9, PK 11+130
- P10, PK 12+570
- P11, 13+900

Para garantizar la ventilación en la cola de maniobras al final del túnel y evitar que en caso de incendio en esta zona los humos puedan ingresar en la Estación E1 – Caracas, el pozo inicial P0 de la línea tiene una superficie adecuada para permitir la ventilación natural y la expulsión de humos.

Cada sala de ventilación en los pozos, en estación y en los pozos intermedios está dimensionada para albergar los ventiladores de túnel, en redundancia. En particular se ha previsto una redundancia del tipo 1+1, es decir 1 ventilador en operación y 1 ventilador en posición de espera.

- **Criterios de diseño**

Los criterios de diseño utilizados para el diseño del sistema de ventilación de túnel de la L2MB se describen a continuación.

➢ Condiciones climáticas externas

El sistema de ventilación de túnel está dimensionado a partir de las siguientes condiciones climáticas externas extraídas del estándar ASHRAE y que se refieren al mes más caluroso (condición más gravosa: Enfriamiento 0,4%):

- Temperatura de bulbo seco: 21,2°C
- Temperatura media coincidente de bulbo húmedo: 13,4°C

➢ Criterios de confort y tenabilidad

Estos criterios se refieren a los principales parámetros de confort y tenabilidad (temperatura y velocidad del aire, visibilidad y concentración de monóxido de carbono), los cuales deben ser controlados y gestionados en el interior de túnel y estación, tanto en funcionamiento normal como en operaciones de emergencia. Por tanto, la siguiente tabla muestra los valores límite de dichos parámetros de diseño, definidos con base en los estándares o las buenas prácticas derivadas de proyectos similares.

Tabla 36. Criterios de confort y tenabilidad.

Parámetro	Ubicación	Funcionamiento normal (Criterios de Confort)	Funcionamiento en emergencia (Criterios de Tenabilidad)
Temperatura	Túnel	- T máxima < 40°C - T promedio < 30°C	T < 60°C durante 10min (ref. [1])
Velocidad	Túnel	V > 0.75m/s (ref. [1])	V < 11m/s (ref. [1])
	Rejillas de acceso/ extracción de aire	- Aire extraído: V < 2.5m/s en zona peatonal V < 3.5m/s en jardines - Aire insuflado: V < 3.5m/s en zona peatonal V < 5m/s en jardines (ref. [6])	V < 11m/s (ref. [1])
Visibilidad	Rutas de evacuación	No aplica	Los niveles de oscurecimiento del humo deben mantenerse por debajo del punto en el que las puertas y las paredes son perceptibles a 10 m, es decir que la visibilidad debe ser superior a 10 m
Monóxido de carbono	Rutas de evacuación	No aplica	FED (Fractional Effective Dose) <0.3 (ref. [1])

Fuente: UT MOVIUS 2022

El estándar NFPA 130 define también algunas condiciones para la correcta evaluación de los parámetros de tenabilidad por asegurar en las rutas de evacuación. Estas son las siguientes::

- La tenabilidad de la ruta de evacuación debe evaluarse en una altura libre de humo de 2 m desde el suelo.

- La aplicación de los criterios de tenabilidad en el perímetro de un incendio no es factible. El área inmediatamente próxima al incendio creará inevitablemente condiciones insostenibles. La zona de tenabilidad debe definirse para aplicarse fuera de un límite alejado del perímetro del incendio. Esta distancia depende de la tasa de liberación de calor del fuego, la tasa de liberación de humo del fuego, la geometría local y la ventilación, y podría ser de hasta 30 m.
- El tiempo de evacuación del andén debe ser de máximo 4 minutos.
- El tiempo de evacuación desde el punto más remoto en el andén a un punto seguro debe ser de máximo 6 minutos.

➢ Nivel de ruido

La siguiente tabla muestra los valores límite de los niveles de ruido en las diferentes áreas del sistema metro, definidos a partir de los estándares o las buenas prácticas derivados de proyectos similares.

Tabla 37. Nivel de ruido indicativo

Parámetro	Ubicación	Funcionamiento normal	Funcionamiento en emergencia
Nivel de ruido	Túnel	Presión de nivel de sonido < 85dBA	Presión de nivel de sonido < 85dBA

Nota: se ajustarán conforme a los diseños definitivos y las obligaciones contractuales.
Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Potencia de fuego

La potencia de fuego (HRR – Heat Release Rate) del tren en llamas considerada para el dimensionamiento del sistema de ventilación de túnel es de 10 MW.

En acuerdo con el estándar NFPA 92B, el fuego producido por un tren en llamas se asume del tipo inestable con una curva de crecimiento según el modelo t-cuadrado, seguida por una etapa estable/constante.

➢ Requerimientos operacionales

Los ventiladores que constituyen el sistema de ventilación del túnel deben ser resistentes al fuego para garantizar su funcionamiento en caso de emergencia. Así mismo, deben cumplir las normas IEC 60331, IEC 34-1 y IEC 34-5 y estar homologados con certificado clase 3 para garantizar dicho funcionamiento hasta una temperatura de 400 °C durante un tiempo mínimo de 2 horas.

En la L2MB se prevé la utilización de ventiladores de túnel de tipo canalizado, totalmente reversibles y equipados con dos difusores (uno por cada lado) y una compuerta de aislamiento que se cierra cuando el ventilador no está en funcionamiento. Se instalarán silenciadores (dos por cada ventilador), integrados en el ventilador.

El funcionamiento de los componentes del sistema de ventilación de emergencia se iniciará desde el centro de control de operaciones (CCO). El CCO debe recibir verificación de la respuesta adecuada de los ventiladores de emergencia y dispositivos interrelacionados. Se debe permitir que el control local sobrepase el CCO en caso de que este último deje de funcionar o cuando la operación de los componentes del sistema de ventilación de emergencia se redirija específicamente a otro sitio.

En caso de incendio, la prioridad del sistema de señalización es llevar el tren en llamas a la siguiente estación, cuando sea posible.

La vida útil será de 30 años para todos los equipos.

- **Funcionamiento normal**

Las operaciones se consideran "normales" cuando los trenes se mueven a través del sistema de acuerdo con el horario y los pasajeros viajan sin problemas a través de las estaciones hacia y desde los trenes.

De acuerdo con el plan de operación de los trenes, los siguientes escenarios fueron simulados para proporcionar una visión a corto término y una a largo término.

- ❖ Escenario 1: intervalo entre trenes (headway 2052): 135s
- ❖ Escenario 2: intervalo entre trenes (headway mínimo): 85s

El propósito del análisis en funcionamiento normal es determinar la temperatura del aire al interior del túnel y verificar si los valores están dentro de los umbrales límite indicados en la Tabla 36, en modo de garantizar el confort de los pasajeros.

Generalmente, durante el funcionamiento normal, la extracción de aire caliente del túnel y la entrada de aire fresco se realiza mediante el efecto de pistón del tren a través de los pozos de ventilación en estación e intermedios.

De hecho, el movimiento del tren en el túnel produce los dos efectos siguientes:

- Un tren que se acerca a un pozo de ventilación abierto induce un aumento de presión que produce un caudal de aire que sale del entorno del túnel a través del pozo.

- Un tren que se aleja de un pozo de ventilación abierto, debido a la región de baja presión en la vecindad de la cola, induce un flujo de aire que ingresa al ambiente del túnel.

En condiciones normales de funcionamiento, todos los pozos de ventilación de estación e intermedios están abiertos.

Si la temperatura del túnel aumenta excesivamente, los ventiladores del sistema de ventilación del túnel se pueden operar para suministrar aire fresco y descargar el aire caliente, con el fin de compensar el intercambio de aire generado por el efecto pistón del tren.

Simulaciones unidimensionales a través del software SES han sido desarrolladas para determinar estos parámetros y confirmar las condiciones de confort para los pasajeros a lo largo de la línea. Los resultados de las mismas confirman que sólo para el escenario 1 el intercambio de aire generado por el efecto pistón del tren es capaz de garantizar una temperatura confortable para los pasajeros. De hecho, en el escenario 2, con un intervalo de trenes de 85s, hay un tramo de túnel donde la temperatura máxima simulada es ligeramente más alta de la temperatura máxima consentida (Tabla 36). En ese caso, se recomienda la ascensión de ventiladores para disminuir la temperatura en los tramos más calientes.

Se evidencia que en ambas simulaciones todos los pozos de ventilación (en estación e intermedios) están abiertos para consentir la entrada de aire fresco y la salida de aire caliente al exterior y con todos los ventiladores apagados.

La siguiente tabla resume los parámetros fundamentales.

Tabla 38. Temperatura a lo largo del túnel durante funcionamiento normal.

Escenario	Ventilación mecanizada	Intervalo entre trenes	Temperatura promedio en el túnel	Temperatura máxima en túnel
1	NO	135 s	28.4 °C	38.3 °C
2	NO	85 s	30.9 °C	42.4 °C

Fuente: UT MOVIUS 2022

- **Funcionamiento de emergencia**

Las operaciones de emergencia tienen lugar en caso de un incendio del tren en el túnel o estación.

En el caso de tren en llamas a lo largo del túnel, el objetivo fundamental del sistema de ventilación de túnel es proporcionar suficiente flujo de aire para lograr una velocidad del aire en el túnel que permite el confinamiento de los humos e impide su retorno (*backlayering*) en modo de mantener condiciones sostenibles a lo largo de la ruta de evacuación hacia arriba del incendio y facilitar la intervención de los bomberos.

La velocidad mínima de los humos en el área del incidente, para evitar cualquier movimiento de los humos en sentido contrario al inducido por la ventilación forzada, se denomina "velocidad crítica". Cabe mencionar que esta depende de la potencia de fuego y la geometría del túnel.

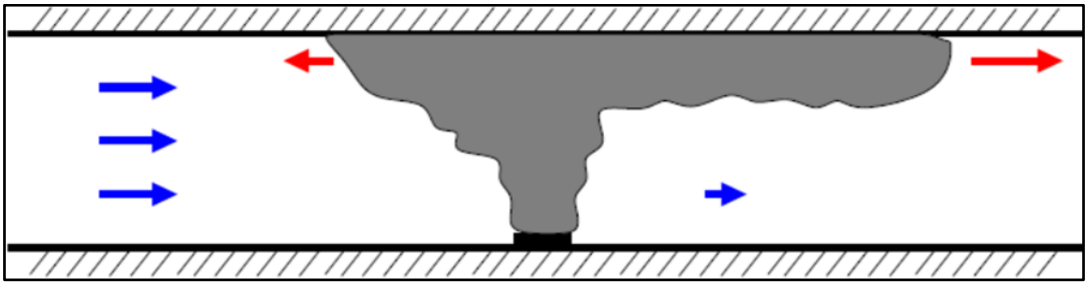


Figura 110. Fenómeno de “backlayering” - Ventilación longitudinal insuficiente
Fuente: UT MOVIUS 2022

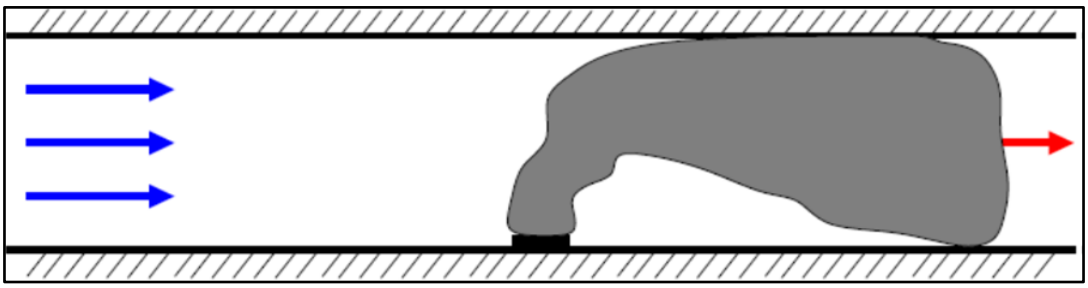


Figura 111. Humo controlado - Ventilación longitudinal eficaz
Fuente: UT MOVIUS 2022

Por consiguiente, la velocidad crítica es el criterio para determinar el flujo de aire requerido en la vía del tren, y por lo tanto las capacidades de los ventiladores del sistema de ventilación.

El dimensionamiento en emergencia consiste en una serie de simulaciones unidimensionales efectuadas en los escenarios críticos (Tabla 38) para determinar el flujo de aire obtenido en la zona arriba del incendio y compararlo con el valor de "velocidad crítica" calculado para esa ubicación específica del incendio.

El objetivo de tales simulaciones es demostrar que el sistema de ventilación diseñado es capaz de mantener un caudal de aire igual o superior al valor crítico para evitar el efecto de *"backlayering"* del humo a lo largo de las vías de evacuación.

Cabe destacar que en las simulaciones efectuadas para el dimensionamiento y verificación de los ventiladores se procuró obtener valores de velocidad del aire en la zona de incendio iguales o apenas superiores a los valores de velocidad crítica calculados según la norma NFPA 502 2020 para evitar sobre-dimensionamientos del sistema, puesto que esta norma ya es en sí conservadora con respecto a las versiones anteriores de la misma.

Los valores calculados de la velocidad crítica se presentan en la Tabla 38 por cada escenario de incendio analizado.

➢ Escenarios de emergencia

Se ha definido un escenario de "caso peor" para cada sección de ventilación del túnel con especial atención a la pendiente de la línea.

Una sección de ventilación se define como la sección del túnel entre el pozo a un extremo de la estación y el pozo intermedio siguiente.

Para tomar en cuenta el "caso peor", por cada sección de ventilación se ha supuesto dirigir el flujo de aire en el sentido de grado más adverso (pendiente descendente). Es decir que el fuego está cerca de la parte superior de la pendiente, lo que requiere que el humo sea dirigido contra de las fuerzas de flotación (efecto chimenea) en la mayor distancia, lo que impone la mayor demanda de capacidad del ventilador.

Para cada sección de ventilación entre la estación E1 Caracas y el pozo final P11, la estrategia de ventilación es la siguiente:

Modo *"push&pull"*, es decir que el aire se inyecta desde un pozo y se extrae por el pozo siguiente. La dirección del flujo de ventilación depende de la posición del fuego en el tren y la dirección de evacuación.

Cabe destacar que el sistema ha sido diseñado como totalmente reversible, es decir que por cada pozo es posible tanto suministrar aire como extraer humo/aire.

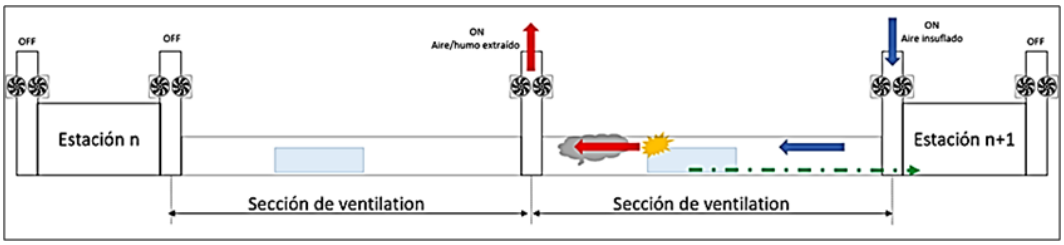


Figura 112. Estrategia de ventilación en las secciones de ventilación entre E01 y P11
Fuente: UT MOVIUS 2022

En las secciones de ventilación en los escenarios terminales (inicio y final del túnel), el objetivo es expulsar los humos al exterior del túnel. En estos casos, la estrategia consiste en activar los ventiladores de la estación/pozo inmediatamente anterior en modo suministro (*push*) para crear un flujo de aire hacia el exterior del túnel, respectivamente por el pozo natural P0 en el escenario de inicio y hacia el portal en el escenario al final del túnel. Es importante señalar que para el escenario de final de túnel también se tuvo en cuenta la posibilidad de tener viento contrario a la dirección de los humos.

Cada escenario fue analizado considerando que solo un ventilador por cada pozo estuviera en operación, lo cual asegura la redundancia del sistema en caso de falla de un ventilador.

A continuación se listan los escenarios analizados, en función de la ubicación del tren en llamas..

Tabla 39. Listado de escenarios y resultados de velocidad crítica .

				Velocidad critica [m/s]		
Escenario		Longitud sección de ventilación [m]	Pendiente	NFPA 502 2020	Simulación SES	Conforme
0	E01 --> P0	685	0,00%	2,82	2,92	SI
1.A	E01 --> P1	675	-2,48%	3,04	3,31	SI
1.B	P1 <-- E02	669	0,50%	2,88	2,94	SI
2.A	E02 --> P2	626	-1,50%	2,97	3,10	SI
2.B	P2 <-- E03	985	1,00%	2,93	3,08	SI
3.A	E03 --> P4	630	-1,00%	2,93	3,00	SI
3.B	P4 <-- E04	665	1,70%	2,98	3,01	SI
4.A	E04 --> P5	395	-1,00%	2,93	2,97	SI
4.B	P5 <-- E05	360	1,70%	2,98	2,99	SI
5.A	E05 --> P6	460	-1,00%	2,93	3,13	SI
5.B	P6 <-- E06	482	1,20%	2,94	2,95	SI
6.A	E06 --> P7	658	-1,40%	2,96	3,08	SI
6.B	P7 <-- E07	420	1.50%	2.97	3.01	SI
7.A	E07 --> P8	840	-1.50%	2.97	3.07	SI
7.B	P8 <-- E08	595	1.60%	2.97	2.98	SI
8.A	E08 --> P9	705	-0.50%	2.88	2.93	SI
8.B	P9 <-- E09	710	1,10%	2,93	2,94	SI
9.A	E09 --> P10	570	-0,70%	2,90	2,92	SI
9.B	P10 <-- E10	640	0,50%	2,88	2,95	SI
10.A	E10 --> P11	530	1,22%	2,94	2,97	SI

				Velocidad critica [m/s]		
Escenario		**Longitud sección de ventilación [m]**	**Pendiente**	**NFPA 502 2020**	**Simulación SES**	**Conforme**
10.B	P11 <-- Final del túnel	600	3,10%	2,82	2,84	SI

Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Resultados de las simulaciones

Como se muestra en la Tabla 39, en todos los escenarios analizados la velocidad simulada alcanza la velocidad crítica, y por consiguiente los resultados están conformes con los criterios de diseño.

En la Tabla 40 se presentan el caudal de aire y la presión requeridos por cada ventilador y por cada escenario de incendio.

Tabla 40. Resultados de caudal y presión de los ventiladores para cada escenario

	Suministro (PUSH)			Extracción (PULL)		
-	Estación / Pozo intermedio	Caudal [m^3/s]	Presión [Pa]	Estación / Pozo intermedio	Caudal [m^3/s]	Presión [Pa]
0	E01	145,9	939	-	-	-
1.A	E01	147,1	867	P1	143,1	1811
1.B	E02	147,4	849	P1	133,2	1602
2.A	E02	147,0	875	P2	132,5	1631
2.B	E03	159,7	1006	P2	149,7	1531
3.A	E03	147,2	861	P4	132,6	1625
3.B	E04	166,2	1068	P4	152,8	1723
4.A	E04	147,3	857	P5	129,9	1740
4.B	E05	166,2	1068	P5	143,6	2057
5.A	E05	159,6	1015	P6	142,5	1833
5.B	E06	166,2	1068	P6	148,5	1888
6.A	E06	166,0	1078	P7	152,8	1723
6.B	E07	172,6	1182	P7	154,2	1985
7.A	E07	172,4	1194	P8	161,4	1715
7.B	E08	177,4	1245	P8	163,1	1882
8.A	E08	159,6	1015	P9	148,1	1602
8.B	E09	177,5	1239	P9	163,5	1869
9.A	E09	159,6	1013	P10	142,0	1854
9.B	E10	177,5	1241	P10	164,2	1841
10.A	E10	147,4	850	P11	132,0	1651
10.B	P11	177,1	1262	-	-	-

Fuente: UT MOVIUS 2022

En conclusión:

1) Los resultados de las simulaciones muestran que el sistema de ventilación de túnel diseñado permite alcanzar los objetivos fijados tanto en funcionamiento normal como en emergencia.

2) Los ventiladores deben ser seleccionados considerando los escenarios de emergencia, y en particular satisfaciendo los siguientes puntos "críticos" de trabajo que deben ser considerados para la correcta selección del ventilador y de su curva caudal/presión:

   - Punto a caudal máximo (flujo frío): 177.5 m^3/s @ 1241 Pa
   - Punto a presión máxima (flujo caliente): 143,6 m^3/s @ 2057 Pa

3) El fabricante de los ventiladores debe asegurar que todos los otros puntos presentados en la Tabla 40 están cubiertos variando la velocidad de rotación del ventilador.

4) Los ventiladores deben respetar las siguientes características:

   - Temperatura 400°C 2h
   - Frecuencia: 60Hz
   - Densidad de referencia: 0,95 kg/m3

❖ **Pozos de ventilación**

Los pozos de ventilación comprenden el cubículo y el conjunto de elementos del equipo de ventilación, que consta de:

➔ Reja de acceso exterior
➔ Chimenea de ventilación
➔ Embocadura y acceso interior

Las dimensiones de cada pozo están condicionadas por el estudio de ventilación y por la velocidad máxima admisible del aire. El número mínimo de renovaciones/hora y velocidades de impulsado máximas serán determinados por la normativa vigente o, en su defecto, nunca inferior a 15 renovaciones/hora y velocidad máxima del aire impulsado de 5 m/s en zonas libres y 2 m/s en zonas de paso.

➢ Evacuación de pasajeros

La función del sistema de ventilación del túnel permite manejar correctamente los humos durante una emergencia de incendio, facilitando la evacuación de los pasajeros tanto en el caso que el tren en fuego sea situado en el túnel entre estaciones como en el túnel de estación.

El sistema de ventilación de túnel también servirá para asegurar las apropiadas condiciones de confort en lo interior del túnel durante el normal funcionamiento de la línea, disminuyendo la temperatura ocasionada por los trenes y equipos de la red, limitando las fluctuaciones de presión debidas al efecto pistón generado por el paso de trenes, y garantizando la renovación de aire.

Para cada tramo de túnel distribuido entre dos estaciones se prevén pozos de evacuación cada 762 m en acuerdo con NFPA 130. En esta fase se asume de equiparlos todos con ventiladores de túnel para reducir la longitud de las secciones de ventilación y garantizar que solo un tren viaje en cada dirección según lo recomendado por el NFPA 130.

Por lo tanto, en cada tramo de túnel distribuido entre dos estaciones se prevén los pozos de evacuación para garantizar una ruta de evacuación segura para el escape de los pasajeros en caso de incendio del tren.

En la Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42, Figura 93 y Figura 94 se aprecia la configuración de los pozos de ventilación, evacuación y bombeo.

❖ **Reja y acceso exterior**

La reja exterior para la admisión o extracción de aire en las estaciones debe estar situada en un punto estratégico para su correcto funcionamiento; será el punto de acceso exterior para el mantenimiento de los equipos de ventilación, porlo que debe incorporar una puerta de acceso. La reja debe estar preparada para soportar el tránsito pesado.

❖ **Chimenea de ventilación**

La chimenea es el conducto de admisión de aire de ventilación. No debe alojar ningún equipo en su interior; solo debe existir la correspondiente escalera para la realización del mantenimiento.

❖ **Ventiladores**

Los ventiladores serán de caudal suficiente para garantizar el número de renovaciones/hora establecido.

Los ventiladores de túnel, de salidas de emergencia y extractores de humo serán resistentes al fuego para garantizar su funcionamiento en caso de emergencia, cumplirán las normas IEC-60331, IEC – 34 -1 y 34-5 y estarán homologados con certificado clase 3 para garantizar dicho funcionamiento hasta una temperatura de 400 oC durante un tiempo mínimo de 2 horas.

❖ **Conductos metálicos**

Los conductos serán metálicos y cumplirán las especificaciones para este tipo de elementos.

Los conductos de ventilación que deben extraer humos deben asegurar que mantendrán su estabilidad y funcionalidad a 400oC un tiempo mínimo de 2 horas. Los conductos tendrán su propio sistema de sujeción, no permitiéndose la utilización de soportes de otros sistemas o instalaciones de la estación.

❖ **Climatización**

Para garantizar un correcto funcionamiento, las salas técnicas de señalización y comunicación deben disponer de climatización siempre que las condiciones ambientales no garanticen los requerimientos de temperatura de funcionamiento de los equipos que se instalen. Las salas ocupadas de forma habitual por el personal de estación serán también climatizadas. La climatización se realizará mediante equipos autónomos de expansión directa.

❖ **Ventilación y presurización en escaleras de emergencia**

Las salidas de emergencia o evacuación dentro de los pozos del túnel constituyen la vía de escape más segura en caso de incendio dentro del túnel. Teniendo en cuenta la normativa considerada en el proyecto, se busca generar un ambiente controlado y seguro para la evacuación de las personas, de tal forma que las escaleras se encuentren presurizadas con el fin de realizar un egreso seguro libre de humo, cumpliendo con la norma NFPA 92.

➢ Sistema de presurización

Se prevé que el sistema de presurización de las escaleras esté diseñado para mantener una presión mínima de 25 Pa al interior de las escaleras para evitar el ingreso de humo, y una presión máxima de 67 Pa con la finalidad de que una persona pueda abrir las puertas en caso de emergencia según la NFPA 92 "*4.4.2.1 Pressure Differences Across Spaces*.". Este sistema está diseñado para mantener dichas presiones en dos

casos, el primero con todas las puertas cerradas y el segundo teniendo un caso crítico en el cual tanto la puerta de acceso a las escaleras como la puerta de salida en el nivel de calle estén abiertas, donde adicionalmente se garantiza una velocidad mayor a 1.5 m/s según la NFPA 92, con la cual se garantiza que en caso de incendio el humo no ingrese al recinto. Estas presiones se garantizarán por medio de *dampers* de sobrepresión, que permitirán alcanzar estos límites cuando las puertas se encuentren cerradas.

El sistema de presurización de escaleras estará conformado por un ventilador en funcionamiento del 100% y un ventilador en caso de emergencia en el cual el principal no funcione, ubicados en la cubierta de los cuartos técnicos en el nivel calle. Adicionalmente, el sistema contará con rejillas de suministro ubicadas en cada piso de las escaleras, *dampers* anti retorno ubicados en la descarga de los ventiladores para evitar la pérdida de aire, así como también *dampers* reguladores para balancear el sistema en función de las diferentes combinaciones de apertura de puertas y poder mantener el criterio de presión mínimo y máximo de diseño.

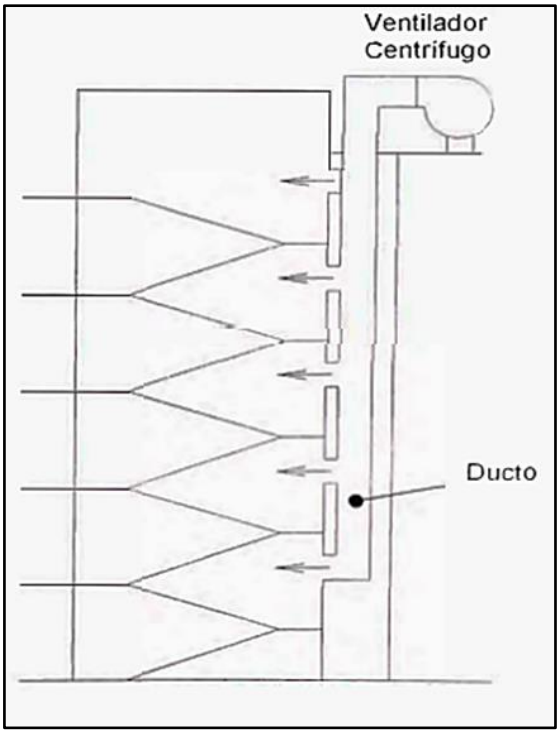


Figura 113. Esquema de sistema de presurización
Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Criterios de diseño

Los criterios para el diseño de los sistemas de presurización de las escaleras de emergencia ubicadas en los pozos de ventilación fueron los siguientes:

Tabla 41. Parámetros de diseño sistema de presurización.

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura máxima anual exterior esperada (*)	°C	21
Temperatura ambiente de diseño interior escaleras	°C	24

Parámetro	Unidad	Valor
Presión mínima de diseño	Pa	25
Altitud	msnm	2625
Presión promedio del túnel	Pa	100

Fuente: UT MOVIUS 2022

Los criterios de diseño para el cálculo del caudal requerido del sistema de ventilación de las escaleras fueron los siguientes:

1. El caudal requerido para garantizar confort de las personas según la ocupación y actividad dentro del recinto.

2. El caudal requerido para garantizar un flujo de aire con velocidad relativamente alta y evitar la entrada del humo a las escaleras de evacuación.

Para cada nivel de operación y escaleras del Pozo de ventilación se realizó una comparación entre los dos criterios mencionados anteriormente. De estos criterios se tomó el caudal mayor y se usó como caudal de diseño para el sistema de ventilación correspondiente.

En el criterio de ocupación se estima la cantidad de personas que pueden estar dentro de las escaleras en un pico máximo de ocupación; paralelo a esto se calcula el calor disipado por estas personas realizando caminata o movimiento ligero según el "ASHRAE handbook - fundamental v.2009" de 145 W/persona, con lo cual se obtiene un caudal de diseño para el confort de las personas dentro de las escaleras de evacuación.

En cuanto al caudal de diseño para garantizar el flujo de aire, éste se estima al tener el evento más crítico que sería tener al mismo tiempo tanto la puerta de salida a la calle como la puerta de ingreso a las escaleras de emergencia abiertas. Con este escenario se calcula la cantidad de caudal que pasa a través de estas puertas, así como también el caudal que pasa por las áreas de fuga hacia los cuartos de ventiladores y cuartos técnicos, el cual también depende de la diferencia de presión entre las diferentes áreas (25 Pa).

❖ **Selección de equipos**

Una vez calculado el caudal de aire de diseño y las pérdidas en los ductos del sistema de ventilación se procedió a seleccionar un equipo con la capacidad necesaria para suministrar el caudal requerido para la presión total estimada. Para ello, se tomaron ventiladores de catálogos de referencia en condiciones estándar, teniendo en cuenta los ajustes, factores de corrección por altura en msnm, y pérdidas por transmisión de la polea. La selección se realizó mediante el uso de software en línea (vía web), como por ejemplo el software Ecaps® del fabricante Greenheck, el cual permite parametrizar las condiciones de operación de los ventiladores que provee cada fabricante de referencia.

❖ **Infraestructura de ventilación de estaciones**

La infraestructura de ventilación de las estaciones se presenta en el numeral 3.2.4.2.3.6 Infraestructura de ventilación de estaciones.

3.2.4.2.2. Tramo en viaducto

Las características del tramo en viaducto se presentan en el numeral 3.2.3.6.6 Viaducto, y la secuencia constructiva del mismo en el numeral 3.2.14.4.

3.2.4.2.3. Estaciones y módulos de acceso

3.2.4.2.3.1. Estaciones subterráneas

El tramo subterráneo de la L2MB está comprendido entre la calle 72 cerca de la carrera 9, donde se localiza el K0+000 del trazado, y el K14+280, donde se ubica el pozo de entrada de la máquina tuneladora. Además de los pozos de entrada y salida, a lo largo de este tramo se ubican 10 estaciones subterráneas con profundidades a riel de 30 a 32 m, con dimensiones útiles de 160 m de largo y anchos útiles de 31,8 y 23,2 m. Después del pozo de entrada, la línea del metro sale a superficie, cruzando la estación elevada E11 en el K14+790.

Las estaciones subterráneas se construirán con muros pantalla preexcavados de 1,20 m de espesor desde la superficie hasta la profundidad de empotramiento de diseño.

Las estaciones tendrán de dos a cuatro accesos, conforme su disponibilidad de espacio en superficie, su ubicación y su demanda. Se construirán tres tipos de accesos externos, según la posición urbana de las estaciones y la necesidad de espacios técnicos en su interior.

- Tipología de estaciones subterráneas

Para la L2MB se han previsto dos tipologías de estaciones subterráneas, una para la estación E1, Av. Caracas y otra para las nueve estaciones restantes. La Estación E1 tendrá una longitud interior de 160 m y 31,8 m de ancho interior. En esta estación se han previsto dos filas de columnas interiores a lo largo de la estación localizadas a 4,9 m de las pantallas externas, dejando una distancia interior entre columnas de 22 m. La estación tendrá una tapa superior, tres mezzanines y la losa de fondo con solera curva.

La tipología para las nueve estaciones restantes tendrá una longitud útil de 160 m y 23,2 m de ancho. Estas estaciones tendrán una tapa superior, tres mezzanines y la losa de fondo con solera curva. Todas las estaciones tendrán una profundidad media a riel de 30 m y estarán conformadas por un muro pantalla perimetral de concreto reforzado de 1,20 m de espesor. En la Tabla 42 se presentan las características geométricas de las estaciones subterráneas.

Tabla 42. Características de las estaciones subterráneas

Estación subterránea		Abscisas		Cota a riel (msnm)	Profundidad media a riel (m)	Ancho útil (m)	Longitud útil (m)
		Inicial	Final				
1	Caracas	K0+685,0	K0+845,0	2526,88	-30,74	31,8	160,0
2	NQS	K2+189,5	K2+349,5	2516,03	-30,81	23,20	160,0
3	Av. 68	K3+960,0	K4+120,0	2516,40	-31,06	23,20	160,0
4	Av. Boyacá	K5+415,0	K5+575,0	2520,80	-30,77	23,20	160,0
5	Av. C. de Cali	K6+330,0	K6+490,0	2520,77	-30,51	23,20	160,0
6	Av. Calle 80	K7+432,0	K7+592,0	2521,25	-30,44	23,20	160,0
7	Carrera 91	K8+670,0	K8+830,0	2518,25	-31,58	23,20	160,0
8	Humedal	K10+250,0	K10+410,0	2516,39	-31,82	23,20	160,0
9	Alo sur	K11+840,0	K12+000,0	2520,03	-30,84	23,20	160,0
10	Alo norte	K13+210	K13+370,0	2519,90	-31,13	23,20	160,0

Fuente: UT MOVIUS 2022

Las estaciones subterráneas se construirán por el sistema *Cut & Cover*, método invertido. Este sistema consiste en la construcción de muros pantalla pre excavados desde la superficie hasta la profundidad 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 adquiere la resistencia necesaria, pueden habilitarse las actividades de superficie mientras se continúan los trabajos en el interior, extrayendo el material de suelo hasta el siguiente nivel de losa, apuntalando adecuadamente las pantallas. Se procede de esta manera hasta llegar al nivel del fondo para ejecutar la contrabóveda en concreto.

La tapa superior sobre la pantalla estará cubierta por un relleno de 1 a 2 m de espesor. En el interior de la estación se han previsto tres mezzanines intermedios y una losa de fondo curvo para apoyar la línea férrea. En la Figura 114 y Figura 115 se presenta la planta y la sección transversal de la Estación E1. De igual manera en la Figura 117 y Figura 118 se presenta la tipología en planta y perfil de las estaciones E2 a E10.

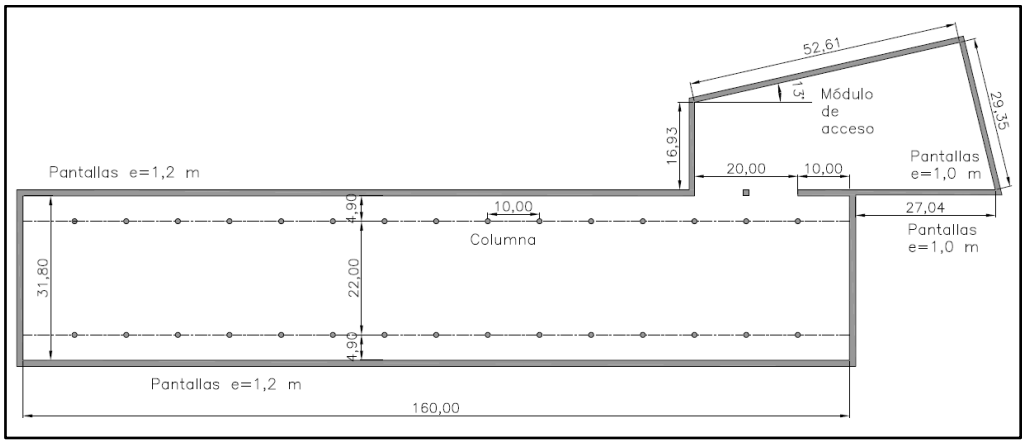


Figura 114. Planta en superficie estación E1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

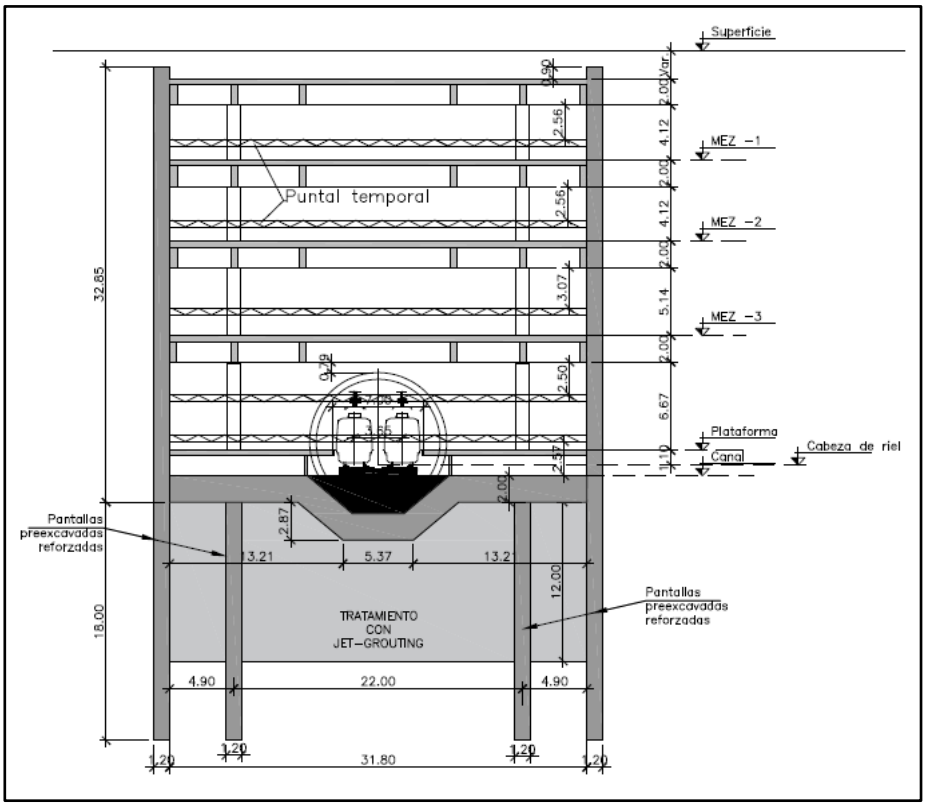


Figura 115. Sección transversal de la estación E1
Fuente: UT MOVIUS 2022

El módulo de acceso a la Estación E1 llega al nivel del primer mezzanine. Este acceso también se construirá con pantallas preexcavadas. En la Figura 116 se muestra la sección transversal típica del módulo de acceso a la Estación E1. En las estaciones restantes los accesos se realizan mediante módulos similares.

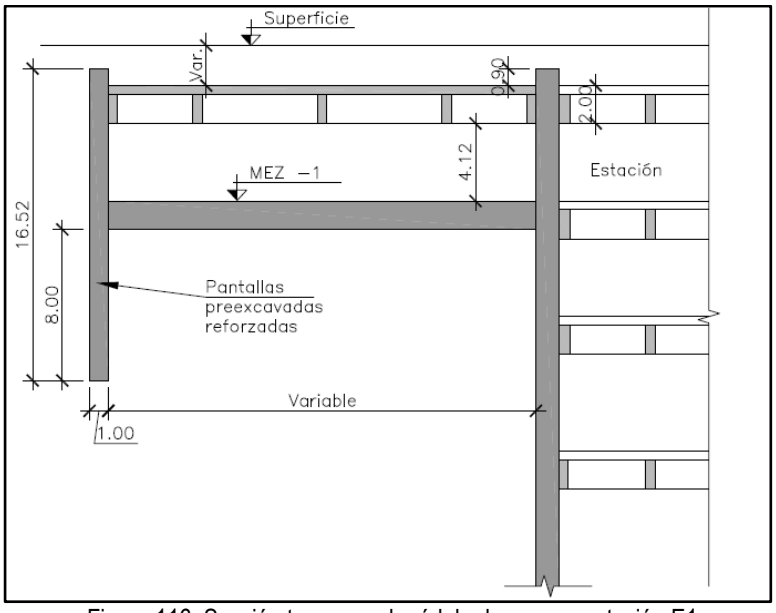


Figura 116. Sección transversal módulo de acceso estación E1
Fuente: UT MOVIUS 2022

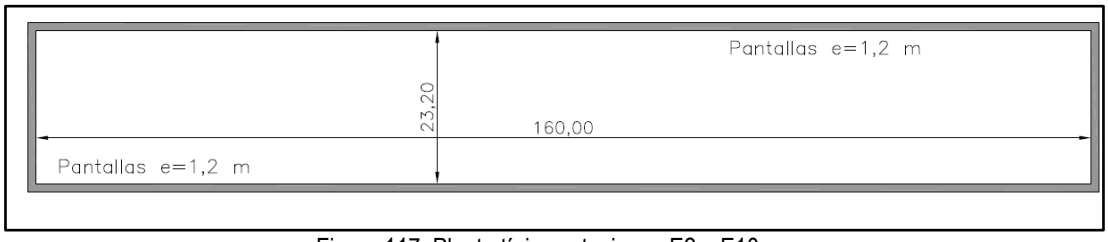


Figura 117. Planta típica estaciones E2 a E10
Fuente: UT MOVIUS 2022

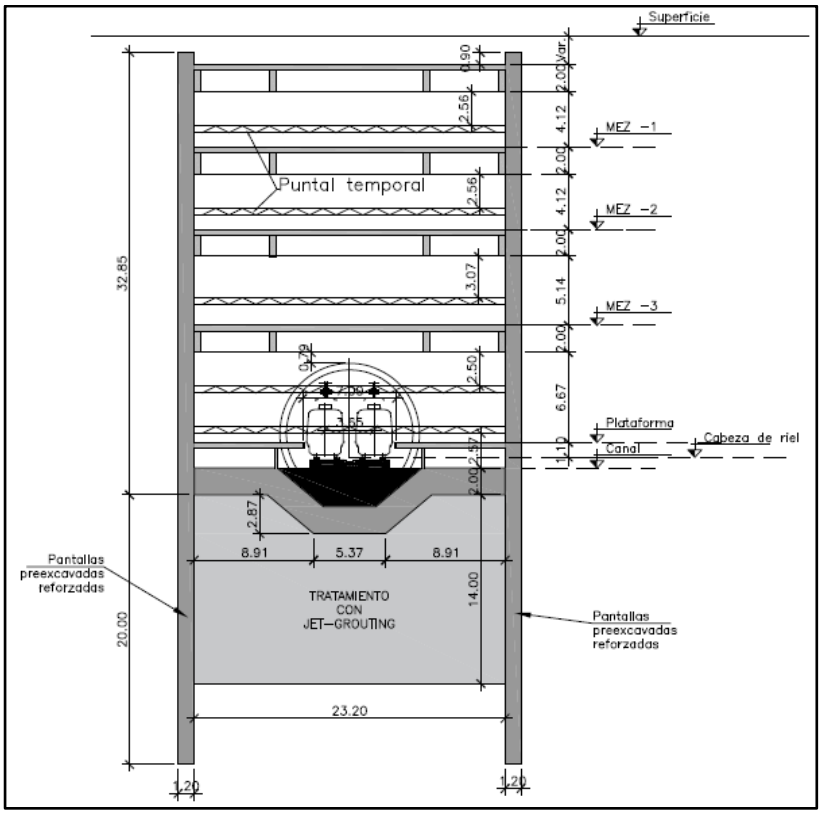


Figura 118. Sección transversal típica de las estaciones E2 a E10
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.2.3.2. Módulo de acceso principal tipo 1

Constituirá el acceso principal de las estaciones. Se ubicará sobre el cajón de la estación, como una extensión de su estructura. Contendrá dos escaleras mecánicas y una fija, y un ascensor integrado al volumen del módulo. Cada estación tendrá el número necesario de módulos tipo 1 en función del número de líneas de control de pasajes. Su espacio interno estará integrado al espacio del vestíbulo.

3.2.4.2.3.3. Módulo de acceso satelital tipo 2

Estará localizado por fuera del cajón de la estación, adosado lateralmente a la misma o al lado opuesto de una calle o avenida en un predio adquirido para ese fin específico. Será un módulo sencillo, que contendrá dos escaleras mecánicas y una fija, y un ascensor. Así mismo, dispondrá de espacio para parqueaderos bicicletas e instalaciones técnicas. Dependiendo del caso, se integrará a la estación ya sea por medio de una galería en túnel o mediante paso en superficie o puente peatonal.

3.2.4.2.3.4. Módulo de acceso satelital tipo 3

Será exclusivo para la Estación E3 – Av. 68, debido a que la proyección de su cajón estará bajo un intercambiador vial, dificultando el acceso de los peatones. Esta estación tendrá un módulo doble, derivado del concepto del módulo tipo 2, pero con myor espacio para parqueaderos bicicletas e instalaciones técnicas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de los accesos a las estaciones de la L2MB, donde se aprecian lo módulos antes descritos:



Figura 119. Módulo de acceso tipo 1 en Estación E5
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 120. Módulos de acceso tipos 1 y 2 en Estación E4 (Av. Boyacá)
Fuente: UT MOVIUS 2022

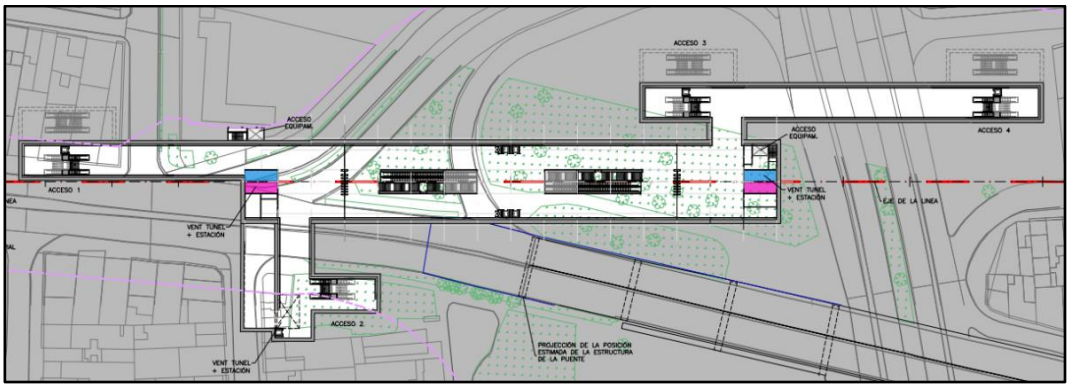
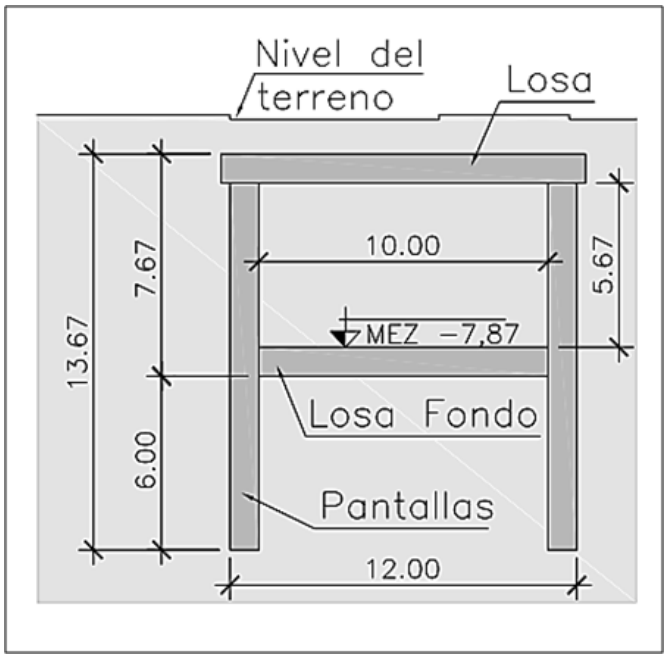


Figura 121. Módulos de acceso tipos 1 y 2 en Estación E3 (Av. 68)
Fuente: UT MOVIUS 2022

En complemento de los anteriores módulos de acceso, se prevén conexiones a estaciones de Transmilenio desde determinadas estaciones de la L2MB (E1, E2, E3, E4 y E6). Éstas se construirán con galerías entre el vestíbulo de la estación y un espacio libre de la estación Transmilenio, accediéndose con escaleras y ascensor.

Así mismo, la Estación E1 tendrá conexión a la Estación 16 de la PLMB. Ésta irá en pasarela elevada desde el acceso principal oriental de la E1 / L2MB hasta la Mezzanine de la E16 / PLMB.

En la Figura 122 se muestra un esquema de las galerías que conectarán las estaciones de la L2MB desde los accesos satelitales. Estas galerías se construirán con pantallas a cielo abierto, salvo casos excepcionales, como en la Av. 68, donde el acceso satelital ubicado al costado oriental de la misma se conectará a la estación mediante dos túneles independientes construidos con sistema Liner[1], según se aprecia en la Figura 123.



[1] El sistema Liner, especial para para la construcción de túneles en suelos blandos, consiste en la excavación y ensamblaje interior, progresivo y simultáneo de placas de acero negras, galvanizadas, con recubrimiento epóxico, a las cuales se les instala revestimiento interior en concreto.

Figura 122. Galerías de conexión de accesos satelitales a estaciones construidas con pantallas
Fuente: UT MOVIUS 2022

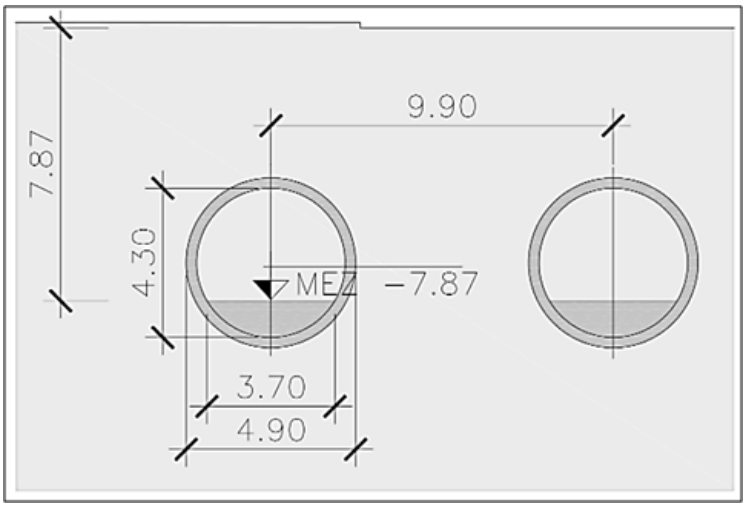


Figura 123. Galerías de conexión de accesos satelitales a estaciones mediante túneles independientes construidos con sistema Liner
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.2.3.5. Estación elevada

El proyecto contempla la construcción de una estación elevada (Estación E11 Fontanar No. 11) en la calle 145 entre carreras 141b y 145.

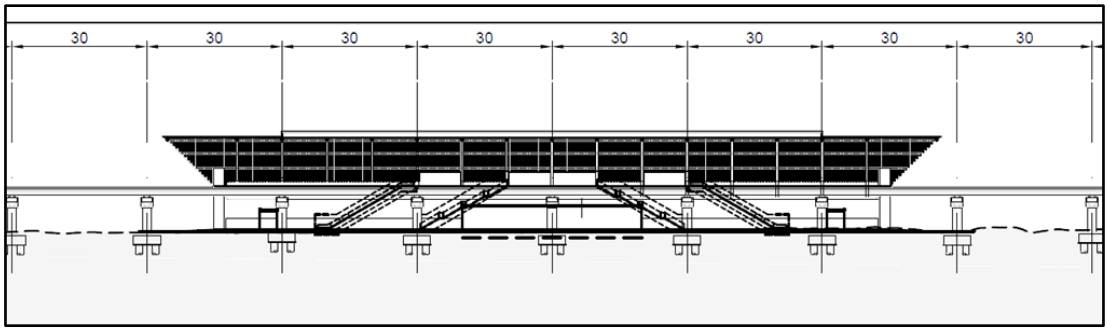


Figura 124. Perfil longitudinal del viaducto elevado en la zona de la Estación E11
Fuente: UT MOVIUS 2022

Sus características son las siguientes:

- La distancia de la estación a las edificaciones existentes adyacentes varía entre los 16 y 20 m. Estas se componen de torres residenciales de 12 pisos al costado sur, y casas unifamiliares de entre 2 y 4 pisos al costado norte.
- El separador/plazoleta, con un ancho de 26,77 m y un área de 12.000 m^2, se extiende hacia el occidente y principalmente hacia el oriente (frente a la manzana correspondiente al Parque Fontanar del Río), de manera que se genera un importante espacio público de acceso a la estación.
- La estación posee dos plataformas laterales, con ancho libre de 4,50 m y largo útil de 140 m. Las plataformas están ubicadas en el nivel más elevado de la estación. Las escaleras fijas y mecánicas estarán ubicadas lateralmente, a lo largo del andén.
- El nivel de entrada al cuerpo de la estación se hace al nivel de superficie. En cada una de sus extremidades.se tendrán dos líneas de bloqueos, control de pasajes y dos puertas de acceso.
- 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, escaleras mecánicas y ascensores.
- La estación se estructura sobre capiteles extendidos, que sirven tanto para la vía (viga gran U) y para los elementos de estación.
- La estructura de la cubierta de la estación se apoya sobre la viga cabezal y pila del viaducto.
- La estructura incluye una viga cajón metálica de apoyo de los andenes.
- 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 hacia fuera de la estación en todo el tramo elevado.



Figura 125. Planta baja plataforma y planta vestíbulo estación elevada E11
Fuente:UT MOVIUS 2022

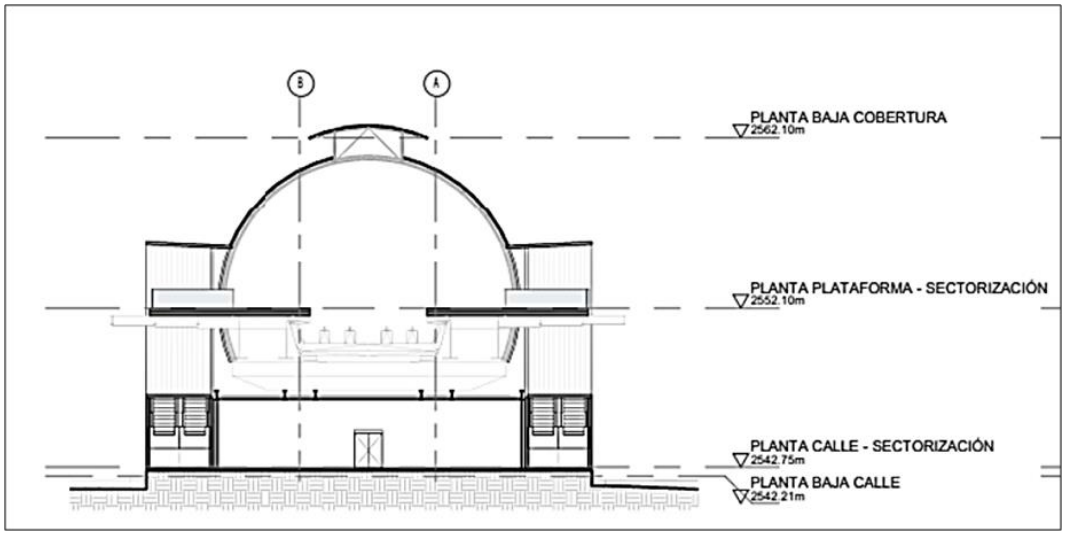


Figura 126. Sección transversal estación elevada E11
Fuente: UT MOVIUS 2022

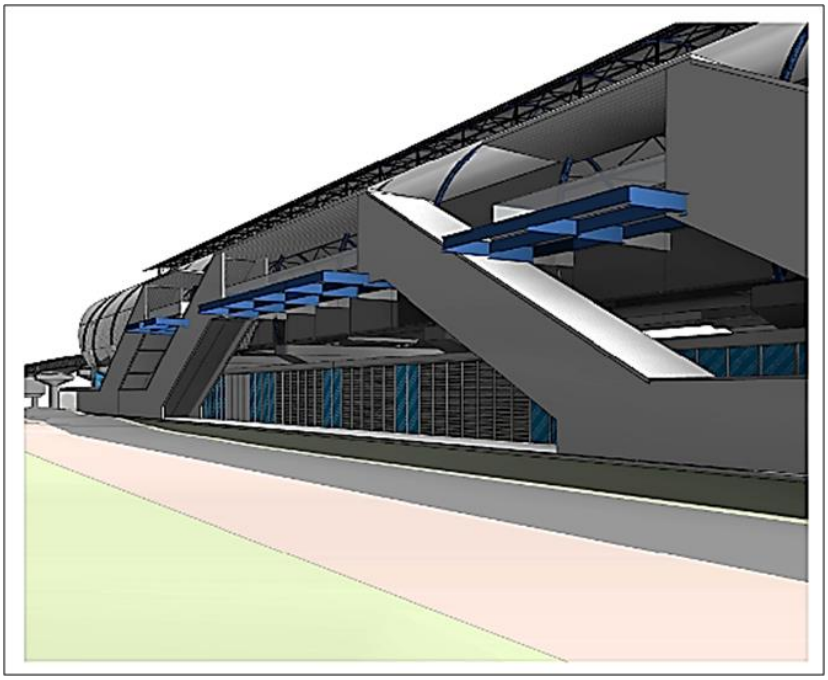


Figura 127. Fachada estación elevada E11
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.2.3.6. Infraestructura de ventilación de estaciones

Cada estación dispondrá de un sistema de ventilación que permitirá renovar de manera continua el aire y mantener dentro de los recintos una temperatura que brinde condiciones de confort aceptable para los usuarios.

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

En paralelo, se dimensionó un sistema de extracción independiente para el cuarto de basuras, cuartos de aseo, baños y vestidores. El sistema de extracción funcionará en el caso de ser necesario para la extracción de humo dentro de la estación, con el fin de lograr una correcta evacuación de las personas. El sistema de extracción se calculó con el 80% del suministro con el fin de mantener la estación en sobrepresión.

Se ha previsto que los equipos de ventilación se encuentren ubicados en el mezzanine -2, en la zona de locales técnicos. Se consideró un cuarto en cada costado de la estación. Uno de los cuatros 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.

Las condiciones ambientales consideradas para el diseño del sistema ventilación se indican en la siguiente tabla. Estos valores representan las condiciones máximas que sólo pueden darse en la ciudad de Bogotá el

1% del tiempo a lo largo de un año según lo establecido en el *ASHRAE Handbook—Fundamentals* y en los registros históricos IDEAM 1981-2010.

Tabla 43. Condiciones ambientales de diseño.

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura de bulbo seco máxima promedio exterior de diseño	°C	20,8
	°F	69,5
Temperatura de bulbo seco mínima promedio exterior de diseño	°C	8,0
	°F	46,4
Temperatura de bulbo húmedo máxima promedio exterior de diseño	°C	13,5
	°F	56,3
Humedad relativa exterior	% H.R.	80%
Latitud	°N	4,45
Altitud	msnm	2505
Densidad del aire	kg/m³	0,88

Fuente: Capítulo 14, ASHRAE Handbook—Fundamentals y Registro histórico IDEAM 1981-2010.

Las condiciones de diseño establecidas dentro de los locales de operación y locales técnicos fueron los siguientes:

Tabla 44. Condiciones internas de diseños locales

Tipo de recinto	Parámetro	Unidad	Valor	Fuente
Oficinas	Temperatura máxima en recinto	°C	22	ASHRAE Handbook—Fundamentals, Chapter 9. Human Thermal Comfort. Figure 5.
		°F	77	
Cuartos técnicos	Temperatura máxima en recinto grupo de tracción	°C	40	Requerimientos de equipos
		°F	104	
	Temperatura máxima en recintos técnicos diferentes al grupo de tracción	°C	35	
		°F	95	

Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Distribución de aire**

Una vez definidos los requerimientos de cada cuarto en cuanto a caudales de extracción y de suministro, se establecieron formas diferentes de recircular el aire dentro de la estación, como se indica a continuación:

- **Suministro y extracción forzada**: Con este sistema de ventilación tanto la impulsión como la extracción de aire de las salas se realizará mediante un sistema mecánico de impulsión y extracción, es decir, mediante ventiladores. La impulsión y la extracción se realizarán mediante rejillas de impulsión y extracción, respectivamente.

- **Admisión y escape de forma natural**: Con este sistema se prevé la instalación de una rejilla de paso para la admisión de aire en la parte baja del tabique de la sala y otra rejilla de paso para la salida de aire en la parte alta del mismo tabique. Con esta entrada y salida de aire se producirá una ventilación natural

de la estancia. Cuando los tabiques son resistentes al fuego se coloca una rejilla intumescente que se cierra mecánicamente en caso de incendio.

- **Suministro forzado y escape natural**: Se impulsará el aire que se empleará para ventilar de manera natural los cuartos técnicos contiguos a dicho pasillo mediante rejillas de paso en los tabiques. La impulsión de aire se realizará mediante un ventilador y el escape provisto de una rejilla de paso situada en la parte alta del tabique de la sala o recinto.

- **Admisión de aire y extracción forzada**: Con este sistema se colocará una rejilla de paso en la parte baja del tabique o puerta de la sala para garantizar la admisión de aire mientras que la extracción se realizará mediante un medio mecánico, es decir, un ventilador o caja de ventilación.

El sistema de suministro y extracción mecánica en locales técnicos y operativos se realizará teniendo cada sistema en costados opuestos del recinto, como se muestra en la siguiente figura.

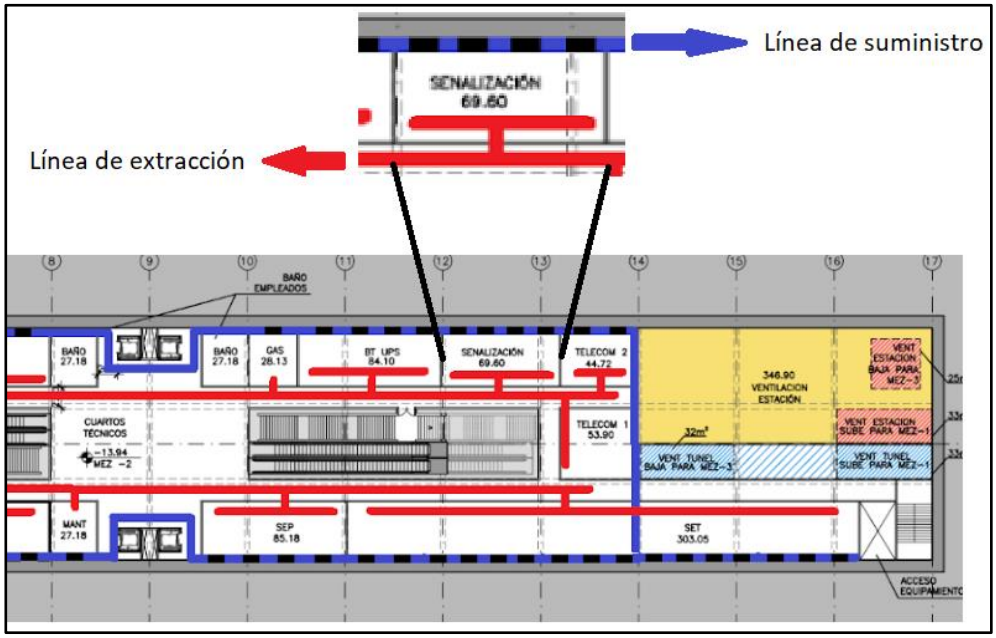


Figura 128. Esquema de distribución de aire dentro de recintos
Fuente: UT MOVIUS 2022

El suministro y extracción de áreas públicas se realizará de forma similar, es decir con suministro en los costados de los pasillos y extracción en el centro de la estación, como se muestra en la siguiente figura.

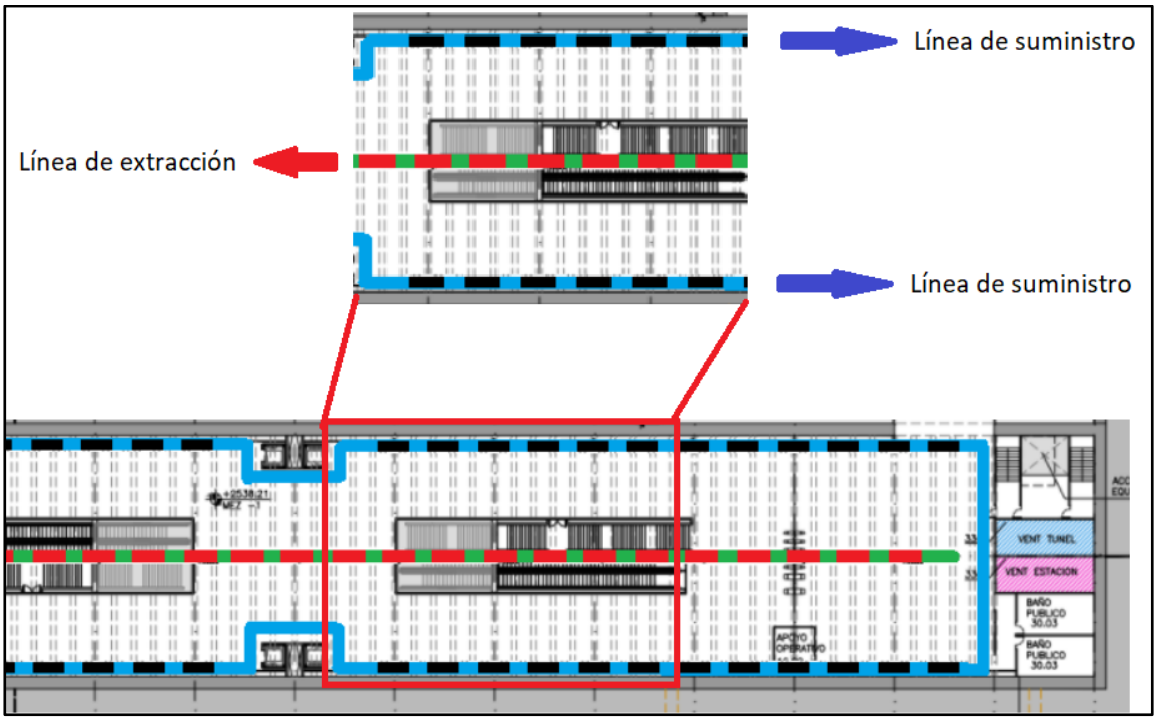


Figura 129. Esquema de distribución de aire en áreas públicas
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ Sistema de extracción

Con respecto a la extracción de aire, se tienen dos sistemas independientes para las siguientes áreas:

➔ Locales técnicos, áreas públicas de circulación y locales operativos.
➔ Baños, cuarto de aseo y cuarto de basuras

Se considera un sistema independiente para el cuarto de almacenamiento de basura, cuarto de aseo y baños 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, locales operativos y áreas de circulación pública.

Se considera que para aquellos recintos con presión negativa tales como cuarto de basuras, baños públicos y locales de almacenamiento, se deben instalar rejillas de paso (R.P) en las puertas cuya área permite una velocidad de flujo de 1,5 m/s del aire desde los recintos contiguos hacia el interior de los mismos.

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

❖ **Sistema de extracción de humo**

El sistema para extracción de humo en las estaciones será apto para garantizar las condiciones de evacuación de los usuarios y las condiciones óptimas para el acceso de los servicios de emergencia.

El sistema de humos estará coordinado con los sistemas de suministro y extracción, de tal manera 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 y entrarán a funcionar los ventiladores de extracción a la potencia y caudal requerido según los parámetros calculados de caudal para extracción de humo.

En cada uno de los niveles de la estación se dispondrán de redes de conductos de suministro de aire fresco y extracción de aire viciado. Estos últimos entrarán en funcionamiento dado el caso de un incendio concentrando la extracción en el lugar del incendio, con ayuda del funcionamiento de *dampers* a través del sistema.

A su vez, para asegurar la adecuada evacuación de la estación y evitar que pudieran verse afectados los recintos vecinos, estos se mantendrán en sobrepresión.

Según el diseño arquitectónico de las estaciones, la estación cuenta con áreas públicas y áreas privadas donde para las áreas públicas se encuentran en el mezzanine -1, mezzanine -3 y mezzanine -4 (plataformas). Dicho lo anterior, el sistema de ventilación de la estación en cuanto a gestión de humo está diseñada y dimensionada únicamente para para las áreas públicas, dado que un incendio en las áreas no públicas (locales técnicos, en general mezzanine -2) se combatirá por diferentes métodos, incluyendo gases inertes, extintores, *sprinklers*, etc.

El diseño del sistema de gestión de humo está diseñado únicamente contemplando un incendio a la vez según NFPA 92 *smoke control systems*. El diseño contempla el incendio en el lugar más crítico, siendo éste el ubicado al lado de una escalera donde las personas buscarán la evacuación.

Para el diseño del sistema se tuvieron en cuenta los siguientes escenarios::

- ➔ Incendio en el mezzanine -1
- ➔ Incendio en el mezzanine -3
- ➔ Incendio en plataformas
- ➔ Incendio en mezzanine -2

A continuación se describe la filosofía de operación para cada uno de los mismos:

- **Incendio en plataformas**: Como se contempla un incendio a la vez, éste sólo se puede dar en una de las dos plataformas al mismo tiempo. En el momento que el sistema contra incendio de la estación detecte un incendio, se desactiva el suministro de aire fresco en ese piso y sólo estaría en funcionamiento la extracción en la plataforma. En cuanto a los demás pisos, y con el fin de mantener el resto de la estación en sobrepresión, el suministro normal en el resto de la estación estará en operación. Las plataformas contarán con un cuarto de pánico especial para las personas con discapacidad móvil, como se muestra en la Figura 131. Este cuarto estará ventilado y presurizado según la NFPA 92 *smoke control systems.*

	Suministro	Extracción
Mez -1	ON	OFF
Mez -2	ON	OFF
Mez -3	ON	OFF
Andenes	OFF	ON

Fuego en Andenes

Figura 130. Filosofía de operación incendio en plataformas
Fuente: UT MOVIUS 2022

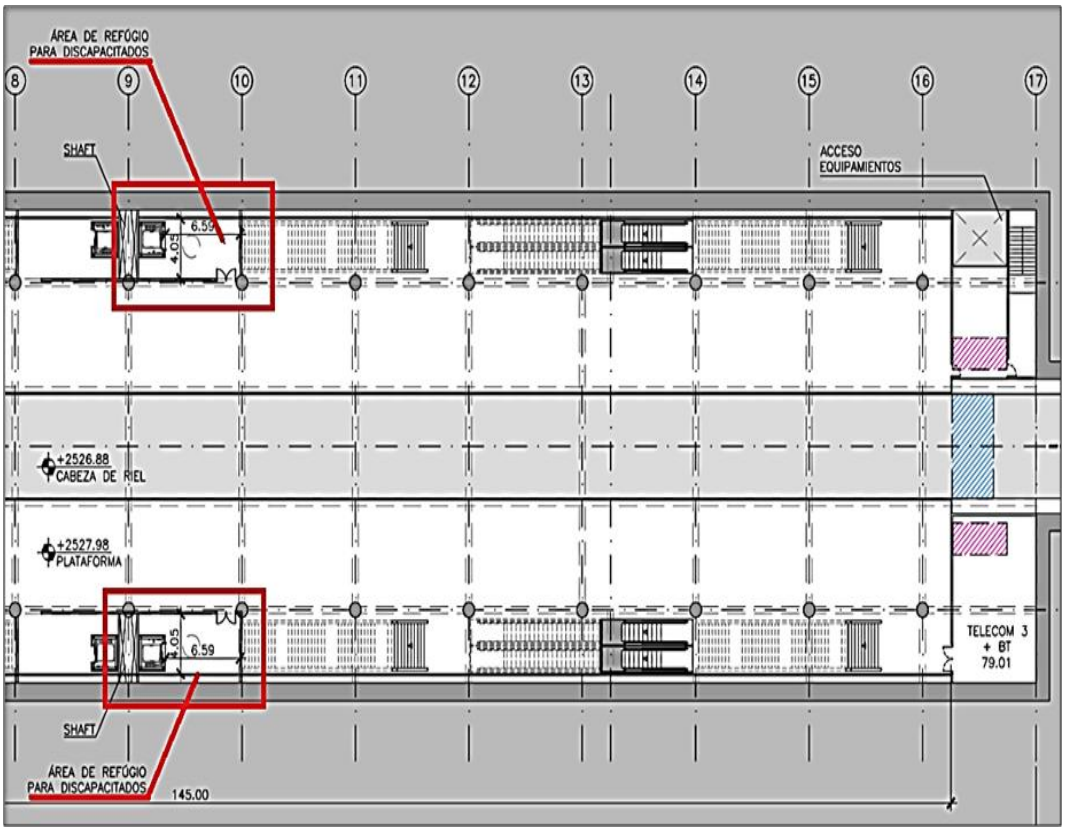


Figura 131. Ubicación cuartos de pánico para discapacitados
Fuente: UT MOVIUS 2022

- **Incendio en mezzanine -3**: En el momento que el sistema contra incendio de la estación detecte un incendio se desactiva el suministro de aire fresco en ese piso y sólo estaría en funcionamiento la extracción en el mezzanine -3. En cuanto al resto de pisos encima de este, estarán con el suministro de aire encendido y extracción apagado, excepto plataformas, las cuales tendrán los dos sistemas apagados, tanto suministro como extracción, con el fin de evitar oxigenar el fuego por medio de las comunicaciones entre los pisos de abajo.

- **Incendio en mezzanine -1**: Con incendio en el mezzanine -1 los sistemas de suministro de toda la estación se apagan y la extracción de la estación se centra en el mezzanine -1.

	Suministro	Extracción
Mez -1	ON	OFF
Mez -2	ON	OFF
Mez -3	OFF	ON
Andenes	OFF	OFF

Fuego en Mez-3

Figura 132. Filosofía de operación incendio en mezzanine -3
Fuente: UT MOVIUS 2022

- **Incendio en mezzanine -2** : Dado que en el mezzanine -2 cuenta con cuartos técnicos y operativos únicamente, estos en caso de incendio serán tratados con gases inertes, sprinkles o extintores; todo depende del requerimiento del cuarto en caso de incendio.

	Suministro	Extracción
Mez -1	OFF	ON
Mez -2	OFF	OFF
Mez -3	OFF	OFF
Andenes	OFF	OFF

Fuego en Mez -1

Figura 133. Filosofía de operación incendio en mezzanine -1
Fuente:UT MOVIUS 2022

❖ **Selección de equipos**

Los equipos de extracción serán especificados para resistir 400°C por 2 horas. Dispondrán de su respectivo conjunto de poleas, correas y protectores según norma ISO-13857, Homologación y según norma EN 12101-3. La temperatura máxima del aire a transportar será de 150°C +/- 25°C y el acabado anticorrosivo en chapa será de acero galvanizado.

3.2.4.3. Alimentación de energía eléctrica

El sistema de alimentación de la tracción de la L2MB será a través de una tensión de 1500 V con catenaria rígida. El estudio de factibilidad permitió definir esta tecnología de alimentación tracción como la solución que ofrece en relación con las características de la L2MB (en su mayoría subterránea) el mejor balance beneficios costos frente a otras soluciones como el 750 V con tercer riel 1500 V con catenaria flexible.



Figura 134. 1500 V con catenaria rígida en túnel
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.4. Localización de las subestaciones eléctricas

La alimentación eléctrica del proyecto llega a subestaciones de ENEL Codensa, las cuales no forman parte de la L2MB, en el caso que la empresa prestadora de servicios públicos requiera construir nuevas instalaciones para prestar el servicio eléctrico al proyecto, estas podrán ser consideradas dentro de las instalaciones conexas del proyecto.
Para la construcción y operación de las subestaciones, será directamente la empresa ENEL - Codensa, quien tramitará ante las autoridades ambientales sus correspondientes permisos y /o licencias. El proyecto L2MB no tendrá ninguna ingerencia en este proceso.

La alimentación de alta tensión para la L2MB se realizará mediante dos SER[2], con las siguientes características:
a) SER 1 No Redundante vecina a la Subestación Castellana de Codensa

- ➔ Conexión a 2 circuitos 115 KV, aéreos
- ➔ Equipos de maniobra alta tensión encapsulado GIS
- ➔ Un Transformador de poder de 40 MVA 115/34,5 KV
- ➔ Un interruptor general MT y 2 alimentadores a los anillos de 34,5 KV de la línea
- ➔ 2 Transformadores 100 KVA de servicios auxiliares
- ➔ Equipos de control, protección y respaldo auxiliares

[2] El proceso de permisos ambientales asociado a estas dos subestaciones estará a cargo de un tercero.

- ➔ SCADA Energía
- ➔ Superficie requerida: 600 m2
- ➔ Canalización por multipuntos MT hasta estación NQS
- ➔ Filtros de Armónicas y Compensador Reactivos SVC

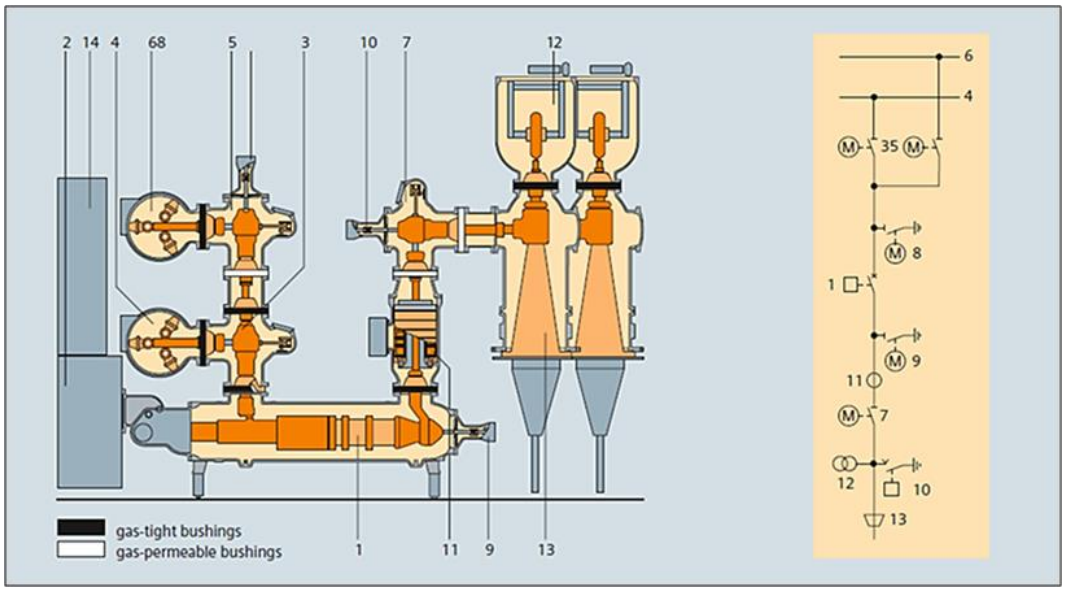


Figura 135. Componentes y unilineal de SER GIS no redundante
Fuente:UT MOVIUS 2022

b) SER Redundante ubicada en Talleres, compartida con Codensa

- ➔ Conexión a 2 circuitos 115 KV, aéreos, independientes
- ➔ Equipos de maniobra alta tensión encapsulado GIS
- ➔ Dos Transformadores de poder de 40 MVA 115/34,5 KV
- ➔ Cada transformador con un interruptor general MT y 2 alimentadores a los anillos de 34,5 KV de la línea
- ➔ 4 Transformadores 100 KVA de servicios auxiliares (2 redundantes por semi barra)
- ➔ Equipos de control, protección y respaldo auxiliares redundantes
- ➔ Scada Energía
- ➔ Superficie Requerida: 3600 m2 (para Codensa y Metro)
- ➔ Canalización MT por Multiductos hasta enlace Vías Principales
- ➔ Filtros de Armónicas y Compensador Reactivos SVC

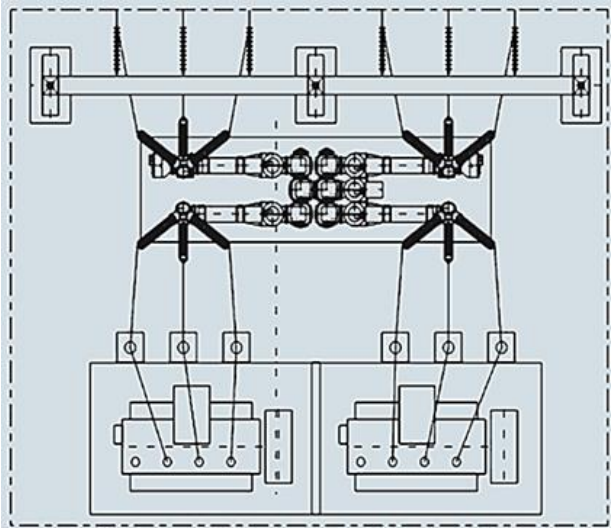


Figura 136. Solución GIS de SER redundante
Fuente: UT MOVIUS 2022

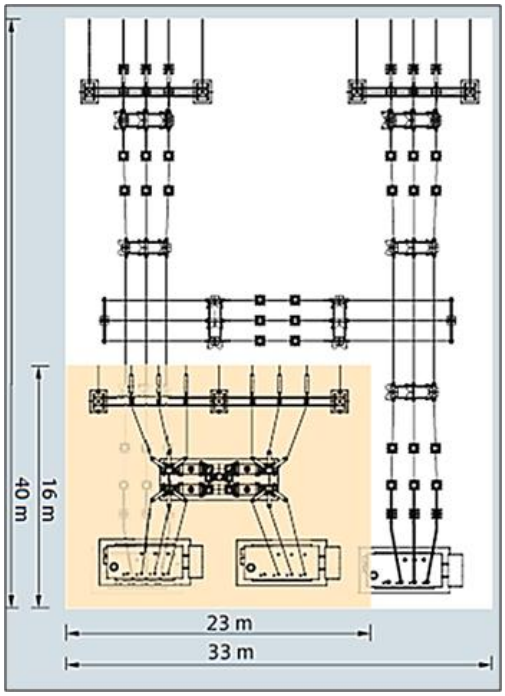


Figura 137. Unilineal de SER redundante
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.5. Descripción de las obras de infraestructura asociadas

3.2.4.5.1. Características de la solución de distribución media tensión

La Distribución de Media Tensión se realizará en 34,5 kV a través de alimentadores conectados a las dos SER. Los alimentadores de MT proporcionan energía a las Subestaciones de Tracción (SET) y a los Centros de Transformación de Energía (CT).

La distribución de MT se configura mediante dos anillos, donde cada anillo está conectado con las SER Castellana y SER Talleres, esta última SER es doble.

La configuración en anillos de distribución entrega la alimentación en energía a los CTE en cada una de las estaciones y de las SET en las estaciones que está proyectado por diseño para la alimentación de tracción.

El disponer de la configuración de 2 anillos a lo largo de la línea proporciona la seguridad de alimentación en modo normal, como también en modo degradado.

En el modo normal cada alimentador que proviene de la SER está definido para entregar energía a una cierta cantidad de CT y SET, de tal forma que los niveles de cargas sean equivalentes para cada alimentador, no obstante, en caso de falla de algún elemento, estas se pueden reconfigurar a través de los interruptores que tienen las barras colectoras.

De acuerdo con lo anterior, cada anillo MT deberá alimentar las SET y los CTE de tal manera que en caso de que se presenten dos equipos defectuosos (modo N-2), en cualquier parte de la red de MT, las SET y los CTE alimenten todas las cargas en condiciones normales.

Las barras colectoras deben ser comunes para la alimentación de los CTE y SET, con un interruptor (Circuit-breaker) para la llegada y el otro para la salida del anillo de MT.

A continuación se presenta un esquema de la configuración base de anillos de MT:

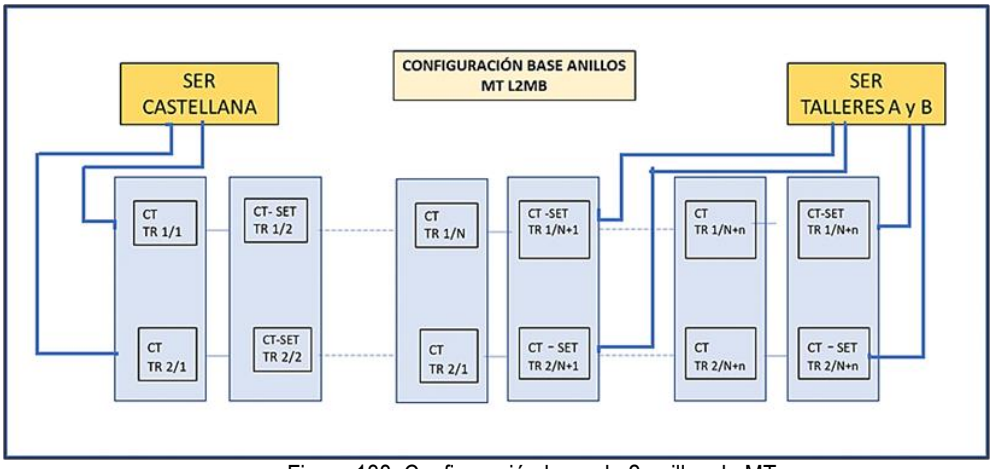


Figura 138. Configuración base de 2 anillos de MT
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ Modos de operación

En modo normal, cada anillo debe alimentar la línea desde la SER La Castellana (Simple) y SER Talleres (Doble), en bucle abierto.

En modo degradado, los anillos deben alimentar la línea desde uno de los alimentadores de la SER y el otro de la SER La Castellana o desde una sola SER, según el nivel de falla que se haya producido.

La siguiente tabla presenta los modos de operación de las SER, frente a las diferentes situaciones de fuera de servicio que se pueden presentar en cada una de ellas.

Tabla 45. Modos de operación

MODO	SER Fuera de Servicio	SER TALLERES		SER CASTELLANA
		TR-A	TR-B	TR
NORMAL	Ninguna	X	X	X
N-1	SER Tall TR-A		X	X
	SER Tall TR-B	X		X
	SER Castellana	X	X	
N-2	SER Talleres TR A y B			X
	SER Tall TR-A y Castellana		X	
	SER Talleres TR-B y Castellana	X		

Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ Centro de transformación de energía

Para la Alimentación Alumbrado y Fuerza Estaciones, Túnel y Talleres, en cada estación existirán dos Centros de Transformación (CT), cada uno conectado a un anillo diferente de media tensión. Cada CT estará conformado por un transformador de distribución 34,5/0,208 kV para la alimentación de los consumos de baja tensión de la estación.

La capacidad de cada uno de los transformadores de los C deberá ser capaz de asumir toda la carga del otro transformador de forma permanente.

A nivel de baja tensión (0,208 kV) se contempla una barra de consumos críticos que puede ser alimentada por uno u otro transformador, mediante un dispositivo de transferencia automática

Los CT deben transformar la energía a la tensión de utilización y entregan la energía a los tableros correspondiente:

- ➔ 208/120 V (3F+N+T) para las estaciones, el patio-taller, las SER y el CCO.
- ➔ 480V/277V (3F+N+T) para la utilización de ventilación forzada, SCI y algunos equipos del patio/taller.

En el caso de las SER y el CCO para efectos de tener redundancia, los CT deberán tener dos transformadores, con los dispositivos que permitan una transferencia de las cargas en caso de que uno de ellos esté fuera de servicio.

En el patio-taller se dispondrá de CTs con redundancia, con la capacidad suficiente para alimentar todas las cargas de baja tensión.

Cada transformador será capaz de suministrar toda la carga en forma permanente, en caso de ausencia de uno de ellos.

Cada transformador de un CT será alimentado por uno de los dos anillos.

En las figuras siguientes, a modo de ejemplo, se presentan los componentes principales a nivel de las barras de MT.

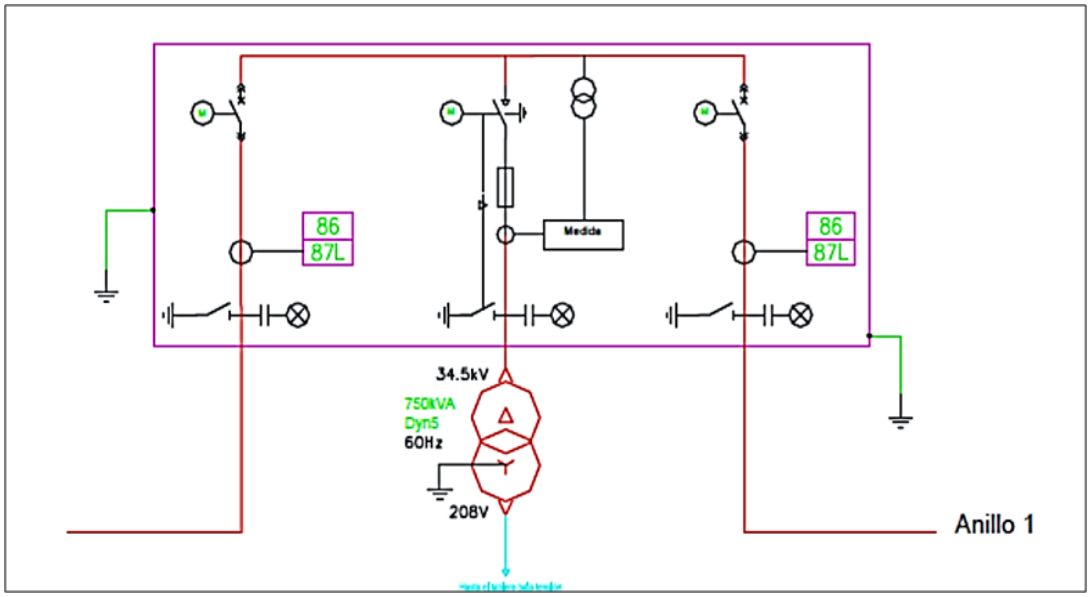


Figura 139. Interruptores y barras principales de CT anillo 1 y 2

Fuente: UT MOVIUS 2022

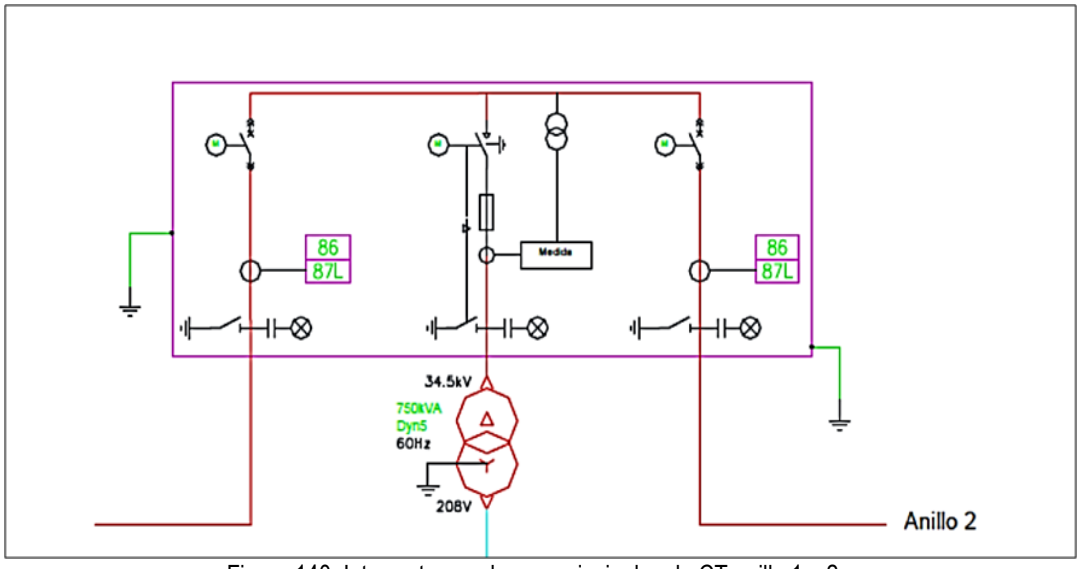


Figura 140. Interruptores y barras principales de CT anillo 1 y 2

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.5.2. Sistema mecánico de enclavamiento con llaves

Para garantizar los procesos de mantenimiento en condiciones de máxima seguridad, los CT dispondrán de un sistema de enclavamiento de llaves mecánicas de los equipos para el trabajo al interior de las celdas de MT.

El sistema de bloqueo mecánico de llave garantizará que el personal de mantenimiento realice la correcta desenergización y puesta a tierra de los equipos, para permitir el acceso a las celdas sin riesgos de accidentes ante conexiones imprevistas, mientras se está interviniendo en las celdas.

3.2.4.5.3. Características de la solución de alimentación tracción y talleres

Las subestaciones bigrupos de la línea tendrán las siguientes características:

- ➔ Conexión en 34,5 kV a los Centros de Transformación de la estación respectiva, el grupo A al CT1 y el grupo B al CT2
- ➔ Cada grupo estará constituido básicamente por:
  - ◆ Celda MT (Interruptor, seccionador, módulo multifunción)
  - ◆ Transformador seco tres enrollados 4,5 MVA
  - ◆ Rectificador de diodos dodecafásico 4 MW (*)
  - ◆ Seccionador bipolar 1500 V
  - ◆ Interruptores ultrarrápidos 1500 V
  - ◆ Control y protecciones
  - ◆ Scada energía
  - ◆ Servicios auxiliares
  - ◆ Filtros armónica

Los equipos tendrán refrigeración natural y existirá una ventilación forzada del recinto para asegurar una temperatura ambiente máxima de 40°C.

La subestación rectificadora de talleres será de tipo mono grupo y podrá ser alimentada en Media Tensión desde uno u otro CT de talleres, mediante un seccionador inversor manual.

Las características serán similares a las de un grupo de las subestaciones de línea, existiendo adicionalmente una protección limitadora de tensión riel-tierra.

3.2.4.6. Fuentes alternativas de generación de energía

Dada la alta confiabilidad del sistema eléctrico con las dos SER de alimentación en alta tensión (115 kV) y de los dos los anillos a 34,5 kV, con modo de degradación N-2, no se consideran otras fuentes alternativas de generación de energía.

3.2.4.7. Infraestructura preexistente y su relación con las obras a ejecutar

Dentro de la infraestructura existente en el proyecto, se identifican líneas de alta tensión 115 kV, redes de media tensión 11,4 kV y redes baja tensión y alumbrado público mixtas 208/120 V. las líneas de 115 kV no presentan interferencia con el proyecto y las redes de media y baja tensión que se identifican en la zona de

implantación de estaciones, accesos, pozos de evacuación, viaducto, estación elevada y patio taller se reubicarán de tal manera que no interfieran con el proyecto cumplimiendo con la normatividad del operador de red ENEL Colombia y del POT

3.2.4.8. Sistemas y fuentes de generación de energía para las subestaciones

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN EN MEDIA TENSIÓN (CTE) 34,5 kV

Los niveles de tensión a utilizar serán a 34,5 kV con distribución en dos anillos para redundancia del sistema y para alimentación de los CTE, la alimentación de las cargas eléctricas en baja tensión para equipos electromecánicos de fuerza será implementada con nivel de tensión a 480/277 V, y para cargas de iluminación, tomacorrientes, telecomunicaciones, cargas críticas a 208/120 V.

A continuación se relaciona la potencia de los transformadores requeridos en cada subestación de media tensión (CTE):

Tabla 46. Centros de transformación en MT

Centros de transformación en media tensión (CTE) 34,5 kV			
Estaciones	**Ventilación+RCI**	**Auxiliares de la Estación**	**Pozos de ventilación**
	kVA(34,5/0,480kV)	kVA(34,5/0,208kV)	kVA(34,5/0,480kV)
Calle 72	500	500	500
NQS	500	500	500
Cra 80	500	500	500
Av Boyacá	500	500	500
Ciudad de Cali	500	500	500
Cll 80	500	500	500
Cra 91	500	500	500
Humedal	500	500	500
ALO Sur	500	500	500
ALO Norte	500	500	500

Centros de transformación en media tensión (CTE) 34,5 kV			
Fontanar		500	500
Patio Taller		1250	
Patio Taller		500	
Patio Taller	225		

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.4.9. Cálculo del campo electromagnético y su impacto en la operación

La alimentación eléctrica del proyecto llega a subestaciones de ENEL Codensa, las cuales no forman parte de la L2MB. Por lo tanto, en términos de presencia de líneas de alta tensión y su campo electromagnético, no se prevén afectaciones directas hacia los componentes del proyecto y la comunidad.

No obstante, se ha previsto que los componentes del sistema ferroviario sean electromagnéticamente compatibles entre ellos y electromagnéticamente compatibles con sistemas cercanos al entorno del Metro.

Todos los equipos y aparatos eléctricos y electrónicos suministrados y/o instalados en la L2MB funcionarán correctamente dentro del entorno correspondiente. Dicho entorno incluye la ferrovía (considerando entre otros las áreas de vías, áreas de estaciones, viaductos, centros de control operativo, salas técnicas, almacenes, patios y terminales), así como otros sistemas en el entorno del Metro a lo largo de su recorrido.

Durante las etapas de construcción y operación se implantará un sistema constante de actividades de control de CEM (Compatibilidad Electromagnética) que incluya los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de la norma EN 50121 Aplicaciones Ferroviarias: Compatibilidad Electromagnética
- Estudio particular de la corrosión provocada por las posibles corrientes vagabundas de tracción, tanto en la propia infraestructura de la L2MB como en infraestructura de terceros agentes
- Medición del entorno electromagnético a lo largo de la traza de la L2MB, previa a la puesta en servicio
- Plan de medidas para determinar el entorno electromagnético a lo largo de la L2MB tras su puesta en servicio
- Sistemas y equipamiento sin producción de emisiones electromagnéticas que puedan resultar perjudiciales para las personas (usuarios o peatones), incluso aquellos con condiciones médicas especiales (marcapasos, etc.)

3.2.4.10. Protección contra descargas atmosféricas y corrientes parásitas

En el diseño de factibilidad se ha contemplado un sistema de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico. Este sistema se implementará a lo largo del tramo en viaducto y en las vías férreas del patio-

taller por la presencia de catenarias en zonas de intemperie, y se conectará al sistema eléctrico de puesta a tierra.

Para las edificaciones en superficie se consideraron los riesgos por impactos de rayos de acuerdo con los lineamientos indicados en la norma NTC 4552: Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos).

En conjunto con el estudio de riesgos por impactos de rayos, se analizó el sistema de puesta a tierra a partir de los requerimientos establecidos en el RETIE artículo 15 "SISTEMA DE PUESTA A TIERRA", "…*para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla…".* Igualmente, se consideraron los requerimientos establecidos en las normas del Operador de Red.

Todos los sistemas de puesta a tierra estarán interconectados entre sí de acuerdo con lo establecido en el artículo 15.1 del RETIE "REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA" numeral e).

Los campos electromagnéticos generados por el sistema eléctrico serán mitigados y anulados con el sistema de puesta a tierra interconectado a las estructuras de las edificaciones.

3.2.4.11. Uso eficiente de energía eléctrica

De ser necesario en la etapa de construcción, el concesionario implementará los diseños que aplique, para el uso eficiente de energía eléctrica y ahorro energético la utilización de luminarias LED y uso de sensores de presencia en las zonas de oficinas de las estaciones, y patio taller. En la iluminación exterior para alumbrado público, igualmente se han considerado luminarias LED controladas mediante fotocelda individual.

Todos los equipos eléctricos que se suministren igualmente se especifican para cumplimiento del Reglamento Técnico de Etiquetado "RETIQ" de alta eficiencia energética.

3.2.5. Infraestructura asociada al proyecto

3.2.5.1. Campamentos permanentes

No se prevé la necesidad de habilitar campamentos permanentes para la construcción de las obras.

3.2.5.2. Campamentos transitorios

Se prevén campamentos transitorios durante la construcción de las siguientes obras en zonas adyacentes a los sitios donde estas se localizan:

- Pozos de entrada y salida de la tuneladora
- Pozos de ventilación, evacuación y bombeo
- Estaciones subterráneas
- Patio taller (igualmente utilizados para la construcción del viaducto y la estación elevada E11).

3.2.5.3. Patios de prefabricados

Se prevé un patio de prefabricación de dovelas para el revestimiento del túnel en el área 3 de la Figura 141, véase numeral 3.2.5.5 Sitios de acopio y almacenamiento de materiales.

3.2.5.4. Área de acopio de residuos

Véase numeral siguiente 3.2.5.5 Sitios de acopio y almacenamiento de materiales.

El área de acopio deberá ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción.

3.2.5.5. Sitios de acopio y almacenamiento de materiales

En la Figura 141 se presentan de forma esquemática las áreas que servirán para la logística para la construcción del túnel con máquina TBM (Sistema EPB) en el frente de ataque por el pozo de entrada. Se prevén al menos cuatro de dichas áreas, según se describe en la Tabla 49.

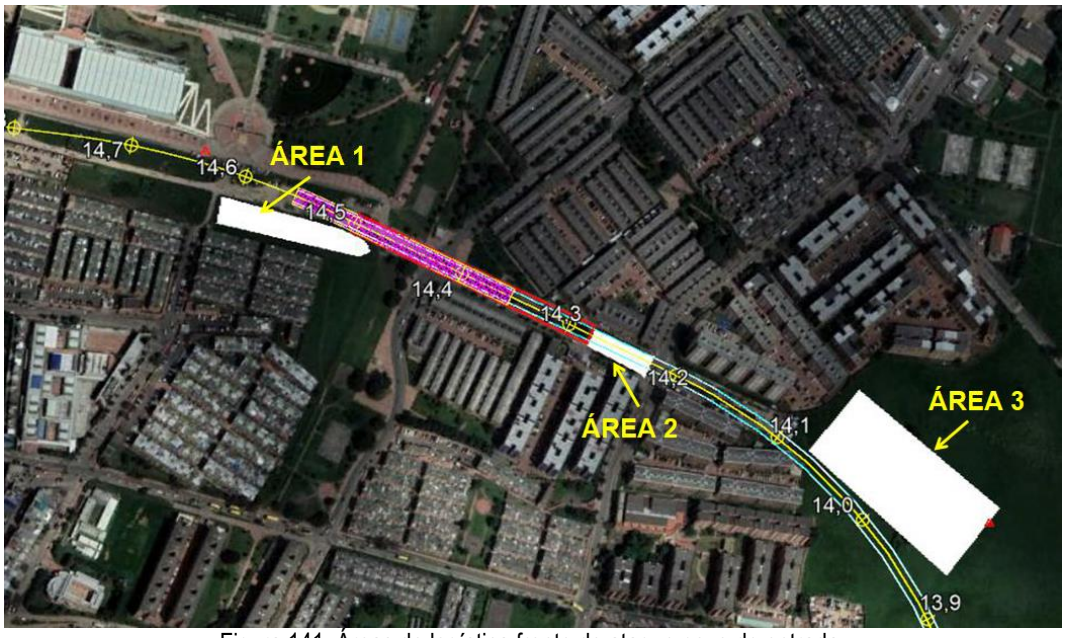


Figura 141. Áreas de logística frente de ataque pozo de entrada.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Tabla 49. Áreas posibles para logística de construcción del túnel en el frente del portal de entrada

ZONA	ÁREA (m^2)	SERVICIO
1	2500	Sistema de acopio temporal y recolección de materiales provenientes de la excavación del túnel
2	850	Sistema de ventilación y ducto, sistema de energía y estructura de enlace de la banda transportadora
3	10000	Zona de almacenamiento de dovelas, planta de dovelas, almacén, patio de acopio de materiales para agregados pétreos para concreto, planta de concretos y/o silos, almacenamiento de aceites lubricantes y combustibles

Fuente: UT MOVIUS 2022

A manera de referencia, en la Figura 142 se presentan vistas de facilidades logísticas en el pozo de ingreso de la tuneladora tipo EPB (de diámetro similar a la L2MB), en la Línea 2 del Metro de Lima. Se observan talleres, oficinas, zonas de depósito y recolección de material que llega por la banda transportadora, ducto y ventilador entre otros.



a. Talleres y zona de acopio



b. Oficinas y comedores



c. Puente grúa y zona de manipulación de dovelas



d. Zona de depósito de llegada de material del túnel – Banda transportadora



e. Ventilador y ducto

Figura 142. Facilidades logísticas Línea 2 Metro Lima, Perú, actualmente en construcción
Fuente: UT MOVIUS 2022

El área de acopio deberá ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción.

3.2.5.6. Sitios de acopio y almacenamiento de combustibles

Se prevé almacenamiento de combustibles en el área 3 de la Figura 141, véase numeral 3.2.5.5 Sitios de acopio y almacenamiento de materiales.

El área de acopio deberá ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción.

3.2.5.7. Almacenamiento de aceites lubricantes

Se prevé almacenamiento de aceites lubricantes en el área 3 de la Figura 141, véase numeral 3.2.5.5 Sitios de acopio y almacenamiento de materiales.

El área de acopio deberá ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción.

3.2.5.8. Movimientos de tierras

Véanse numerales 3.2.3.3 Diagrama de masas (material de relleno y excavación) y 3.2.3.4 Volumen estimado de remoción de la vegetación y descapote.

3.2.5.9. Sitios para disposición de material sobrante dentro de los campamentos

El material sobrante de las obras se almacenará temporalmente en los sitios donde se ubicarán los campamentos transitorios previstos, véase numeral 3.2.5.2. Campamentos transitorios.

El área de acopio deberá ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción.

3.2.5.10. Fuentes de materiales y plantas de procesos

El proyecto no requerirá explotación de materiales pétreos (explotados en minas y canteras usados como agregados en la fabricación de concretos, pavimentos), estos serán adquiridos a terceros que cuenten con los permisos ambientales correspondientes, a continuación se presentan las posibles fuentes de materiales y plantas de procesos. (Ver Figura 141).

3.2.5.10.1. Localización de posibles fuentes de proveedores agregados pétreos.

Las fuentes de materiales de agregados pétreos se encuentran ubicadas en zonas montañosas evidenciando las canteras con disponibilidad de material rocoso, las cuales, dependiendo de sus características litológicas, mineralógicas, texturales, alteraciones y las distancias a los puntos de consumo pueden resultar de interés.

De la lista de proveedores publicada por el IDU el 31 de julio de 2020, se identificaron las siguientes fuentes de materiales potenciales para el proyecto, las cuales se encuentran más cercanas al eje del proyecto. Debido a que no se cuenta con ensayos de laboratorio, se recomienda verificar la información de caracterización de materiales al momento de la ejecución del proyecto.

Tabla 47. Lista de proveedores IDU - Agregados Pétreos

Registro IDU No.	Cantera	Empresa
12	CANTERA EL PENCAL VEREDA BALSILLAS	INGENIEROS GF SAS - (GALVIS FRACASSI)
25	CANTERA CERRO GRANDE- VEREDA BALSILLAS KM 4,5 VÍA LA MESA	DOBLE A INGENIERIA S.A.S
68	KM 4.5 VÍA VEREDA FUZUNGA - CANTERA CUEVA DEL ZORRO.	TEQUIA GONZALEZ FANNY ISABEL
87	CANTERA VILLA PAULA, VEREDA MOCHUELO, LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR	MINER GROUP SAS
373	CANTERA BELLAVISTA, UBICADA EN EL PARQUE MINERO INDUSTRIAL EL MOCHUELO, EN LA VEREDA PASQUILLA, DE LA LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR	GILDARDO RODRIGUEZ VARGAS
405	CALLE 72 B BIS SUR No. 31 - 54, SECTOR ARBORIZADORA ALTA, DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	COMPAÑÍA MINERA LA SACAN S.A.S. – LA SACAN S.A.S.

Registro IDU No.	Cantera	Empresa
455*	KILÓMETRO 3.5, EN LA VEREDA BALSILLAS	INCOMINERIA S.A.S

* Proveedor que pierde vigencia en los próximos 4 meses
Fuente: UT MOVIUS 2022

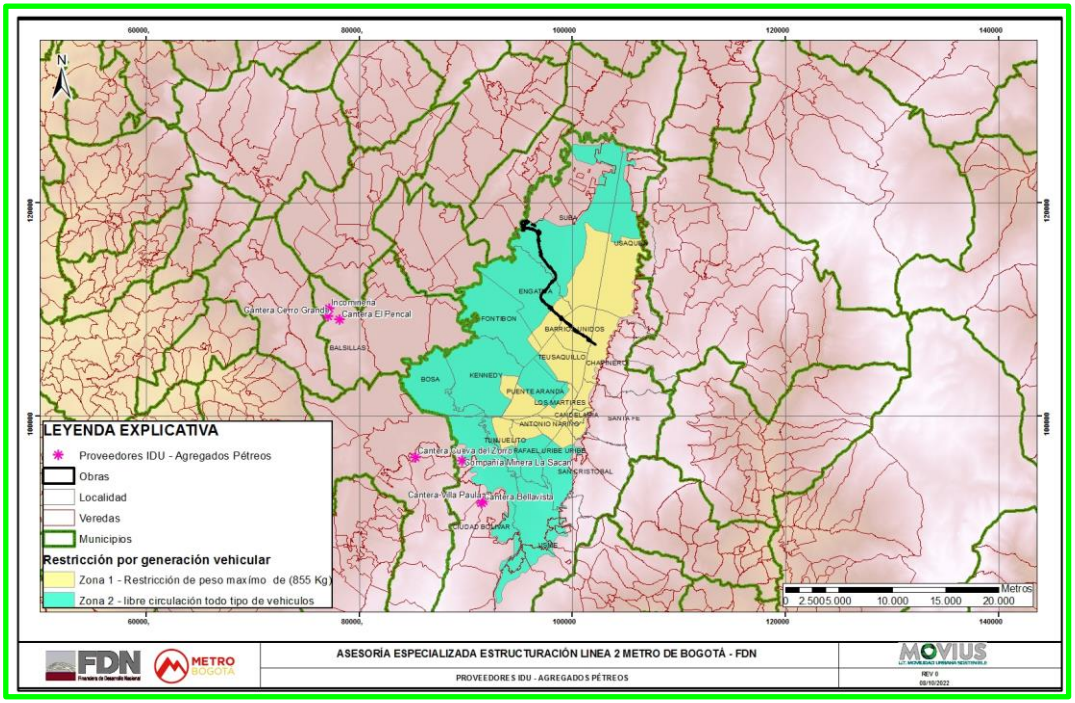


Figura 143. Localización de posibles fuentes de proveedores de materiales pétreos.
Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

3.2.5.10.2. Localización de posibles fuentes de mezclas asfálticas.

Basados en la lista de proveedores del IDU, se seleccionaron cuatro proveedores potenciales de mezclas asfálticas para atender las necesidades del proyecto. Estas opciones se escogieron teniendo en cuenta la vigencia, disponibilidad y distancia al proyecto. En la Tabla 48 se presenta la información relacionada con la empresa y ubicación.

Tabla 48. Lista de proveedores de mezclas asfálticas

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
75	PREDIO VISTAHERMOSA No. 50C-1434220, VEREDA BALSILLAS	ICEIN S.A.S
164*	KM 17 + 200 DE LA CARRETERA CENTRAL DEL NORTE (KR 7 DE BOGOTÁ)	COMPAÑÍA DE TRABAJOS URBANOS S.A.S.

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
385*	PREDIO DENOMINADO RECEBERA EL TESORO, EN LA VEREDA PANAMÁ,	ASFALTOS GR SAS
485*	PREDIO DENOMINADO LA ESMERALDA, CARRERA 17 No. 81 A - 66, SUR, EN LA VEREDA MOCHUELO BAJO DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	PAVIOBRAS S.A.S.

* Proveedor que pierde vigencia en los próximos 4 meses
Fuente: UT MOVIUS 2022

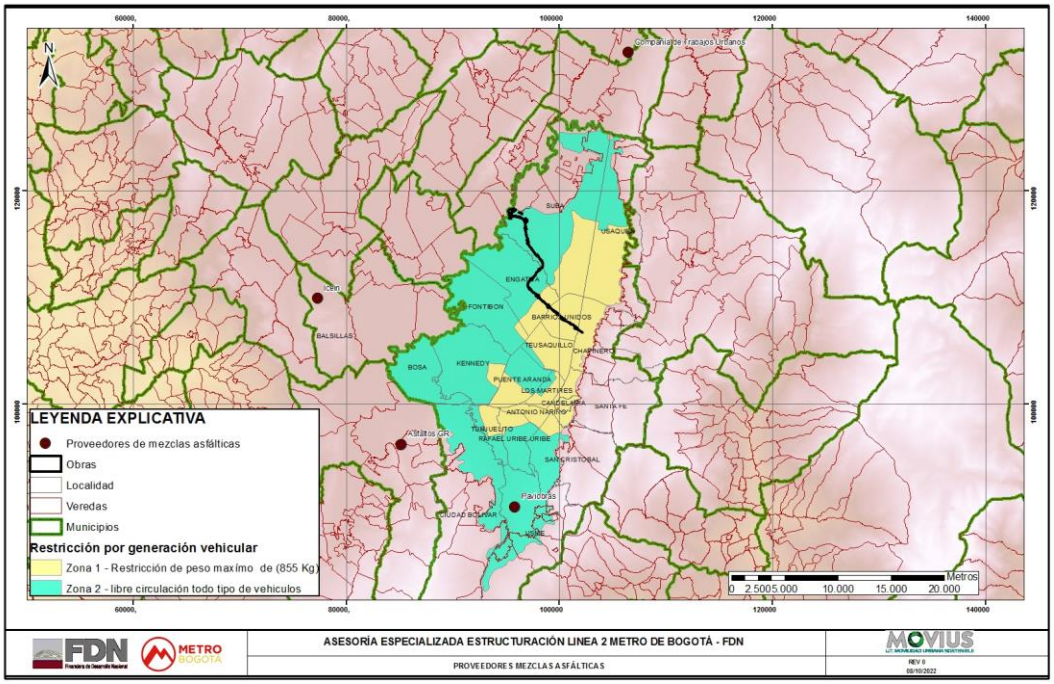


Figura 144. Localización de posibles fuentes de proveedores de materiales plantas de asfalto
Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

3.2.5.10.3. Localización de posibles fuentes proveedoras de concreto..

Entre los proveedores sugeridos por el IDU, se identificaron las siguientes empresas que podrían suplir las necesidades del proyecto de acuerdo a los criterios de disponibilidad y distancia de las plantas. En la Tabla 49 se presenta la información relacionada con la empresa y ubicación.

Tabla 49. Lista de proveedores de concreto hidráulico

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
27	TRANSVERSAL 5 No. 12 – 38, BARRIO CAZUCA	CONCRETOS ARGOS S.A.S

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
31	AUTOPISTA NORTE CALLE 240	CEMEX COLOMBIA SA
216*	PLANTA NEREIDAS - CARRERA 1 (AV. CARACAS) No. 55 A SUR - 21, LOCALIDAD DE USME	CONCRETERA TREMIX S.A.S.
362	CARRERA 62 No. 19 – 04, LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA	CONCRETOS ARGOS S.A.S
420	PLANTA DE CONCRETO UBICADA EN LA VEREDA PUENTE PIEDRA	ICEIN INGENIEROS CONSTRUCTORES S.A.S
449	CARRERA 65 B NO. 18 B -02, LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA	CEMEX COLOMBIA SA
503*	PLANTA SIBERIA, UBICADA EN LA AUTOPISTA MEDELLÍN, EN EL KM 0,5 DE LA VÍA BOGOTÁ -SIBERIA	CEMEX COLOMBIA SA
618*	CARRERA 123 No. 13 - 21, EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN	MEGACONCRETOS SAS

* Proveedor que pierde vigencia en los próximos 4 meses

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.5.10.4. Localización de posibles fuentes de proveedores agregados a partir de residuos de construcción y demolición.

Entre los proveedores sugeridos por el IDU para los materiales a partir de residuos de construcción y demolición, se identificaron las siguientes empresas que podrían suplir las necesidades del proyecto de acuerdo con los criterios de disponibilidad y distancia. En la Tabla 50 se presenta la información relacionada con la empresa y ubicación.

Tabla 50. Lista de proveedores de RCD

gistro IDU No.	Ubicación	Empresa
430	PREDIO UBICADO AUTOPISTA MEDELLÍN KM 1.2 VÍA SIBERIA - BOGOTÁ (ENTRADA PARQUE INDUSTRIAL LA FLORIDA, 600 METROS AL SUR DE LA AUTOPISTA).	CICLOMAT SAS
461*	KM 1,5 DE LA VÍA BOGOTÁ - MEDELLÍN, PUENTE DE GUADUA COSTADO OCCIDENTAL VEREDA VUELTA GRANDE	GRANULADOS RECICLADOS DE COLOMBIA GRECO SAS
473	AUTOPISTA MEDELLÍN KILÓMETRO 1,5 VÍA SIBERIA - BOGOTÁ, ENTRADA FRENTE AL PRIMER RETORNO	CODEOBRAS SAS

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
505	KILÓMETRO 3.8 DE LA VÍA LA MESA, ZONA INDUSTRIAL, VEREDA BALSILLAS	DROMOS PAVIMENTOS S.A.S.
510*	PREDIO DENOMINADO LOTE 10, EN LA VEREDA SAN JOSÉ	RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.S
515	KILÓMETRO 3.5 ZONA INDUSTRIAL, EN LA VEREDA BALSILLAS	INCOMINERIA S.A.S.
517	CARRERA 71 D No. 57 - 10 SUR, LOTE 4, LOCALIDAD USME	SECAM JR EU

* Proveedor que pierde vigencia en los próximos 4 meses
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.5.10.5. Localización de posibles plantas de procesos

Se prevé que el concreto de las diferentes obras del proyecto sea suministrado y distribuido con camiones de empresas concreteras que operan en la ciudad de Bogotá.

3.2.5.11. Otro tipo de infraestructura

El detalle de esta información será objeto de la siguiente etapa del proyecto.

3.2.6. Infraestructura y servicios interceptados

Para permitir la construcción de la L2MB se requiere el traslado de redes secas y húmedas en los sitios interferidos por las obras. Estos traslados se realizarán mayoritariamente en los sitios de estación y en menor escala en los pozos de ingreso y egreso de la tuneladora, pozos de ventilación, accesos y galerías, viaducto y patio-taller.

Para el componente de redes húmedas se trasladarán todas aquellas redes de acueducto y alcantarillado que interfieran con las obras. Para el componente de redes secas se trasladarán las redes de energía, telecomunicaciones, informática y gas natural interferidas en cruces de calzada, intersecciones y espacio público.

Para este efecto, se han implementado soluciones viables para el diseño, proponiendo ya sean protecciones o reubicaciones de las redes que se necesiten, basados en la Ley de Infraestructura No. 1682 de 2013. A continuación se presentan los criterios de soluciones implantadas para los casos de redes eléctricas, redes de gas y redes de acueducto y alcantarillado, incluyendo algunos ejemplos puntuales.

3.2.6.1. Redes eléctricas

Para el inventario de las redes eléctricas existentes de alta, media y baja tensión se partió de información secundaria proveniente de estudios previos y de otros proyectos realizados en el área de influencia, y de la información técnica de redes existentes suministrada por el operador de red ENEL Colombia.

Una vez obtenida la información secundaria antes mencionada, se procedió a validarla y complementarla con una visita a campo y con recorridos posteriores a los sitios del proyecto. Así mismo, se realizaron análisis virtuales realizados con la herramienta Street View del programa Google Earth.

A continuación se presentan fotografías típicas de redes eléctricas presentes en la zona de influencia del proyecto.

En la Fotografía 8 se observa una interferencia típica de redes subterráneas en media y baja tensión, así como de alumbrado público. La fotografía de la izquierda, tomada en la esquina nororiental de la carrera 11 con calle 72, muestra la interferencia subterránea de redes de baja y media tensión, y la de la derecha, tomada en la esquina suroccidental de la carrera 81A con calle 72, una interferencia de red de alumbrado público.



Fotografía 8. Cajas de inspección de redes subterráneas de energía MT 11,4 kV - BT 208/120 V - Canalizaciones
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Fotografía 9 se observa una interferencia típica de los equipos especiales que conforman la red. En la de la izquierda, tomada en el costado suroriental de la carrera 72A con calle 72, se aprecia la interferencia con un transformador en poste tipo H. En la del centro, tomada en la esquina suroccidental de la carrera 81A con calle 72, una interferencia con seccionador tipo cuchilla. Y en la de la derecha, tomada en el costado sur de la calle 72 entre carrera 80 y carrera 81A, una interferencia con un reconectador. Todos estos elementos están en media tensión.



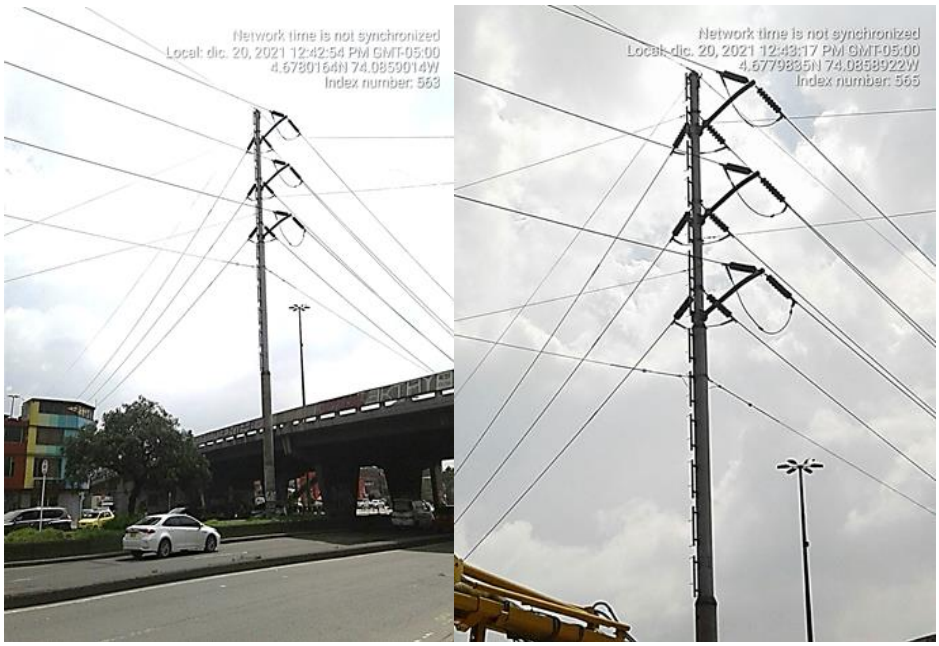
Fotografía 9. Redes aéreas de media tensión 11,4 kV (Transformador - Equipo de maniobra - Reconectador)
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Fotografía 10 de la izquierda, tomada en el costado norte de la calle 72 entre carrera 80 y carrera 81A, se observa una interferencia típica con redes aéreas de baja tensión, conformada por red abierta de baja tensión, alumbrado público y acometidas a predio. Por su parte, en la fotografía de la derecha, tomada en el costado suroriental de la carrera 86 con calle 80, se observa una red subterránea que alimenta un poste de alumbrado público.



Fotografía 10. Redes aéreas de baja tensión 208/120V (Distribución - Alumbrado público)
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Fotografía 11, tomada en el separador central de la carrera 68 con la calle 72,.se observa la estructura doble circuito con cambio de ángulo de alta tensión, con postes metálicos normalizados por ENEL Colombia.



Fotografía 11. Red aérea de alta tensión - 115 kV - Av. 68
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Fotografía 12, tomada en el separador central de la avenida carrera 70 con la calle 72, se observa la presencia de una línea de alta tensión con estructura tipo torre en celosía doble circuito, normalizada por ENEL Colombia.



Fotografía 12. Red aérea de alta tensión - 115 kV - Av. Rojas
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Fotografía 13, tomada en la carrera 103 con Av. Ciudad de Cali, se observa la presencia de la estructura de circuito sencillo de alta tensión con postes metálicos normalizados por ENEL Colombia.



Fotografía 13. Red aérea de alta tensión - 115 kV - Cra 103
Fuente: UT MOVIUS 2022

No obstante su presencia en la zona de influencia del proyecto, no se identifican interferencias con líneas de alta tensión.

A manera de ejemplo, en las figuras siguientes se ilustran las interferencias de redes eléctricas de la Estación E3 Av. 68 del proyecto con los accesos y sobre las galerías de acceso previstos para la misma.

La primera interferencia se presenta sobre un acceso a la estación ubicado en la acera norte de la calle 72 con carrera 68C, el cual se cruza con una red eléctrica subterránea de media tensión con nivel de tensión 11,4 kV con conductor 185 mm2 Al XLPE 15 kV en canalización 6 de 6" + 2 de 3" PVC, CTO Obrero.

La segunda interferencia se presenta sobre la zona donde se localiza la Estación E3 con una red eléctrica subterránea de baja tensión de 208/120 V.

Las demás interferencias se presentan transversalmente sobre las galerías de acceso a la Estación E3, una de ellas en la galería localizada en el costado sur de la calle 72 con carrera 68 C-11, con una red eléctrica aérea de media tensión con un nivel de tensión de 11,4 kV con un conductor de 2/0 ACSR desnudo CTO Obrero.

Sobre la carrera 68C también se requiere el retiro del CD 37294 de 112 kVA ubicado sobre una galería de acceso a la estación. Como solución, y para darle continuidad al servicio, se requiere realizar una subterranización del circuito media tensión denominado Obrero, el cual rodea tanto a los accesos como a la geometría de la Estación E3, en canalización 6 de 6" + 2 de 3" y un conductor de 240 mm2 Al XLPE 15 kV para MT y 4/0 AWG THWN - 600 V para baja tensión, como se observa en la Figura 146.

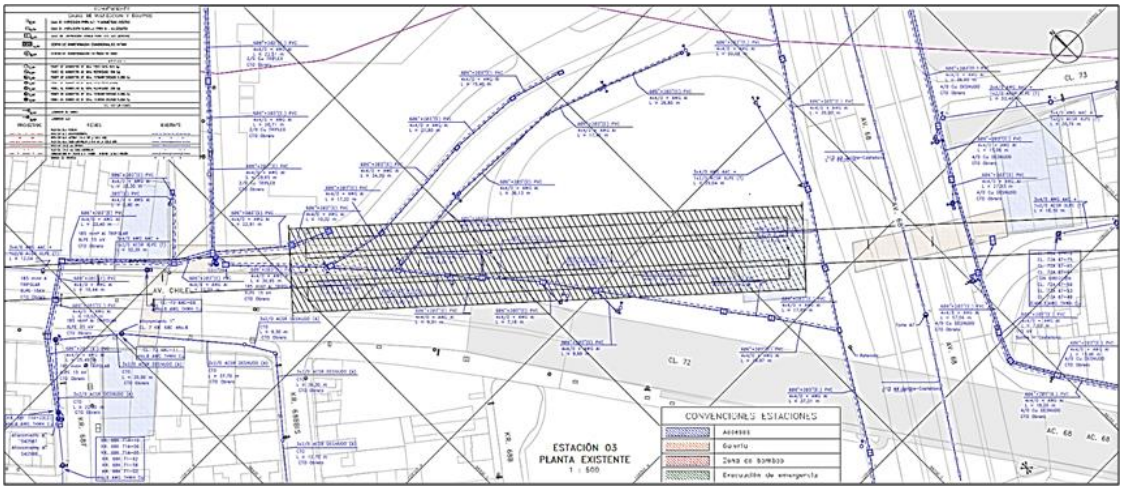


Figura 145. Interferencias en redes eléctricas en la Estación E3
Fuente: UT MOVIUS 2022

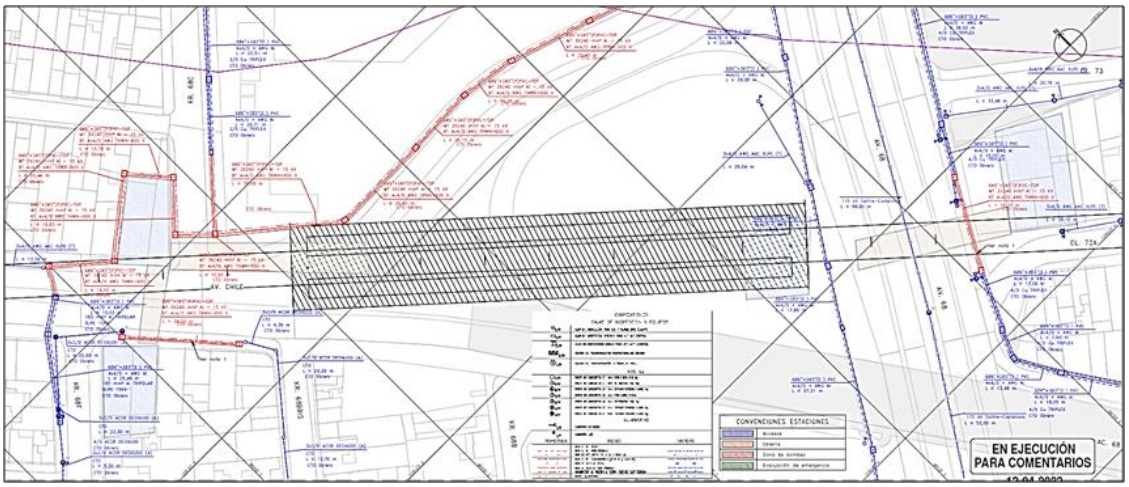


Figura 146. Propuesta de solución para las interferencias en redes eléctricas de la Estación E3
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.6.2. Redes de gas

Inicialmente se recopiló la información disponible del estudio de prefactibilidad de la L2MB e información secundaria proveniente de estudios anteriores. Así mismo, se obtuvo información secundaria suministrada por el operador de las redes de gas VANTI.

Con base en documentos elaborados a partir de la información suministrada por VANTI, se validó su utilidad y aplicabilidad, principalmente con visitas de campo realizadas con personal perteneciente a la mencionada entidad.

Se identificaron dos tipos de interferencias con las redes de gas::

- Interferencias transversales: Corresponden a aquellas redes que se cruzan de forma perpendicular a las estaciones y al alineamiento del metro.
- Interferencias paralelas: Corresponden a aquellas redes que discurren de forma paralela a las estaciones y al alineamiento del metro.

Una vez identificado el tipo de interferencia, se proyectaron las soluciones más convenientes para cada tipo de interferencia. Las soluciones planteadas fueron las siguientes:

- Protección de la red: La protección se implementó cuando la red cruza perpendicularmente el corredor y no es posible el traslado de la misma..
- Traslado definitivo de la red: Esta solución se implementó cuando es posible mover la red desde su ubicación actual.

La intervención necesaria dentro de los límites de intervención del proyecto para solucionar las interferencias detectadas consistirá principalmente en el retiro de las redes domiciliarias y anillos que las alimentan, para aquellos predios privados incluidos dentro de cada polígono de intervención. En el punto de conexión de dichos anillos será necesario instalar un tapón.

Así mismo, en los pocos casos en que hay redes de mayor diámetro alimentadoras de anillos de manzana que están instaladas en las vías o espacios públicos que se cruzan con las estaciones y que serán canceladas, se reubicarán por la ruta más corta que rodee el polígono de intervención.

3.2.6.3. Redes de acueducto y alcantarillado

3.2.6.3.1. Redes de acueducto

Para la investigación en campo de las redes y elementos de acueducto existentes localizados en la zona de influencia del proyecto se tomó como referencia la base de datos del Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial SIGUE de la EAAB-ESP, la cual contiene la información topológica y geométrica de las redes, así como los atributos para cada tramo, incluyendo longitudes, cotas, tipo de material y datos de construcción, entre otros.

Una vez identificados los diferentes elementos, se llevó a cabo una revisión de los proyectos ejecutados que comparten espacios con el proyecto L2MB y para los cuales se habían realizado investigaciones de campo. Como resultado de lo anterior, se generaron esquemas básicos para proceder a realizar la inspección visual de los elementos de acueducto en el corredor de la L2MB que requerían validación, y de esta manera verificar la conectividad y topología de las redes.

De la EAAB-ESP se recibió información correspondiente a los datos técnicos de la obra y archivos *shapefile* del sistema SIGUE, correspondiente a la zona de intervención de la red matriz y redes menores.

En resumen, para la revisión de interferencias de redes de acueducto que se ven afectadas con la proyección de las estructuras del proyecto L2MB se trabajó con la siguiente información de insumos:

- Estudios y diseños de Prefactibilidad L2MB
- Información geográfica base IDECA
- Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial (SIGUE)
- Sistema de Información de Normalización Técnica (SISTEC)
- Trazado del corredor L2MB
- Trazados Pilas Primera Línea Metro de Bogotá
- Levantamientos topográficos

3.2.6.3.1.1. Redes matrices

Los criterios de diseño de las redes matrices fueron los siguientes:

- Los desvíos propuestos deben tener como máximo las mismas pérdidas del tramo actual que se reemplaza, para conservar el actual funcionamiento hidráulico del sistema.

- Para definir los valores actuales y proyectados de pérdidas de energía se supone que en la red existente la velocidad de flujo es de 2,50 m/s, considerando que esta velocidad es la máxima permitida en la norma NS-033 (EAAB-ESP, 2005).

- La velocidad de operación de las líneas matrices debe estar dentro del rango de 0,50 m/s a 2,50 m/s, de acuerdo con lo indicado en la norma NS-033 (EAAB-ESP, 2005).

- Los desvíos se proyectan con tuberías del mismo material del tramo existente, siempre y cuando sean aceptados por la EAAB-ESP, en el numeral 4.1.1 de la norma NP-032 (EAAB-ESP, 2019). En caso de no cumplir con este criterio, se selecciona un material aceptado en la norma.

- Los puntos de derivación y alimentación que se modifiquen por desvíos de la red matriz deben ser equivalentes y preservar los esquemas físicos de sectorización establecidos por la EAAB-ESP para la operación del servicio. Las características y localización de los accesorios planteados en el diseño cumplen con lo estipulado en las Normas Técnicas de la EAAB-ESP.

- Se recomienda la protección con cárcamo para los tramos de tuberías existentes por conservar o modificar, con profundidad a lomo menor a 1 m, de acuerdo con las normas NS-035 (EAAB-ESP, 2004) y NS-033 (EAAB-ESP, 2005) de la EAAB-ESP.

- Las distancias mínimas entre los desvíos de redes matrices proyectadas y los colectores de aguas residuales son de 1 m en dirección horizontal y 0,3 m en la vertical, de acuerdo con lo indicado en la norma

NS-033 (EAAB-ESP, 2005). En los casos que no es posible cumplir con este criterio, se proyecta una protección con neopreno para evitar la transferencia de aguas residuales y/o pluviales a la red matriz.

- Los diseños detallados de las redes matrices a cargo del constructor deberán cumplir con la normatividad vigente a la firma de su contrato. Se proyectarán ventosas en los puntos altos y purgas en los puntos bajos. En el caso de las ventosas, se debe realizar la verificación de necesidad de las mismas. Sin embargo, se instalarán en todos los puntos altos, puesto que la pendiente de la red es relativamente baja (So<1,0%) y se puede asumir como constante. Lo anterior, considerando la recomendación del RAS-2017 de plantear una ventosa cada 300 m cuando las redes tengan una pendiente constante.

- La separación mínima de la cara externa de la tubería a cualquier cimentación debe ser de 2 m, con el fin que los esfuerzos producidos por las cargas de las estructuras no sean transmitidos a las tuberías.

Los criterios para el traslado de las redes matrices fueron los siguientes:

❖ **Túnel**

En este tipo de sección, para el caso de la red matriz se verifica la profundidad de la red respecto al túnel cuando se presenta un cruce perpendicular. En caso que no se presenten interferencias entre las estructuras, se mantiene la configuración existente. Por otra parte, cuando se presenten cruces paralelos, la red matriz debe ser objeto de traslado previa verificación del alineamiento respecto al túnel. Las redes locales y acometidas, por el contrario, mantienen la localización existente.

❖ **Túnel entre pantallas (trinchera)**

En este tipo de sección, cuando se presenta un cruce perpendicular, las redes matrices son trasladadas. Por su parte, cuando se presentan cruces paralelos, en todos los casos las redes deben ser objeto de traslado, previa verificación del alineamiento respecto al túnel.

❖ **Viaducto**

En este tipo de sección, cuando se presentan cruces perpendiculares y paralelos, las redes matrices se mantienen, previa verificación de que no haya afectaciones con las pilas o esfuerzos inducidos por las cimentaciones del viaducto. En caso de que se identifiquen redes afectadas, estas deben ser objeto de traslado.

❖ **Estaciones y accesos a estaciones**

Cuando se presentan cruces perpendiculares y paralelos en los accesos de las estaciones subterráneas y/o elevadas, las redes matrices son objeto de traslado.

Por otra parte, cuando se presentan cruces perpendiculares y paralelos en estaciones, las redes matrices son objeto de traslado. Sin embargo, cuando se trata de redes locales y acometidas, las redes se mantienen, siempre y cuando no se presenten interferencias entre la red y la estructura de metro proyectada.

Las redes matrices objeto de traslado, identificadas con base en lo descrito anteriormente, serán reubicadas según los criterios indicados a continuación y de acuerdo con lo establecido en las normas del SISTEC de la EAAB-ESP:

- La localización de las redes se lleva a cabo siguiendo el alineamiento de las calles y no son proyectadas bajo andenes, salvo excepciones por las condiciones particulares del proyecto.

- Las redes de acueducto son localizadas en zanjas diferentes a las de redes de alcantarillado.
- Las distancias mínimas entre los desvíos de redes matrices proyectadas y los colectores de aguas residuales, son de 1,0 m en dirección horizontal y 0,3 m en dirección vertical, salvo algunas excepciones por las condiciones particulares del proyecto.
- Para los tramos de tuberías en las cuales la cota clave de la tubería se encuentra a menos de 1 m de la rasante, se recomienda la protección de las mismas con cárcamo, de acuerdo con la norma NS-035.
- La separación mínima de la cara externa de la tubería a cualquier cimentación debe ser suficiente para evitar transmisión de esfuerzos por cargas a las tuberías de red matriz.
- Las distancias mínimas para establecer los corredores libres, necesarios para actividades de operación y mantenimiento se establecen según el diámetro de la tubería de la red matriz (NS-033).

3.2.6.3.1.2. Redes menores

Los criterios de diseño de las redes menores fueron los siguientes:

- Para las redes menores de acueducto se identifican y relocalizan los tramos de tubería que se encuentren dentro del límite de intervención del proyecto y estén afectados por las condiciones de la L2MB. Esta actividad se desarrolla validando el trazado propuesto durante la etapa de factibilidad.
- Los desvíos se proyectan en los materiales y diámetros indicados en la normatividad de la EAAB-ESP, manteniendo en lo posible la homogeneidad en la topología de la red existente. El traslado de redes incluye el reemplazo de accesorios tales como codos, tees, tapones, válvulas, hidrantes y reducciones, necesarios para garantizar la conectividad del sistema y el mantenimiento de las condiciones actuales de operación.
- Los tramos de tubería proyectados y sus accesorios se diseñan de acuerdo con las normas técnicas de la EAAB-ESP. Los ángulos de deflexión para los accesorios son de 11,25°, 22,5°, 45° y 90°. En caso de requerir conexiones a redes existentes con diámetros menores a los permitidos en la norma (menores a 4 pulgadas) se proyectan la reducción y empate correspondientes. No se hacen desviaciones de una red menor que se encuentre ubicada bajo pompeyanos, exceptuando casos puntuales donde se compruebe que se afecta negativamente el recubrimiento de la tubería. También se evita la proyección de accesorios bajo los pompeyanos. Los puntos de conexión entre las redes matrices y las redes menores de acueducto se identifican mediante notas en planos.
- En relación con los diseños específicos de las estaciones, se contempla la instalación de por lo menos un punto hidráulico por estación. Para otras áreas auxiliares de las estaciones, la distribución de puntos se realiza de tal forma que desde cualquier lugar sea posible el acceso a un punto hidráulico ubicado a no más de 50 m. Para el caso del patio-taller, se prevé la instalación de por lo menos tres puntos hidráulicos, de manera que se logre abastecer las áreas al interior del patio-taller que requieran suministro. De manera general, y en la medida de lo posible, debe garantizarse que la conducción de agua potable requerida por las estaciones y demás infraestructura asociada al proyecto se realice mediante tuberías y redes existentes que suministren la presión y caudal necesario, sin requerir sistemas de bombeo.

Otros aspectos considerados fueron los siguientes:

❖ **Túnel**

En este tipo de sección, cuando se presentan cruces perpendiculares o paralelos, las redes menores o acometidas mantienen la configuración existente siempre y cuando en profundidad no presentan interferencias con la estructura del metro.

❖ **Túnel entre pantallas (trinchera)**

En este tipo de sección, cuando se presentan cruces perpendiculares o paralelos, las redes menores o acometidas son objeto de traslado, previa verificación del alineamiento de la red respecto al túnel.

❖ **Viaducto**

En este tipo de sección, cuando se presentan cruces perpendiculares y paralelos, las redes menores o acometidas se mantienen, previa verificación de que no se presentan afectaciones con las pilas o esfuerzos inducidos por las cimentaciones del viaducto. En caso de que se identifiquen redes afectadas, estas son objeto de traslado.

❖ **Estaciones y accesos a estaciones**

Cuando se presentan cruces perpendiculares y paralelos en los accesos, las redes troncales, locales o domiciliarias son objeto de traslado. Por otra parte, cuando se presentan cruces perpendiculares y paralelos en estaciones, las redes menores y acometidas se mantienen.

Los criterios para el traslado, renovación y/o protección de las redes menores existentes afectadas por la infraestructura proyectada fueron los siguientes:

- Las tuberías de acueducto menores o iguales a 12" (300 mm) deben estar separadas de los paramentos a una distancia horizontal mínima de 0,5 m. Para diámetros mayores las tuberías deben, en lo posible, ir por calzada y tener un corredor libre para mantenimiento de mínimo de 1 m a lado y lado del borde exterior de la tubería. En el cálculo deben incluirse las cargas vivas que puedan afectar las redes de acueducto. Esta distancia se podrá reducir en casos excepcionales como laderas o callejones, cuando se demuestre que no se puede cumplir este requisito.

- Las redes menores de acueducto se proyectan en andén y/o zonas de espacio público.

- Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado de aguas residuales, lluvias o combinadas, y su cota externa inferior debe estar siempre por encima de la cota clave del alcantarillado. Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicios públicos son 1 m en la dirección horizontal y 0,3 m en la dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.

- En caso de que por falta física de espacio o por un obstáculo insalvable no fuese posible cumplir con la ubicación o las distancias mínimas anteriormente mencionadas, la tubería debe ser aislada con una protección a todo lo largo de la zona de interferencia.

- Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, entre otras, la localización de las redes debe cumplir las exigencias previstas por las entidades correspondientes.

- La profundidad de la red no debe superar 1,5 m, excepto cuando se presenten casos específicos como cruces transversales. Estos cruces deben llevar un tipo de protección de acuerdo con las recomendaciones geotécnicas y la profundidad de la tubería.

- En zonas verdes y peatonales la profundidad mínima es de 0,6 m. En zonas de tránsito vehicular, de 1,0 m.

A manera de ejemplo, en la Figura 147 se ilustran las interferencias de redes de acueducto de la Estación E5 Av. Ciudad de Cali del proyecto.

La Estación E5 se encuentra proyectada sobre el costado nororiental de la Avenida Chile entre las carreras 80 y 80A sobre dos manzanas; haciendo interferencia con una red de 4" en PVC. En consecuencia, la solución adoptada es la suspensión de la red mediante dos tapones en HD.

Sobre la galería de acceso 1 y 2, se encuentra el paso transversal de la red matriz de 16" en CCP denominada CALLE 73 KRA 53, en la que la solución adoptada es la protección de la red durante la construcción de la galería.



Figura 147. Interferencias de Acueducto en Estación 5
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.6.3.2. Redes de alcantarillado

Las redes de alcantarillado que requieren traslado como consecuencia del proyecto L2MB fueron proyectadas a partir de los siguientes insumos:

- Estudios y diseños de Prefactibilidad L2MB
- Información geográfica base IDECA
- Información remitida por la EAAB-ESP sobre contornos ambientales de cuerpos de agua
- Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial (SIGUE)
- Sistema de Información de Normalización Técnica (SISTEC)
- Trazado del corredor L2MB

- Trazados Pilas Primera Línea Metro de Bogotá
- Levantamientos topográficos
- Planos record remitidos por la EAAB-ESP
- Investigaciones de campo de las redes y elementos de alcantarillado existentes en el área de influencia del proyecto, que incluyeron el levantamiento de 1103 elementos de alcantarillado a manera de información primaria.

Los criterios para el traslado de redes de alcantarillado fueron los siguientes:

❖ **Túnel**

En este tipo de sección, cuando se presentó un cruce perpendicular entre la sección túnel y las redes troncales, locales o domiciliarias se mantuvo la configuración existente; para el caso de la red troncal, se verificó la profundidad de la red respecto al túnel.

Por otra parte, cuando se presentaron cruces paralelos, se verificó el alineamiento y profundidad de las redes troncales con el fin de definir la necesidad de traslado; para el caso de las redes locales y domiciliarias se mantuvo la configuración actual.

❖ **Túnel entre pantallas (trinchera)**

Cuando se presentó un cruce perpendicular en este tipo de sección, las redes troncales, locales o domiciliarias se trasladaron. Por otra parte, cuando se presentaron cruces paralelos, se verificó el alineamiento de las redes de alcantarillado respecto al túnel entre pantallas, definiendo así la necesidad de traslado.

❖ **Viaducto**

Cuando se presentaron cruces perpendiculares y paralelos, las redes troncales, locales o domiciliarias mantuvieron la configuración existente previa verificación de que no se presentaran afectaciones en las redes por pilas o esfuerzos. En los casos de que se identificaron redes afectadas se proyectó el traslado de las líneas de alcantarillado.

❖ **Estaciones y accesos a estaciones**

Cuando se presentaron cruces perpendiculares y paralelos de redes de alcantarillado (troncales, locales y domiciliarias) con elementos del sistema L2MB tales como estaciones, pozos de ventilación y accesos, se realizó el traslado de las líneas.

Por otra parte, en el caso de cruces con galerías, se trasladaron todas aquellas redes troncales, locales o domiciliarias que tenían el mismo alineamiento que estas estructuras. Cuando se presentaron cruces perpendiculares, se mantuvo la configuración existente.

Las redes por trasladar, identificadas según los criterios descritos anteriormente, fueron reubicadas tomando en consideración los criterios indicados a continuación y siguiendo las normas del SISTEC de la EAAB-ESP:

- La localización de las redes trasladadas siguió el alineamiento de las calles. De esa forma, los colectores pluviales se ubicaron hacia el eje de la vía mientras que las redes del alcantarillado residual o combinado se localizaron hacia los costados de las mismas. Hubo casos particulares donde se tuvieron variaciones por condiciones particulares del proyecto.

- Las redes de alcantarillado se proyectaron para ser construidas en zanjas diferentes a las de las redes de acueducto. La cota clave de la red de alcantarillado se proyectó para estar por debajo de la cota lomo

inferior de la tubería de la red de acueducto. En algunos casos particulares, por la condición de empalme con redes existentes y por condiciones particulares del proyecto, no fue posible cumplir con este requerimiento.

- La red residual no fue ubicada en el mismo costado de la red de acueducto salvo algunas excepciones.
- La distancia mínima libre de las redes trasladadas a otras redes de servicios públicos es de 1,0 m en horizontal y 0,30 m en vertical, salvo algunas excepciones dadas por la presencia de redes existentes y condiciones particulares del proyecto.
- Se mantuvo el mismo material del tramo existente a excepción de tuberías existentes en gres.
- El traslado de las redes se realizó manteniendo las condiciones hidráulicas de la línea existente (mismo diámetro y mismas cotas de empalme de la línea construida). En ningún caso se desmejoraron las condiciones hidráulicas o de estabilidad de las tuberías trasladadas.
- Dentro de la proyección de estructuras y tuberías se garantizó la conectividad de todos los elementos (existentes y proyectados) del sistema manteniendo en todo momento los sentidos de flujo que se presentan actualmente (topología de la red).

La metodología de dimensionamiento de redes de alcantarillado consideró las siguientes etapas:

- Evaluación hidráulica de cada uno de los tramos que presentan interferencia con elementos de la L2MB mediante la determinación de la capacidad hidráulica instalada y la revisión del funcionamiento de la red. La evaluación hidráulica se realizó a partir de las características físicas y técnicas de tramos (diámetros, materiales y cotas clave, entre otros), obtenidas de la información primaria y secundaria disponible.
- Proyección y chequeo de los tramos proyectados mediante la comparación de la capacidad hidráulica de la red proyectada con la capacidad hidráulica de la red existente original (Ley de Infraestructura).
- Verificación del funcionamiento de la red respecto a criterios de funcionamiento tales como velocidades y esfuerzos tractivos, según lo indicado en la norma NS-085 V4.1

Los criterios de diseño de las conexiones domiciliarias de alcantarillado consideraron los siguientes aspectos:

- Adquisición predial y distribución de las redes una vez realizados los traslados y los alineamientos proyectados, con el fin de determinar la proyección, o no, de domiciliarias.
- Lineamientos establecidos por la EAAB-ESP en el documento *NS-068 - CONEXIONES DOMICILIARIAS DOMÉSTICAS Y NO DOMÉSTICAS,* donde se establece que cada usuario debe realizar la evacuación de sus aguas residuales de manera separada hacia colectores ubicados en la vía pública, por medio de una caja ubicada en el espacio público para el sistema de alcantarillado residual.
- La tubería de conexión entre las domiciliarias y el sistema de alcantarillado debe contar con un ángulo de incidencia comprendido entre 45° y 90° con respecto al sentido de flujo. La caja de conexión debe tener una dimensión interna mínima de 0,60 m x 0,60 m y una profundidad variable entre 0,60 m y 1,50 m medida desde la rasante hasta la cañuela más baja en la caja. En caso de que sea necesario proyectar una caja con una profundidad mayor, se deberá reemplazar por un pozo de inspección.
- Las cajas deben implantarse en áreas de fácil accesibilidad y sin restricciones para actividades de inspección o monitoreo.

A manera de ejemplo, en la Figura 148 y la Figura 149 se ilustran las interferencias de redes de alcantarillado de la Estación E5 Av. Ciudad de Cali.

En el costado norte de la estación 5, las redes residuales existentes se ubican sobre la calle 72A y la carrera 81A. En las condiciones actuales, la red en concreto que drena en sentido sur-norte sobre la calle 72 A tiene 0,20 metros de diámetro. Debido a la interferencia con el espacio público, su traslado es indispensable. Por la naturaleza de la intervención proyectada y por la afectación de predios que ésta genera, no es necesario incorporar una tubería para el desagüe de las aguas residuales. Se proyectan, en consecuencia, 73 metros de tubería en concreto con 0,20 metros de diámetro para el traslado, y se empalma al sistema existente en el pozo proyectado CMP42665.

En el caso de la red residual con sentido de drenaje occidente-oriente sobre la carrera 81A, se tiene una situación similar a la antes descrita, La red existente, por la intervención proyectada, debe salir de funcionamiento. En consecuencia, se proyecta un tramo en concreto de 18 metros de longitud con un diámetro de 0,20 metros que empalma al sistema existente en el pozo CMP42721.

Para el caso de la red que tiene sentido de drenaje occidente-oriente sobre la carrera 80C, y debido a la interferencia que se genera con la estructura de la estación,.es necesario sacar de funcionamiento 41 metros de red residual. Para este traslado no es necesario proyectar una red, puesto que la interferencia se soluciona intercalando un pozo en el límite de intervención. Con el mismo, los predios que no se ven afectados por las estructuras proyectadas tienen garantizado el drenaje. El pozo proyectado se codificó como PP-05-001.

La red existente sobre la calle 72A con sentido de drenaje sur-norte interfiere con el espacio público proyectado. Actualmente, esta red tiene un diámetro de 0,20 metros en PVC. El traslado se realiza en el mismo sentido de drenaje, proyectando 4 pozos con una longitud de traslado de 113 metros, con un diámetro de 0,20 metros, conservando el material de la red existente. El traslado se hace hasta la altura de la carrera 80, donde por medio del pozo TRP-05-003 empalma con el sistema de alcantarillado existente.

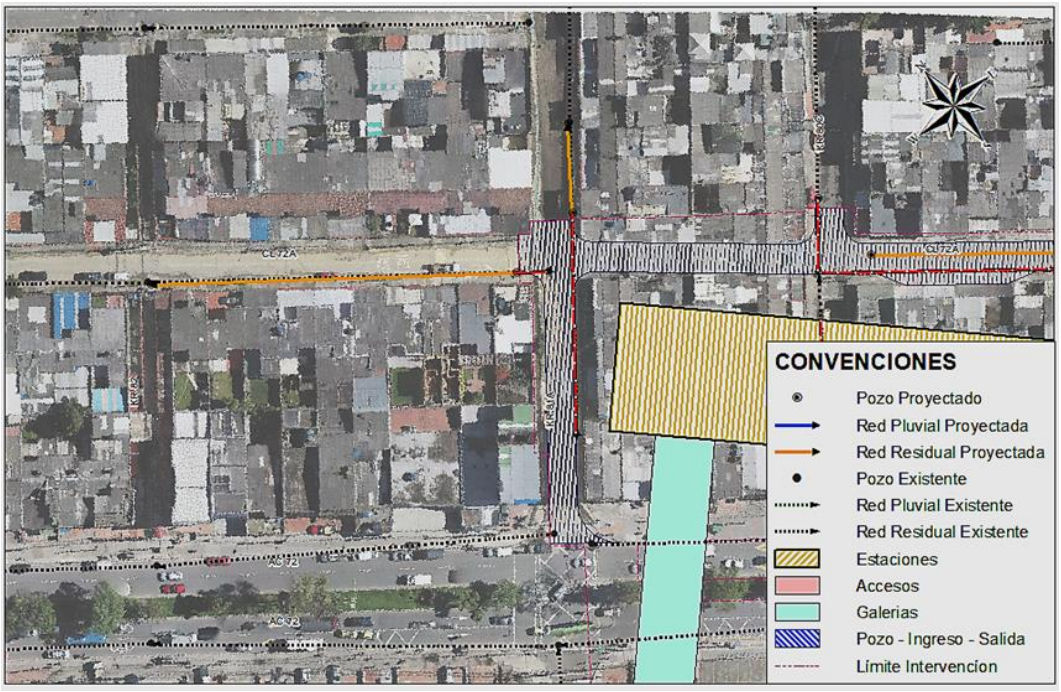


Figura 148. Traslado redes de alcantarillado Estación 5 Calle 72A y Carrera 81A - Red Residual.
Fuente: UT MOVIUS 2022

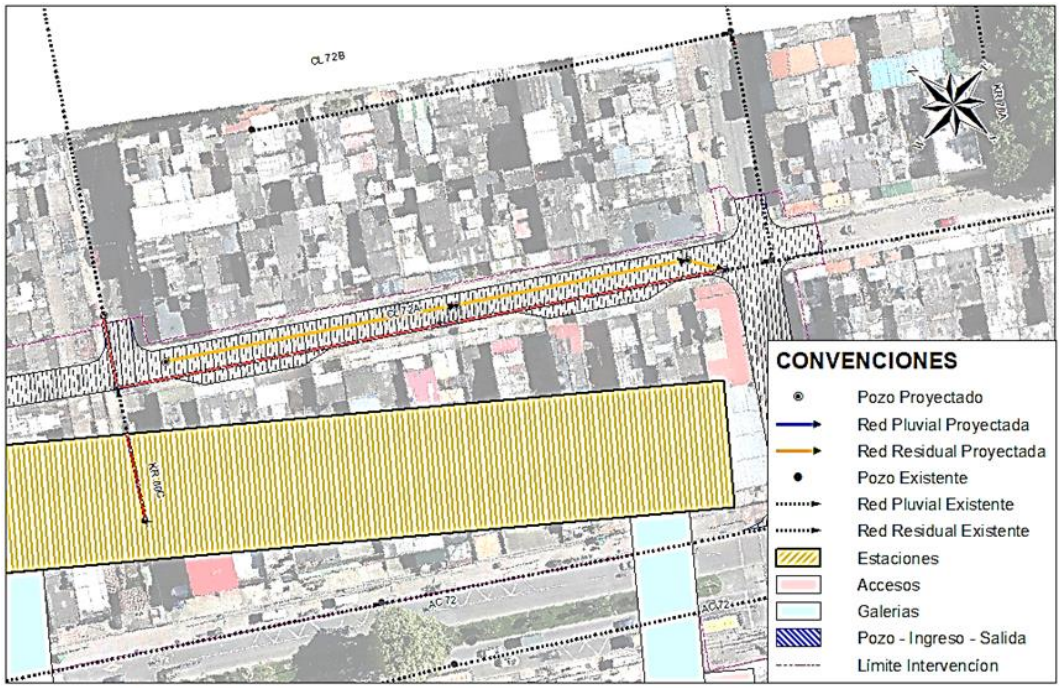


Figura 149. Traslado redes de alcantarillado Estación 5 Calle 72A y Carrera 80C - Red Residual
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.6.4. Redes de tecnología de la información y la comunicación

El análisis de las redes de tecnología de información y comunicación se concentró en el impacto de las interferencias de la infraestructura de propiedad de los operadores ETB, TIGO-UNE y MOVISTAR con las diversas obras proyectadas, debido a que estos operadores cuentan con redes e infraestructura de su propiedad en la zona de influencia del proyecto.

Otro de los operadores de red identificado fue CLARO TELECOMUNICACIONES. Sin embargo, se evidenció que éste no cuenta con infraestructura propia, sino que opera sus redes a través de acuerdos de arrendamiento con la empresa ENEL Colombia. Para este caso, los traslados de sus redes serán realizados de manera conjunta entre las dos empresas.

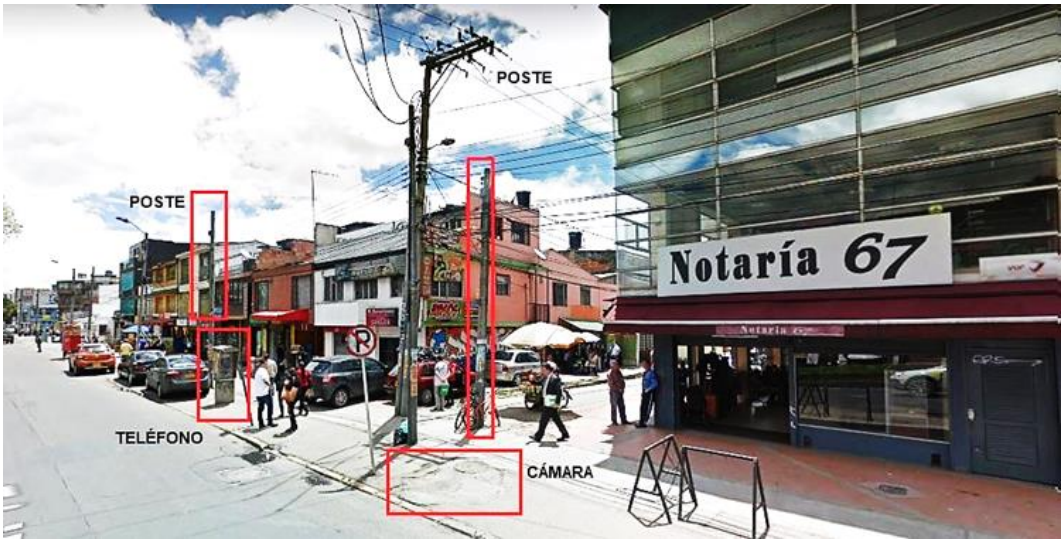
Las gestiones para la adquisición de la información realizadas ante los operadores fueron ejecutadas de acuerdo con lo establecido en el capítulo IV de la Ley 1682 de 2013, la Guía “Coordinación IDU, ESP y TIC en Proyectos de Infraestructura de Transporte” del 29 de diciembre de 2014. Conforme a lo anterior, se obtuvo la siguiente información por parte de cada operador de red de telecomunicaciones:

- Tipología y caracterización de la red o activo según el servicio al que corresponda
- Inventario de elementos que conforman la red o activo objeto de protección, traslado o reubicación y dimensionamiento, según aplique
- Permisos, autorizaciones o licencias concedidas al prestador y/u operador para la instalación de la red o activo
- Momento en el cual fueron instaladas las redes o activos objeto de protección, traslado o reubicación
- Cuantificación de los costos asociados estimados para la protección, traslado o reubicación de la red o activo

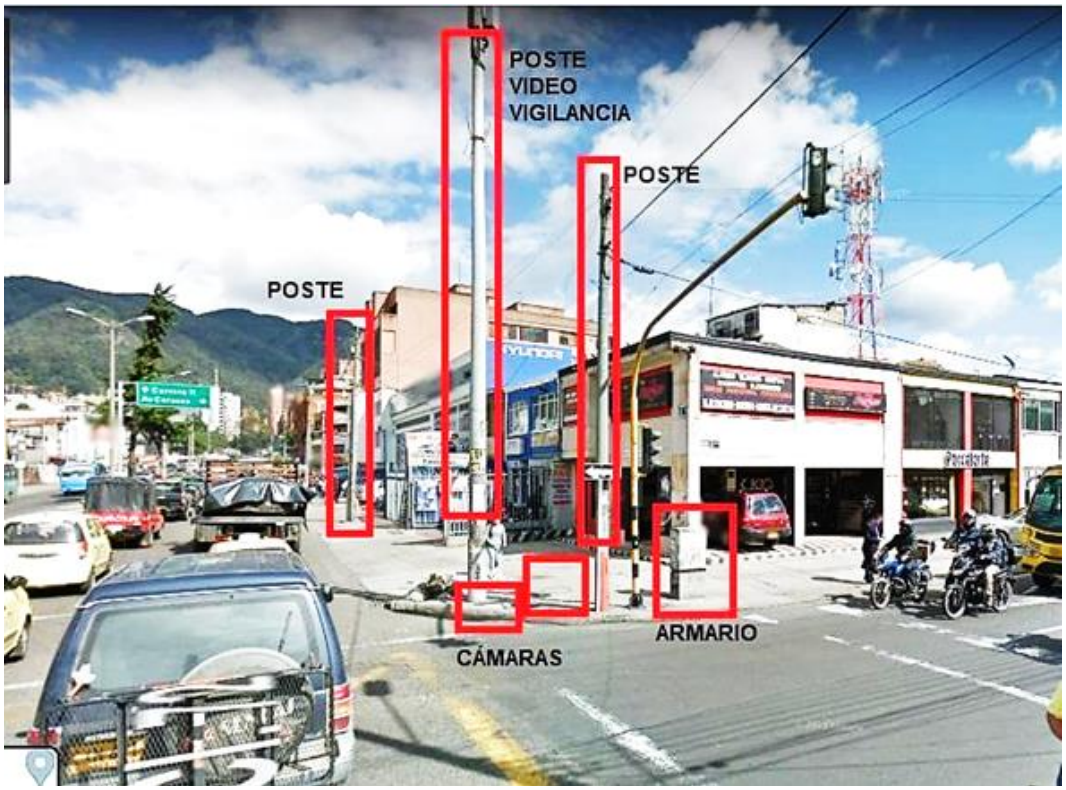
- Acuerdos de confidencialidad que haya lugar a suscribir entre el solicitante, el prestador u operador del servicio, de conformidad con la información entregada en cada caso

Una vez obtenida la información secundaria antes mencionada, se procedió a validarla con una visita a campo y con recorridos puntuales posteriores a los sitios del proyecto. Así mismo, mediante análisis virtuales realizados con la herramienta Street View del programa Google Earth.

A continuación se presentan fotografías de las redes presentes en los lugares previstos para la implantación de algunas de las estaciones del proyecto:



Fotografía 14. Redes de ETB sobre la Calle 72.
Fuente: Google Earth



Fotografía 15. Redes de ETB sobre la Calle 72
Fuente: Google Earth



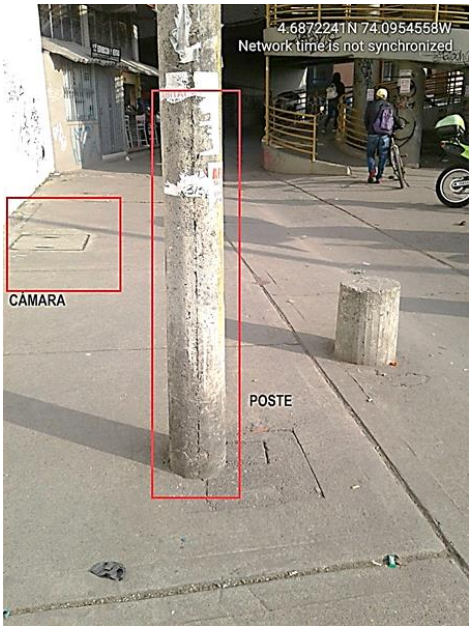
Fotografía 16. Redes de MOVISTAR sobre la Calle 72
Fuente: Google Earth



Fotografía 17. Redes de MOVISTAR en la estación Av, Boyacá.
Fuente: UT MOVIUS 2022



Fotografía 18. Redes de Tigo-Une sobre la estación Av. C. Cali.
Fuente: UT MOVIUS 2022



Fotografía 19. Redes de Tigo-Une sobre la estación Av. Boyacá.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Los elementos que requerirán reubicación son los siguientes:

- Cajas de inspección que interfieran con la construcción de estaciones proyectadas
- Cajas de inspección que por su infraestructura civil y su profundidad sea superior a la cota de la clave de la galería
- Cajas de inspección ubicadas en los accesos de las estaciones
- Elementos de red ubicados en las entradas a pozos de bombeo y salidas de emergencia
- Canalizaciones afectadas por modificaciones en el urbanismo y espacio público, y requieran el traslado de las canalizaciones a un nuevo andén
- Canalizaciones ubicadas en intersecciones a nivel que puedan verse afectadas por la construcción de estaciones proyectadas, las cuales se protegerán y/o se reubicarán
- Canalizaciones ubicadas en sitios de estaciones que por causa de su construcción requieran la reubicación
- Cajas de inspección afectadas por la elevación de las cotas de la rasante en andenes o por adecuación de espacios públicos, las cuales se realzarán
- Redes aéreas que interfieran con estaciones o con su construcción, y redes aéreas que se encuentren dentro del espacio público proyectado, las cuales se subterranizarán
- Canalizaciones afectadas por los pasos o galerías entre el acceso de la estación y la estación, las cuales se reubicarán
- Redes afectadas con otros proyectos o planes parciales que puedan encontrarse vigentes

3.2.6.5. Vías urbanas

Véanse numerales 3.2.1.1.1 Vías y 3.2.1.2 Vías que serán utilizadas por el proyecto, clasificación y estado actual.

3.2.6.6. Demás infraestructura y redes interceptadas

Véanse numerales 3.2.1.1.2 Líneas férreas, 3.2.1.1.3 Otra Infraestructura existente - Deprimido de la PLMB en Av. Caracas con calle 72 y 3.2.6. Infraestructura y servicios interceptados.

3.2.7. Infraestructura necesaria para el patio-taller

3.2.7.1. Localización

El patio-taller está ubicado en el sector noroccidental de la ciudad de Bogotá sobre el predio denominado Fontanar del Río, el cual está delimitado al sur por la Diagonal 151 entre la transversal 141 A bis y la carrera 147, al este por la carrera 147 entre la diagonal 151 a calle 145 y limitado al norte y occidente por el jarillón del río Bogotá. El jarillón posee una cota máxima de 2546,5 y el terreno se emplaza aproximadamente en la cota 2542 msnm. Por otro lado, el desarrollo geométrico del trazado de la vía ferroviaria alcanza la cota 2545,3

El terreno cuenta con un área útil de aproximadamente 33 ha y en su interior se ubica un pondaje de la Empresa de Acueducto y Alcantarillados de Bogotá (EAAB).

El patio-taller se localiza detrás de la Estación Fontanar (E11), ubicación ideal que limita el movimiento de trenes en vacío.

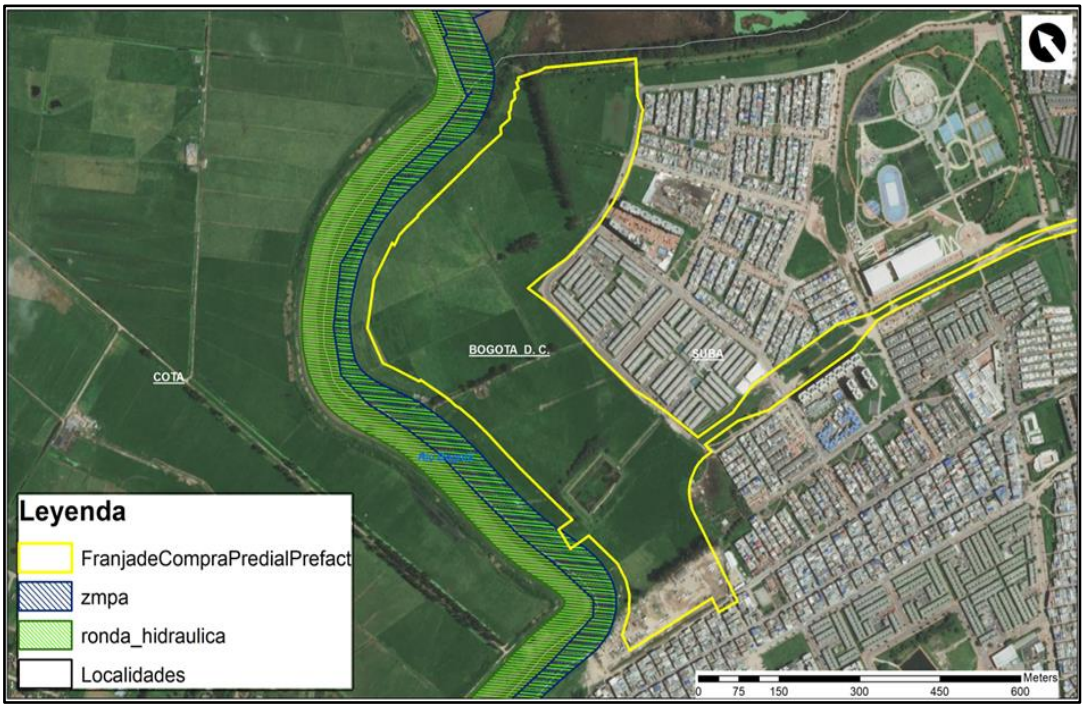


Figura 150. Ubicación del área destinada para el patio-taller en predio Fontanar del Rio
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.7.2. Descripción de las áreas del patio-taller

Teniendo en cuenta los aspectos hidrológicos y geotécnicos de la zona del patio-taller y la necesidad de emplear el área disponible en casi su totalidad para el complejo férreo, se estableció que los rellenos necesarios para la construcción del terraplén y las instalaciones del patio-taller deben tener una altura media aproximada de 3,50 m, con el fin de evitar inundaciones, éstos deberán extenderse en todo el perímetro del área disponible considerando las restricciones propias de los cuerpos hidráulicos cercanos.

Con respecto a las características del subsuelo y teniendo en cuenta la magnitud de los rellenos del terraplén proyectado y los estudios de referencia realizados para la estructuración patio-taller de la primera línea del metro (PLMB), se estableció la necesidad de implementar un sistema de mejoramiento del subsuelo, el cual debe mitigar principalmente el efecto de los asentamientos diferenciales en el cuerpo propio del terraplén para el funcionamiento adecuado de las vías férreas e instalaciones, y mitigar los efectos sobre edificaciones vecinas localizadas al costado oriental del área de desarrollo.

Adicionalmente, el sistema de mejora debe generar una densificación de los materiales superficiales y reducir la susceptibilidad de los mismos a efectos de pérdida de resistencia por esfuerzos de corte inducidos por eventos sísmicos.

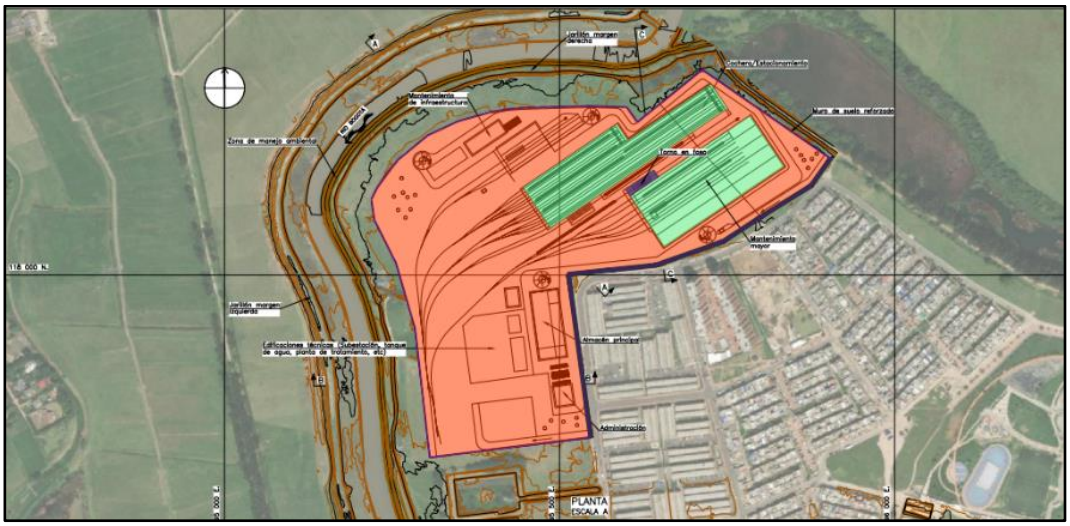
Se requerirá el mejoramiento del suelo por medio de inclusiones rígidas (columnas de módulo controlado). Se conformarán columnas de 0,30 m y 0,50 m de diámetro con longitudes variables entre 20 m y 30 m separados 2,1m de centro a centro. La configuración de las columnas de módulo controlado es semejante a la definida para el patio-taller de la PLMB; y con una presión de contacto similar.

Los asentamientos totales generados se controlarán a través de columnas de módulo controlado. Dichos elementos proporcionan una mejora en la capacidad portante del suelo, así como una menor deformabilidad.

Con la evaluación de asentamientos diferenciales se recomendó la necesidad de implantar una pantalla de columnas alargadas en la frontera del terraplén, los cuales generarán una barrera de aislamiento frente a las deformaciones causadas por el terraplén.

La construcción de las columnas requiere un sistema constructivo pre excavado que ocasionalmente requiere protección (fluidos de estabilización) para evitar derrumbes de la excavación durante la ejecución de los mismos y excavaciones mecánicas, posterior fundición de los elementos, para finalmente restituir las excavaciones adyacentes. Las redes se instalarán con posterioridad a la construcción del terraplén, con el fin de disipar los asentamientos elásticos del mismo.

Como medidas de control adicionales, se contará con un sistema de monitoreo en zonas aledañas al terraplén con el fin de comparar las condiciones de diseño frente a las reales. Este seguimiento no estará restringido sólo durante el periodo de construcción de la obra sino también a lo largo del tiempo de funcionamiento de la misma. Se dispondrá de una red de puntos de control superficial así como de inclinómetros. Estas medidas están establecidas en el Capítulo 11. Plan de Seguimiento y Monitoreo. PMS-ABI-06 Seguimiento y monitoreo a asentamientos en superficie por obras subterráneas.


Zona de manejo ambiental
Terraplenes y pavimentos
Muro de suelo reforzado
Terraplenes y pavimentos
Terraplenes y pavimentos
Terraplenes y pavimentos

3.2.7.3. Criterios de dimensionado

El dimensionado del patio-taller se definió a partir de los siguientes elementos:

- Datos relacionados con el material rodante
- Datos operativos
- Datos relacionados con la infraestructura del proyecto
- Organización de las actividades de mantenimiento
- Organización y dotación de personal de los talleres

3.2.7.4. Organización

Los talleres estarán abiertos 24h / 24 y 7 días / 7, pero durante los fines de semana y festivos la actividad se reducirá a una parte de las funcionalidades. El número considerado de días de apertura en un año, para el proceso de dimensionamiento es de 262 días.

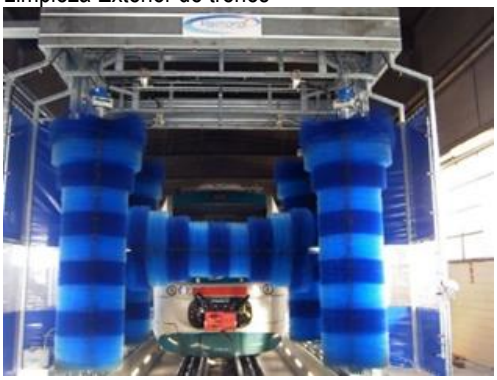
El número de turnos de trabajo considerados por actividad es el siguiente:

- Limpieza: 1 x 8h
- Mantenimiento Ligero y Almacén: 2 x 8h
- Mantenimiento Pesado: 1 x 8h
- Administración del taller: 1 x 8h
- Supervisión de la operación del taller: 2 x 8h
- Seguridad: 3 x 8h

3.2.7.5. Áreas de mantenimiento, almacenamiento y manejo de lubricantes y aceites

Tabla 51. Tabla de instalaciones de mantenimiento

Edificio	Requerimientos	Actividad principal / Imagen de referencia
Cochera / Estacionamiento de trenes	18 posiciones de estacionamiento para trenes de 145 m de largo + 6 posiciones como provisión futura: - 9 vías, 2 trenes por vía + provisión de 6 vías, 1 tren por vía - Área cubierta - 1 área técnica para albergar personal y almacenar equipos de limpieza para el interior de los trenes~ 300m2 3 vías de la cochera pueden utilizarse para limpieza interior reforzada de acuerdo al Plan de	Estacionamiento Actividad Secundaria: Limpieza interior de trenes 

Edificio	Requerimientos	Actividad principal / Imagen de referencia
	Operación Preliminar	
Máquina de lavado	1 vía de lavado de trenes equipada con máquina de lavado - 1 área técnica al lado de la vía: ~220m2 - Debe tener vía libre a cada lado de la planta de lavado equivalente a la longitud del tren (145m)	Limpieza Exterior de trenes 
Limpieza reforzada	- 1 vía de limpieza reforzada dentro y fuera de los trenes, para trenes de 145m de largo - Nota: Esta actividad puede realizarse en la zona de cochera.	Limpieza reforzada Interior y Exterior de trenes 
Taller de Mantenimiento Preventivo	- 2 vías de inspección para trenes de 145 m de largo, para mantenimiento preventivo y correctivo: - 3 vías elevadas sobre postes (con plataformas de acceso al techo fijo) - Taller, almacén, otras áreas técnicas, oficinas ~ 640 m2	Mantenimiento preventivo – niveles 1 a 3

Edificio	Requerimientos	Actividad principal / Imagen de referencia
		
Torno en foso	- 1 vía especializada con un torno de foso para el perfilado de las ruedas. - Debe tener vía libre a cada lado de la planta equivalente a la longitud del tren (145m)	Reperfilado de ruedas  

Taller de Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Mayor	- 2 vías de mantenimiento para mantenimiento preventivo y correctivo incluyendo:
	  - 1 vía sobre losa
	  - 1 vía con foso
	- 1 vía para una cabina de pintura
	- Talleres para la revisión de componentes del tren, almacén, salas de personal para empleados y trabajadores. ~ 10000 m2
		Mantenimiento Mayor – niveles 4 a 5
		 

Edificio	Requerimientos	Actividad principal / Imagen de referencia
		
Sistema Baja Bogies	- 1 vía de mantenimiento correctivo con sistema de sustitución de vía de bogie	
Área de descarga	- 1 vía externa sobre losa de 60 m de longitud. - Esta función puede ubicarse en la zona de almacén externo	Zona de descarga para trenes nuevos 
Taller para vehículos de mantenimiento	- Talleres y oficinas ~1750 m2 - 1 vía de 70m, con foso para mantenimiento de vehículos de mantenimiento al interior del taller - 2 vías de estacionamiento bajo techo, para estacionamiento de vehículo de mantenimiento de infraestructura - Área externa para carga y descarga de camiones	

Edificio	Requerimientos	Actividad principal / Imagen de referencia
Taller de mantenimiento de infraestructura	- Talleres para Telecom, Energía, Vía, AFC, etc. ~1380 m2 - Oficinas - Almacén exterior ~1200 m2	Mantenimiento de Infraestructura 
Almacén	- Almacén principal ~ 4000 m2 - Almacén para respuestos pequeños - Almacén para sustancias inflamables y pinturas	
Vía de transferencia	- 1 vía de transferencia, cambio de conducción auto/manual	
Edificio administrativo y PMPT	- Edificio administrativo ~ 580 m2 - Puesto de Mando del Patio-Taller (PMPT) - Salas de entrenamiento - Oficinas, salas de reuniones, etc.	

Edificio	Requerimientos	Actividad principal / Imagen de referencia
Otros	- Caminos, vigilancia, subestaciones, tanque de agua, planta de tratamiento, - estación de servicio diesel, etc.	
Vía de Pruebas[3]	- Vía para prueba dinámica de trenes, en función de las características del material rodante, puede considerarse como vía de pruebas algún tramo de la línea de circulación que reúna las condiciones mínimas, ya que no es posible incluir dentro del patio	

Fuente: UT MOVIUS 2022

El equipamiento del taller se clasifica en varias categorías:

- Los equipos que tienen interfaces significativas con la obra civil. Entre otros: máquina de lavado de trenes, torno en foso, columnas de elevación.
- Los equipos ferroviarios específicos. Entre otros: Locotractores eléctricos, bancos de pruebas, material auxiliar de encarrilamiento.
- Los equipos estándares de talleres, entre otros: Unidades de soldadura, prensas, guillotina, prensa de plegado, afiladora, máquina de corte a disco, taladro vertical.
- Los equipos individuales comunes, entre otros: caja de herramientas, herramientas de limpieza, medidores, máquinas eléctricas a mano.
- El mobiliario de talleres, entre otros: gabinetes, bancos de trabajo, estanterías.

3.2.7.6. Layout

El layout del patio-taller se presenta en la Figura 154.

[3] El tamaño y la forma del recinto del patio-taller no permitió la integración de una vía de pruebas. En este sentido, las pruebas se realizarán en línea (tramo recto y llano de +/1 km). Se propone para ese fin el uso de la sección de vía ubicada entre las estaciones 9 y 10, que corresponde con estos criterios.

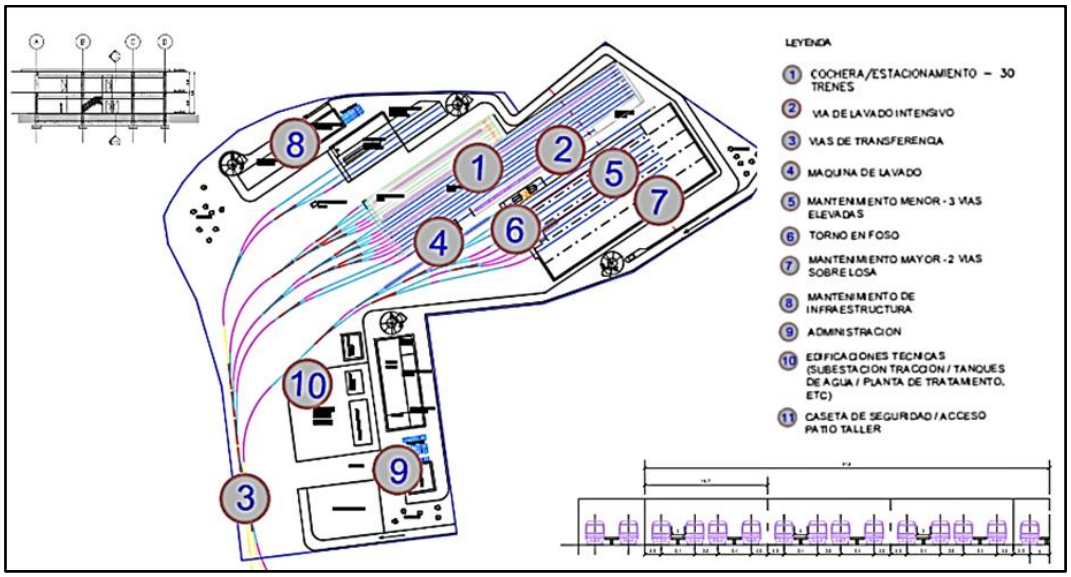


Figura 154. Layout del patio-taller
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.7.7. Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales

Las aguas residuales industriales dentro del patio-taller se generarán del lavado de pisos de las zonas de cocheras y de taller y mantenimiento, y se compondrán mayoritariamente de grasas y aceites producto de grasas y aceites que se utilicen en el mantenimiento de los trenes, y de sólidos suspendidos que el agua arrastre de los pisos y las cuales manejaran un caudal de 20 m3/dia. Las aguas residuales industriales serán conducidas por la red de drenajes hasta el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, el cual estará conformado por un separador API.

El separador API se usa para separar el aceite del agua residual y retener los sólidos y líquidos no miscibles, separables por gravedad. Un separador API es una estructura que trabaja por diferencia de velocidades y gravedades específicas del aceite respecto al agua. En este sistema, el sobrenadante (aceite flotante) es removido del agua mediante desnatadores que recolectan el aceite para ser dispuesto posteriormente.

El separador API que se construirá en el patio-taller tendrá los siguientes componentes internos:

- Una pantalla difusora para fomentar la unión de los glóbulos de aceite en el agua y permitir que el flujo de agua residual por tratar se encuentre homogéneamente distribuido.
- Una sección de módulos tubulares en la mitad del tanque separador API para fomentar la unión de los glóbulos de aceite y permitir que estos asciendan a la superficie del agua para ser recogidos por un desnatador
- Dos desnatadores ubicados al inicio y final del separador
- Dos pantallas retenedoras de aceite
- Un vertedero al final del separador API
- Un tanque interno de 5 m^3 donde llegará el agua tratada después del vertedero
- Una cámara contigua de recolección de aceites

3.2.7.8. Sistemas de almacenamiento y distribución de combustibles

El Almacén General del patio-taller permitirá el almacenamiento de equipos y piezas para las operaciones menores y mayores de mantenimiento. Servirá para albergar repuestos para todo el sistema metro y será el lugar centralizado para la recepción de los materiales, piezas y equipos procedentes del exterior, en el que se deben verificar sus características antes de ingresarlos y ubicarlos en los almacenes que corresponda. En el Almacén General también se controlará la salida de los elementos o equipos requeridos en los distintos talleres.

Cada área de mantenimiento estará provista de armarios de almacén de pequeñas herramientas clasificadas por taller.

Las áreas de almacenamiento locales permitirán un acceso rápido vial desde el exterior y un acceso rápido después las vías de mantenimiento mayor. Los almacenes locales estarán conectados con el Almacén General, el cual los abastece.

El patio-taller dispondrá de una instalación de llenado de gas que será utilizada por los locotractores Diesel y por los vehículos. La estación de servicio será cubierta pero no cerrada, y será accesible por:

- Vías ferroviarias dedicadas al estacionamiento de los trenes de trabajo
- Vías comunes para los vehículos automotores.

La estación estará equipada con un tanque de retención, un pozo de arena, extintores, sistema de recogida y tratamiento de agua, entre otros, y en materia de almacenamiento y llenado de gasóleo cumplirá con las normas colombianas en vigor.

Los tanques de hidrocarburo no serán instalados cerca del sistema de transporte y las tuberías de hidrocarburo que pasan cerca del sistema de transporte dispondrán de medios de aislamiento.

3.2.8. Centro de Control Operacional (CCO)

Para operar una línea es fundamental que los sistemas ferroviarios sean operados de forma controlada, coordinada y supervisada. Para que los aspectos de control, coordinación y supervisión sean efectivos, es necesario hacerlo desde un único punto centralizado desde donde se acceda a toda la información, permitiendo tomar decisiones rápidas y acertadas.

El Centro de Control Operacional (CCO) abarca al conjunto de equipamiento que permite la supervisión y gestión centralizada de todos los sistemas de la L2MB.

1.2.9.1 Funciones

El CCO tendrá las siguientes funciones:

- Supervisión y control de la circulación de los trenes en línea principal y en el Patio-Taller (subsistema *Automatic Train Supervision* – ATS vinculada con el CBTC)
- Supervisión y Control de la energía SCADA-Energía (sistemas de Alimentación de Alta Tensión, Media Tensión, Alimentación Tracción para los Trenes y Alimentación Baja Tensión para estaciones y edificios)
- Supervisión de la seguridad e Información a los pasajeros en las estaciones y en los Trenes (CCTV, interfonía y megafonía, información al pasajero)

- Supervisión y Control de los equipos en estaciones (SCADA Estación)

3.2.8.1. Características

El CCO estará ubicado en los Mezzanines-2 de las estaciones E5 y E6, las cuales ofrecen buena accesibilidad para el personal que allí labore. En consecuencia, el CCO se beneficiará de toda la infraestructura de dichas estaciones.

El CCO de la L2MB será totalmente independiente del CCO de la PLMB.

El CCO de la L2MB contará con un CCO principal (CCOP) y un CCO de respaldo (CCOR) totalmente redundante en una ubicación diferente del CCO principal (CCOP). En caso de que la supervisión desde el CCOP se vea afectada por cualquier incidencia, el control podrá ser tomado de forma inmediata desde la otra ubicación.

El sistema del CCO unificará el control y la supervisión de los siguientes sistemas:

- El sistema SCADA Estación que asegura el control y mando de los equipos electromecánicos en las estaciones (puertas de andén o plataforma, escaleras, ascensores, detectores de incendio, ventilación, bombas, etc.)
- El sistema SCADA Energía que asegura el control y mando de los equipos eléctricos (SER, CDC y SAF)
- El sistema de Megafonía
- El sistema de Cronometría
- El sistema de Información a los pasajeros
- El sistema CCTV
- El sistema de Control de Accesos y Alarmas
- Los equipos de Peaje/ Control de Acceso
- Los sistemas de recaudo
- El sistema de Interfonía
- El sistema de Telefonía
- El sistema de Radiocomunicaciones
- La Red Multiservicios (RMS)
- El Sistema de Gestión del Mantenimiento (MMS)

3.2.8.2. Organización

El CCO garantizará la homogeneidad de la presentación de las pantallas control/comando o IHM entre los diferentes sistemas.

Además de las pantallas de cada operador, un tablero de control óptico (TCO) permite la visualización de los datos de energía, tráfico y CCTV.

La siguiente figura muestra una organización típica que se aplicará al CCO Principal:

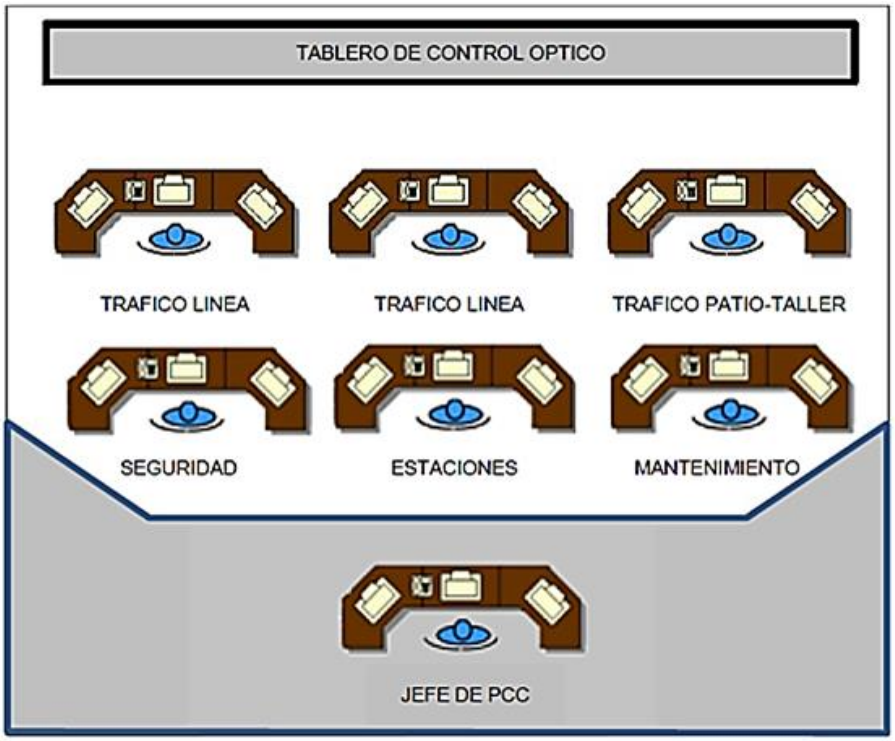


Figura 155. Organización en el CCO
Fuente: UT MOVIUS 2022

El CCO comprenderá siete puestos de trabajo integrados:

- 2 puestos para dos operadores de tráfico en línea que se encargan, en particular, del movimiento de los trenes en las zonas con pasajeros y de la gestión de la energía general de la Línea en función de los eventos de operación. También cuenta con un botón de emergencia que permite cortar la corriente de la línea y con un botón de emergencia que permite cortar la corriente en la zona UTO de los talleres, compartido con el operador PCC descrito anteriormente

- 1 puesto para un operador de tráfico Talleres que se encarga, en particular, del movimiento de los trenes en las zonas sin pasajeros (parte trasera de estación, cocheras). También cuenta con un botón de emergencia que permite cortar la corriente de la línea y con un botón de emergencia que permite cortar la corriente en la zona UTO de los talleres

- 1 puesto para un operador Estaciones que se encarga, más particularmente, de las estaciones e interestaciones, de los equipos electromecánicos, y de la ayuda al cliente (ayudar a la movilidad de las personas mientras estén en el interior de las instalaciones atendiendo peticiones de información y emitiendo mensajes de información)

- 1 puesto para un operador de seguridad de los pasajeros. Su función es gestionar las pantallas del CCTV en las estaciones y los trenes e intervenir en caso de detección de un problema de seguridad. El operador de seguridad puede ayudar al operador de estaciones en sus actividades de información al pasajero

- 1 puesto para un operador de mantenimiento que es responsable de la gestión de la interfaz con los equipos de mantenimiento correctivo de las instalaciones fijas y del material rodante. El operador de mantenimiento gestiona las alarmas transmitidas por el SCADA y se asegura que se organicen las operaciones de reparación por parte de los departamentos de mantenimiento

- 1 puesto para el jefe del CCO, que se encarga de la coordinación total entre puestos de operador a la vez que, en caso requerido, toma el control de cualquier función de operador. También cuenta con un botón de emergencia que permite cortar la corriente de la línea, y un botón de emergencia que permite cortar la corriente en la zona de los talleres.

La organización en el CCO de respaldo podrá ser similar o reducida. Dada su función de respaldo, el número de los puestos de los operadores de tráfico puede ser menor.

Las figuras mostradas a continuación muestran ejemplos de CCO para la operación de líneas de Metro en el mundo:



Figura 156. CCO del Metro de Sidney
Fuente:UT MOVIUS 2022



Figura 157. CCO del Metro de Dubai
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.8.3. Arquitectura típica del sistema de comando y supervisión

La operación desde el CCO principal y el CCO de respaldo se apoyará sobre una arquitectura típica, como la que se presenta en la siguiente imagen:

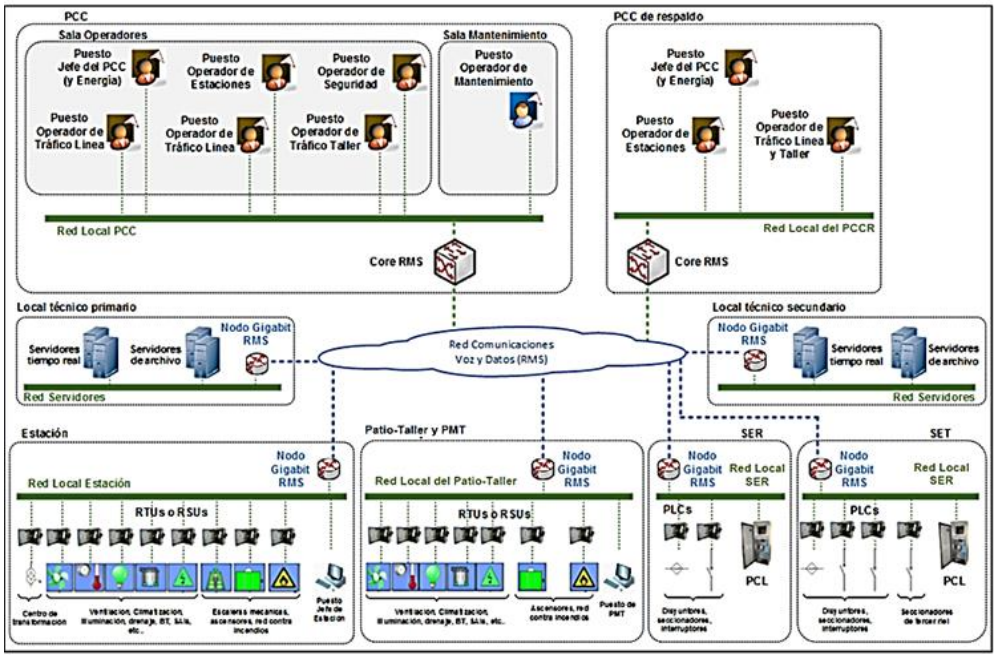


Figura 158. Arquitectura típica del SCS
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.8.4. Ubicación del CCOP Y CCOR

Para la L2MB, considerando la necesidad de un espacio amplio de alrededor de 150 m2 para una sala de control, así como la necesidad de reducir el traslado de los equipos entre el CCOP y el CCOR en caso de incidente, y el costo de construcción, se prevé implementar el CCOP y el CCOR en las estaciones E5 y E6 al nivel Mezzanine -2.

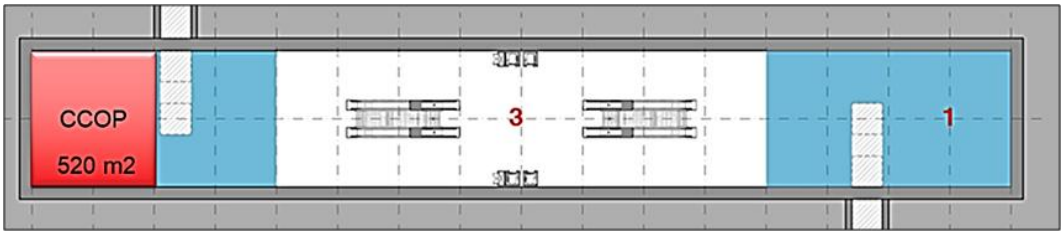


Figura 159. Ubicación del CCOP en al nivel Mezzanine - 2 en la estación 5
Fuente: UT MOVIUS 2022

Tal como se aprecia en la figura anterior, el nivel Mezzanine dispone de mucho espacio para poder implementar el CCO pero también una sala de crisis, salas para los equipos de mantenimiento y sala de capacitación.

Por otro lado, los servidores centrales previstos para la realización de la actividad de control y mando serán instalados en un DATA Center ubicado en el nivel inferior, Mezzanine nivel -3. La proximidad de la sala CCO con el Data Center permitirá reducir la cantidad del cableado y por lo tanto el costo del mismo.



Figura 160. Ubicación del data center al nivel Mezzanine - 3
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9. Estaciones Metro

3.2.9.0.1. Descripción de las estaciones

3.2.9.0.2. Estación 1

A nivel arquitectónico la estación 1 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos en 5 sectores que permitan abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios, por tal razón el nivel de calle y mezzanine -1 cuentan con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida.

- En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas potenciales desarrollables que pueden ser utilizadas para la construcción de proyectos inmobiliarios y fachadas activas con desarrollos comerciales en primeros pisos. A nivel técnico, se plantean como predios fiscales que potencialmente podrán ser subastados o desarrollados por EMB u otro desarrollador.

- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de las seis bocas de acceso, en la parte de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

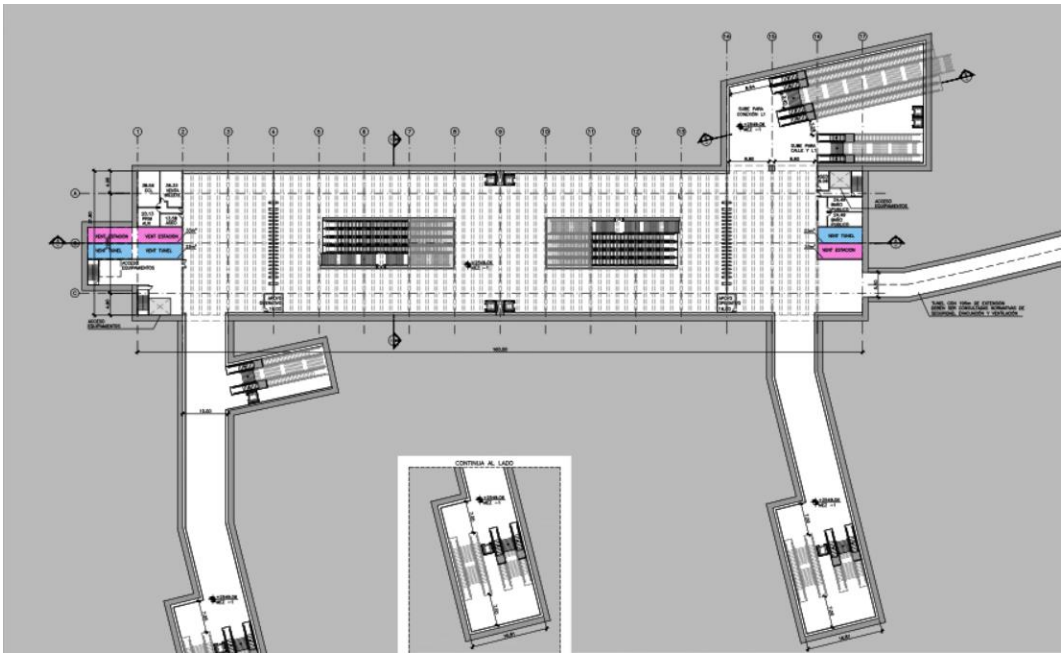


Figura 161. Nivel Mezzanine 1 - Estación 1 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
    - Ventilación estación
    - Ventilación túnel
    - Agua potable y bombas
    - Cuarto de bombeo de agua
    - Cuarto de bombeo
    - Cuartos técnicos
    - SEP
    - BT UPS
    - Telecom 1
    - Telecom 2
    - Señalización
    - Gas
    - Mantenimiento
    - Baño Hombres
    - Baño Mujeres
    - Cuartos técnicos
    - 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

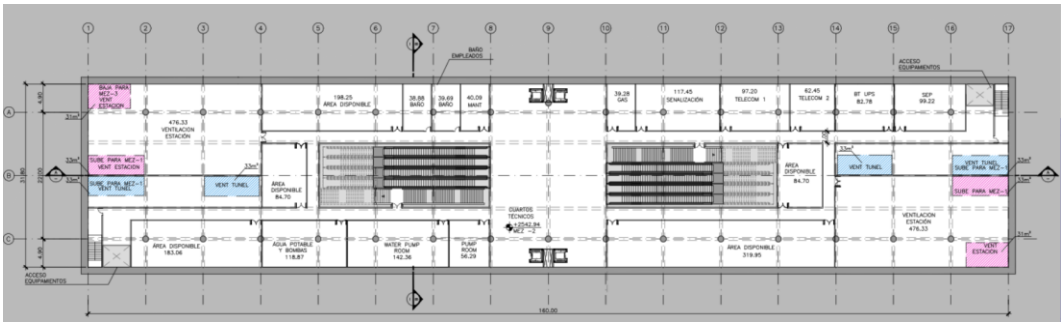


Figura 162. Nivel Mezzanine 2 - Estación 1 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
  - Área para equipos de ventilación túnel.
  - Área para equipos de ventilación estación.
  - 2 Accesos de equipamientos

Al igual que en el mezzanine -2, las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.

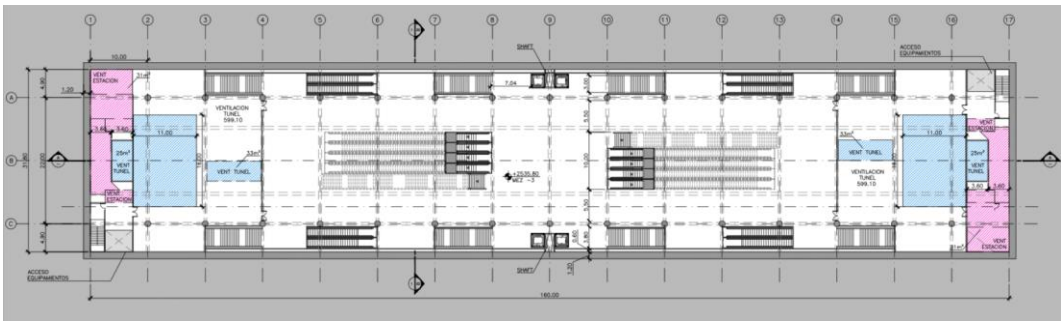


Figura 163. Nivel Mezzanine -3 - Estación 1 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

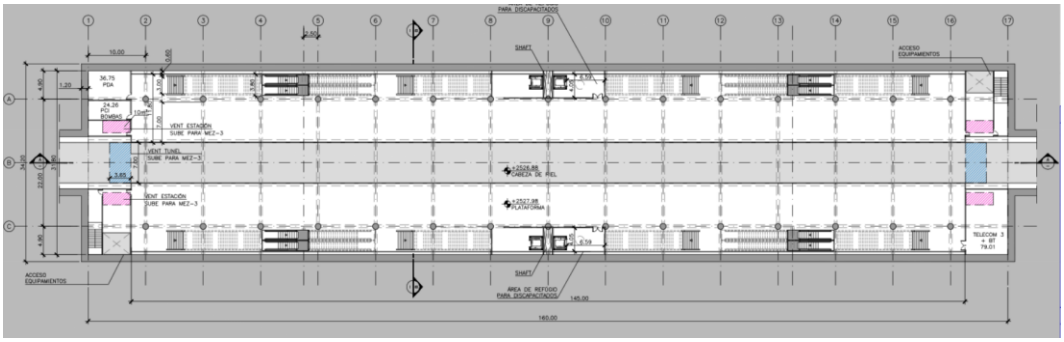


Figura 164. Nivel Plataforma - Estación 1 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.3. Estación 2

A nivel arquitectónico la estación 2 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos en 4 sectores que permitan abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios, por tal razón el nivel de calle y mezzanine -1 cuentan con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida.

Se proyectan dos módulos de acceso adyacentes a la estación que facilitan el ingreso de personas provenientes del costado occidental de la NQS y sur de la Calle 72. Un módulo de acceso desde el costado oriental que permitirá conectar con el BRT de la NQS y Regiotram del norte por medio de galería peatonal que genera vestíbulo en separador central.

En el costado nor occidental se considera la implantación de un acceso de menor tamaño en área de control ambiental del plan de regularización y manejo de la Plaza de Mercado del 12 de Octubre, sobre el cual ingresarán los flujos provenientes de la plaza de mercado junto con población del costado nor occidente sin riesgos para los peatones.

- En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas potenciales desarrollables que pueden ser utilizadas para la construcción de proyectos inmobiliarios y fachadas activas con desarrollos comerciales en primeros pisos. A nivel técnico, se plantean como predios fiscales que potencialmente podrán ser subastados o desarrollados por EMB u otro desarrollador.

- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de cuatro bocas de accesos, en la parte de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

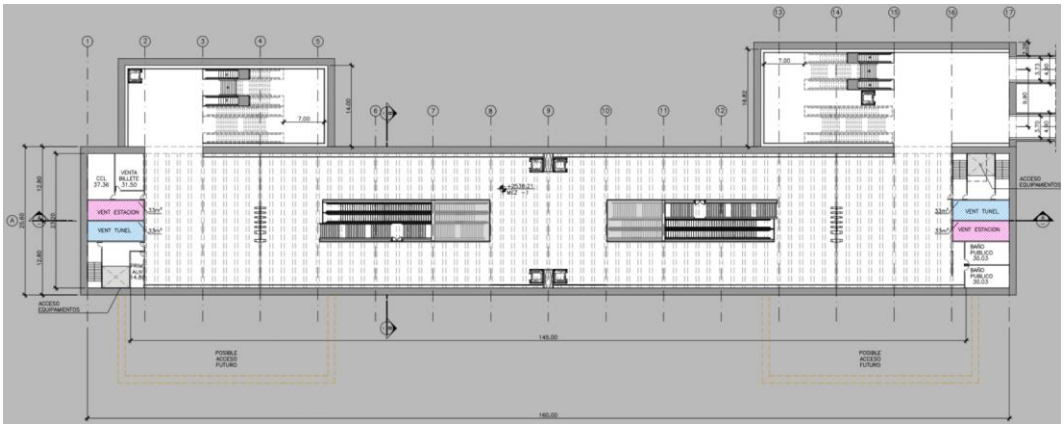


Figura 165. Nivel Mezzanine 1 - Estación 2 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
  - Ventilación estación
  - Ventilación túnel
  - Agua potable y bombas
  - Cuarto de bombeo de agua
  - Cuarto de bombeo
  - Cuartos técnicos
  - SEP
  - BT UPS
  - Telecom 1
  - Telecom 2
  - Señalización
  - Gas
  - Mantenimiento
  - Baño Hombres
  - Baño Mujeres
  - Cuartos técnicos
  - 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

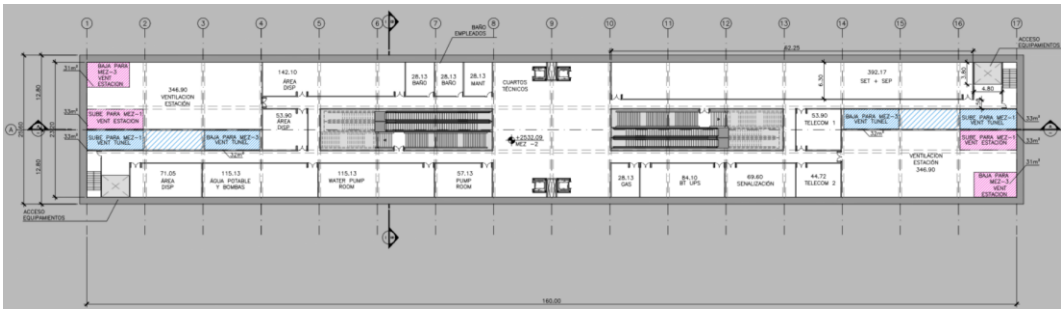


Figura 166. Nivel Mezzanine 2 - Estación 2 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
    - Área para equipos de ventilación túnel.
    - Área para equipos de ventilación estación.
    - 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.



Figura 167. Nivel Mezzanine -3 - Estación 3 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

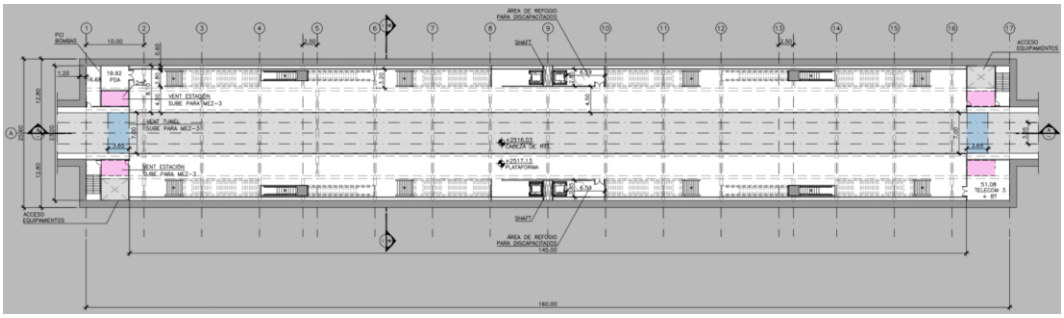


Figura 168. Nivel Plataforma - Estación 3 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.4. Estación 3

- En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas públicas abiertas para evitar impactos en la seguridad vial y generar espacios permeables que permitan el ingreso de peatones y bici usuarios a la estación o biciparqueadero acorde a la red de cicloinfraestructura en proceso de construcción sobre la Av. 68.

- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de cuatro bocas de accesos, en el cajón de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

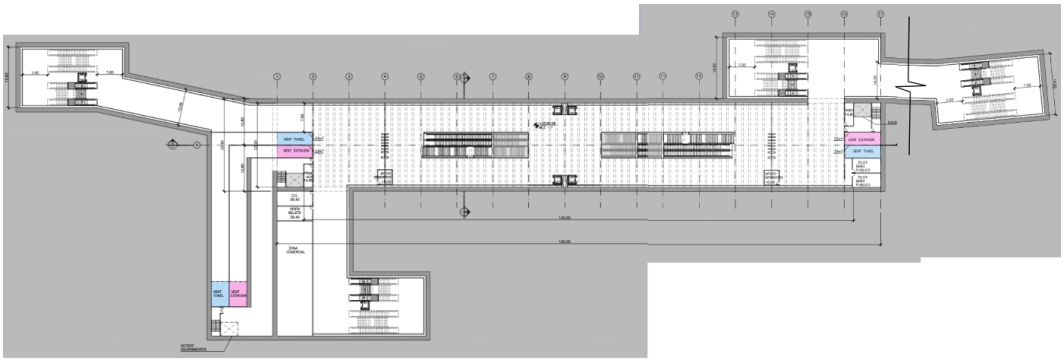


Figura 169. Nivel Mezzanine 1 - Estación 3 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
    - Ventilación estación
    - Ventilación túnel
    - Agua potable y bombas
    - Cuarto de bombeo de agua
    - Cuarto de bombeo
    - Cuartos técnicos
    - SEP
    - BT UPS
    - Telecom 1
    - Telecom 2
    - Señalización
    - Gas

- Mantenimiento
- Baño Hombres
- Baño Mujeres
- Cuartos técnicos
- 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

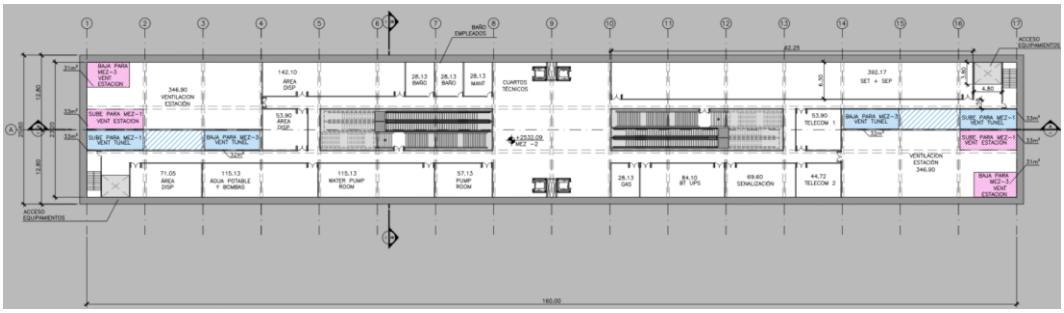


Figura 170. Nivel Mezzanine 2 - Estación 3 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
  - Área para equipos de ventilación túnel.
  - Área para equipos de ventilación estación.
  - 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.



Figura 171. Nivel Mezzanine -3 - Estación 3 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En

los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.



Figura 172. Nivel Plataforma - Estación 3 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.5. Estación 4

A nivel arquitectónico la estación 4 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos en 3 sectores que permitan abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios, así mismo, teniendo en cuenta la presencia de la red Tibitoc sobre la av. Boyacá, se proyecta puente peatonal que permita el cruce seguro de peatones al proyecto desde el costado oriental de la Av. Boyacá.

El planteamiento a nivel de calle y mezzanine -1 cuentan con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida.

Se proyectan dos módulos de acceso adyacentes a la estación que facilitan el ingreso de peatones y biciusuarios provenientes del costado occidental de la Av. Boyacá y sur de la Calle 72, cruzando la Calle 72 al norte se proyecta módulo de acceso, las conexiones se realizan por medio galerías peatonales que conectan con el cajón de la estación en el nivel de mezzanine -1.

En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

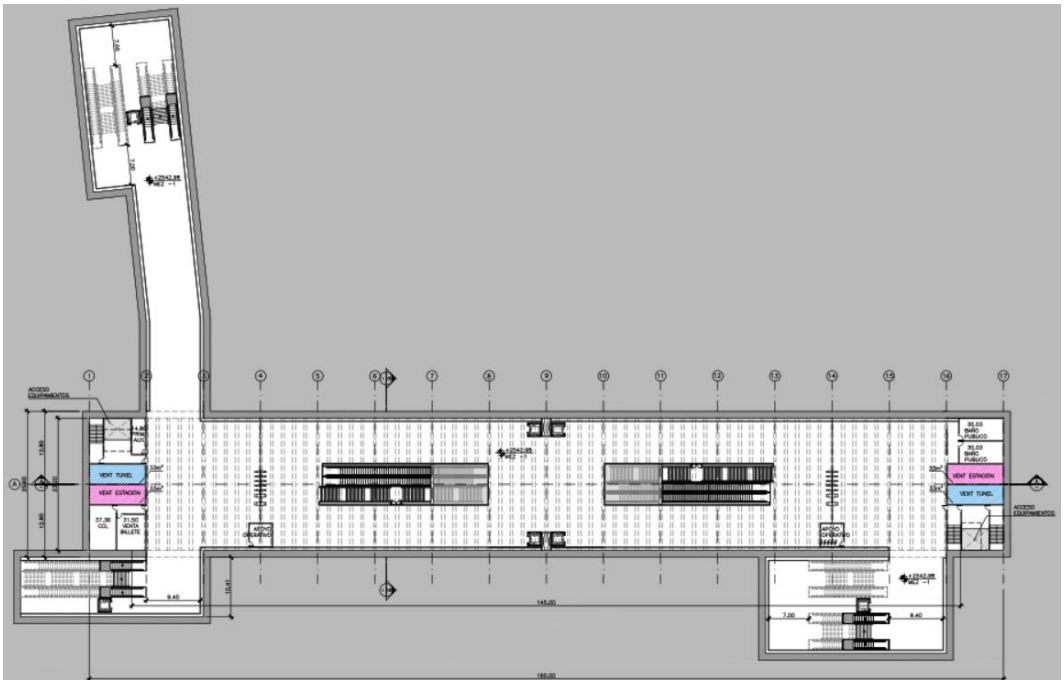


Figura 173. Nivel Mezzanine 1 - Estación 4 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
  - Ventilación estación
  - Ventilación túnel
  - Agua potable y bombas
  - Cuarto de bombeo de agua
  - Cuarto de bombeo
  - Cuartos técnicos
  - SEP
  - BT UPS
  - Telecom 1
  - Telecom 2
  - Señalización
  - Gas
  - Mantenimiento
  - Baño Hombres
  - Baño Mujeres
  - Cuartos técnicos
  - 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

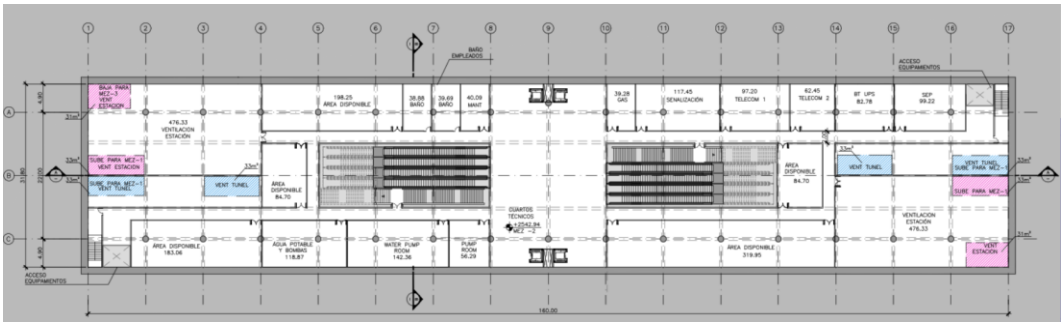


Figura 174. Nivel Mezzanine 2 - Estación 4 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
    - Área para equipos de ventilación túnel.
    - Área para equipos de ventilación estación.
    - 2 Accesos de equipamientos

Al igual que en el mezzanine -2, las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.

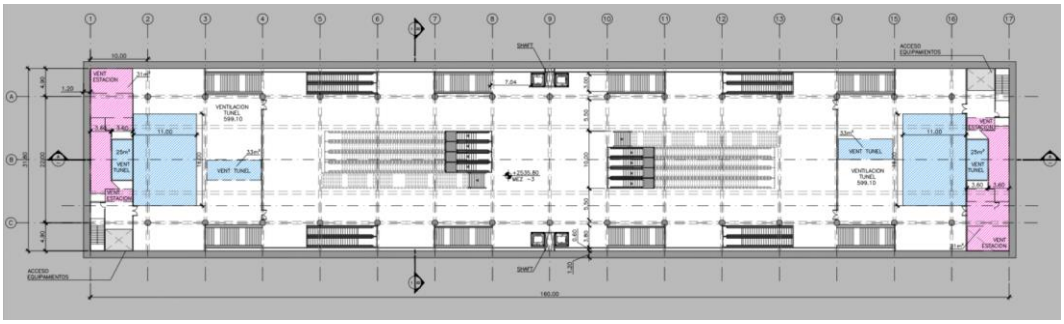


Figura 175. Nivel Mezzanine -3 - Estación 4 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

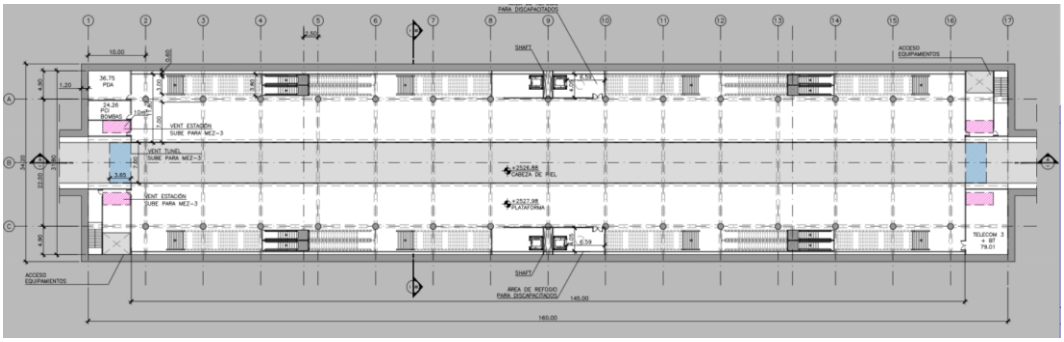


Figura 176. Nivel Plataforma - Estación 4 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.6. Estación 5

A nivel arquitectónico la estación 5 se configura teniendo en cuenta la generación de 2 accesos peatonales ubicados sobre la estación, se aprovecha la ubicación de semáforos peatonales sobre la calle 72 que permitirán el cruce seguro de los usuarios del sistema ubicados en el costado sur de la Calle 72. En el nivel de calle y mezzanine -1, se cuenta con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida.

- En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas potenciales desarrollables que pueden ser utilizadas para la construcción de proyectos inmobiliarios y fachadas activas con desarrollos comerciales en primeros pisos. A nivel técnico, se plantean como predios fiscales que potencialmente podrán ser subastados o desarrollados por EMB u otro desarrollador.
- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de cuatro bocas de accesos, en la parte de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

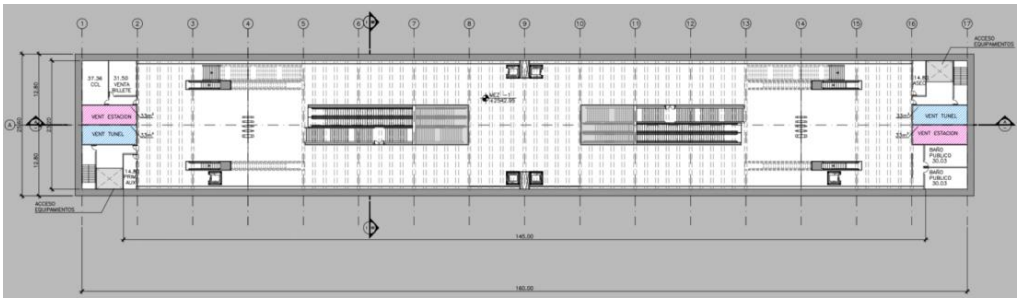


Figura 177. Nivel Mezzanine 1 - Estación 5 L2MB

Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
  - Ventilación estación
  - Ventilación túnel
  - Agua potable y bombas
  - Cuarto de bombeo de agua
  - Cuarto de bombeo
  - Cuartos técnicos
  - SEP
  - BT UPS
  - Telecom 1
  - Telecom 2
  - Señalización
  - Gas
  - Mantenimiento
  - Baño Hombres
  - Baño Mujeres
  - Cuartos técnicos
  - 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.
Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.



Figura 178. Nivel Mezzanine 2 - Estación 5 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
  - Área para equipos de ventilación túnel.
  - Área para equipos de ventilación estación.
  - 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.



Figura 179. Nivel Mezzanine -3 - Estación 5 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

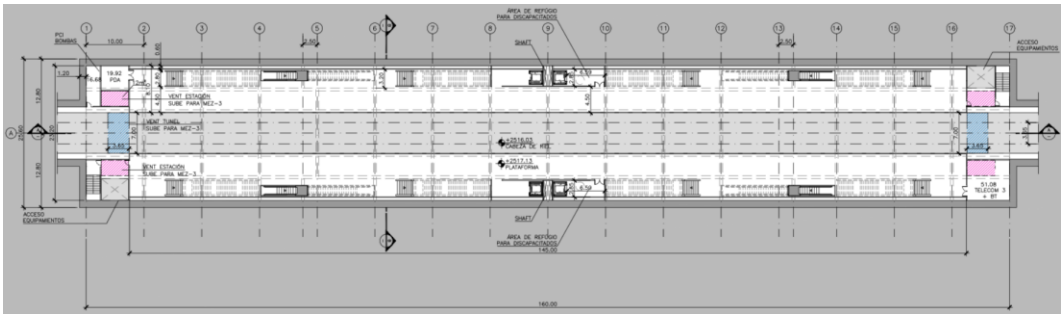


Figura 180. Nivel Plataforma - Estación 5 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.7. Estación 6

A nivel arquitectónico la estación 6 cuenta con las determinantes de la construcción considerando la situación actual y la proyección de la Av. Ciudad de Cali. Se configura teniendo en cuenta la generación de 3 accesos peatonales así:

- 2 acceso se ubican adyacentes al cajón de la estación y permiten la conectividad de población ubicada al occidente de la Av. Ciudad de Cali.

- 1 acceso con rampa peatonal que conecta a través de galería peatonal que reemplazará puente peatonal proyectado por la Av. Cali para permitir conectar de forma directa los 2 sistemas.

- Con relación con el costado norte de la Calle 80 Autopista Medellín se conserva puente peatonal existente para armonizar con el estado actual y permitir conectividad peatonal con la estación BRT existente de la Calle 80 y el metro. Así mismo, se genera la previsión para conectar con el espacio peatonal total de 7 metros de ancho libres y 6 metros de ancho libre para biciusuarios proyectado por el puente vehicular del Contrato IDU-1352-2017.

- Teniendo en cuenta la temporalidad de la construcción del Tramo 3 de la Av. ciudad de Cali, se prevén áreas verdes que a futuro permitirán la construcción de las vías de la intersección con la calle 80.

- En el nivel de calle y mezzanine -1, se cuenta con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida

- En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas potenciales desarrollables que pueden ser utilizadas para la construcción de proyectos inmobiliarios y fachadas activas con desarrollos comerciales en primeros pisos. A nivel técnico, se plantean como predios fiscales que potencialmente podrán ser subastados o desarrollados por EMB u otro desarrollador.

- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de cuatro bocas de accesos, en la parte de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

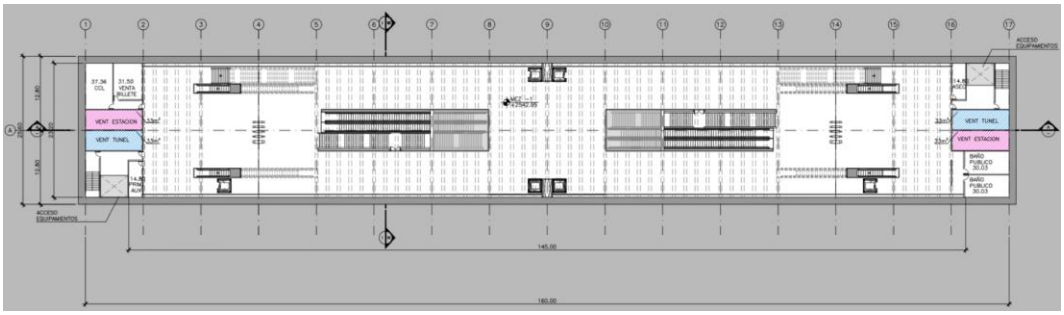


Figura 181. Nivel Mezzanine 1 - Estación 6 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
  - Ventilación estación
  - Ventilación túnel
  - Agua potable y bombas
  - Cuarto de bombeo de agua
  - Cuarto de bombeo
  - Cuartos técnicos
  - SEP
  - BT UPS
  - Telecom 1

- Telecom 2
- Señalización
- Gas
- Mantenimiento
- Baño Hombres
- Baño Mujeres
- Cuartos técnicos
- 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

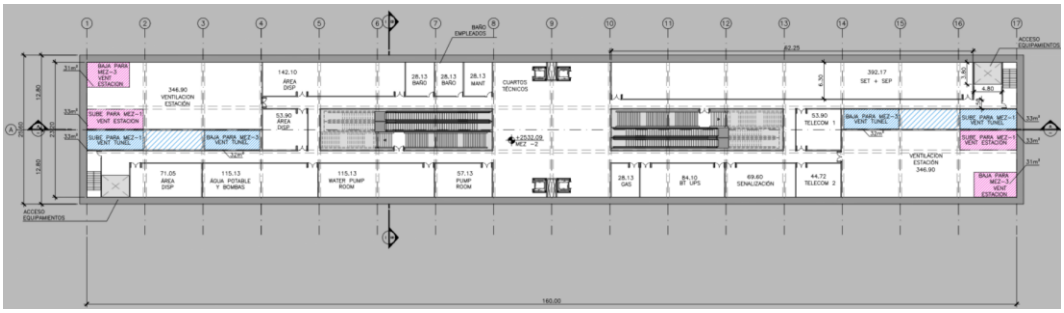


Figura 182. Nivel Mezzanine 2 - Estación 6 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
  - Área para equipos de ventilación túnel.
  - Área para equipos de ventilación estación.
  - 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.



Figura 183. Nivel Mezzanine -3 - Estación 6 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

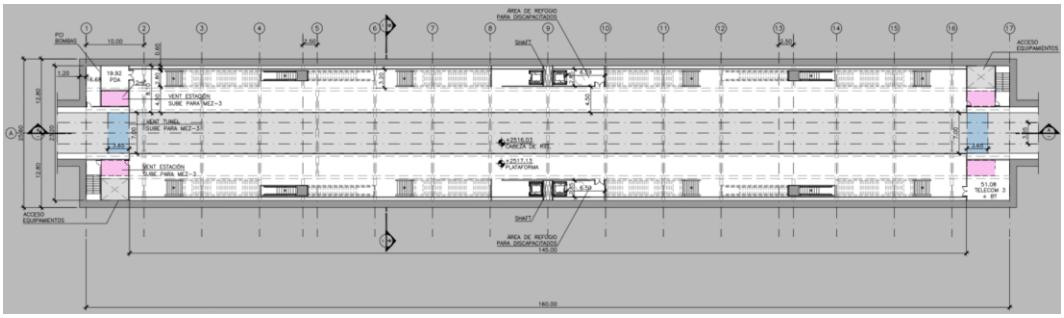


Figura 184. Nivel Plataforma - Estación 6 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.8. Estación 7

A nivel arquitectónico la estación 7 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos en 3 sectores que permitan abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios, por tal razón el nivel de calle y mezzanine -1 cuentan con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida.

- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de cuatro bocas de accesos, en el cajón de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

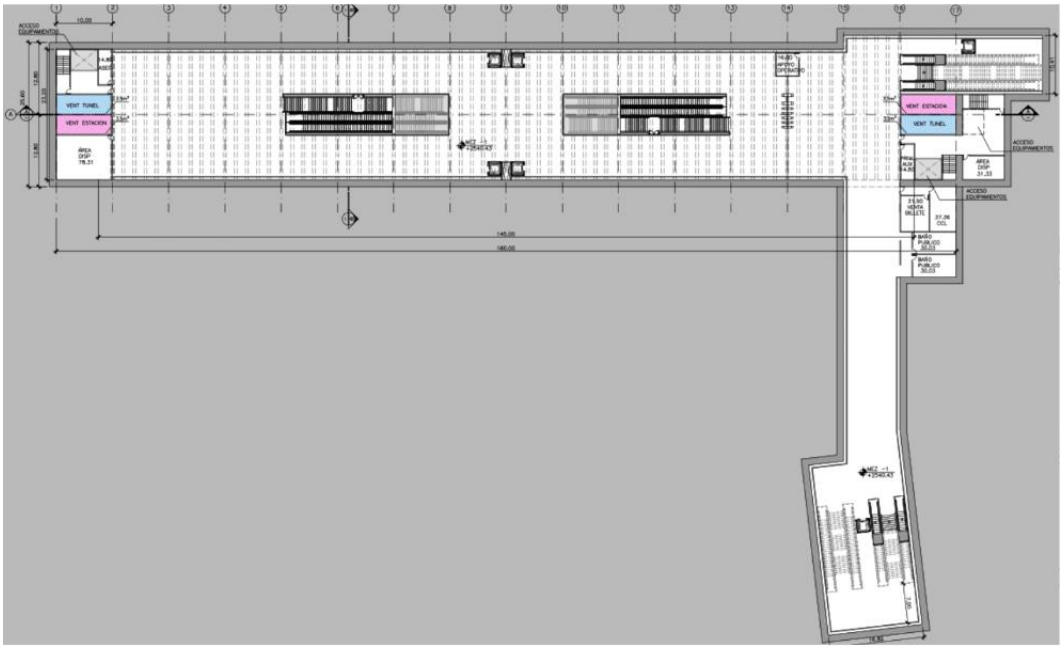


Figura 185. Nivel Mezzanine 1 - Estación 7 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
  - Ventilación estación
  - Ventilación túnel
  - Agua potable y bombas
  - Cuarto de bombeo de agua
  - Cuarto de bombeo
  - Cuartos técnicos
  - SEP
  - BT UPS
  - Telecom 1
  - Telecom 2
  - Señalización
  - Gas
  - Mantenimiento
  - Baño Hombres
  - Baño Mujeres
  - Cuartos técnicos
  - 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

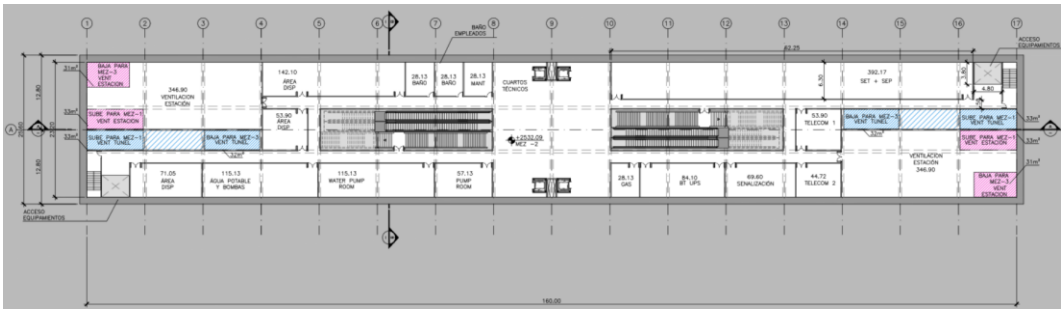


Figura 186. Nivel Mezzanine 2 - Estación 7 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
    - Área para equipos de ventilación túnel.
    - Área para equipos de ventilación estación.
    - 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.



Figura 187. Nivel Mezzanine -3 - Estación 7 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

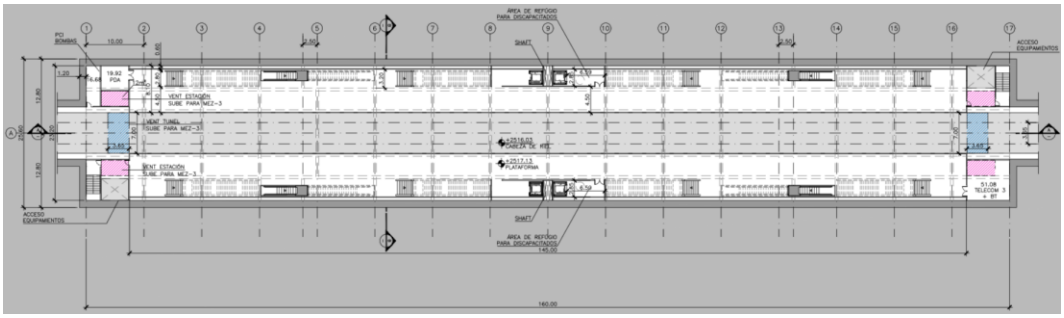


Figura 188. Nivel Plataforma - Estación 7 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.9. Estación 8

A nivel arquitectónico la estación 8 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos en 2 sectores que permitan abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios ubicados principalmente en el costado oriente, por tal razón el nivel de calle y mezzanine -1 cuentan con la presencia de elementos arquitectónicos en los módulos de acceso que permiten la ubicación del usuario en el proyecto y el ingreso sin acumulaciones con el uso de escaleras fijas, mecánicas y ascensores que garanticen el ingreso de población con movilidad reducida.

- En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas potenciales para actividades comenraciales, cicloparqueaderos y terraza comercial y visual del humedal Juan Amarillo solicitado por la comunidad.

- En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de cuatro bocas de accesos, en la parte de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, zona de torniquetes a ambos costados, cuartos de apoyo operativo, dos juegos de escaleras en la parte central (Escaleras mecánicas y fijas), también se observa al otro costado un cuarto de aseo, área para comercio, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación.

- En área paga, se proyectan circulaciones de llegada a escaleras centrales de descenso para dirigirse a plataforma de parada de trenes, así mismo, se cuenta con 2 ascensores a cada lado y baños públicos.

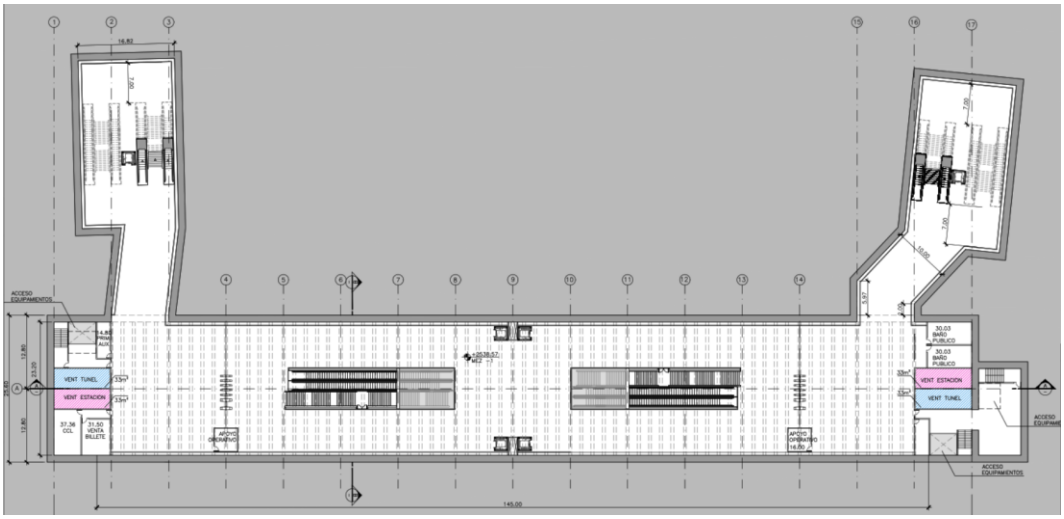


Figura 189. Nivel Mezzanine 1 - Estación 8 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:
    - Ventilación estación

- Ventilación túnel
- Agua potable y bombas
- Cuarto de bombeo de agua
- Cuarto de bombeo
- Cuartos técnicos
- SEP
- BT UPS
- Telecom 1
- Telecom 2
- Señalización
- Gas
- Mantenimiento
- Baño Hombres
- Baño Mujeres
- Cuartos técnicos
- 2 Acceso de equipamientos

Desde el punto de vista funcional se configuran áreas de escaleras de uso público en área paga que permiten el descenso desde el Mezzanine -1 hasta el Mezzanine -3, para el ingreso a cuartos técnicos de la estación se puede realizar por los ascensores, escaleras operativas y descanso de escaleras fijas.

Su zonificación permite la ubicación de circulaciones de usuarios de forma vertical y para la operación recintos y circulaciones independientes de forma horizontal, totalmente independizadas para no afectar el funcionamiento de la estación de la línea 2 del metro de Bogotá.

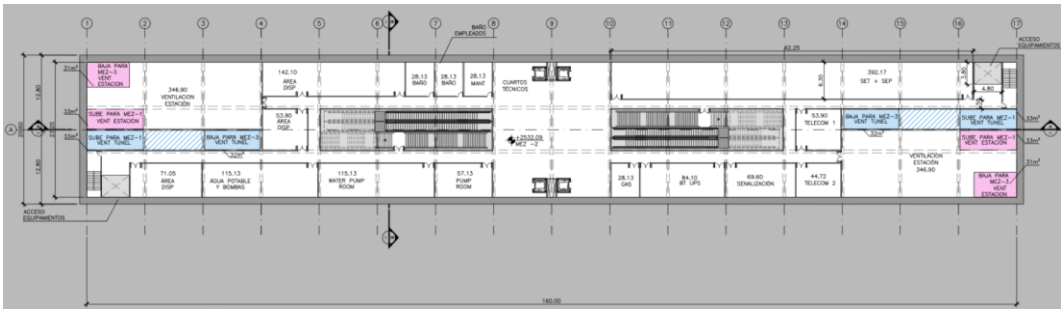


Figura 190. Nivel Mezzanine 2 - Estación 8 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:
  - Área para equipos de ventilación túnel.
  - Área para equipos de ventilación estación.
  - 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.



Figura 191. Nivel Mezzanine -3 - Estación 8 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

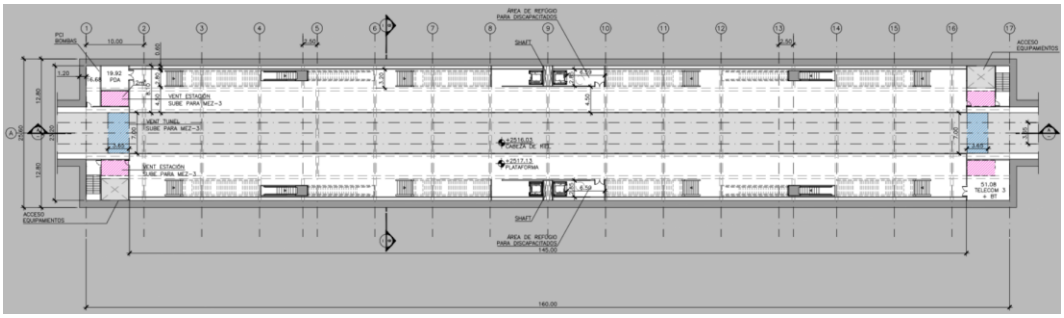


Figura 192. Nivel Plataforma - Estación 8 Línea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.10. Estación 9

A nivel arquitectónico la Estación 9 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos hacia el costado norte y sur de la Estación,que permiten abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios de los barrios villa maria y aures II en la localidad de Suba.

En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas previstas por la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, que permitan una correcta armonización y empalmes para la convergencia de los proyectos.

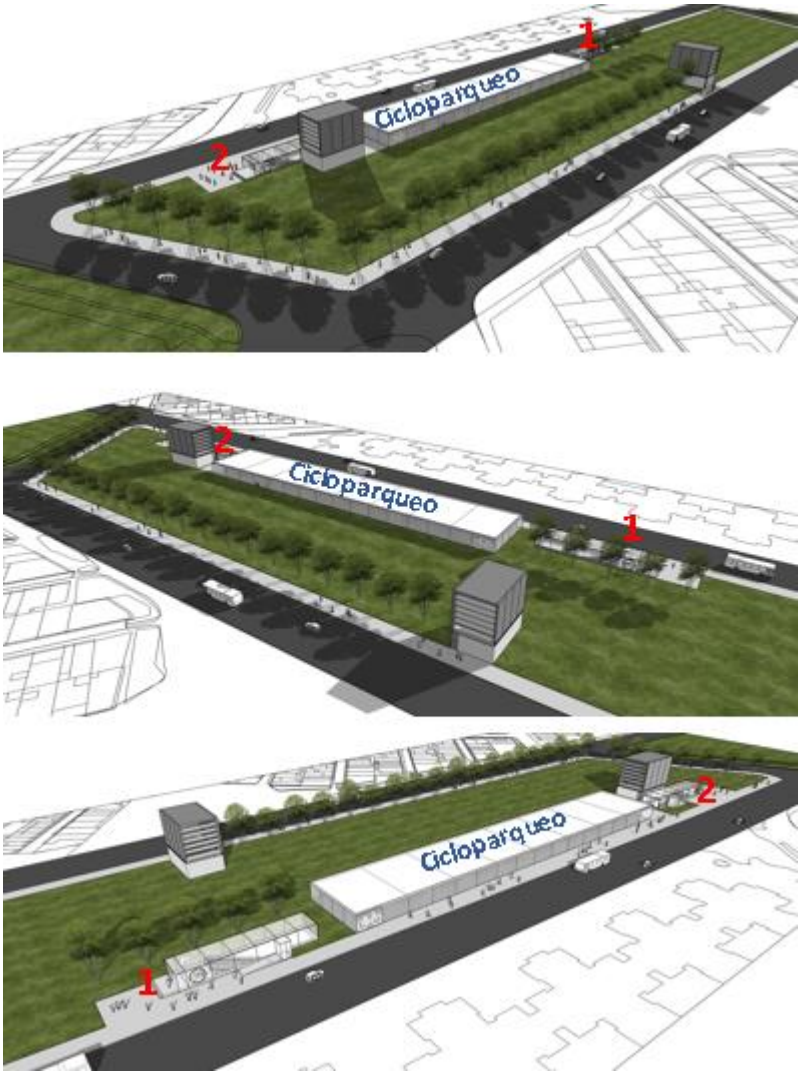


Figura 193. Estación 9 ALO entre Kr 119d y 130c
Fuente: UT MOVIUS 2022

En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de las dos bocas de accesos previstas, en el cajón de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera sobre el ingreso 1 cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, un área para apoyo operativo y una salida de emergencia. Sobre el costado del ingreso 2 cuenta con un cuarto de aseo, públicos, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación, así como una salida de emergencia. Sobre el centro del Mezzanine - 1, el cual se encuentra segregado respecto a los extremos norte y sur mediante líneas de BCA que dividen las áreas pagas de las áreas no pagas, se localizan dos juegos de escaleras (Escaleras mecánicas y fijas) así como 4 ascensores que posibilitan la circulación hacia el nivel de plataforma de parada de trenes.

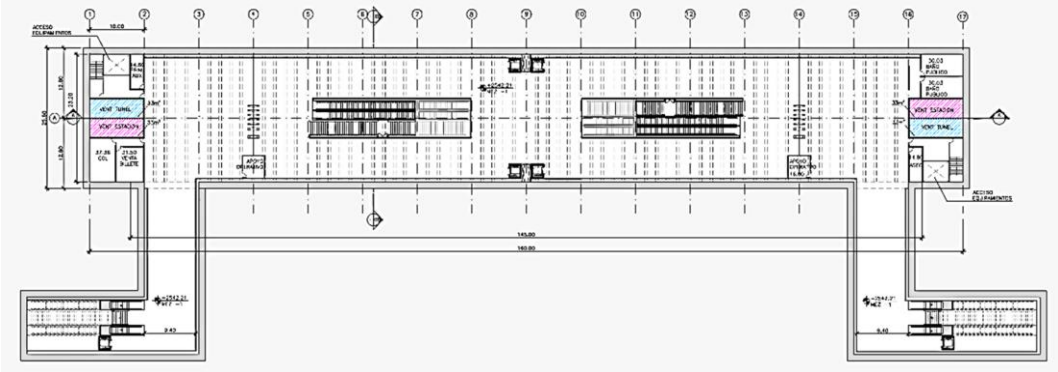


Figura 194. Nivel Mezzanine -1 Estación 9 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:

- Ventilación estación
- Ventilación túnel
- Agua potable y bombas
- Cuarto de bombeo de agua
- Cuarto de bombeo
- Cuartos técnicos
- SEP
- BT UPS
- Telecom 1
- Telecom 2
- Señalización
- Gas
- Mantenimiento
- Baño Empleados Hombres
- Baño Empleados Mujeres
- Cuartos técnicos
- 2 Acceso de equipamientos
- Áreas disponibles para requerimientos adicionales

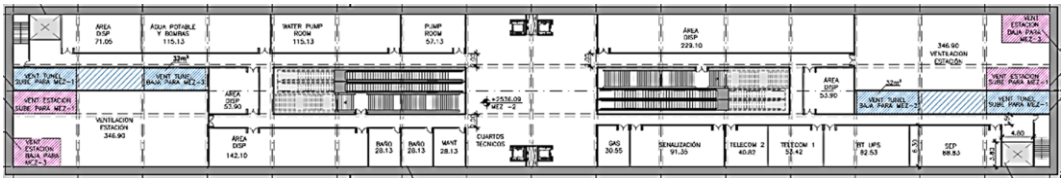


Figura 195. Nivel Mezzanine -2 Estación 9 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Mezzanine -3. Cuenta con los siguientes espacios:

- Área para equipos de ventilación túnel.
- Área para equipos de ventilación estación.
- 2 Accesos de equipamientos

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.

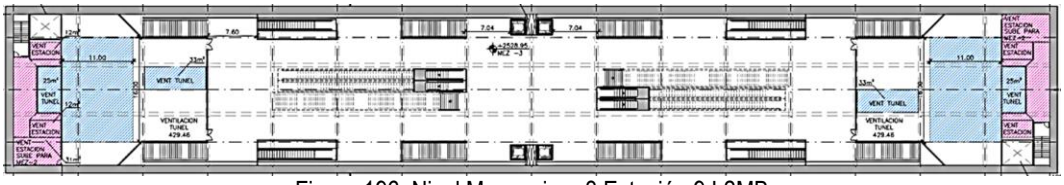


Figura 196. Nivel Mezzanine -3 Estación 9 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

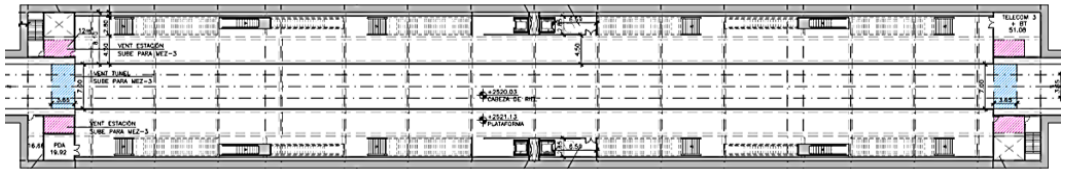


Figura 197. Nivel Plataforma Estación 9 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.11. Estación 10

A nivel arquitectónico la Estación 10 se configura teniendo en cuenta la generación de accesos hacia el costado norte y sur de la Estación,que permiten abordar la mayor cobertura territorial e incentivo para los usuarios de los barrios suba la Gaitana, Tibabuyes, Albatros y Normandía en la localidad de Suba.

En el nivel calle, en áreas requeridas para la construcción del proyecto, se tiene en cuenta la previsión de áreas previstas por la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, que permitan una correcta armonización y empalmes para la convergencia de los proyectos.

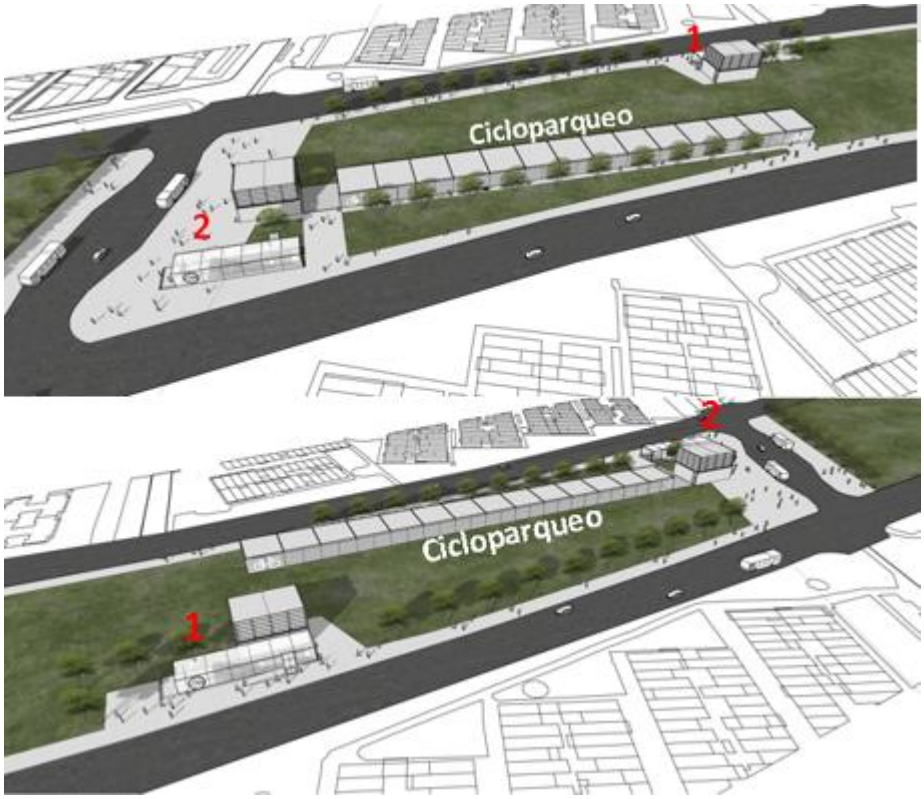


Figura 198. Estación 9 ALO entre Calle 139 y Canal Cafam
Fuente: UT MOVIUS 2022

En el Mezzanine -1 se encuentra la llegada de las escaleras y ascensores de las dos bocas de accesos previstas, en el cajón de la estación se encuentran dos zonas de equipamientos; la primera sobre el ingreso 1 cuenta con áreas de ventilación para la estación y áreas de ventilación para el túnel, cuarto de primeros auxilios, cuarto de aseo, cuarto de CCL, cuarto de venta de billete, un área para apoyo operativo y una salida de emergencia. Sobre el costado del ingreso 2 cuenta con un cuarto de aseo, baños públicos, área de ventilación de túnel y área de ventilación de la estación, así como una salida de emergencia. Sobre el centro del Mezzanine - 1, el cual se encuentra segregado respecto a los extremos norte y sur mediante líneas de BCA que dividen las áreas pagas de las áreas no pagas, se localizan dos juegos de escaleras (Escaleras mecánicas y fijas) así como 4 ascensores que posibilitan la circulación hacia el nivel de plataforma de parada de trenes.

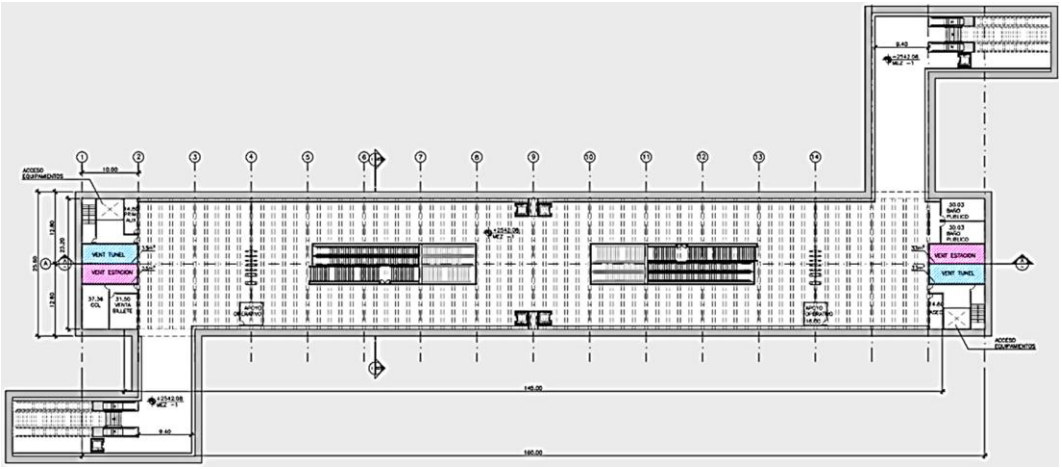


Figura 199. Nivel Mezzanine -1 Estación 10 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Mezzanine -2 Cuenta con los siguientes espacios:

- Ventilación estación
- Ventilación túnel
- Agua potable y bombas
- Cuarto de bombeo de agua
- Cuarto de bombeo
- Cuartos técnicos
- SEP
- BT UPS
- Telecom 1
- Telecom 2
- Señalización
- Gas
- Mantenimiento
- Baño Empleados Hombres
- Baño Empleados Mujeres
- Cuartos técnicos
- 2 Acceso de equipamientos
- Áreas disponibles para requerimientos adicionales

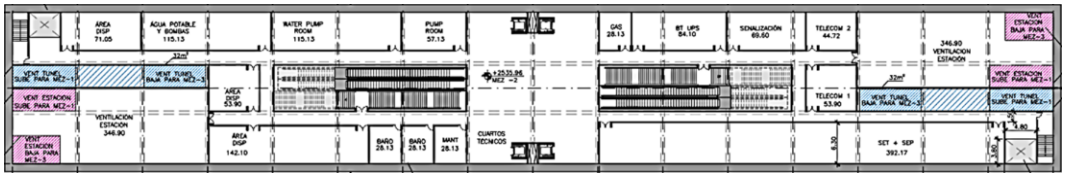


Figura 200. Nivel Mezzanine -2 Estación 10 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Las circulaciones del mezzanine -3 y áreas operacionales mantienen el mismo concepto añadiendo mayor cantidad de circulación pública que permiten el ingreso a la plataforma de parada por diferentes puntos para garantizar la evacuación en caso de emergencia e ingreso y salida acorde a la demanda al sistema.

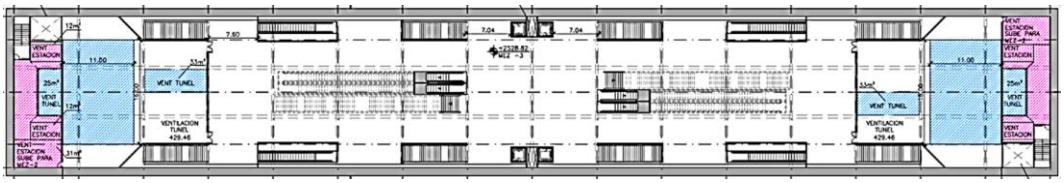


Figura 201. Nivel Mezzanine -3 Estación 10 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Plataforma de parada de trenes: Este nivel está conformado por dos plataformas laterales, en cada plataforma se cuenta con 4 salidas por medio de escaleras fijas que comunican con el mezzanine -3, dos ascensores a cada costado con espacio para refugio de personas con movilidad reducida. En los extremos de la estación se localizan cuartos técnicos u operativos como PDA; PCI bombas, áreas de ventilación estación, telecom 3 BT y escaleras de operación que eventualmente podrán ser utilizadas como ruta de evacuación.

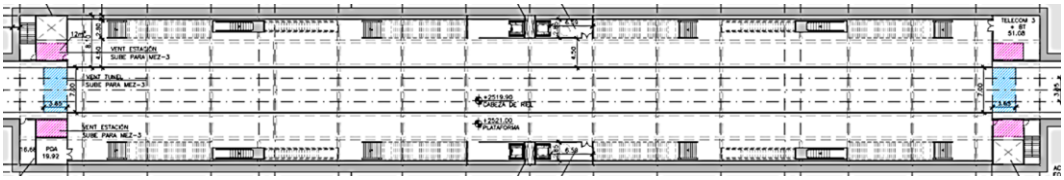


Figura 202. Nivel Plataforma Estación 10 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.9.0.12. Estación 11

En las siguientes figuras se presentan varias vistas de la estación 11.

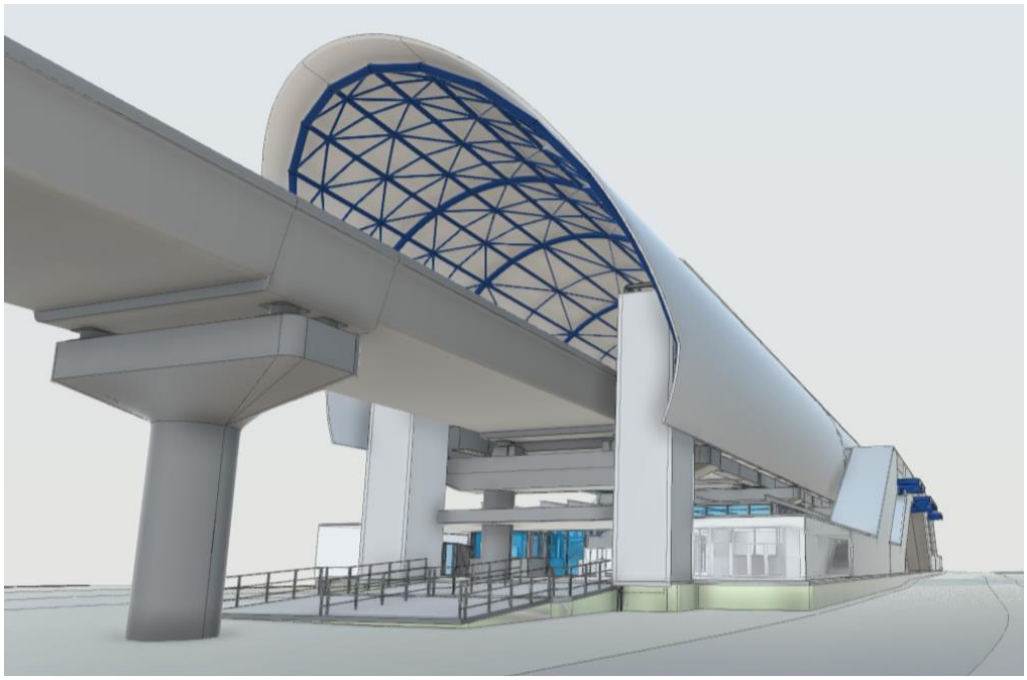


Figura 203. Estación 11. Vista 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

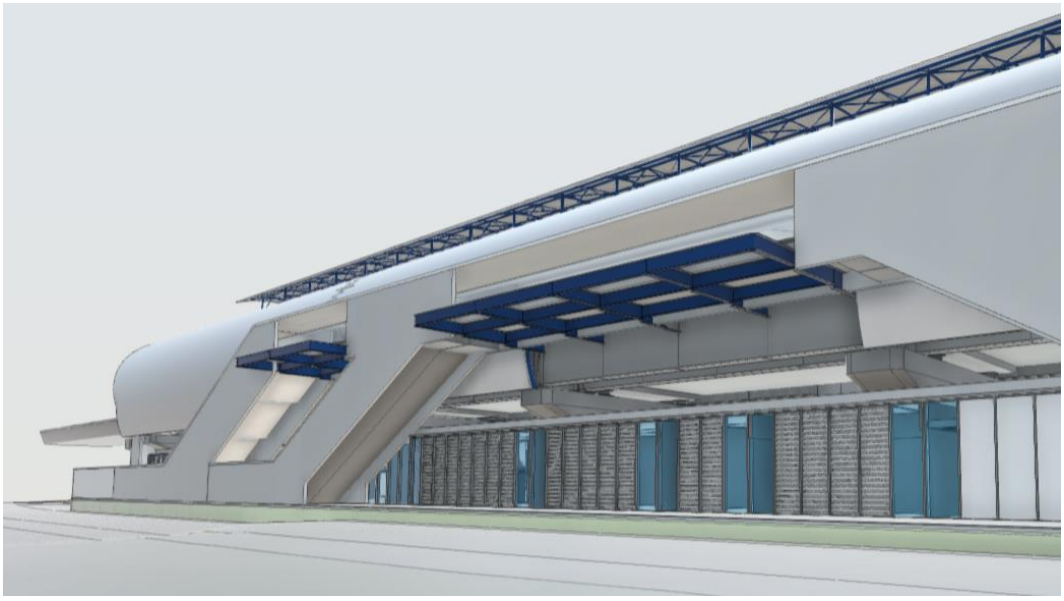


Figura 204. Estación 11. Vista 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

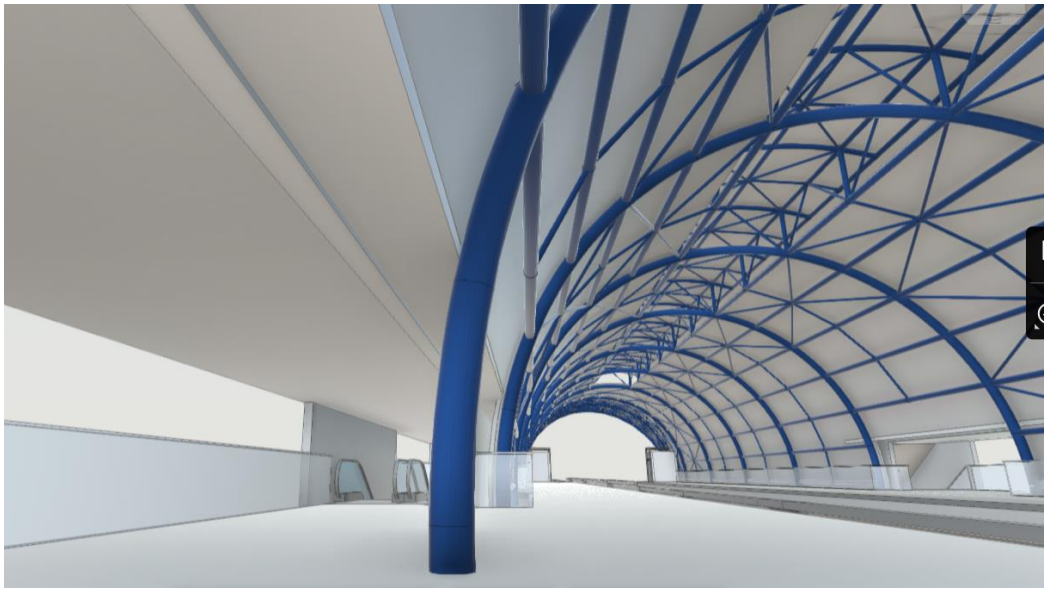


Figura 205. Estación 11. Vista 3
Fuente: UT MOVIUS 2022

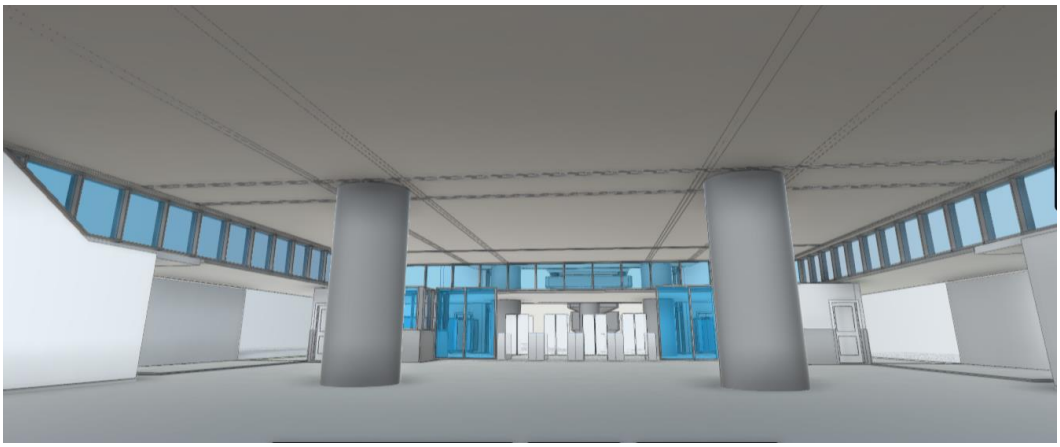


Figura 206. Estación 11. Vista 4.
Fuente: UT MOVIUS 2022

La estación estará ubicada sobre el separador central de la Calle 145, con dos accesos, uno en cada extremo, sobre la Carrera 145 y Carrera 141 B. El separador tiene un ancho definido en prefactibilidad de 26,77 m. lo que limita el espacio destinado a las infraestructuras necesarias para la estación.

Los cuartos técnicos y operacionales ocupan el 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 andenes (-10,05):

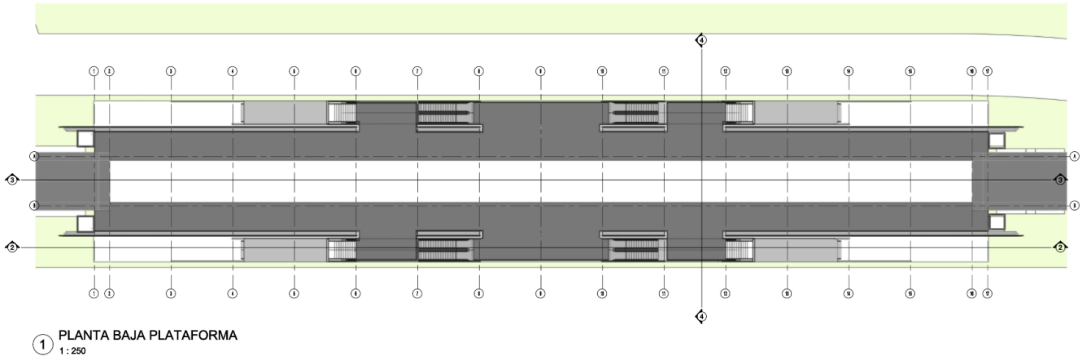


Figura 207. Planta baja plataforma
Fuente: UT MOVIUS 2022

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

La cubierta será de estructura y tejas metálicas con aislamiento termo acústico. 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. Para la cubierta, se buscó diseño sencillo y regular, formado por secuencia de arcos, económico y de fácil construcción y mantenimiento. Las tejas metálicas son dobles, con protección termoacústica.

Vestíbulo (0,00):

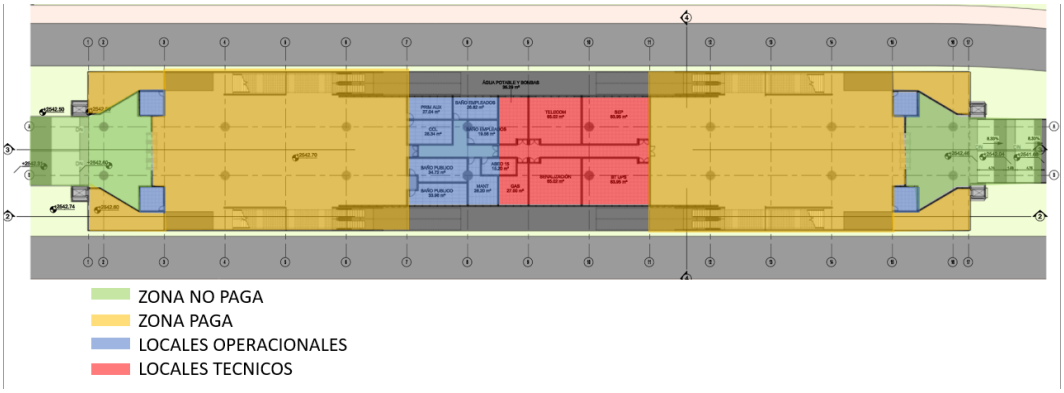


Figura 208. Vestíbulo (0,00)
Fuente: UT MOVIUS 2022

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

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

El bloque de cuartos técnicos ocupará la zona central del vestíbulo, con acceso de servicio específico.
Parqueaderos (0,00)

Los parqueaderos de bicicletas seguirán el patrón de las otras estaciones. En E11 estarán posicionados en la superficie, adyacentes al acceso este de la estación.

3.2.9.0.13. Sistemas de tratamiento de aguas residuales

La red de alcantarillado sanitario proyectada corresponde al sistema de evacuación de las aguas servidas provenientes de las edificaciones proyectadas dentro del patio-taller, las cuales van a ser conducidas y dirigidas por gravedad hacia las redes existentes de alcantarillado del EAAB, por el costado sur sobre la diagonal 151.

La zona de drenaje del alcantarillado sanitario corresponde a las descargas provenientes de los baños proyectados en las edificaciones. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tuvieron en cuenta los lineamientos establecidos en la Norma NS-085 “Criterios de diseño de sistemas de alcantarillado”.

Para el dimensionamiento de las instalaciones sanitarias dentro de las edificaciones, se utilizó el método de unidades sanitarias modificado de Hunter (ICONTEC, NTC 1500. 2017). Teniendo en cuenta el número de aparatos sanitarios proyectados para cada edificio, se aplicó el número de unidades de los diferentes aparatos sanitarios.

La estimación del caudal de diseño se determinó a partir del caudal máximo probable obtenido mediante los caudales correspondientes a las unidades de fluxómetro. Las unidades tenidas en cuenta corresponden a relacionadas en la norma NTC 1500, cuarta actualización.

3.2.9.0.14. Áreas para el manejo integral de residuos convencionales y peligrosos

Se ha previsto que el manejo de residuos convencionales y peligrosos se realice en el área 3 de la Figura 141.

3.2.9.0.15. Sistemas de almacenamiento y distribución de combustibles

No se prevé la utilización de combustibles en las estaciones.

3.2.10. Intervención de sitios, infraestructura de interés e importancia (Bienes de Interés Cultural - BICs)

3.2.10.1. Patrimonio cultural material

Los patrimonios culturales materiales son bienes muebles e inmuebles visibles en el paisaje urbano y rural, incluyendo el espacio público, de carácter arquitectónico, construcciones y edificaciones que representan la memoria física, hechos por las sociedades del pasado de carácter histórico. Basado en los inmuebles que hacen parte del patrimonio cultural material, de carácter arquitectónico, se destaca el sector de interés cultural SIC. Sector de Chapinero, comprendido entre la Av. Caracas, la carrera 14 y la carrera 5, de occidente a oriente, y entre la calle 67 a la calle 72 de sur a norte. Y dos BIC que hacen parte del área de intervención de la estación E1.

Sector que se encuentra dentro del área de influencia urbana definido para la asesoría de la estructuración técnica de la L2MB estación E1, la cual no hay afectación directa, dentro de la intervención de la estación E1.

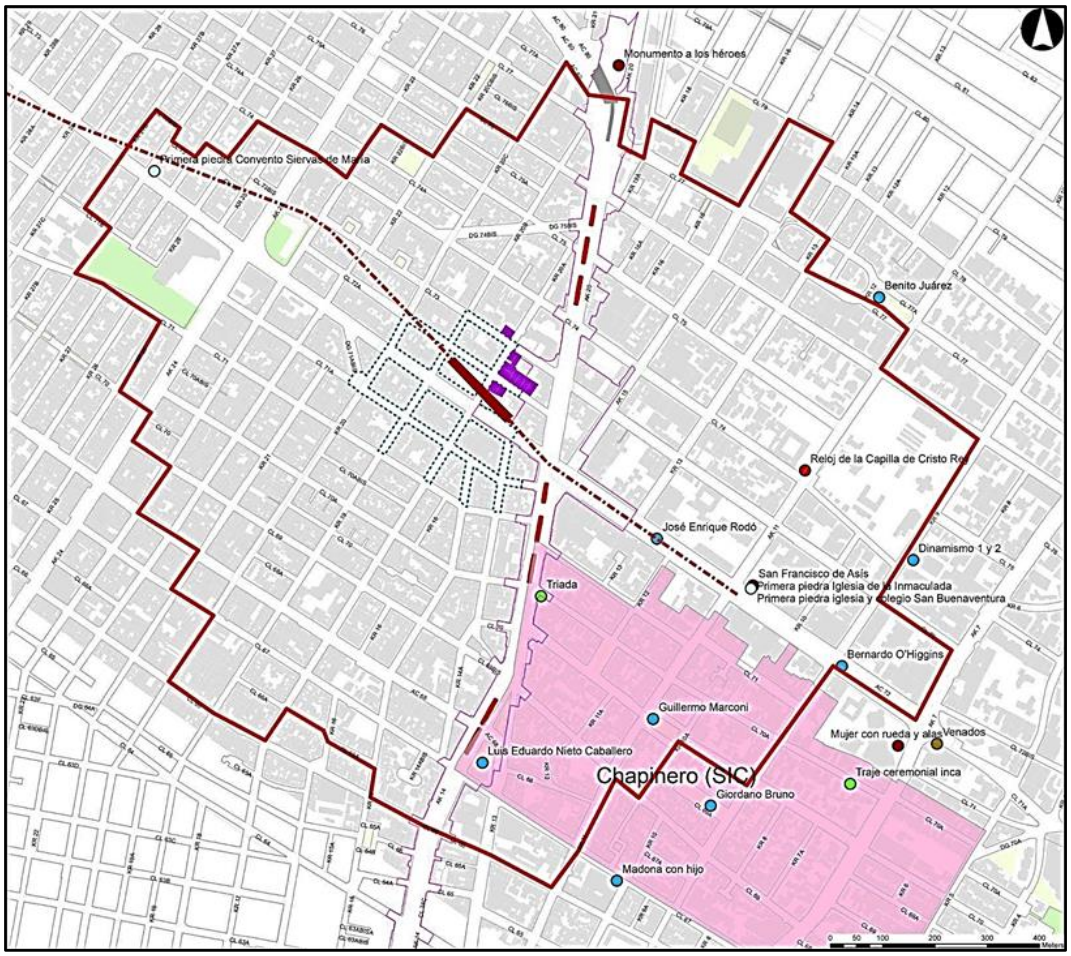


Figura 209. Sector de Interés Cultural - SIC. Chapinero
Fuente: Tomada y adaptada. Galería de Mapas P.O.T. 2021. Estructura Integradora de Patrimonio. (2021).

A continuación se detalla el análisis y diagnóstico de los elementos de carácter patrimonial del ámbito nacional, distrital y monumentos que tienen presencia en el Área de Influencia Urbana y del Límite de Diseño de la L2MB.

3.2.10.2. Bienes de interés cultural - Nacionales

Mediante comunicado con asunto ¨Trasladado de IDPC 20213010063171 del radicado 20215110083142 - Certificación como Bien de Interés Cultural del ámbito Nacional – predios incluidos en el área del proyecto denominado Contrato 56/2021¨, esta consultoría recibe información de bienes de interés cultural del ámbito nacional (BIC NAL) ubicados en el Área de Influencia Urbana del proyecto L2MB, los cuales se relacionan en la Tabla 52 a continuación:

Tabla 52. Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional

BIENES DE INTERÉS CULTURAL EN EL ÁMBITO NACIONAL							
N°	**Nombre del bien**	**Otros nombres**	**Dirección / Límites**	**Acto administrativo**	**Zona de influencia delimitada**	**PEMP APROBADO (Plan Especial de Manejo y Protección)**	**Observaciones**
1	Gimnasio Moderno	-	Carrera 9 74-99, Calle 74 9-90 10-04, Carrera 11 74-64	Decreto 1133 del 24 de abril de 1985 / de 1985 Resolución 055 del 31 de agosto de 1990.	Resolución 055 del 31 de agosto de 1990		No requiere intervención por parte de la L2MB
2	Edificio casa Medina	Hotel Casa Medina	Carrera 7 69A-64 69A-74 69A-80 69A-84 69A-94, Calle 69A 6-66 6-68 6-72 6-74 6-80	Decreto 3002 del 10 de diciembre de 1984			No requiere intervención por parte de la L2MB
3	Conjunto de inmuebles denominados claustros A y B de la Enseñanza e iglesia de nuestra señora del pilar	Antiguo Colegio La Enseñanza	Calle 72 7-55 Calle 72 y Calle 70A, entre carreras 7 y 9.	Resolución 2560 de 22 de septiembre de 2016	Resolución 2560 de 22 de septiembre de 2016	Resolución 2560 del 22 de septiembre de 2016 (aprueba); Resolución 2774 de 18 de octubre de 2016 (aclara, modifica y adiciona)	No requiere intervención por parte de la L2MB
4	Casa Villa Adelaida	-	Carrera 7 70-40	Resolución 479 del 6 de mayo de 2004	Resolución 647 de 2009 Resolución 799 de 2009 (aclara PEMP)	Resolución 479 del 6 de mayo de 2004 /Resolución 647 de 2009 Resolución 799 de 2009 (aclara PEMP) /Resolución 647 de 2009 Resolución 799 de 2009 (aclara PEMP).	No requiere intervención por parte de la L2MB

Fuente:Tomada.Ministerio de Cultura.Radicado MC32361E2021. (2021)

La Tabla 52 muestra la información de los Bienes de Interés Cultural del ámbito Nacional solicitada a la Dirección de Patrimonio y Memoria del Ministerio de Cultura, los (BIC NAL) localizados a 800 metros a cada costado del eje férreo, los cuales hacen parte del Área de influencia Urbana (800 m).

De la información verificada a nivel cartográfico se identifica en el Área de influencia Urbana (800 m) la presencia del BIC NAL Gimnasio moderno, con cercanía a la Estación E1.

En el Límite de Diseño del proyecto de la L2MB no hay presencia de BIC NAL.

3.2.10.3. Bienes de interés cultural - Distritales

A continuación se presenta listado de BIC del ámbito distrital con presencia en el Área de Influencia Urbana en las estaciones 2 y 7 del proyecto, se resalta en color azul el Centro Vicentino Federico Ozanam, categoría de conservación integral predio inmediato en el Límite de Diseño.

Tabla 53. Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital Área de Influencia Urbana

BIENES DE INTERÉS CULTURAL EN EL ÁMBITO DISTRITAL					
N°	**Nombre**	**Categoría**	**Dirección / límites**	**Acto administrativo**	**Observaciones**
1	Club de los lagartos	CI	CL 116 72A-80	Se incluye mediante Resolución SDP 0491 de abril 11 de 2016. Oficio SDP 2-2017-49939 de septiembre 18 de 2017	El bien de Interés Cultural queda contiguo a la Estación No.7 (Tipología Subterránea). Se genera cruce sobre subsuelo del bien a través de túnel a 28 m de profundidad aproximadamente. No hay afectación predial y no genera incidencia en los conos visuales, y en la superficie del BIC.
2	Hospital Lorencita Villegas de Santos	CI	Carrera 40 No. 67 A-21/25, Calle 66 A No. 40-61, Carrera 42 No. 67 A-42, Carrera 42 No. 68-08/38	Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017	El predio está localizado, en el costado Nor Occidental de la Estación No.2, después del Canal Río Salitre, No se tiene intervención en este BIC.
3	Centro Vicentino Federico Ozanam	CI	Calle 71 A No. 39- 31 - Calle 71 No. 39-30	Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017	Predio inmediato a la Estación No.2. Se integrará a nivel de espacio público. Se consideran criterios paisajísticos que permitan jerarquizar este BIC frente al entorno inmediato sin intervenir el predio.
4	Parroquia San Fernando Rey	CI	Avenida Chile No. 45 A- 10/16/86	Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017	Predio ubicado al costado occidental de la Estación No.2 y no tendrá intervención por parte de la L2MB.
5	Iglesia Santísima Trinidad.	CI	Carrera 33 No. 69- 24		Ubicación aislada de la estación 2 dentro del Área de Influencia Urbana
6	Convento Siervas de María	CI	Calle 73 No. 27- 3, Avenida Calle 72 No. 27- 40/ 10	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017	Predio ubicado al costado oriental de la Estación No.2 Se genera cruce sobre subsuelo del bien a través de túnel a 32 m de profundidad aproximadamente. No hay afectación predial y no genera incidencia en los conos visuales, y en la superficie del BIC.

IIC = INMUEBLE DE INTERÉS CULTURAL; SIC = SECTOR DE INTERÉS CULTURAL; CM = CONSERVACIÓN MONUMENTAL; CI = CONSERVACIÓN INTEGRAL; CT = CONSERVACIÓN TIPOLÓGICA; RT = RESTITUCIÓN TOTAL; RP = RESTITUCIÓN PARCIAL.

Fuente: Tomada y adaptada. Inventario BIC Decreto 606-2001 ciudadanía. (2001)

Se resalta que en el predio ubicado en la localidad:11-Suba, Barrio Catastral:009121-Club de los Lagartos, Código sector: 009121, Código manzana 00912112, Calle 116 No. 72 A 80, categoría Inmueble de Interés Cultural (IIC), se genera cruce sobre subsuelo del BIC a través de túnel a 28 m de profundidad aproximadamente, sin afectación predial y sin generarse incidencia en los conos visuales.

En cuanto la estación E1 se requiere la intervención de los predios CL 72 A 20 93 Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017 y CL 72 A 20 85 Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017. Véase Tabla 54, donde se resaltan en color azul claro los Bienes de Interés Cultural Distrital de conservación tipológica en el planteamiento urbano e intervención necesaria para permitir la conectividad con la Estación E1 de la L2MB.

Tabla 54. BIC Distritales inmediatos al Límite de Diseño E1

No	Categoría	Dirección	Piso	Otros
1	CT	CL 72 A 20 93	2	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
2	CT	CL 72 A 20 40	3	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
3	CT	KR 20 A 72 A 44	2	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
4	CT	CL 73 20 81	2	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
5	CT	KR 20 A 72 A 18	2	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
6	CI	CL 72 A 20 82	2 y altillo	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
7	CT	CL 72 A 20 85	2	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
8	CT	KR 20 A 73 1	2	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
9	CT	CL 72 A 20 70	2 y altillo	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
10	CT	CL 72 A 20 62	3	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
11	CT	CL 72 A 20 58	3	Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017

IIC = INMUEBLE DE INTERÉS CULTURAL; SIC = SECTOR DE INTERÉS CULTURAL; CM = CONSERVACIÓN MONUMENTAL; CI = CONSERVACIÓN INTEGRAL; CT = CONSERVACIÓN TIPOLÓGICA; RT = RESTITUCIÓN TOTAL; RP = RESTITUCIÓN PARCIAL.

Fuente: Tomada y adaptada. Inventario BIC Decreto 606-2001 ciudadanía. (2001)

3.2.10.4. Bienes culturales muebles en el espacio público

En cuanto a los monumentos dentro del Área de Influencia Urbana (800m), se identifica la presencia de los bienes muebles en el espacio público “monumentos” patrimonio Artístico e Histórico entre esculturas y piezas artísticas que hacen parte de la identidad del sector y la trascendencia de la época los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 55. Monumentos dentro el Área de Influencia Urbana de la L2MB

No	Nombre	Clasificación	Dirección	Autor	UPL	Identificación	Decreto Distrital	Estación
1	San Francisco de Asís	Conjunto escultórico	KR 11 - AC 72	Montañés y Montañés, Fernando	Chicó Lago	AAA0094PDJZ	-	E1
2	Triada	Escultura Abstracta	CL 70A 13 83	Beltrán Castiblanco , Gabriel	Chicó Lago	AAA0088MOOE	-	E1
3	Luis Eduardo Nieto Caballero	Escultura Antropomorfa	CL 67 Y CL 68 - KR 13 Y AK 14	Montañés y Montañés, Fernando	Chicó Lago	IDRD 02-016	-	E1
4	Bernardo O'Higgins	Escultura Antropomorfa	AC 72 - KR 9	Anónimo	Chicó Lago		Res. SCRD 360 de 31 julio 2020	E1
5	José Enrique Rodó	Escultura Antropomorfa	AC 72 - KR 11 Y KR 12	Prati, Edmundo	Chicó Lago		Res. SCRD 360 de 31 julio 2020	E1
6	Guillermo Marconi	Escultura Antropomorfa	AK 11 - CL 70	Roma Rosciali	Chicó Lago	IDRD 02-057	-	E1
7	Primera piedra iglesia y colegio San Buenaventura	Placa	KR 11 - AC 72	Orden franciscana	Chicó Lago	AAA0094PDJZ	-	E1
8	Primera piedra Iglesia de la Inmaculada	Placa	KR 11 - AC 72	Orden franciscana	Chicó Lago	AAA0094PDJZ	-	E1
9	Reloj de la Capilla de Cristo Rey	Reloj	CL 74 11 56	No aplica	Chicó Lago	AAA0094MBLW	-	E1
10	Manuela Ayala de Gaitán	Escultura Antropomorfa	DG 76 BIS - KR 51	Anónimo	Doce de Octubre	IDRD12-089	-	E2
11	Rafael Uribe Uribe	Escultura Antropomorfa	KR 29 A - CL 71C	Cuéllar, Silvano	Los Alcázares	RUPI 4106-2	Res. SCRD 360 de 31 julio 2020, Declaratoria Nacional, Res.0395 de 2006	E2

No	Nombre	Clasificación	Dirección	Autor	UPL	Identificación	Decreto Distrital	Estación
12	Primera piedra de la Iglesia San Fernando Rey	Placa	CL 72 57A 16	Arquidiócesis de Bogotá	Doce de Octubre		-	E2
13	Primera piedra Convento Siervas de María	Placa	CL 72 27 10	Arquidiócesis de Bogotá	Los Alcázares	AAA0086TBNN	-	E2
14	Reloj de la Iglesia San Fernando Rey	Reloj	CL 72 57A 16	Anónimo	Doce de Octubre	AAA0056OHYX	-	E2
15	Gustavo Rojas Pinilla	Escultura Antropomorfa	KR 70 - CL 72	Anónimo	Las Ferias		Res. SCRD 360 de 31 julio 2020	E4
16	Parque lúdico Puerta del Sol	Conjunto escultórico	CL 139 126C - 02	Colmenares, Manolo; MACI (Movimiento Artístico Cultural Indígena)	Tibabuyes	IDRD 11-093	-	E10
17	Alegoría a la educación	Conjunto escultórico	KR 111A 139 88	Osorio Bisbal, José Vicente	El Rincón	AAA0129FUWW	-	E10
18	La Gaitana	Escultura Antropomorfa	TV 125 BIS - CL 135A	Salvador, Ricardo	Tibabuyes	IDRD 11-311	-	E10
19	Creación del mundo según la cosmogonía muisca	Mural	KR 111A 139 88	Colmenares, Manolo. MACI (Movimiento Artístico Cultural Indígena)	El Rincón	AAA0129FUWW	-	E10

Fuente: Tomada y adaptada. Inventario de bienes culturales muebles - inmuebles en el espacio público de Bogotá D.C.

Se genera el cruce de la L2MB a nivel de subsuelo con el monumento José Enrique Rodó; el monumento no tiene afectación normativa alguna puesto que la intervención es a nivel de subsuelo, con el túnel a 32 m de profundidad aproximadamente. No se requiere intervención ni existe afectación del bien de interés cultural mueble dentro del espacio público, ubicado en el separador central de la AC 72 - KR 11 y KR 12.

Monumento José Enrique Rodó: Autor: Desconocido. Inauguración: 3 de agosto de 1942. Emplazamiento: Inicial: Avenida Caracas, calle 37. Actual: separador de la calle 72, carrera 11 y 12.

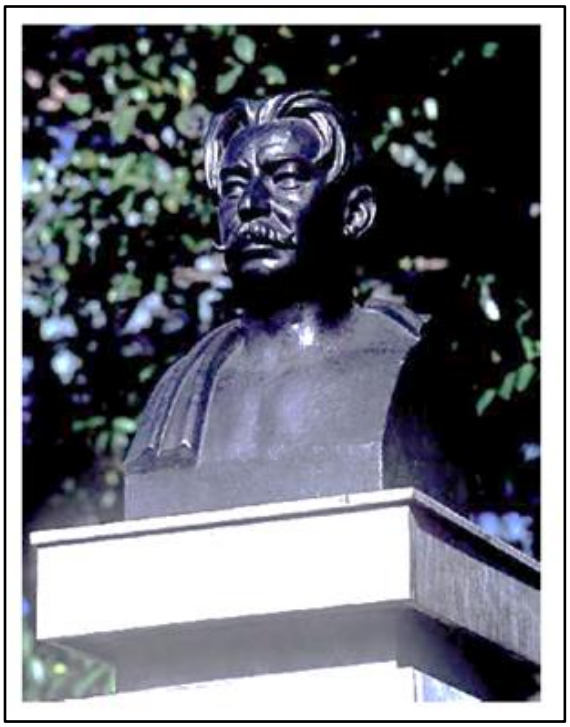


Figura 210. Monumento José Enrique Rodó
Fuente: Tomada y adaptada.
https://issuu.com/patrimoniobogota/docs/bogota_museo_a_cielo_abierto_completo/413. (2011)

El busto del escritor uruguayo José Enrique Rodó (Montevideo,1871-Palermo –Sicilia,1917) fue donado a la ciudad de Bogotá por el ciudadano uruguayo Alejandro Gallinal. La obra fue emplazada en el costado occidental de la Av. Caracas con calle 37. Su inauguración se efectuó en la mañana del 3 de agosto de 1942, durante los festejos patrios de ese año.

3.2.10.5. Patrimonio natural

Dentro de las estructuras territoriales capitulo 4, sub capítulo 2 Estructura Integradora de Patrimonios-EIP, del 555 del 29 diciembre 2021 en el cual se define:

> *"Es el conjunto de bienes y riquezas naturales, o ambientales que la sociedad ha heredado de sus antecesores y a los que se les concede un valor como activos culturales, promotores de tejidos sociales que contribuyen a su conservación. Está integrado por los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas que tengan un valor universal excepcional, las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animal y vegetal, amenazadas o en peligro de extinción. Incluye los elementos de la Estructura Ecológica Principal que, reconocidos como activos culturales y ambientales, ancestrales y cosmogónicos, hacen parte del patrimonio natural." (Decreto 555 de 2021. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)*

Dentro del Área de Influencia Urbana de la L2MB, se encuentran el Humedal Juan Amarillo y el Humedal Santa Maria del Lago, los cuales se reconocen como activos culturales, ambientales y ancestrales, de los que hacen parte del patrimonio natural.

Humedal Juan Amarillo: El Parque Ecológico Distrital Humedal (PEDH) Juan Amarillo o Tibabuyes, recibe su nombre del lenguaje chibcha que quiere decir "tierra de labranza" o "labradores", gracias a la riqueza del terreno que servía como punto de encuentro de este pueblo Muisca, en el que se realizaban actividades de agricultura y pesca. Lo mencionado se toma como referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá - Humedales Bogotá. Se encuentra localizado al costado occidental de la Av. Ciudad de Cali, donde están proyectadas las estaciones 7 y 8 de la L2MB.



Figura 211. Humedal Juan Amarillo
Fuente: Tomada de. http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/. (2019)

Humedal Santa Maria del Lago: El Humedal Santa María del Lago se encuentra localizado en el Área de Influencia Urbana de las estaciones 4 y 5. Fue declarado Parque Ecológico Distrital de Humedal mediante el Decreto 619 de 2000 (POT Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2000). El régimen de usos para este ecosistema se definió mediante el artículo 96 del Decreto 190 de 2004 (compila las disposiciones del decreto 619 de 2000 y 469 de 2003). Su Plan de Manejo Ambiental fue adoptado mediante Resolución SDA 7773 del 22 de diciembre de 2010. Se encuentra localizado al noroccidente de la ciudad, en la localidad de Engativá, y hace parte de la Unidad de Planeamiento Local-UPL- Tabora Decreto 555 del 29 diciembre del 2021. Pertenece a la cuenca del Río Salitre. Cuenta con más de 1000 metros lineales de senderos y está provisto de espacios para la recreación pasiva tales como plazoletas, miradores y un observatorio de aves. El humedal ofrece a los visitantes servicios de educación ambiental a través del grupo de profesionales de la Secretaría Distrital de Ambiente que realiza diferentes actividades como recorridos interpretativos, avistamiento de aves, actividades lúdicas, realización de talleres y jornadas de reciclaje entre otras. Lo mencionado se toma como referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá - Humedales Bogotá.



Figura 212. Humedal Santa Maria del Lago
Fuente:Tomada de. http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/. (2019)

3.2.11. Urbanismo

3.2.11.1. Descripción del urbanismo a implementar en el proyecto

❖ **Intervención en estaciones subterráneas**

La propuesta de espacio público para la estaciones subterráneas de la L2MB busca ofrecer espacios acordes con la integración modal, consolidar nuevas áreas de espacio público, abiertos y colectivos, y generar zonas verdes que fortalezcan la funcionalidad del proyecto.

Por medio del diseño de espacio público se busca controlar el tráfico automotor y evitar el estacionamiento sobre andenes y vías aferentes de las estaciones. Para ello, la intervención propone la semipeatonalización y pacificación de ciertas vías circundantes, con soluciones a los accesos privados, incorporación de bahías e instalación de bolardos de control. Esta acción está encaminada hacia la priorización del peatón sobre el vehículo.

Adicionalmente, se busca mejorar las condiciones de los andenes mediante su revitalización y mejoramiento integral, cumpliendo la normativa vigente y asegurando el acceso universal desde y hacia el espacio público por medio de circulaciones continuas y libres de obstáculos, con materiales idóneos que permitan la circulación segura y continua de los ciudadanos alrededor de las estaciones, sean o no usuarios del sistema metro. También se pretende armonizar el espacio público proyectado con el existente y asegurar tanto la continuidad de la red peatonal de la ciudad como el acceso a la infraestructura del metro.

En la Figura 213 se sintetizan los aspectos generales considerados en las Estaciones de la L2MB.

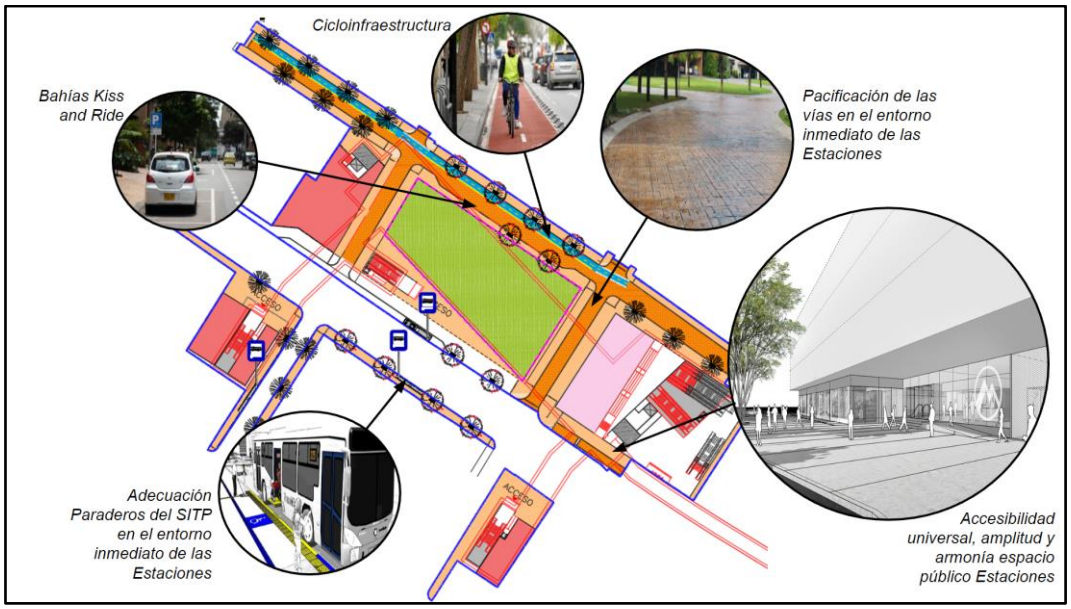


Figura 213. Aspectos generales considerados en la intervención del Urbanismo de las Estaciones de la L2MB.
Fuente: UT MOVIUS 2022

A manera de ejemplo, a continuación se describe la intervención prevista en la Estación E2 - NQS:

La Estación E2 se localiza sobre el costado sur de la calle 72 entre Av. Carrera 30 (NQS) y la carrera 52 en la Localidad de Barrios Unidos, específicamente sobre las manzanas con identificador único 005202038, 005202032 y 005202024.

El área de influencia urbana de la misma involucra los siguientes proyectos urbanos y arquitectónicos, que serán armonizados con la Estación E2 mediante intervención en superficie a nivel de calle.

- Contrato IDU 1564 de 2028 *"Estudios, diseños y construcción de calles comerciales a cielo abierto, en las localidades de la ciudad de Bogotá, D.C."*.

- Contrato de consultoría 0016 de 2020 *"CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FACTIBILIDAD PARA LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA, LEGAL, FINANCIERA Y DE EQUIDAD DE GÉNERO E INCLUSIÓN SOCIAL DE UN TREN DE CARGA Y PASAJEROS ENTRE BOGOTÁ Y ZIPAQUIRÁ"*. En este caso el diseño arquitectónico y estructural de la L2MB considera la integración en el área de vestíbulo en nivel de mezzanine -1, de manera que los pasajeros puedan pasar directamente de un sistema a otro.

- Resolución 2336 de 2010 *"Por la cual se adopta el plan de regularización y manejo de la plaza de mercado doce de octubre, ubicada en la localidad n°12, barrios unidos de Bogotá D.C."*, por medio de la cual se determina que los locales comerciales de dicha plaza ubicados sobre la calle 72 tendrán que ser retirados para la construcción de un control ambiental acorde a la normativa Distrital, como se ilustra en la Figura 214.



Figura 214. Plaza de Mercado 12 de Octubre - Cesión Control Ambiental sobre Calle 72
Fuente: UT MOVIUS 2022

La estación E2 de la L2MB prevé cuatro ingresos distribuidos así:

- **Acceso 1**. Ingreso en la proyección en superficie del cuerpo principal por el costado occidental de la E2, al costado sur de la calle 72. Recoge los flujos del sector del barrio San Fernando y del costado sur del canal Salitre al occidente de la NQS.

- **Acceso 2**. Ubicado en la proyección en superficie del cuerpo principal de la E2 costado oriental. Recoge los flujos peatonales provenientes de la NQS.

- **Acceso 3**. Ubicado al costado oriental de la NQS (en el espacio disponible entre el actual IED Francisco Primero S.S. y el puente peatonal de acceso a la Estación de Transmilenio Av. Chile). Permite el ingreso a la E2 de los flujos provenientes del costado oriental de la NQS.

- **Acceso 4**. Ingreso satelital ubicado en áreas de locales comerciales de la actual plaza de mercado del 12 de octubre al costado norte de la calle 72. Su localización es estratégica por la presencia de la plaza de mercado y porque recoge el flujo peatonal del costado norte de la calle 72.

Lo anteriormente indicado se ilustra en la Figura 215.



Figura 215. Implantación Urbana Estación 2 L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

A nivel urbanístico, se proyectan las construcciones en superficie y módulos de acceso en áreas de corredores principales, garantizando la continuidad de la reserva vial y el retroceso de 5 metros equivalente a un control ambiental para áreas urbanamente consolidadas en Bogotá..

En cada extremo de la estación se proyectan ductos de ventilación que se desplazan de acuerdo con la estructura urbana, procurando localizarlos de forma axial al cajón de la estación.

La intermodalidad de la Estación E2 NQS se representa en la Figura 216.



Figura 216. Intermodalidad Estación E2
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la Estación E2 convergen distintos modos de transporte, incluyendo la proyección de la L3MB (Decreto 555 de 2021), la estación Avenida Chile de TransMilenio por la NQS, la proyección del Regiotram del Norte, paraderos SITP reglamentados por la Secretaría Distrital de Movilidad, y flujos de biciusuarios y peatonales.

La disposición, distancia y localización de los módulos de acceso proyectados buscan facilitar el acceso a personas con discapacidad o movilidad reducida, procurando recorridos seguros, intuitivos, ágiles y confiables para el usuario. Así mismo, pretenden reducir longitudes de recorrido.

La integración física del usuario que viene del sur de la calle 72 y del costado oriental de la Av. NQS al Módulo de Acceso de la Estación E2 se dará a través de espacio público, cruzando el puente peatonal de la Av. NQS para llegar al punto 1, conectando directamente y accediendo a la zona no paga de la Estación E2, para validar el ingreso y entrar a la zona paga.

La integración física del usuario que viene del costado occidental de la Av. NQS al Módulo de Acceso de la Estación E2 se dará a través de espacio público, llegando al punto 1, conectando directamente y accediendo a la zona no paga de la Estación E2, para validar el ingreso y entrar a la zona paga.

La integración física del usuario que viene del norte de la calle 72 al Módulo de Acceso de la Estación E2 se dará a través de espacio público llegando al punto 2, conectando directamente y accediendo a la zona no paga de la Estación 2, para validar el ingreso y entrar a la zona paga.

La conexión con la estación de Regiotram del Norte se hará mediante un puente peatonal con un recorrido aproximado de 311 metros, desde punto “a” para llegar al Módulo de Acceso en el punto 1 en zona no paga.

Los usuarios que vienen hacia y desde la estación Avenida Chile (punto b) del sistema Transmilenio se integrarán mediante un puente peatonal hasta llegar al módulo de acceso punto 1, con un recorrido aproximado de 209 metros.

La integración con los paraderos SITP se dará desde zona no paga (espacio público), donde el usuario pueda visualizar los ingresos a los módulos de acceso a la estación mediante una adecuada señalética.

❖ **Intervención en zonas bajo viaducto**

En el tramo de la Av. Transversal de Suba entre carreras 136a y 147 el metro se construirá elevado sobre el separador central proyectado.

Los grandes volúmenes generados por la estructura del metro elevado generan bajo el viaducto zonas oscuras que los ciudadanos perciben como inseguras y peligrosas, y son espacios propicios a ser invadidos por habitantes de calle, inclusive si se proyecta un cerramiento en los mismos.

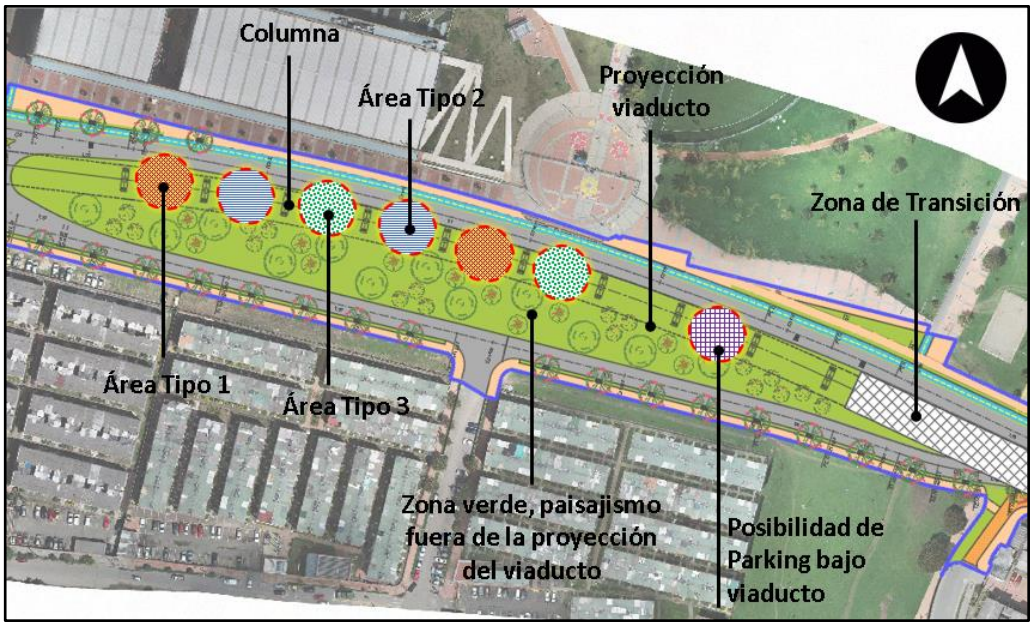


Figura 217. Criterios de intervención para las zonas bajo viaducto
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para contrarrestar lo anterior, se recomienda posibilitar en las áreas bajo viaducto servicios y actividades diurnas y nocturnas que permitan la apropiación de estos lugares y aprovechar las zonas cubiertas para complementar aquellas que cotidianamente se realizan en el Parque Fontanar, como una extensión del mismo, con las ventajas y particularidades que las actividades bajo techo tienen en cuanto a protección de eventos naturales como el sol y la lluvia.

Bajo esta posibilidad, se plantean tres tipos de áreas y actividades en las zonas bajo viaducto (Figura 217).

➔ Áreas Tipo 1

Corresponden a áreas que posibilitan actividades deportivas tales como baloncesto 3x3, *skatepark*, o canchas múltiples. Considerando que estas actividades deportivas no requieren áreas extensas; el espacio disponible bajo el viaducto entre pilas será suficiente para implantarlas.

➔ Áreas Tipo 2

Corresponden a áreas que posibilitan actividades recreativas orientadas a los niños y al adulto mayor. Tienen la particularidad de ser áreas flexibles que no cuentan con requerimientos normativos rígidos en materia de dimensionamiento de áreas.

➔ Áreas Tipo 3

Corresponden a áreas que se presentan como espacio público bajo viaducto, en donde no se establece mobiliario fijo sino áreas libres y flexibles sobre superficies duras, que posibilitan actividades itinerantes como mercados temporales, teatro, festivales gastronómicos, actividades y exposiciones artísticas, entre otras.

➢ Estacionamientos bajo viaducto

Otra posibilidad que se vislumbra es la de permitir áreas para estacionamiento de vehículos bajo el viaducto, propuesta que va de la mano por lo dispuesto en el Decreto 379 del 12 de octubre de 2021, donde se indica lo siguiente:

> *"Por medio del cual se modifica y se adiciona el Decreto Distrital 519 de 2019 'Por medio del cual se reglamenta el Acuerdo Distrital 695 de 2017 en lo relacionado con el estacionamiento en vía pública y se dictan otras disposiciones', para establecer la operación pública del Estacionamiento en Vía."*

Estas zonas serían parte integral de las *"Zonas de Parqueo Pago en Bogotá"*, previa autorización de la Secretaría Distrital de Movilidad para el uso temporal del estacionamiento en vía pública, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente.

Su funcionamiento y operación estaría a cargo de la entidad que el Distrito y el ordenamiento jurídico dispongan. La Secretaría Distrital de Movilidad, igualmente, tendría facultades para definir los horarios de operación de los segmentos viales que se destinen al servicio de estacionamiento, de acuerdo con las condiciones particulares de cada zona o área de implementación.

El sustento de las actividades antes propuestas será el manejo de la iluminación pública en las áreas bajo viaducto.

La Figura 165 y Figura 219 ilustran las actividades propuestas en las zonas bajo viaducto.



Figura 218. Actividades bajo viaducto parte 1
Fuente: Tomada y adaptada Google Maps



Figura 219. Actividades bajo viaducto parte 2
Fuente: Tomada y adaptada Google Maps

❖ **Intervención en pozos (salidas de emergencia)**

El proyecto contempla la construcción de 11 pozos y salidas de emergencia, de los cuales 10 contarán con un espacio complementario para la ventilación del túnel. En la Figura 220 se presenta la localización general de los pozos.



Figura 220. Localización general de pozos.
Fuente:UT MOVIUS 2022

A nivel de implantación de cada pozo, se proyecta la localización de un cerramiento en lámina microperforada de 3 m de altura que rodeará el lote en dirección a las áreas exteriores. En las áreas colindantes con predios o construcciones, se proyectan muros en bloque con perforación vertical para garantizar la estabilidad de las culatas de predios por conservar.

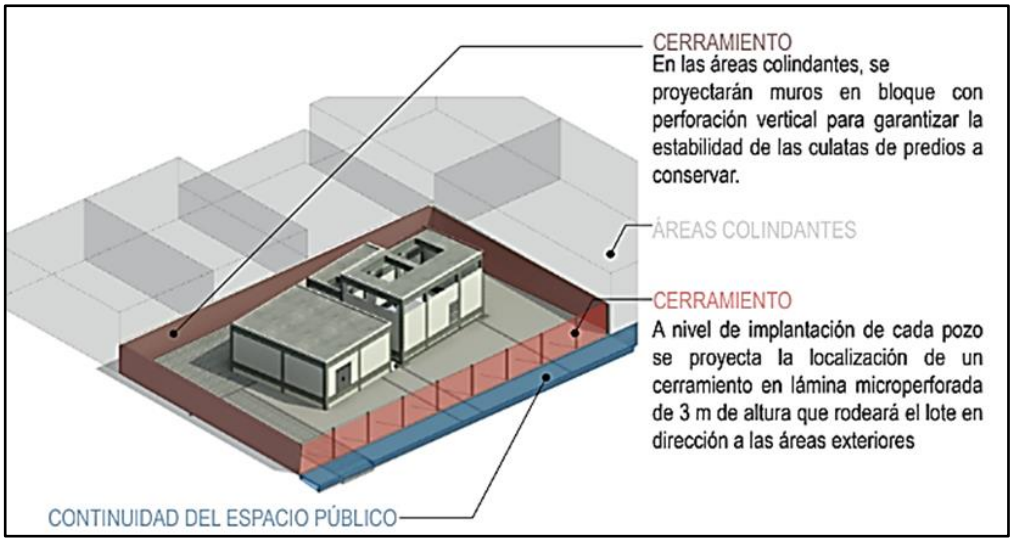


Figura 221. Planteamiento relación entorno inmediato pozos
Fuente:UT MOVIUS 2022

En la implantación sobre el espacio público se dará continuidad a los elementos existentes de espacio público para no afectar la paramentación y continuidad de las manzanas, garantizar la funcionalidad vial existente y la funcionalidad de los flujos peatonales, y facilitar la aproximación a cada pozo de vehículos tipo ambulancia, emergencia civil o bomberos.

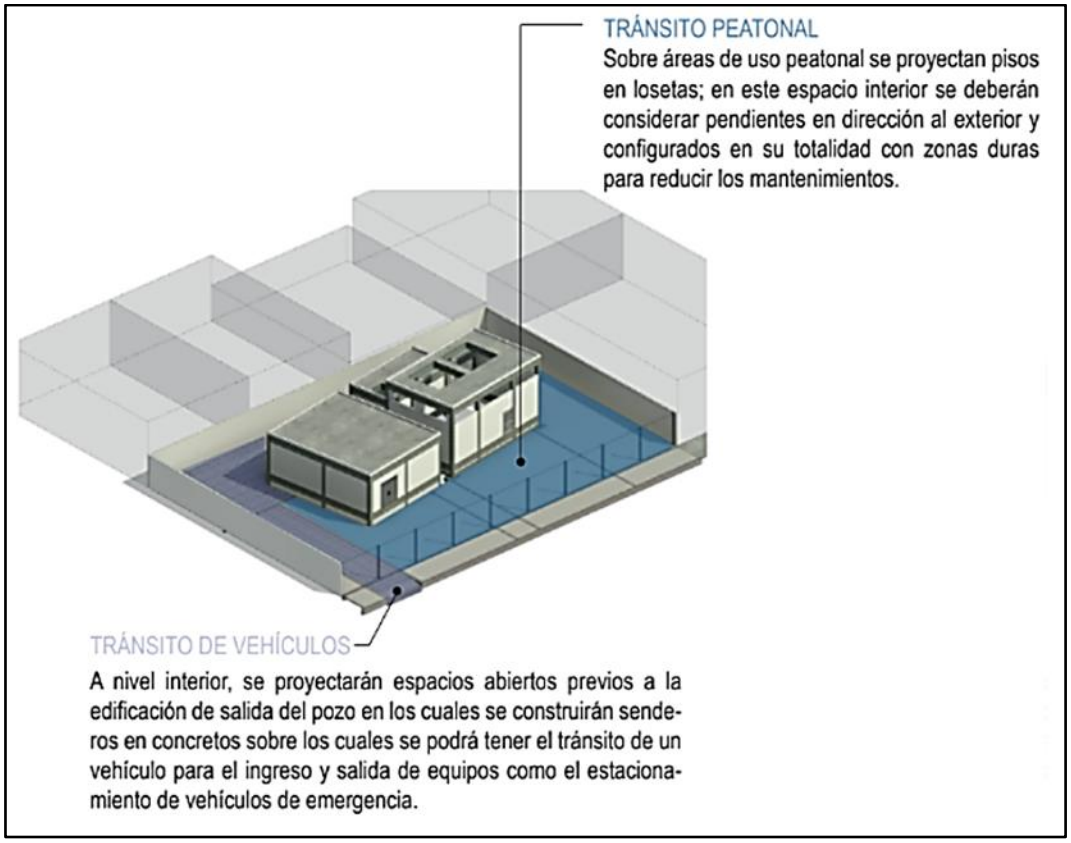


Figura 222. Tránsitos interiores del proyecto y consideraciones
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.11.2. Manejo de áreas remanentes

En aquellos casos donde se generan culatas debido a la afectación por predios adquiridos para la construcción de estaciones se contempla implementar la apertura de fachadas sobre tales culatas para habilitar usos comerciales y/o desarrollo inmobiliario, de tal forma que se minimice el impacto social en términos de seguridad ciudadana.

Los criterios para el manejo de las culatas y de las áreas remanentes serán los contemplados en el Decreto 555 de 2021, destacando los siguientes:

- Apertura y acceso de las fachadas cerradas y culatas colindantes con el espacio público peatonal y para el encuentro, para reducir los focos de inseguridad y favorecer la relación visual interior- exterior, o en su defecto, tratamiento de las mismas con acabados para permitir su articulación con el entorno.

- Garantía de que todos los frentes de las edificaciones localizadas contiguas a estas áreas (APAUP) propicien relaciones directas y de continuidad visual entre el espacio público y privado, fachadas transparentes que garanticen la vigilancia natural y accesos peatonales para la articulación con los usos del primer piso.

- Promoción de expresiones artísticas de carácter temporal, permanente y regular.

- Recuperación de espacios residuales y vacíos mediante una intervención integral que vincule a la comunidad, incrementando la apropiación de estos espacios para disminuir la sensación de abandono e inseguridad asociadas a los mismos.

Adicionalmente, se establecen los siguientes criterios específicos en cuanto al manejo de tratamiento de culatas y áreas remanentes:

- En los casos donde el área de afectación predial sea superior al área de la edificación de accesos a las estaciones (módulos de acceso), el área resultante será destinada a usos comerciales y/o desarrollo inmobiliario o áreas fiscales para la posible inserción de equipamiento urbano.

- En los casos que la inserción de los módulos de acceso a las estaciones se realicen en predios esquineros, se propenderá por manejar las fachadas posteriores mediante la incorporación de actividades socioeconómicas y culturales.

- Se realizarán acercamientos con la comunidad para vincular a los propietarios de los predios aledaños no afectados, con las afectaciones prediales requeridas por el proyecto.

3.2.11.3. Mobiliario urbano

La implementación del mobiliario urbano se hará a partir de las recomendaciones de la cartilla de andenes y la cartilla *"Lineamientos de Espacio público para la Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea de Metro de Bogotá"* elaborada por la Secretaría Distrital de Planeación, con los siguientes criterios:

- **Imagen e Identidad:** La imagen urbana es el conjunto de elementos naturales y construidos que conforman el marco visual de una ciudad, sirviendo para definirla y caracterizarla. En ese sentido, el mobiliario urbano de la L2MB será uno de los elementos construidos que otorgan caracterización visual e identidad al corredor. Por lo tanto, se proponen elementos particulares provenientes de la cartilla de mobiliario de la SDP y que se adoptan según su ubicación y utilización.

- **Unidad espacial:** El mobiliario urbano propuesto para la L2MB se desarrollará de manera homogénea en las áreas de intervención en superficie de las estaciones. Se incluirán las mismas especificaciones de materiales en bancas, canecas y demás elementos, lo cual permitirá un diseño unificado y articulado en las áreas de intervención en superficie alrededor de las estaciones .

- **Confort funcional:** El mobiliario urbano para la L2MB será ergonómico, funcional y práctico. Su función será realizada con la menor cantidad de elementos posibles y con decoraciones útiles. De esta manera, se optimizarán los recursos presupuestales.

- **Durabilidad y practicidad:** Los sistemas constructivos, materiales y especificaciones técnicas de los elementos que conforman el mobiliario urbano garantizarán su duración en el tiempo, su resistencia ante el vandalismo, su practicidad a la hora de la limpieza y su mantenimiento.

- **Sostenibilidad:** Los procesos constructivos, materiales y durabilidad de los elementos que conforman el mobiliario urbano de la L2MB serán responsables con el ecosistema y causarán el menor impacto posible en su implementación.

En la Figura 223 se ilustran algunos ítems de mobiliario urbano previsto.

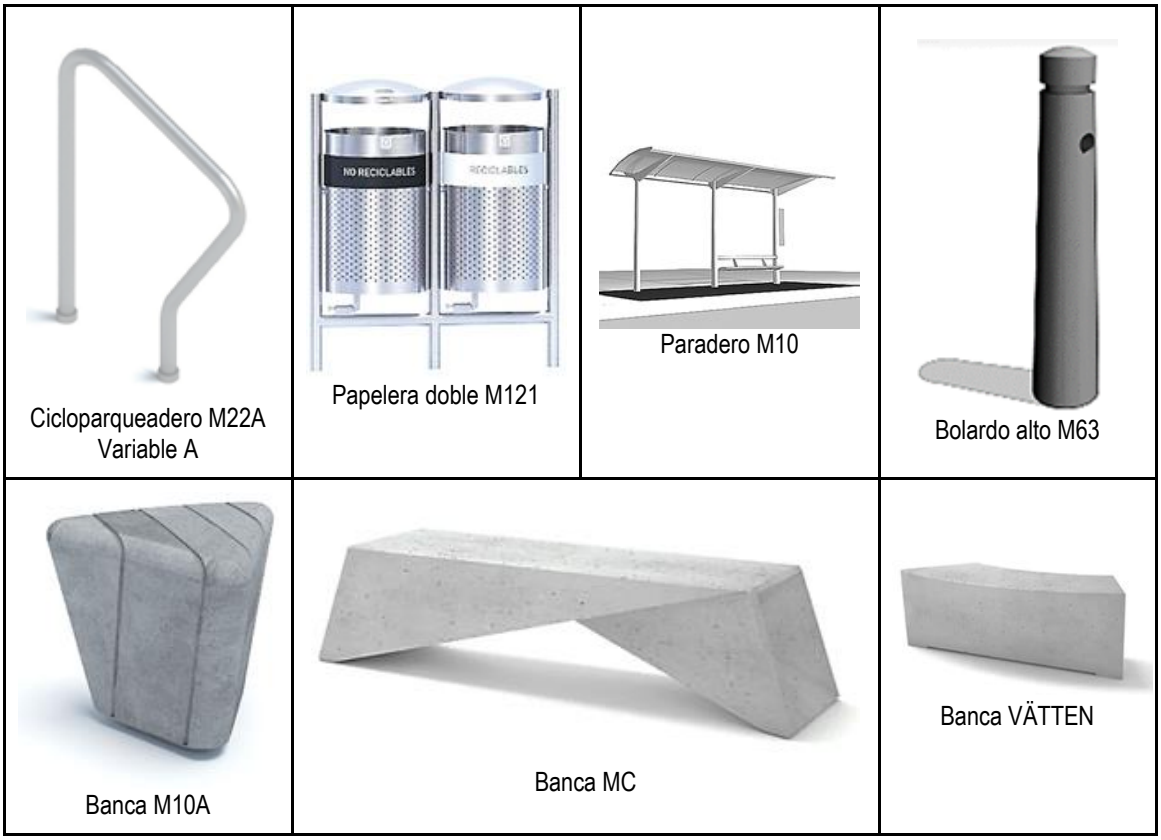


Figura 223. Items de mobiliario urbano Propuesta Conceptual
Fuente: Tomada y adaptada de la SDP Cartilla de mobiliario urbano. 2007

3.2.11.4. Espacio público

❖ **Franjas funcionales de la red vial**

Las intervenciones proyectadas serán de dos tipos: 1) de mejoramiento del espacio público y 2) de reconfiguración de tipo de calle.

Se proyectarán intervenciones de mejoramiento del espacio público cuando se requiera continuar con el funcionamiento actual del perfil vial, manteniendo los actuales bordes de vía y mejorando las condiciones particulares de los actores viales no motorizados (peatones y biciusuarios), dotándolos de características que permitan cumplir con los principios de la accesibilidad universal.

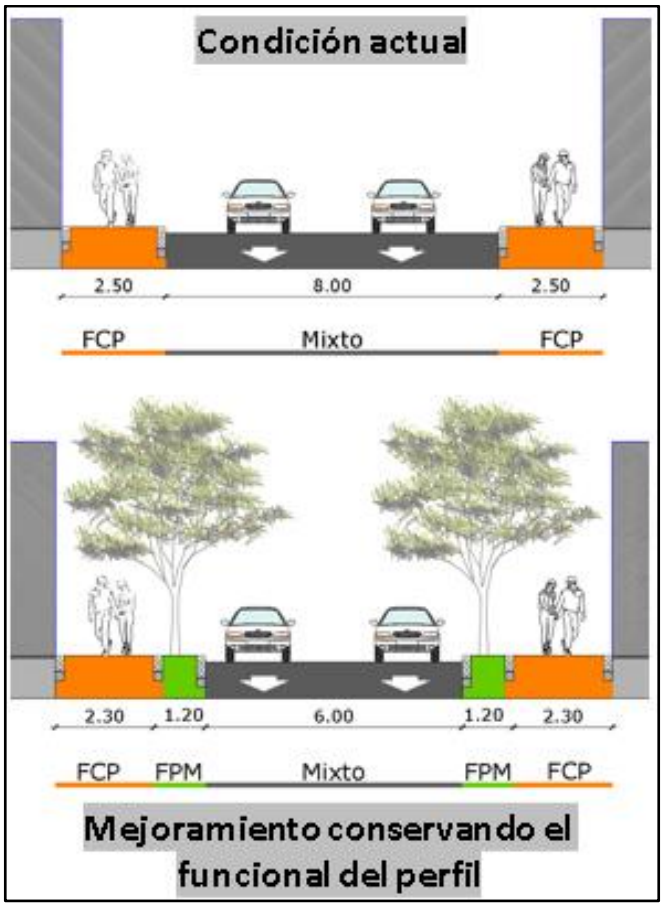


Figura 224. Ejemplo de Intervención de mejoramiento en sección transversal
Fuente: UT MOVIUS 2022

Se proyectará una reconfiguración de tipo de calle cuando el diagnóstico concluya que al tramo por intervenir le favorece cambiar su funcionamiento, ya sea porque esto permite potenciar la intermodalidad o por la cercanía de equipamientos que generan grandes volúmenes peatonales. La reconfiguración de tipo de calle se manifestará en la disminución del ancho útil de alguna franja funcional favoreciendo el ancho útil de otras franjas funcionales, o simplemente en la implantación de nuevas franjas funcionales, como la inclusión de las franjas ciclo-infraestructura o de paisajismo y calidad. Ejemplos de reconfiguración de tipo de calle son la peatonalización o la pacificación del tránsito vehicular de un tramo en particular, la reducción de carriles vehiculares para el favorecimiento de la franja de circulación peatonal, o la incorporación de franjas de ciclo-infraestructura o de paisajismo y calidad.

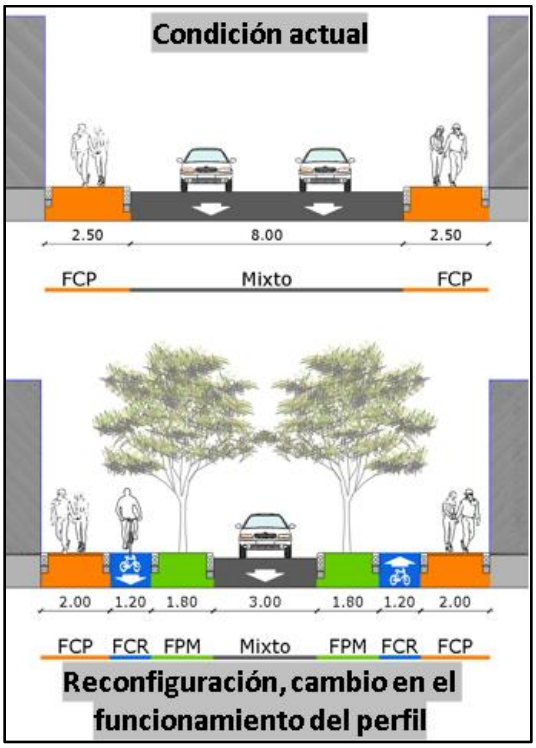


Figura 225. Ejemplo de Reconfiguración de tipo de calle en sección transversal
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Franja de circulación peatonal**

Las franjas de circulación peatonal se intervendrán dentro de los límites de diseño proyectados por estación bajo los criterios y características de los dos tipos de intervención (mejoramiento o de reconfiguración del perfil). Se proyectan en los siguientes materiales:

➔ Loseta Panot Color Gris y Ocre de 200 x 200.
➔ Loseta Prefabricada en Concreto Tactil Guia 400 X 400 Ref. A-56.
➔ Loseta Prefabricada en Concreto Alerta 400 X 400 Ref. A-55.
➔ Adoquín rectangular 200x100 color amarillo Ref: A25.



Figura 226. Criterios de diseño Franja de Circulación Peatonal
Fuente: SDP. Lineamientos de diseño del espacio público para el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá. (2017)

❖ **Franja de ciclo-infraestructura**

Se proyectarán nuevas ciclorrutas siempre y cuando conecten con la ciclo-infraestructura existente. Cuando la cicloruta se ubica a nivel de andén se construirá en asfalto poroso. Cuando se localiza a nivel de calzada se integrará a la carpeta asfáltica de la misma.



Figura 227. Criterios de diseño Franja de Ciclorruta
Fuente: SDP. Lineamientos de diseño del espacio público para el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá. (2017)

❖ **Franja de paisajismo y calidad**

Se proyectarán franjas de paisajismo en los dos tipos de intervención, de mejoramiento y de reconfiguración de tipo de calle, siempre y cuando el ancho de la sección por intervenir cumpla con los anchos mínimos funcionales y normativos para la circulación peatonal. Sobre esta franja se instalarán individuos arbóreos y mobiliario urbano de los siguientes tipos:

- Cubresuelos (Suelda Con Suelda, Hiedra Miami).
- Caucho Reciclado Poroso "In Situ".



Figura 228. Criterios de diseño Franja de Paisajismo
Fuente: SDP. Lineamientos de diseño del espacio público para el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá. (2017)

❖ **Pacificación de vías**

En ciertas vías afectadas por la construcción de las estaciones se llevarán a cabo intervenciones enfocadas a calmar o pacificar el tránsito, siendo ésta una herramienta de gestión de la seguridad vial. Mediante el uso y combinación de distintos tipos de dispositivos de señalización, y con la modificación de la rasante y geometría de las vías, se pretende reducir la velocidad de vehículos automotores y brindar una mejora del entorno urbano, generando una operación segura para los diferentes actores viales, especialmente para los más vulnerables (peatones y ciclistas), disminuyendo su exposición al riesgo y la gravedad de los accidentes.

La pacificación de las vías tendrá las siguientes características:

- En las elevaciones de calzada se emplearán diferentes materiales y texturas para diferenciar y advertir el cruce peatonal.
- No se utilizarán pinturas o materiales deslizantes sobre la superficie destinada al tránsito de peatones.
- Dependiendo de la velocidad de circulación que se desee para los vehículos, las rampas de acceso a la parte elevada podrán tener diferentes pendientes. Sin embargo, es recomendable nivelarlas con la altura del bordillo.
- Se instalará señalización respecto al límite de velocidad vehicular máximo permitido y al cruce de peatones y/o de ciclistas.

❖ **Manejo integral de esquinas**

El diseño de las esquinas estará representado en dos categorías:

- En la categoría 1 se encuentran las esquinas que requieren rampas para salvar los desniveles existentes entre el andén y la calzada vehicular garantizando la continuidad de la circulación peatonal y de biciusuarios sobre el cruce de calzada.
- En la categoría 2 se encuentran los cruces peatonales y de biciusuario que se realizan por medio de la construcción de un elemento sobre la calzada vehicular para generar un paso continuo y seguro a nivel del peatón, en el que los vehículos deben disminuir la velocidad y ceder el paso, dando prevalencia al tránsito peatonal, al de modos de transporte no motorizado y, especialmente, al paso seguro y autónomo de las personas en condición de movilidad reducida. (Secretaría Distrital de Planeación, Cartilla de andenes Bogotá D.C., 2018, p. 63)

❖ **Manejo de esquinas con vados**

La necesidad de tránsito seguro entre el nivel de andén y el nivel de calzada vehicular se resolverá mediante vados peatonales. Los vados permitirán garantizar circulación libre a todas las personas, principalmente aquellas en condición de movilidad reducida permanente o temporal, mediante superficies inclinadas a manera de rampas con resistencia suficiente al deslizamiento en ambientes secos y húmedos.

Se identifican las siguientes tipologías de vados para las áreas de intervención en superficie:

➢ Tipologías de esquinas con vados 1 (TEV 1)

Este tipo de esquinas aplica en intersecciones que por sus condiciones de espacio requiere el uso de rampas para permitir el tránsito para biciusuarios y peatones. Teniendo en cuenta que la esquina queda a nivel de la vía, se implementan bolardos distanciados de tal manera que permitan la correcta accesibilidad y a su vez protejan al peatón.

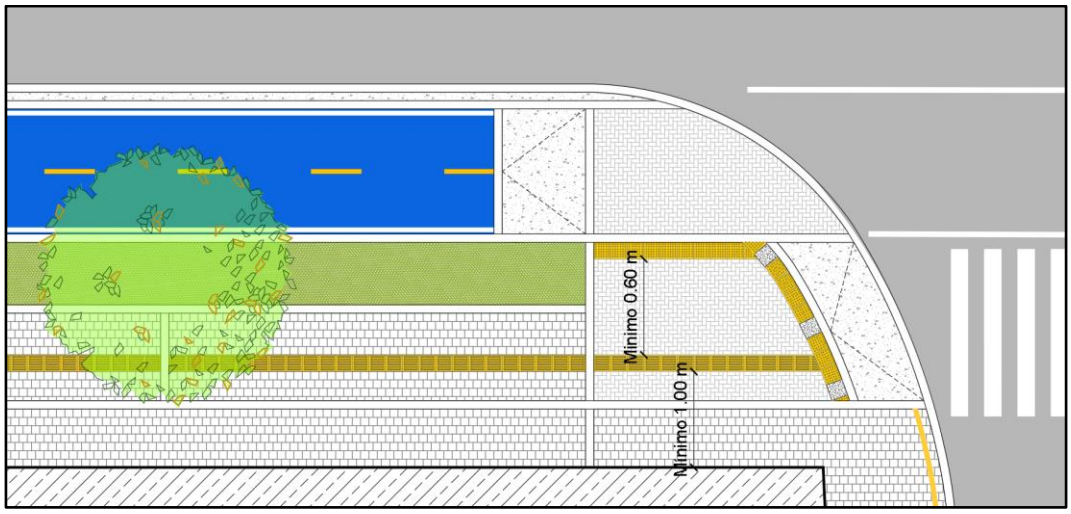


Figura 229. Tipologías de esquinas con vados 1 (TEV1)
Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Tipologías de esquinas con vados 2 (TEV 2)

Este tipo de esquinas aplica en intersecciones que por sus condiciones de espacio requiere el uso de rampas para permitir el tránsito para biciusuarios y peatones. En este tipo de esquinas se implementan bolardos para proteger al peatón.

.

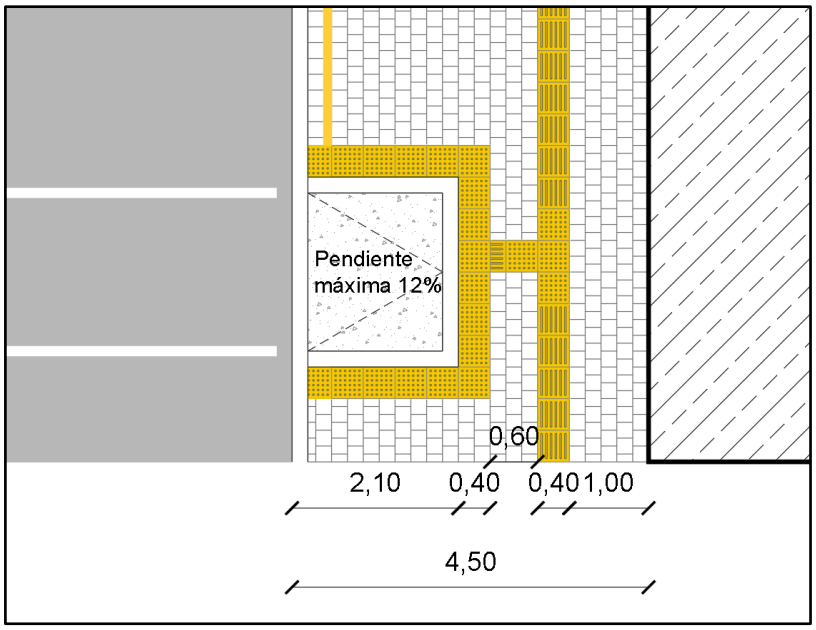


Figura 230. Tipologías de esquinas con vados 2 (TEV2)
Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Tipologías de esquinas con vados 3 (TEV 3)

Este tipo de esquinas aplica en intersecciones en que por sus condiciones de espacio no es posible emplear el uso de rampas tipo 1 y 2 para permitir el tránsito para biciusuarios y/o peatones. Teniendo en cuenta que la esquina queda a nivel

de la vía, se implementan bolardos distanciados de tal manera que permitan la correcta accesibilidad y a su vez protejan al peatón.

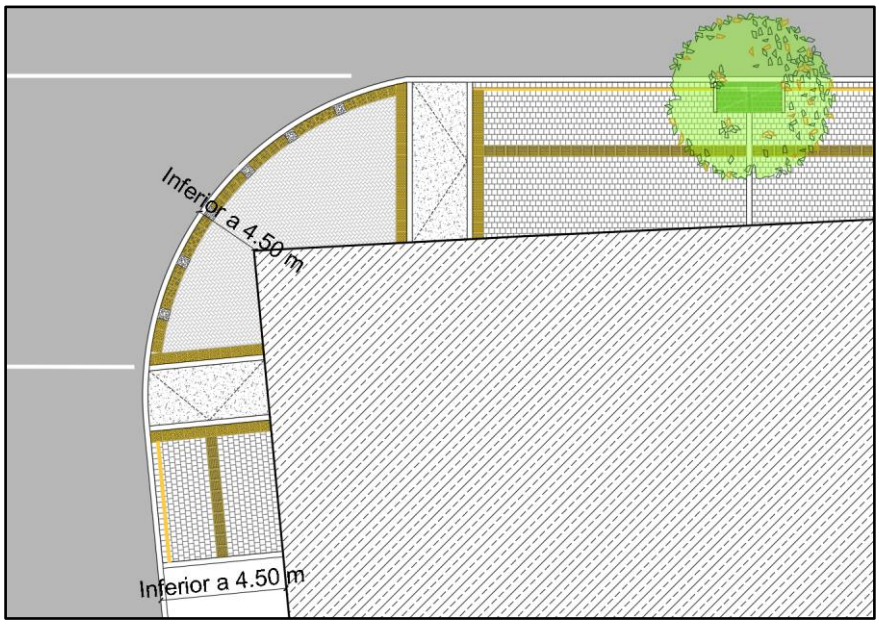


Figura 231. Tipologías de esquinas con vados 3 (TEV3)
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Cruce transversal peatonal semaforizado con refugio sobre separador central (CTPR)**

Se dispondrán isletas en las áreas de cruce de los pasos peatonales con los separadores de calzadas vehiculares, conectadas con los vados por medio de las zonas demarcadas en calzada (cebras).

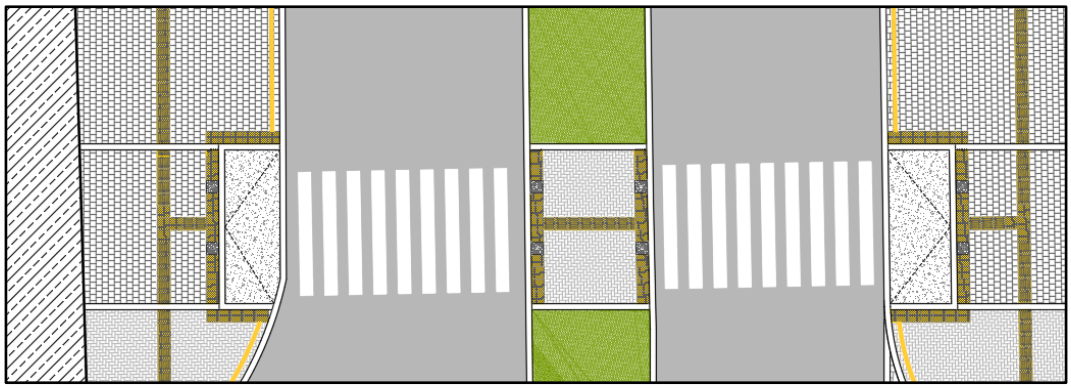


Figura 232. Cruce transversal peatonal semaforizado con refugio sobre separador central (CTPR)
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Manejo de esquinas de pompeyanos**

En este tipo de esquina se prioriza la movilidad del peatón. Así mismo, teniendo en cuenta que el andén y el vehículo quedan al mismo nivel, se implementan bolardos distanciados de tal manera que permitan la correcta accesibilidad y a su vez protejan al peatón.

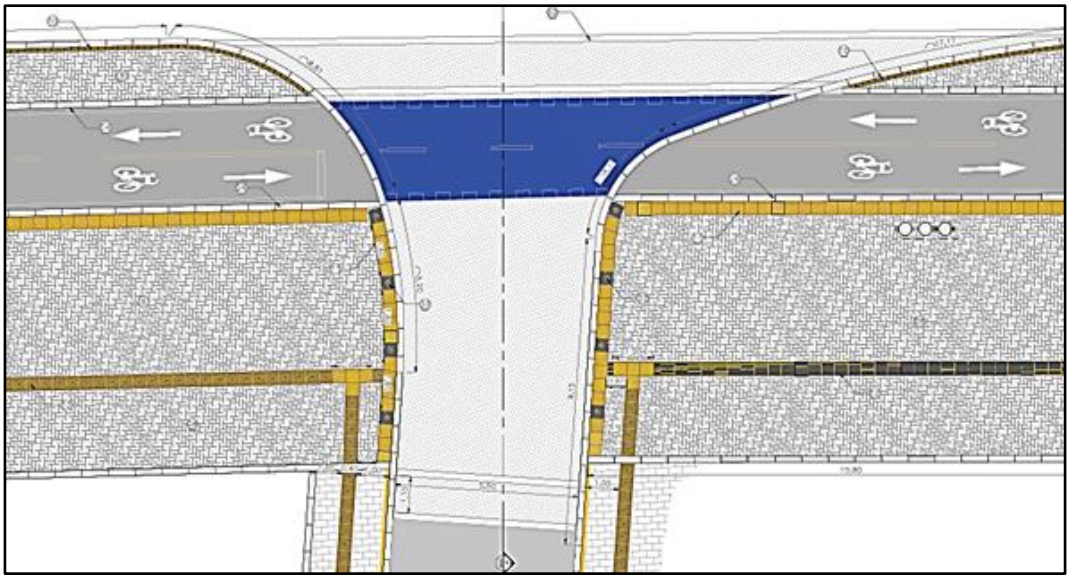


Figura 233. Manejo de esquinas con cruce pompeyano
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Pasos peatonales semaforizados**

El paso peatonal a nivel de calzada será delimitado con dispositivos, elementos y demarcación vial para favorecer la continuidad del itinerario peatonal y contribuir a que prime la circulación de los modos de transporte no motorizado sobre los motorizados.

Se han previsto pasos peatonales semaforizados para los ingresos a las Estaciones 9, 10 y 11, asÍ:



Figura 234. Pasos peatonales semaforizados Estación 9
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 235. Pasos peatonales semaforizados Estación 10
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 236. Pasos peatonales semaforizados Estación 11
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Pasos pompeyanos**

Para el desarrollo de la propuesta de conectividad segura y funcional para los peatones y los biciusuarios, se hará uso de los pompeyanos en las intersecciones de la malla vial arterial con las vías de la malla vial local no semaforizadas. Para ese propósito, se tomaron las dimensiones y especificaciones recomendadas en la cartilla diseñada por la Secretaría Distrital de Planeación. Se incluyeron pompeyanos en los sitios donde se evidenció la necesidad de cruce peatonal sin contar con cruce semafórico. Los materiales para los pompeyanos se proponen en materiales visibles y con pendientes aptas que permitan el desarrollo del espacio público inclusivo para personas en situación de discapacidad.

La geometría y funcionalidad de los pompeyanos se muestran en la Figura 237 y la Figura 238.

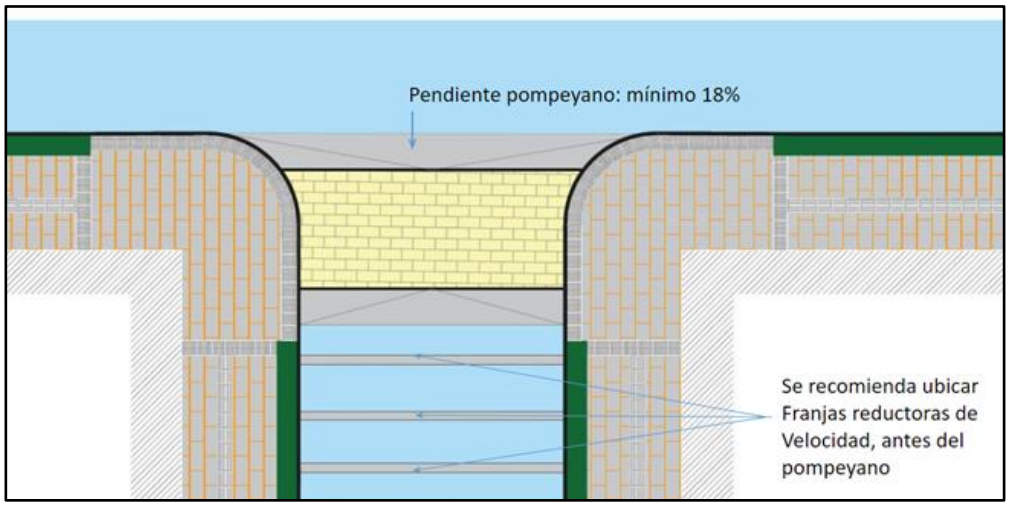


Figura 237. Pasos pompeyanos
Fuente: IDU. DISEÑO DE ESPACIO PÚBLICO con Garantías de Accesibilidad. 2018

Para la ubicación de pompeyanos se tiene como prioridad la movilidad peatonal y de bici usuarios de forma segura y continua. Su disposición se representa en la siguiente figura:

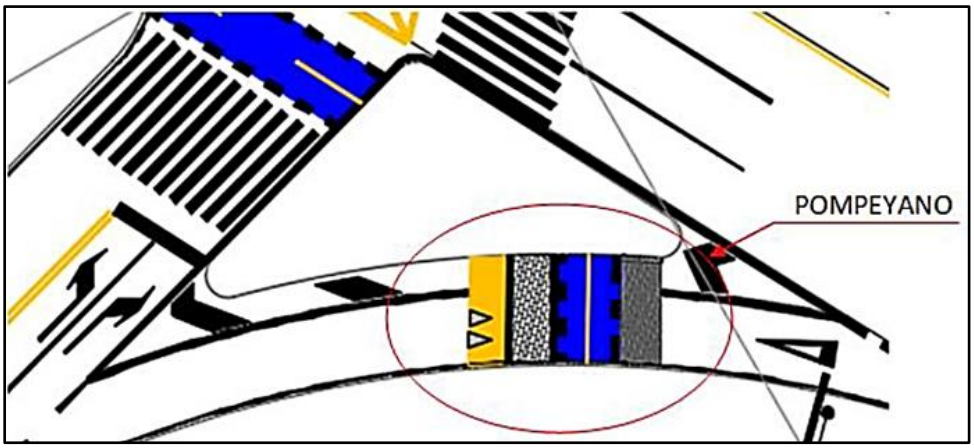


Figura 238. Disposición de los pompeyanos
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Refugios peatonales**

Los refugios peatonales serán áreas de cruce para los peatones en los separadores de calzadas vehiculares, conectadas con los vados de los andenes por medio de zonas en calzada demarcadas.

En la Figura 239 se muestran los aspectos que caracterizan los refugios peatonales.

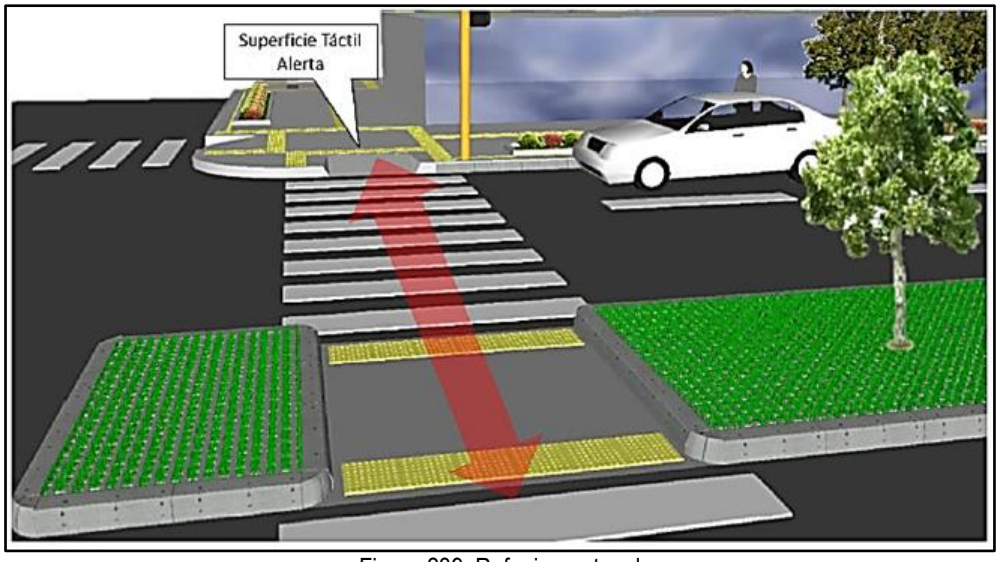


Figura 239. Refugio peatonal
Fuente: SDP. Cartilla de andenes Bogotá D.C. 2018

❖ **Accesos a predios**

Se identifican las siguientes tipologías de acceso a predios para las áreas de intervención en superficie:

➢ Tipología de acceso vehicular al predio 1 (TAVP1)

Esta tipología corresponde al acceso vehicular al predio desde una vía pacificada (Figura 240).

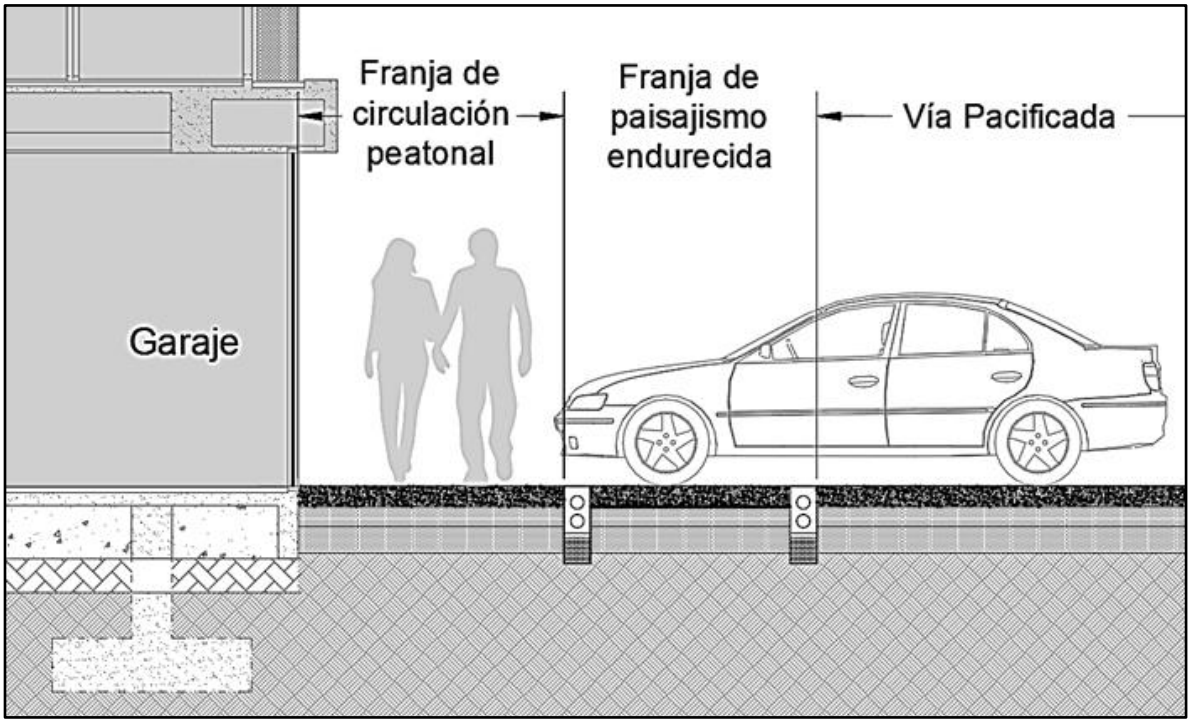


Figura 240. Tipología de acceso vehicular TAVP1
Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Tipología de acceso vehicular al predio 2 (TAVP2)

Esta tipología corresponde al acceso vehicular al predio desde una vía segregada respecto al nivel de las franjas de circulación peatonal y de paisajismo y mobiliario (Figura 241).

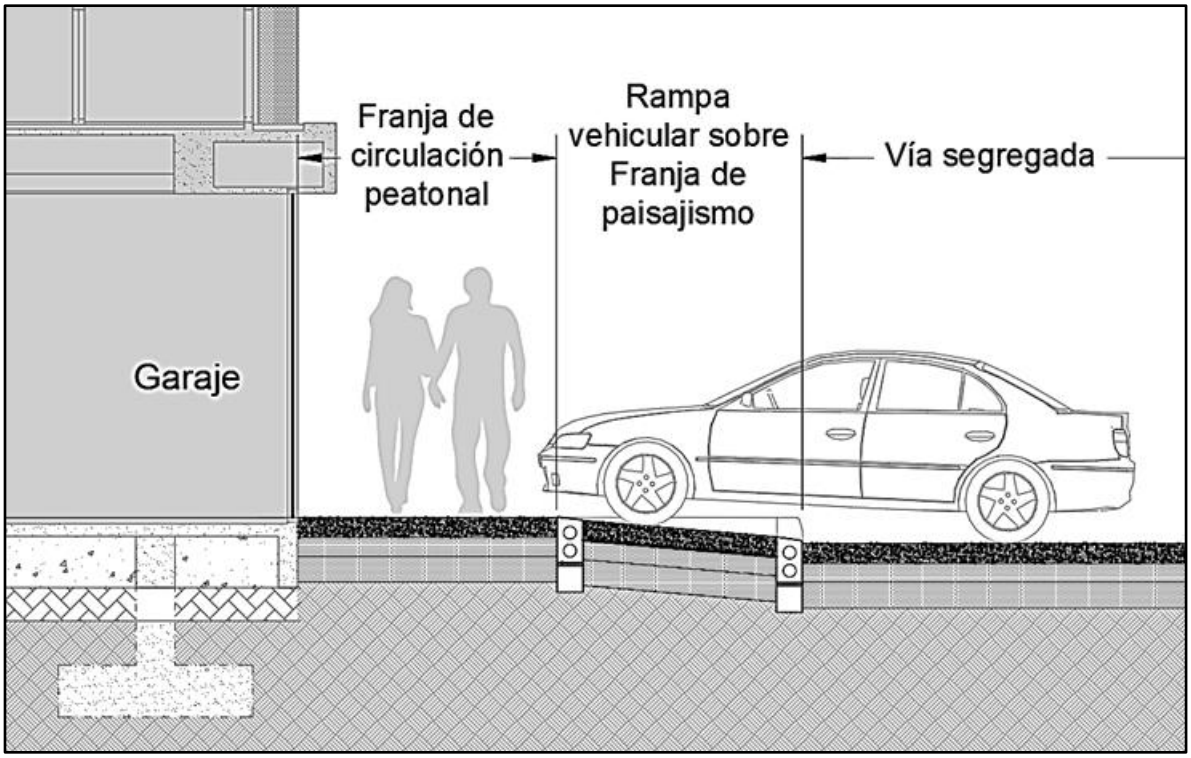


Figura 241. Tipología de acceso vehicular TAVP2
Fuente: UT MOVIUS 2022

❖ **Manejo de antejardines**

El antejardín corresponde al área libre de propiedad privada, perteneciente al espacio público, comprendida entre la línea de demarcación de la vía y el paramento de construcción, en la cual no se admite ningún tipo de edificación. La intervención de antejardines se realizará de acuerdo con una de las dos tipologías de afectación descritas a continuación.

➢ Afectación parcial del antejardín

Aplica cuando se requiere parcialmente afectar áreas de antejardines producto de las intervenciones en superficie, como se ilustra en el siguiente ejemplo:

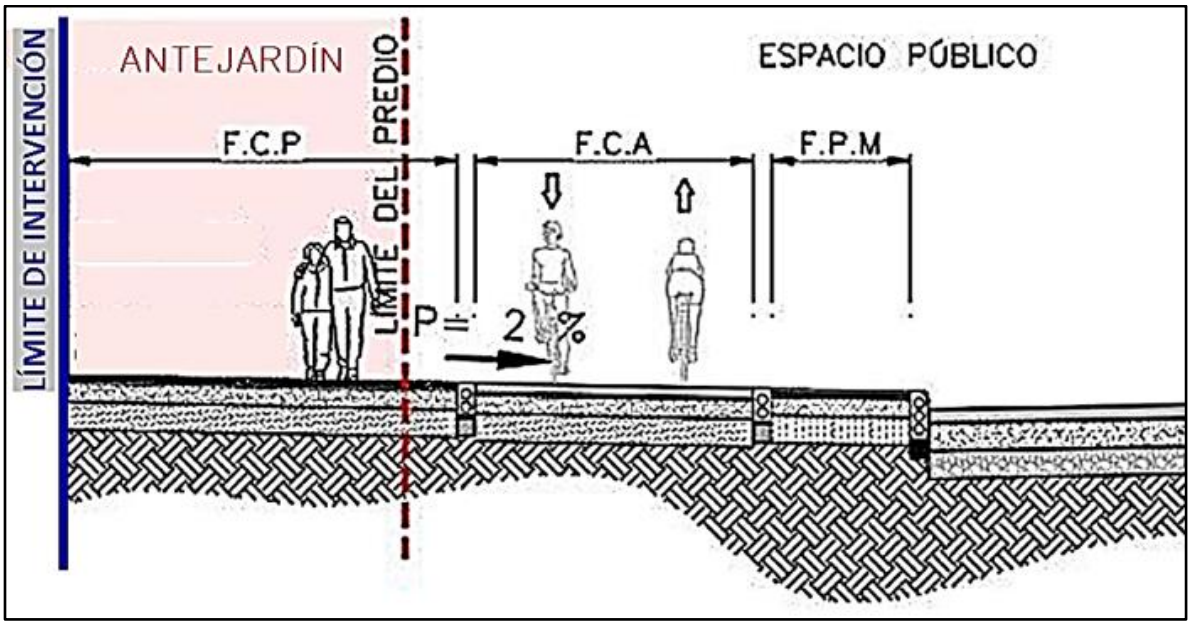


Figura 242. Ejemplo de afectación parcial de antejardín
Fuente: UT MOVIUS 2022

➢ Afectación total del antejardín

Aplica cuando se requiera la totalidad de las áreas de antejardines producto de las intervenciones en superficie, como se ilustra en el siguiente ejemplo:

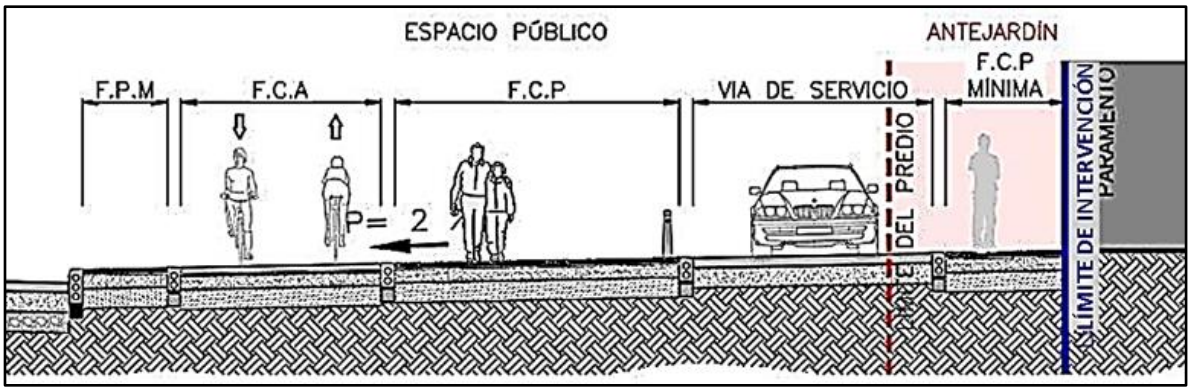


Figura 243. Ejemplo de afectación total de antejardín
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.11.5. Diseño paisajístico

Las especies arbóreas propuestas para la L2MB fueron determinadas en función de su integración con variables tales como la humedad relativa, emplazamiento, características deseables de cada especie, procedencia, porte y funciones ambientales aptas para el arbolado urbano del proyecto y del sector.

- **Andenes**

El diseño del paisaje sobre los andenes se realizará por medio de agrupaciones vegetales de individuos arbóreos y coberturas vegetales, principalmente sobre la franja paisajística y resiliencia determinada en el Decreto 555 de 2021 (Tabla 56). Así mismo, la cartilla de andenes de Bogotá, adoptada mediante Decreto Distrital 308 de 2018, indica la distribución de cada una de las franjas funcionales de los andenes (Figura 244).

Tabla 56. Perfiles viales - Tipo de calles (Dimensiones)

RANGOS DE REFERENCIA POR TIPO DE CALLE (Medidas en metros)							
PERFIL COMPLETO			FRANJAS FUNCIONALES ANCHOS MÍNIMOS				
TIPO DE CALLE	ANCHO MÍNIMO	ANCHO MÁXIMO	CIRCULACION PEATONAL	CICLOINFRA ESTRUCTURA	TRANSPORTE PÚBLICO	FRANJA VEHICULAR	PAISAJISMO Y CALIDAD
A-0	90	>100	13	8	28	13	23
A-1	54	66	7	6	17	10	13
A-2	36	44	6	3	7	7	11
A-3	27	34	6	3	7	3	8
A-3E	22	27	6	3	6	3	4
I-4	22	<27	5	3	0	6	8
I-5	18	<22	5	1,7	0	3	6
I-6	16	<18	6	1,7	0	3	3
L-7	13	<16	4	1,7	0	3	3
L-8	10	<13	4	0	0	3	2
L-9	7	<10	4	0	0	0	3
L-10	4	6	4	0	0	0	0

Fuente: Artículo 155, Decreto 555 de 2021, Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. (2021)

La franja de paisajismo y resiliencia urbana, aparte del componente ambiental (arbolado urbano y cubresuelos), también está compuesta por otros elementos de mobiliario urbano representado en luminarias, señales verticales de tránsito, bancas, canecas, contenedores de raíces e hidrantes, entre otros. De igual forma, la franja de paisajismo y resiliencia también cumple la función de ser un elemento segregador entre los sistemas de transporte de motorizados y de biciusuarios, y el peatón como actor principal y usuario de la red de andenes de la ciudad.

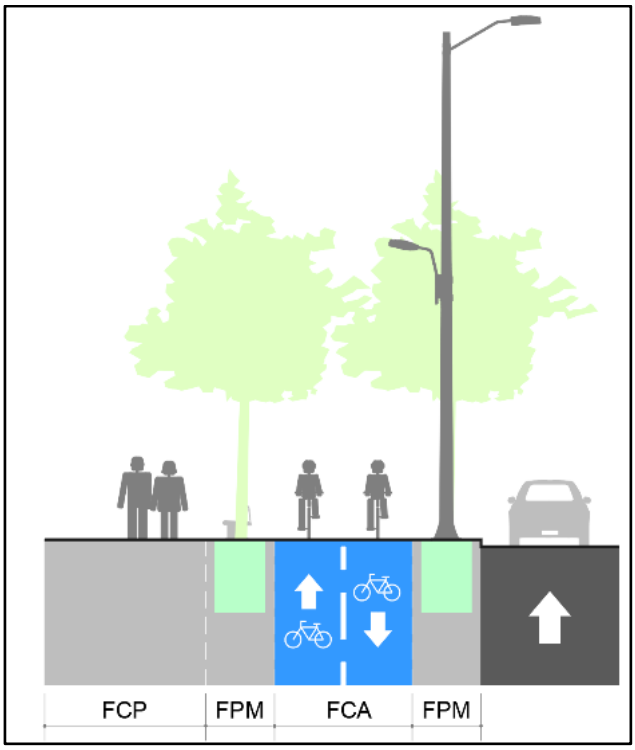


Figura 244. Perfil de andén con ancho mayor a 5 m - Franjas de paisajismo y resiliencia.
Fuente: Cartilla de andenes de Bogotá D.C.

Los criterios para implantar las disposiciones arbóreas y de coberturas vegetales en los andenes fueron los siguientes:

- La arborización es obligatoria para los andenes de ancho igual o mayor a 3,50 m, según lo dispuesto en la Cartilla de Andenes de Bogotá, Decreto Distrital 308 de 2018.

- Los individuos arbóreos que se ubican en la franja de paisajismo contigua a la calzada deberán ser árboles de medio y alto porte, de preferencia mono fustales, debido a que los diseños podrían contemplar la incorporación de alcorques inundables (SUDS). En consecuencia, se requiere de este tipo de portes para evitar interferencias con los distintos usuarios, principalmente los motorizados y los biciusuarios, correspondiendo a las políticas distritales de "Visión Cero"[4].

[4] La Visión Cero es una iniciativa que le da un enfoque ético a la seguridad vial y tiene como ideal reducir a cero el número de víctimas fatales o heridos graves de siniestros viales.

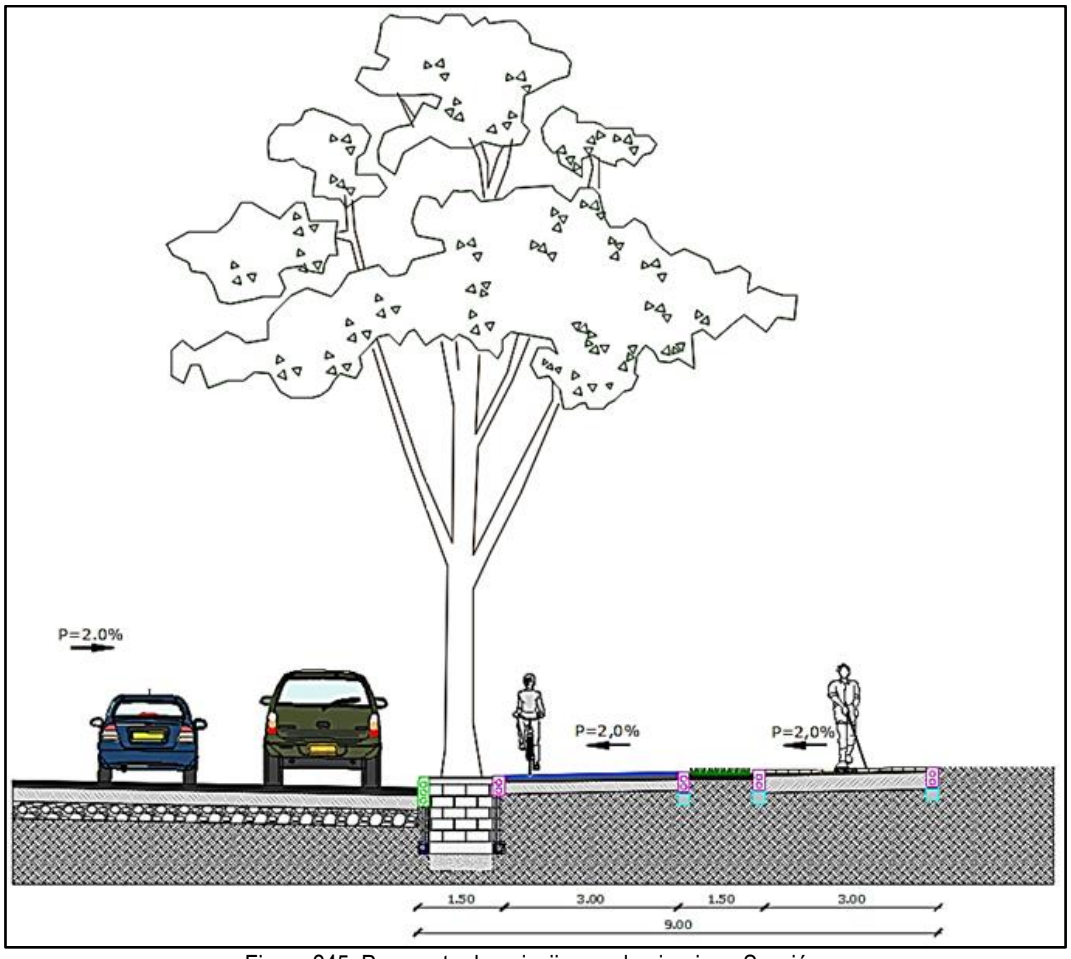


Figura 245. Propuesta de paisajismo y luminarias - Sección
Fuente: UT MOVIUS 2022

- La interdistancia entre elementos arbóreos de medio y alto porte con la red de iluminación pública no debe ser menor de 8 m. Sin embargo, entre estos elementos se establecen interdistancias de 10 m con el objeto de introducir posteriormente ajustes en su ubicación, o incorporar otros elementos de mobiliario.

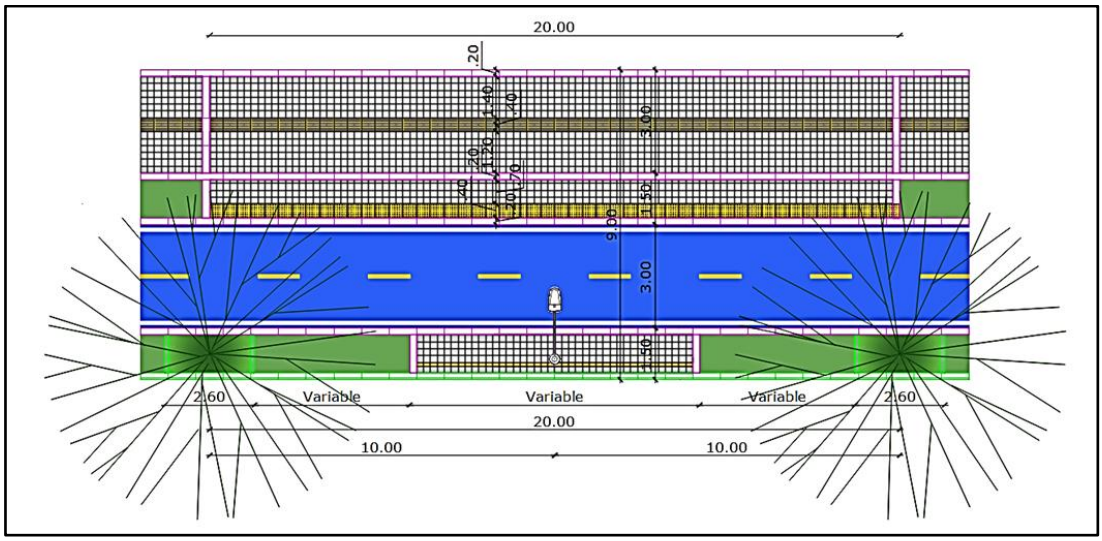


Figura 246. Propuesta de paisajismo y luminarias - Planta
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Las coberturas vegetales en la franja contigua a la calzada no deberá superar 1 metro de altura, para permitir la visual entre calzada y andenes, así como la iluminación pública en zonas de penumbra que afecten la seguridad social del corredor. Estas especificaciones también se aplican a los SUDS.

- Se debe mantener una distancia de separación entre el arbolado urbano en cualquiera de las franjas de paisajismo y resiliencia y las rampas vehiculares de acceso a predios de no menos de 5 m, con el fin de corresponder con la política de "Visión Cero" por parte del Distrito.

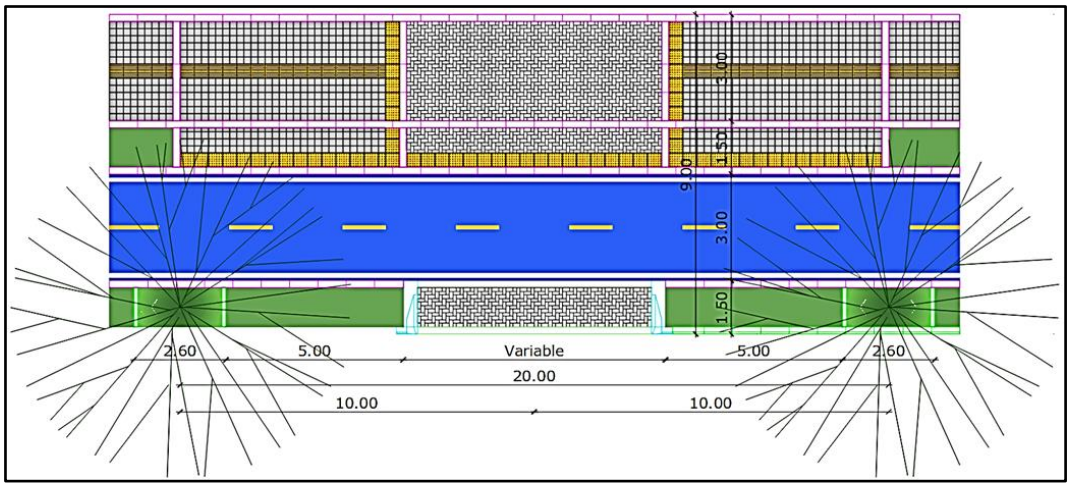


Figura 247. Propuesta Paisajismo y Rampas vehiculares de acceso a predios - Planta
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Las franjas de paisajismo tendrán zonas endurecidas debido al uso del suelo, especialmente en las áreas comerciales, en aras de evitar deterioros y sobrecostos en los mantenimientos de las mencionadas franjas, que por motivos de cargue y descargue de mercancías se vean afectadas por esta actividad. Así mismo, sobre la segunda franja de paisajismo y resiliencia se dispone de un paso endurecido con el mismo fin, e igualmente para permitir la incorporación de los bici usuarios a los predios

por puntos medios, puesto que si se implanta una franja continua a lo largo de la manzana, los biciusuarios podrían invadir la franja de circulación peatonal.

- La segunda franja de paisajismo (entre la franja de circulación peatonal y la franja de ciclo ruta) estará provista de coberturas vegetales tales como pastos, hiedras, herbáceas y/o gramíneas, con alturas no superiores a 1 m, por los motivos ya descritos de seguridad vial y, adicionalmente, para segregar la ciclo ruta con la franja de circulación peatonal.

- Las franjas de paisajismo en aproximación a esquinas que tengan paso peatonal y de biciusuarios a nivel no tendrán arborización de ningún tipo en 20 m del paso peatonal, por efectos de la reglamentación sugerida del manual de señalización. No obstante, se propone la utilización de coberturas vegetales a lo largo de esta distancia, con el fin de evitar pasos de biciusuarios y peatones en lugares no permitidos, señalizados o inseguros.

- En esquinas se ubicará el arbolado urbano propuesto a no menos de 10 m del radio de giro, o no se ubicará arbolado urbano a no menos de 10 m de la esquina más próxima, como se indica en la Cartilla de Andenes de Bogotá, Decreto 308 de 2018.

❖ **Separadores**

El diseño paisajístico de los separadores se compone de los distintos materiales vegetales, tales como especies arbóreas y coberturas vegetales de cualquier porte, dando como resultado separadores totalmente permeables y vegetados que minimicen las islas de calor sobre los corredores viales de la ciudad.

Estas agrupaciones tienen los siguientes criterios de inserción:

- La disposición del arbolado de cualquier porte debe estar retirado 8 m como mínimo de otros elementos de la infraestructura vial de la ciudad, como puentes peatonales, subestaciones y luminarias.

- La disposición del arbolado de cualquier porte debe estar retirado 20 m como mínimo al fin o al inicio sobre los separadores, permitiendo una visual total sobre el ancho de la vía, principalmente sobre pasos peatonales a nivel de forma transversal al eje de la vía.

- Cuando no se disponga de iluminación entre los individuos arbóreos, la interdistancia para arbolado de bajo porte será de 8 m entre el eje de siembra.

- Cuando no se disponga de iluminación entre los individuos arbóreos, la interdistancia de arbolado urbano de mediano porte será de 10 m entre eje de siembra.

- Cuando no se disponga de iluminación entre los individuos arbóreos, la interdistancia de arbolado urbano de alto porte será de 15 m entre eje de siembra.

- Las coberturas vegetales o cubresuelos no tendrán alturas superiores a 1 m.

- Las coberturas vegetales o cubresuelos son complementarias al arbolado urbano, por lo cual se ubicarán a lo largo y ancho de los separadores con el fin de no incentivar los pasos peatonales por zonas no seguras.

- Los separadores con ancho mayor a 2,60 m podrán estar provistos de un andén de seguridad y adicionalmente de una estructura permeable elevada que impida los cruces por zonas no seguras.

❖ **Plazoletas y zonas verdes**

Las plazoletas y zonas verdes contiguas a la franja de circulación peatonal tendrán una configuración distinta a la presentada tanto para el separador como para andenes. Esta disposición del material vegetal estará determinada por el uso del suelo, permitiendo agrupaciones arbóreas de distintos portes y de coberturas vegetales.

- Los individuos arbóreos deben estar aislados de cualquier estructura a una distancia no inferior a 3 m del eje de siembra. Esta distancia está determinada para arbolado urbano de bajo y mediano porte. Para los árboles de alto porte deben estar aislados una distancia no menor de 5 m, con el fin de evitar interferencias de la copa con las estructuras.

- Las zonas verdes incluidas en los parques, plazoletas y demás espacios abiertos, permiten que las copas se toquen o entrelacen según lo dispuesto en la Cartilla de Andenes de Bogotá.

- Los puntos de encuentro sobre espacio público serán en su mayoría espacios endurecidos y provistos de especies arbóreas que impidan las islas de calor y sean confortables para los usuarios que acceden a las estaciones y a los biciusuarios.

❖ **Armonización con otros proyectos**

La armonización paisajística con otros proyectos será fundamental en la dinámica urbano paisajística de la ciudad.

Los criterios para la armonización de la propuesta paisajística de la L2MB con otros proyectos en curso o finalizados, son los siguientes:

- La adaptación en cuanto a la morfología y fenología del material vegetal previsto en los proyectos que empalman, intersectan o bordean las estaciones de la L2MB.

- La espacialidad como representación de la escala y ritmo de los diseños paisajísticos, como elemento de incorporación de armonización con espacios existentes y proyectados.

- Las especies vegetales referenciadas en otros proyectos son pautas de diseño, en donde se prevé la incorporación de este mismo material vegetal o equivalente.

- Los proyectos de gran valor paisajístico, como los parques de humedal y ronda de río Bogotá, pertenecientes a la Estructura Ecológica Principal de la ciudad y tienen una armonización basada en lo proyectado, es decir, la armonización del proyecto de la L2MB se adapta a los lineamientos presentados en estos proyectos.

- En proyectos de parques o proyectos con zonas verdes, tales como parques zonales de bolsillo, vecinales, parques lineales de ronda hídrica y parques de humedal, entre otros, los diseños ya proyectados tendrán prelación, y la armonización estará determinada en la compensación de zonas verdes de estas áreas..

- En proyectos de infraestructura vial, tales como corredores ecológicos de vía, principalmente vías arterias, se armonizará con la propuesta de diseño del proyecto ya aprobado.

- No se harán armonizaciones con proyectos que no estén en etapa de inicio de estudios y diseños, o en factibilidad.

- Los proyectos que empalmen con la L2MB mediante plazas, plazoletas y/o alamedas se empalmarán de la misma forma, mediante áreas abiertas y zonas duras y permeables, según el caso.

❖ **Propuesta de inserción arbórea**

En cuanto a la identidad de la propuesta paisajística frente a las estaciones de la L2MB, se recomienda la inserción de especies arbóreas que permitan identificar tanto la proximidad a las estaciones como la estación en sí misma.

Es así como para las plazoletas y el espacio público adosado a las estaciones se propone la especie Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) la cual, a pesar de no ser una especie nativa, ha sido incorporada con éxito en otros proyectos de infraestructura vial de la ciudad, incluyendo las Troncales de Transmilenio Calle 80, Suba y Ciudad de Cali. Adicionalmente, posee características de plasticidad, funciones de regulación climática y atenuación de vectores de olor, viento y partículas en suspensión. Se considera que el color del follaje de esta especie dará una identidad paisajística particular a las estaciones de la L2MB.

Sobre el espacio público aledaño a las estaciones, como bocacalles de acceso y espacio público de proximidad, y particularmente sobre la franja de paisajismo y resiliencia, se propone la especie Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*), la cual es una especie nativa con características de desarrollo favorables en el entorno urbano y con funciones tales como regulación climática, atracción de fauna, rusticidad, longevidad, y aporte estético y cultural.

En las zonas verdes de las plazoletas de acceso y separadores se propone complementar los diseños paisajísticos con especies de mediano porte que aporten color y den valor estético al proyecto L2MB, proponiéndose las especies Chicalá (*Tecoma stans*) y Falso Pimiento (*Schinus molle*), ambas nativas, que poseen características de rusticidad, plasticidad y resistencia a la contaminación urbana. Adicionalmente, tienen funciones de captación de dióxido de carbono, regulación climática y atenuación de partículas, vientos y olores.

No obstante lo anterior, se aclara que la propuesta paisajística de identidad aquí planteada no es limitante para la concepción de los diseños paisajísticos a nivel de detalle que el constructor requiere adelantar en etapa posterior.

Para la inserción de las estaciones de la L2MB se estimaron las siguientes cantidades de arbolado urbano por estación, según las especies seleccionadas a partir de la metodología del Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá.

Tabla 57. Arbolado urbano propuesto

Especies arbóreas	E1	E2	E3	E4	E5	E7	E8	E11
Liquidámbar	13	24	7	43	20	10	17	69
Roble	0	0	0	0	0	0	0	12
Falso pimiento	0	0	7	0	0	0	0	55
Chicalá	0	0	7	0	8	0	5	18
Guayacán de Manizales	15	7	14	3	0	8	0	0
TOTAL	**28**	**31**	**35**	**46**	**28**	**18**	**22**	**154**

Fuente: UT MOVIUS 2022

Tabla 58. Total arbolado urbano propuesto L2MB

Especies arbóreas	Total

Liquidámbar	203
Roble	12
Falso pimiento	62
Chicalá	38
Guayacán de Manizales	47
TOTAL	**362**

Fuente: UT MOVIUS 2022

Como se aprecia, se estima un arbolado urbano compuesto por 362 individuos arbóreos, 45 en promedio por estación.

3.2.11.6. Ciclorutas y cicloparqueaderos

Los parqueaderos de bicicletas estarán posicionados en la superficie, adyacentes a los accesos a las estaciones. Para facilitar su operación y control se construirán en un espacio único. Serán modulares, de manera que puedan adaptarse a la demanda de cada estación, y a los espacios disponibles. Puesto que la demanda de biciparqueaderos se ampliará hasta el horizonte final de 2050, su construcción en módulos permitirá implementarlos progresivamente. Los biciparqueaderos serán edificios livianos y transparentes, y dispondrán de taller de mantenimiento.

Las 11 estaciones demandan un total de 21.000 posiciones, es decir que el número promedio de biciparqueaderos por estación será de 1.900. En la siguiente figura se aprecia su distribución a lo largo del trazado:

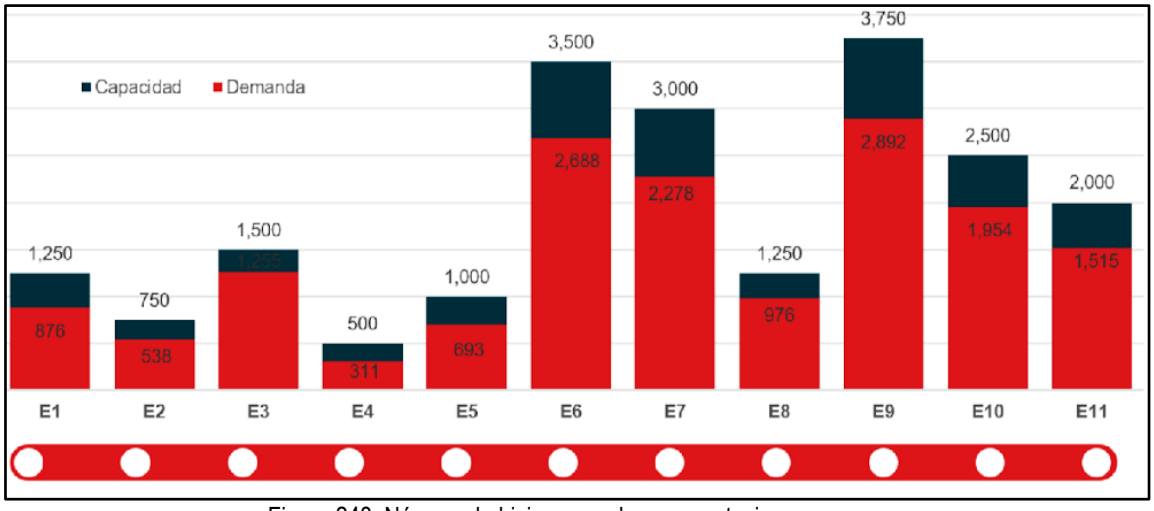


Figura 248. Número de biciparqueaderos en estaciones
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12. Infraestructura vial asociada al proyecto

3.2.12.1. Descripción de vías alternas y desvíos locales

A continuación se describen las vías alternas y los desvíos locales del transporte particular y público previstos durante el proceso de construcción.

3.2.12.1.1. Transporte particular

Para garantizar la circulación vehícular en etapa de construcción se requiere la implementación de desvíos de vehículos particulares. Adicionalmente, para el tránsito particular es necesario establecer rutas alternas que disminuyan la circulación de vehículos como consecuencia de los desvíos programados para cada obra en las zonas de estación.

3.2.12.1.1.1. Estación 1

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 1 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 1 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2, para el cierre de la Carrera 20A desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A, se plantea generar un contraflujo en la Carrera 20B entre la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 59. Descripción de desvíos - Estación 1 - Etapa 2.

Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
		Desde	Hasta				[m]	[m²]
2	Kr 20A	AC 72	CL 72A	Desvío		Tomar al Occidente por CL 71A entre y Kr 19	100	265
						Tomar al Norte por Kr 19 entre y AC 72	90	
						Tomar al Norte por Kr 20B entre y Cl 72A	75	
						Tomar al Oriente por Cl 72A entre y Kr 20A	100	
				Desvío		Tomar al Norte por Kr 17 entre y AC 72	93	
						Tomar al Occidente por AC72 entre y Kr 20B	97	

				Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 71A entre y Kr 20	103	
						Tomar al Norte por Kr 20 entre y Cl 72A	153	

Fuente: UT MOVIUS 2022

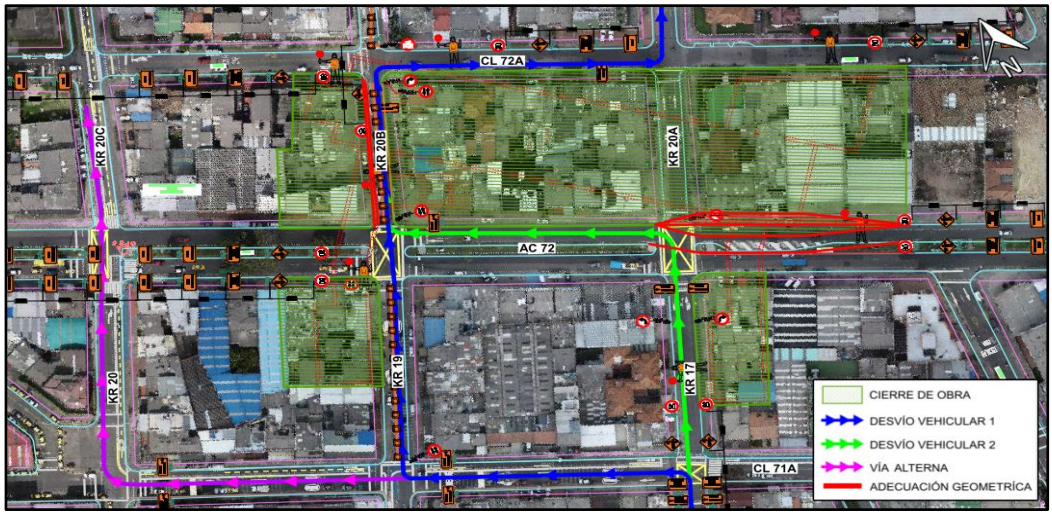


Figura 249. Desvíos en Estación 1 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En la Etapa 3, teniendo en cuenta el cierre de la Carrera 20B desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A, se plantea generar un contraflujo sobre la Carrera 20A entre la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 60. Descripción de desvíos - Estación 1 - Etapa 3.

Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
		Desde	Hasta				[m]	[m²]
3	Kr 20B	AC 72	CL 72A	Desvío		Tomar al Oriente por Cl 73 entre y Kr 20A	100	532
						Tomar al Sur por Kr 20A y Kr 17 entre y Cl 71A	223	
						Tomar al Occidente por Cl 71A entre y Kr 19	90	
				Desvío		Tomar al Oriente por Cl 73 entre y AK 20	105	
						Tomar al Sur por AK 20 entre y Cl 71A	215	
						Tomar al Occidente por Cl 71A entre y Kr 17	194	

				Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 73 entre y Kr 23	335	
						Tomar al Sur por Kr 23 entre y AC 72	131	

Fuente: UT MOVIUS 2022

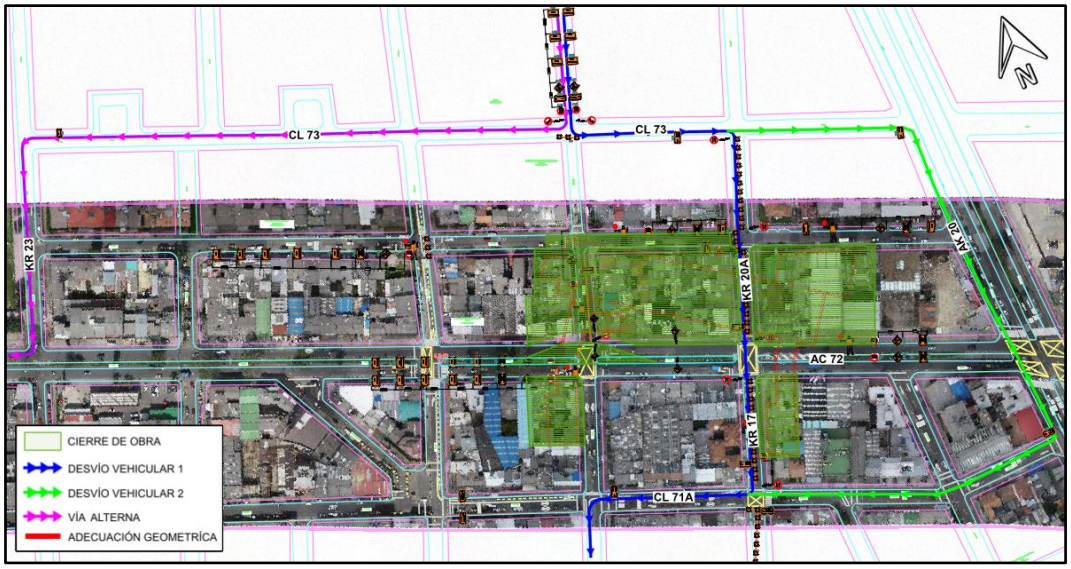


Figura 250. Desvíos en Estación 1 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.1.1.2. Estación 2

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 2 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 2 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2 se plantea el cierre de la Carrera 51 desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 71C y el cierre de la Carrera 50 desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 71C. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 61. Descripción de desvíos - Estación 2 - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
2	2	Kr 51	CL 71C	AK 72	Desvío		Tomar al Oriente por Cl 74 entre y Av NQS	45	450

							Tomar al Sur por Av. NQS entre y Cl 71A	364	
							Tomar al Occidente por Cl 71A entre y Kr 50	45	
					Desvío		Tomar al Sur por Kr 53 entre y Cl 71C	81	
							Tomar al Oriente por Cl 71C entre y Kr 51	144	
					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 74 entre y Kr 53	222	
							Tomar al Sur por Kr 53 entre y AK 72	190	

Fuente: UT MOVIUS 2022

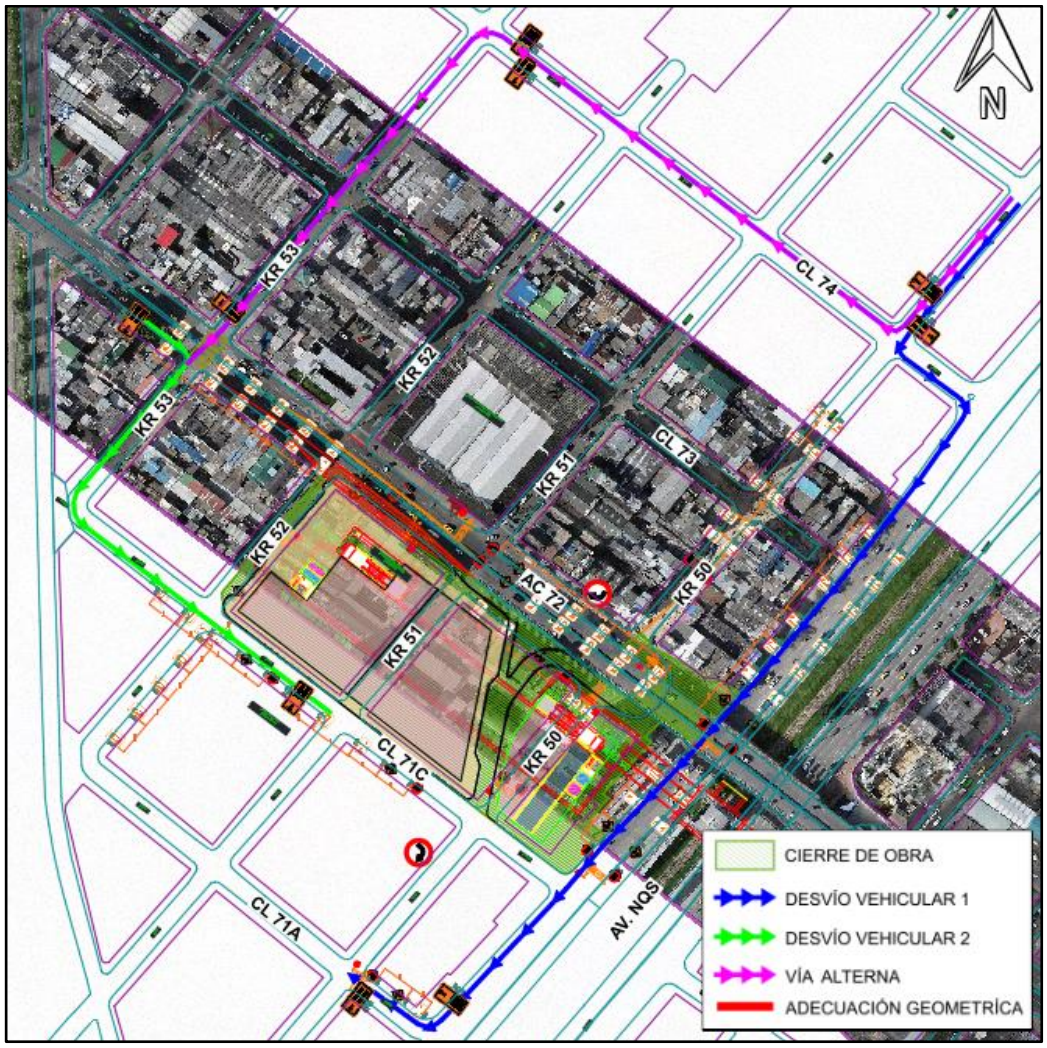


Figura 251. Desvíos en Estación 2 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En esta etapa no se consideran desvíos ni vías alternas para transporte particular. Sin embargo, sí se contemplan desvíos para peatones.

3.2.12.1.1.3. Estación 3

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 3 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 3 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2 se plantea el cierre de la oreja en sentido Oriente-Sur desde la Avenida Calle 72 con Avenida Carrera 68, y el cierre de la conectante Norte Occidente. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 62. Descripción de desvíos - Estación 3 - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
3	2	Oreja sentido Oriente - Sur	AC - 72	AK 68	Desvío		Tomar al Occidente por AC 72 entre y Kr 68C	219	1698
							Tomar al Norte por Kr 68C entre y Cl 74A	260	
							Tomar al Oriente por Cl 74C entre y AK 68	183	
					Desvío		Tomar al Occidente por Av. 68 entre y AC 72	271	

Fuente: UT MOVIUS 2022

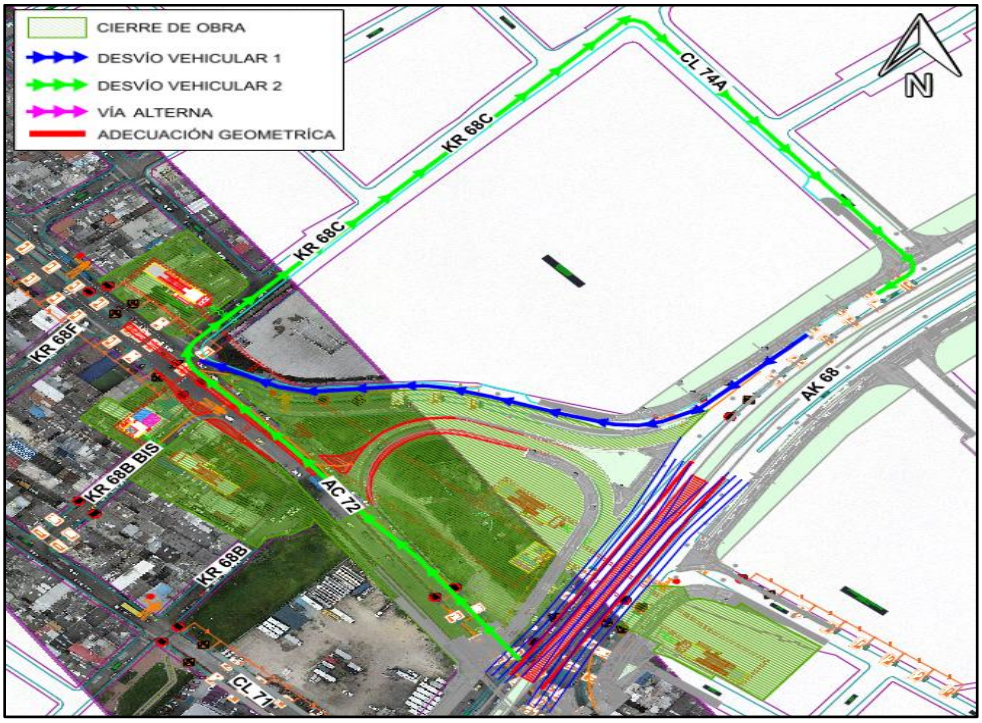


Figura 252. Desvíos en Estación 3 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En esta etapa no se plantean desvíos ni vías alternas para transporte particular, pero sí se contemplan adecuaciones geométricas.

3.2.12.1.1.4. Estación 4

Para el plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 4 no se plantean cierres, desvíos o vías alternas.

3.2.12.1.1.5. Estación 5

Para el plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 5 no se requieren cierres, desvíos o vías alternas.

3.2.12.1.1.6. Estación 6

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 6 contempla dos etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 6 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2 se plantea el cierre de la Calle 77A y CL 78 desde la Avenida Carrera 86 hasta la Carrera 85. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 63. Descripción de desvíos - Estación 6 - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
6	2	Cl 77A y CL 78	AK 86	KR 85	Desvío		Tomar al Oriente por Cl 80 entre y Kr 84	178	-
							Tomar al Sur por Kr 84 entre y Cl 77	219	
							Tomar al Occidente por Cl 77 entre y AK 86	187	
					Desvío		Tomar al Occidente por Cl 78 entre y Kr 84	100	

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
					Desvío		Tomar al Occidente por Cl 77A entre y Kr 84	100	
					Vía Alterna		Tomar al Sur por Kr 85 entre y Cl 77A	162	
							Tomar al Oriente por Cl 77A entre y Kr 84	63	

Fuente: UT MOVIUS 2022

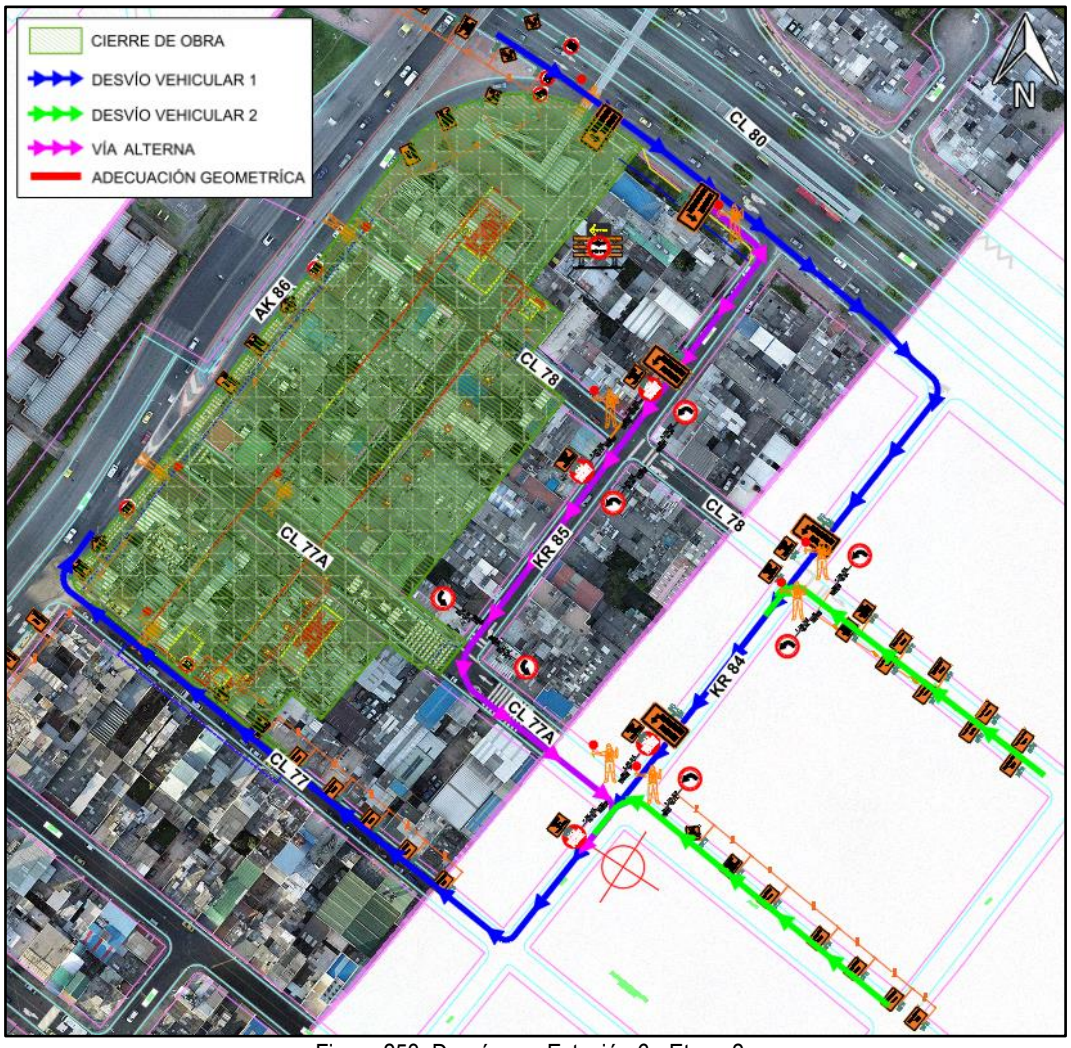


Figura 253. Desvíos en Estación 6 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.1.1.7. Estación 7

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 7 contempla dos etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 7 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2 se plantea el cierre de la calzada sur de la Calle 90 en sentido Occidente - Oriente desde la Avenida Carrera 86 y la Carrera 85A. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 64. Descripción de desvíos - Estación 7 - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
7	2 y 3	Calzada sur de Cl 90 en sentido Occidente - Oriente	AK 86	KR 85A	Desvío		Tomar al Sur por Kr 89A entre y Cl 89	128	541
							Tomar al Oriente por Cl 89 entre y Kr 76	711	
							Tomar al Norte por Kr 76 entre y Cl 90	139	
							Tomar al Occidente por Cl 90 entre y Kr 76A	51	
							Tomar al Norte por Kr 76A entre y Cl 90 A	58	
					Desvío		Tomar al Norte por Kr 76 entre y Cl 90	139	
							Tomar al Occidente por Cl 90 entre y Kr 85A	343	
					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 90 entre y Kr 89A	295	
					Vía Alterna		Tomar al Oriente por Cl 90A entre y Kr 76A	343	
							Tomar al Sur por Kr 76A entre y Cl 90	58	
					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 90 entre y Kr 76B	102	

					Vía Alterna		Tomar al Sur por Kr 76A entre y Cl 89	120	

Fuente: UT MOVIUS 2022

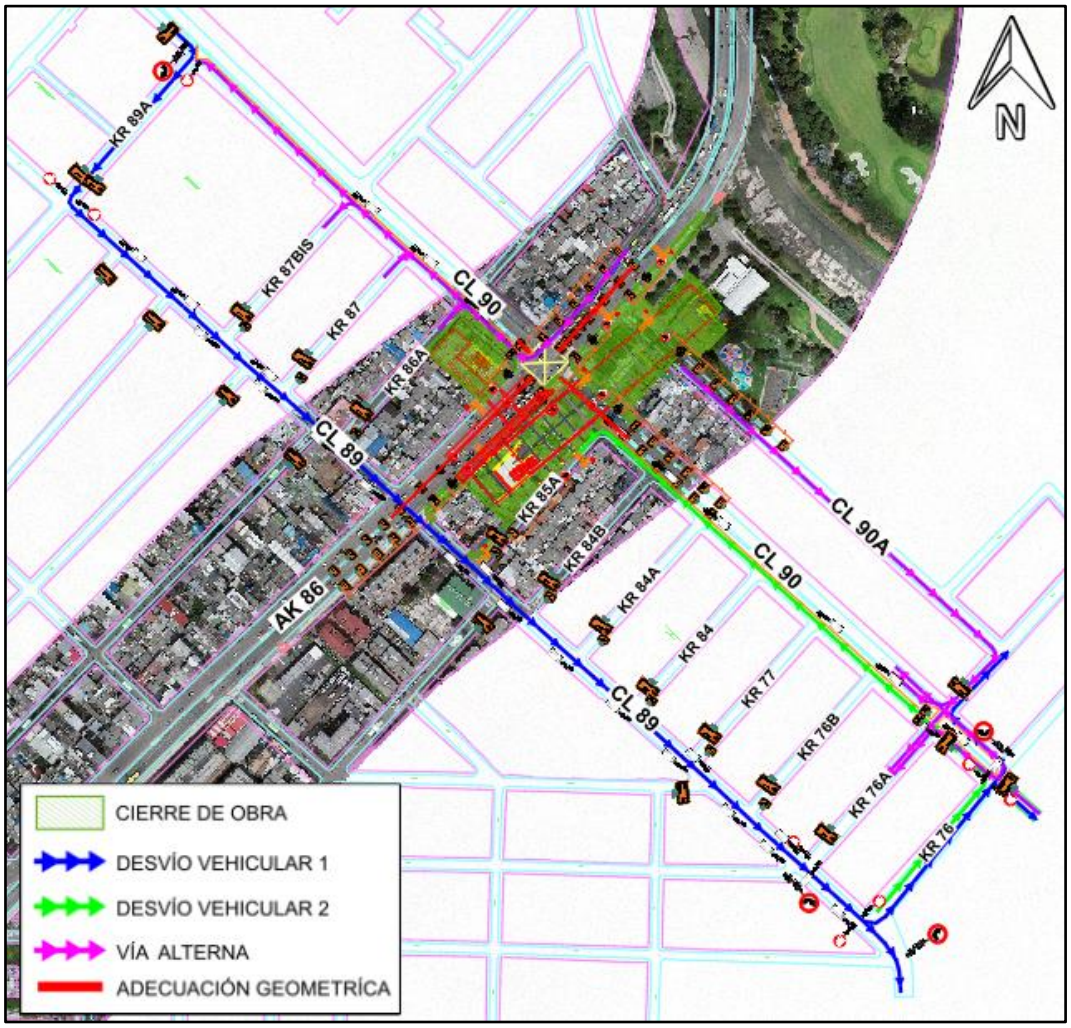


Figura 254. Desvíos en Estación 7 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En esta etapa no se plantean desvíos ni vías alternas para transporte particular. Sin embargo, sí se contemplan adecuaciones geométricas.

3.2.12.1.1.8. Estación 8

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 8 contempla dos etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 8 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2 se plantea el cierre de la Calle 127B desde la Carrera 93C hasta la Carrera 95. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 65. Descripción de desvíos - Estación 8 - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
8	2	Cl 127B	KR 93C	KR 95	Desvío		Tomar al Norte por Kr 95 entre y Cl 127D	114	-
							Tomar al Oriente por Cl 127D entre y Kr 93	337	
							Tomar al Norte por Kr 94 entre y Cl 127D	105	
							Tomar al Norte por Kr 93F entre y Cl 127D	98	
							Tomar al Norte por Kr 93D BIS entre y Cl 127D	96	
							Tomar al Norte por Kr 93D entre y Cl 127D	94	
							Tomar al Norte por Kr 93C BIS entre y Cl 127D	94	
							Tomar al Norte por Kr 93C entre y Cl 127D	102	
					Desvío		Tomar al Sur por Kr 95 entre y Cl 127D	114	
					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 127 BIS entre y Kr 95 BIS A	68	
							Tomar al Norte por Kr 95 BIS A entre y Cl 127B	31	
							Tomar al Oriente por Cl 127B entre y Kr 95 BIS	76	

					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 127B entre y Kr 95 BIS A	76	
							Tomar al Sur por Kr 95 BIS A entre y Cl 127 BIS	31	
					Vía Alterna		Tomar al Oriente por Cl 127 BIS entre y Kr 95 BIS	68	

Fuente: UT MOVIUS 2022

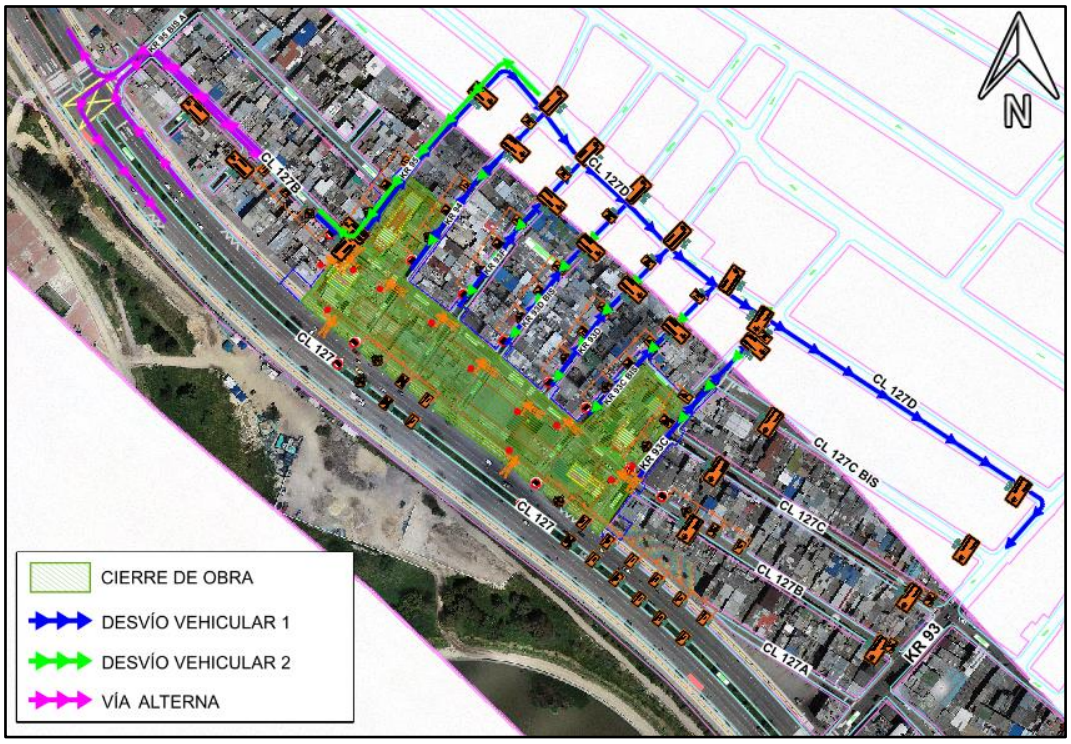


Figura 255. Desvíos en Estación 8 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Sobre las Calle 127B, desde la Carrera 93C hasta la Carrera 95, se requiere informar y regular el acceso de los residentes a los parqueaderos.

3.2.12.1.1.9. Estación 9

Para el plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 9 de L2MB no se plantean cierres, desvíos o vías alternas.

3.2.12.1.1.10. Estación 10

Para el plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 10 de L2MB no están programados cierres, desvíos o vías alternas. Sin embargo, sí se contemplan adecuaciones geométricas en la Etapa 1.

3.2.12.1.1.11. Estación 11

El plan de manejo y desvíos para la construcción de la Estación 11 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En la Etapa 1 de la construcción de la Estación 11 no se plantean desvíos o vías alternas.

- Etapa 2

En la Etapa 2 se plantea el cierre de la Carrera 141B desde la Calle 144C hasta la Calle 145A. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos.

Tabla 66. Descripción de desvíos - Estación 11 - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
11	2	KR 141 B	Cl 144 C	Cl 145 A	Desvío		Tomar al Occidente por Cl 145A entre y Kr 145	233	-
							Tomar al Sur por Kr 145 entre y Cl 144C	222	
							Tomar al Oriente por Cl 144C entre y Kr 141 B	169	
					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 144C entre y Kr 145	169	
							Tomar al Norte por Kr 145 entre y Cl 145A	222	
							Tomar al Oriente por Cl 145A entre y Kr 141 B	233	

Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 256. Desvíos en Estación 11 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En la Etapa 3 se plantea el cierre de la Carrera 146 desde la Calle 144C hasta la Calle 145A. En la siguiente tabla se muestran los desvíos y vías alternas establecidos:

Tabla 67. Descripción de desvíos - Estación 11 - Etapa 3.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
11	3	KR 146	Cl 144 C	Cl 145 A	Desvío		Tomar al Sur por Kr 141B entre y Cl 144C	382	-
							Tomar al Oriente por Cl 144C entre y Kr 141A	202	
					Vía Alterna		Tomar al Occidente por Cl 144C entre y Kr 141B	202	
							Tomar al Norte por Kr 141B entre y DG 149	382	

Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 257. Desvíos en Estación 11 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.1.1.12. Ingreso de tuneladora

El plan de manejo y desvíos para el ingreso de la tuneladora contempla dos etapas:

- Etapa 1

Para el ingreso de la tuneladora en la Etapa 1 se plantea el cierre de obra en zonas verdes y en la Avenida Calle 145 sin cerrar el acceso a los conjuntos residenciales Yerbamora Reservado (Calle 145 #128-41) y Tayazal de Suba (Av Calle 145 #128-40). Para el ingreso de residentes se prevé el uso de las vías alternas descritas en la siguiente tabla:

Tabla 68. Descripción de vías alternas - Ingreso Tuneladora - Etapa 1.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
Ingreso Tuneladora	1	-	-	-	Vía Alterna		Tomar al Oriente por Cl 144C entre y Kr 128	247	-
							Tomar al Norte por Kr 128 entre y AC 145	232	
					Vía Alterna		Tomar al Oriente por DG 146 entre y Kr 128	189	
							Tomar al Sur por Kr 128 entre y AC 145	252	

Fuente: UT MOVIUS 2022

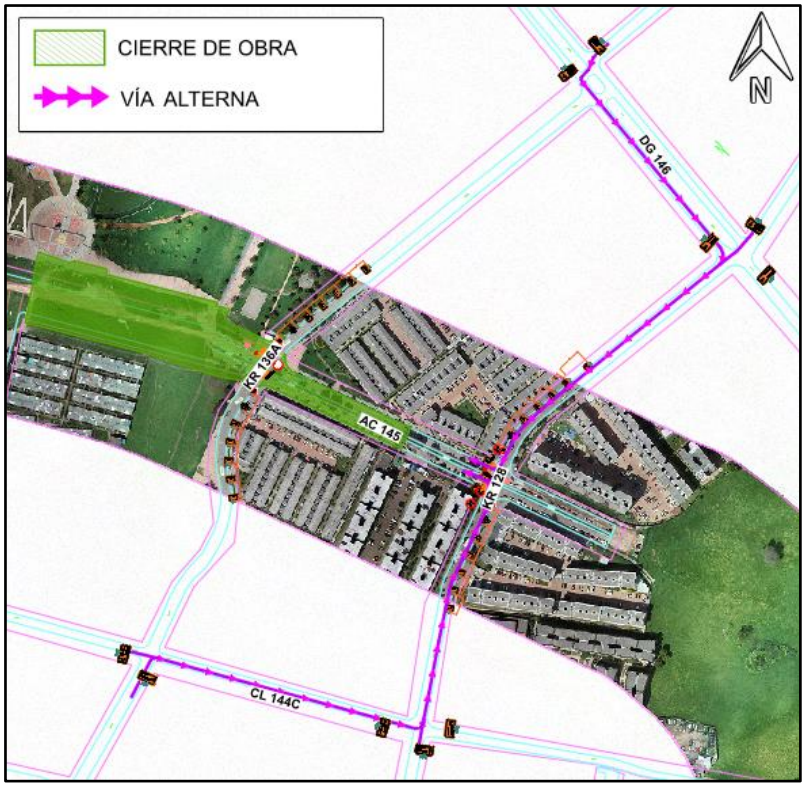


Figura 258. Vías alternas Ingreso de Tuneladora - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para el ingreso de la tuneladora en la Etapa 2 se plantea el cierre de la Carrera 136A sobre la Avenida Calle 145. Los desvíos previstos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 69. Descripción de desvíos - Ingreso Tuneladora - Etapa 2.

Estación	Etapa	Vía Cerrada	Tramo		Desvío Vía Alterna	Color	Descripción	Longitud	Adecuaciones Geométricas
			Desde	Hasta				[m]	[m²]
Ingreso Tuneladora	2	KR 136A	AC 145	AC 145	Desvío		Tomar al Oriente por Cl 144C entre y Kr 128	247	-
							Tomar al Norte por Kr 128 entre y DG 146	486	
							Tomar al Occidente por DG 146 entre y Kr 136A	199	
					Desvío		Tomar al Oriente por DG 146 entre y Kr 128	199	
							Tomar al Sur por Kr 128 entre y Cl 144C	486	
							Tomar al Occidente por Cl 144C entre y Kr 136A	247	

Fuente: UT MOVIUS 2022

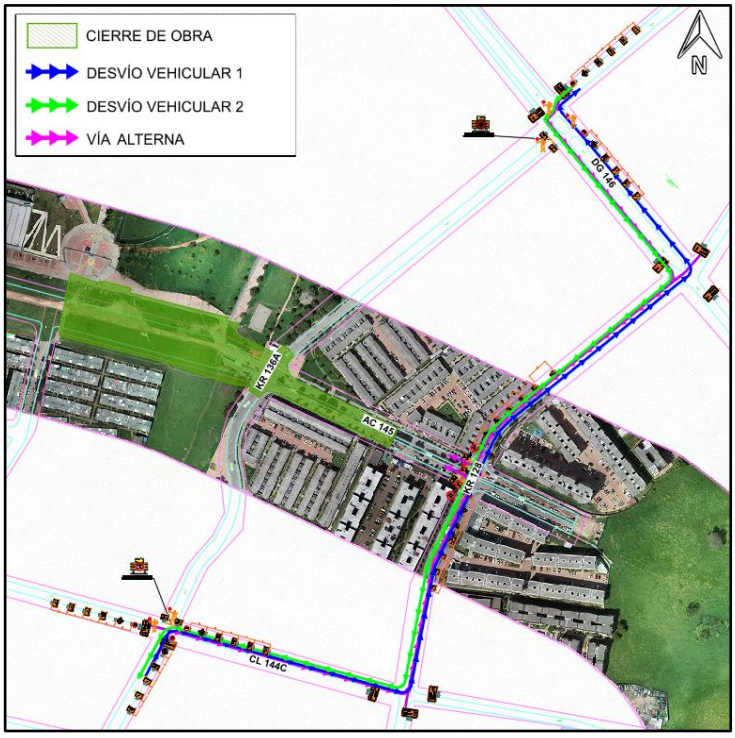


Figura 259. Desvíos Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.1.2. Transporte público

3.2.12.1.2.1. Estación 1

El plan de manejo y desvíos para el transporte público durante la construcción de la Estación 1 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En esta primera etapa no es necesario establecer un plan de manejo y desvíos para las rutas de transporte público zonal y troncal.

- Etapa 2

En esta etapa se plantean desvíos para rutas zonales debido al cierre de la Carrera 20B desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A. Los desvíos y rutas previstas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 70. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 2.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
2	C123-3, C117-2, 466-1, B309-1, 192-1, C151-2, B919-1, B906-1		Tomar al Norte por Kr 20A entre Cl 72 y Cl 74		Tomar al Norte por Kr 20 entre AC 72 y Cl 74
			Tomar al Oriente por Cl 74 entre Kr 20A y Kr 15		Tomar al Oriente por Cl 74 entre Kr 20 y Kr 20A
			-		Tomar al Oriente por CL 74 entre Kr 20B y AK 20

Fuente: UT MOVIUS 2022.

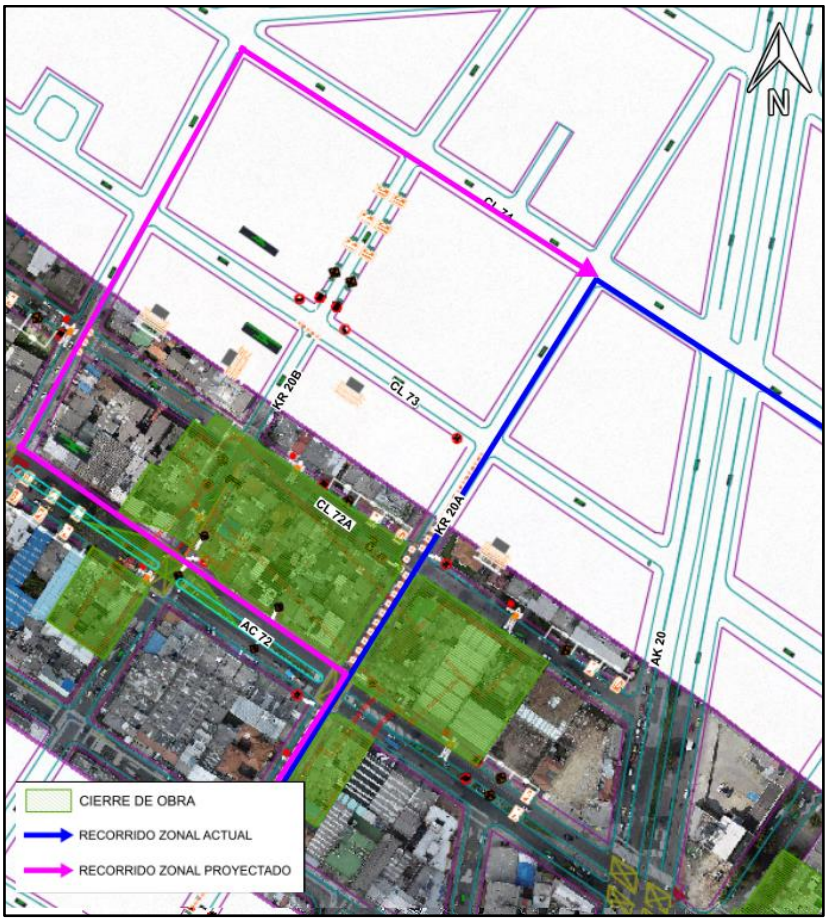


Figura 260. Desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En esta etapa se plantean desvíos para rutas troncales debido al cierre de la Carrera 20B desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A. Los desvíos y rutas previstas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 71. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 3.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
3	M-81 M-84		Tomar al Sur por Kr 20B entre CL 74 y CL 72		Tomar al Oriente por CL 74 entre Kr 20B y AK 20
			Tomar al Oriente por CL 72 entre Kr 19 y Kr 17		Tomar al Sur por AK 20 entre CL 74 y CL 72

Fuente: UT MOVIUS 2022.

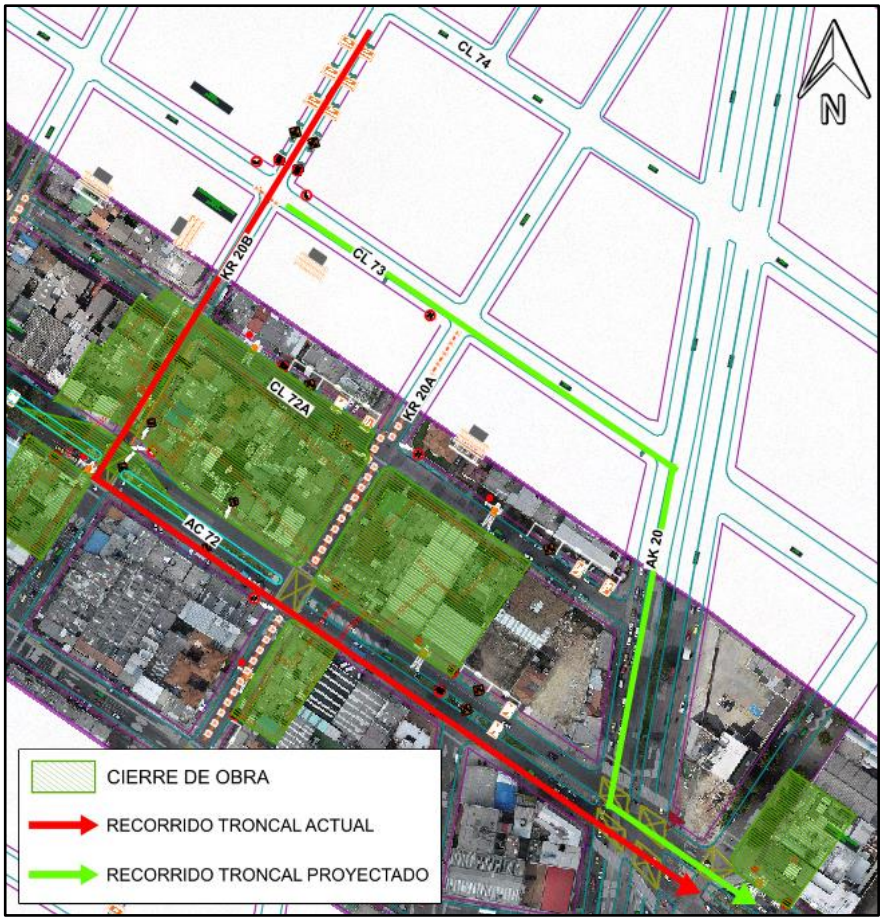


Figura 261. Desvíos para Transporte Público - Estación 1 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.1.2.2. Estación 2

Para la construcción de la Estación 2 no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presenta ninguna afectación por el cierre de la Carrera 50 y la Carrera 51. Así mismo, la Avenida Calle 72 mantiene las adecuaciones viales descritas en el numeral de cierres.

3.2.12.1.2.3. Estación 3

El plan de manejo y desvíos para el transporte público durante la construcción de la Estación 3 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En esta primera etapa no es necesario establecer un plan de manejo y desvíos para las rutas de transporte público zonal y troncal.

- Etapa 2

En esta etapa se plantean desvíos para rutas zonales debido al cierre de la oreja sentido Oriente - Sur desde la Avenida Calle 72 hasta la Carrera 6. Los desvíos y rutas previstas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 72. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 3 - Etapa 2.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
2	C 123-3 12-3		Tomar al Occidente por AC 72 entre Kr 66 y Oreja sentido Oriente - Sur		Tomar al Occidente por AC 72 entre Kr 66 y Kr 68C
			Tomar al Sur por Oreja sentido Oriente - Sur entre Cl 72 y Kr 68		Tomar al Norte por Kr 68C entre Cl 72 y Cl 74A
			Tomar al Sur por Kr 68 entre Oreja sentido Oriente - Sur y Cl 68b		Tomar al Oriente por Cl 74A entre Kr 68C y Kr 68
			-		Tomar al Sur por Kr 68 entre Cl 74A y Cl 68B

Fuente: UT MOVIUS 2022.

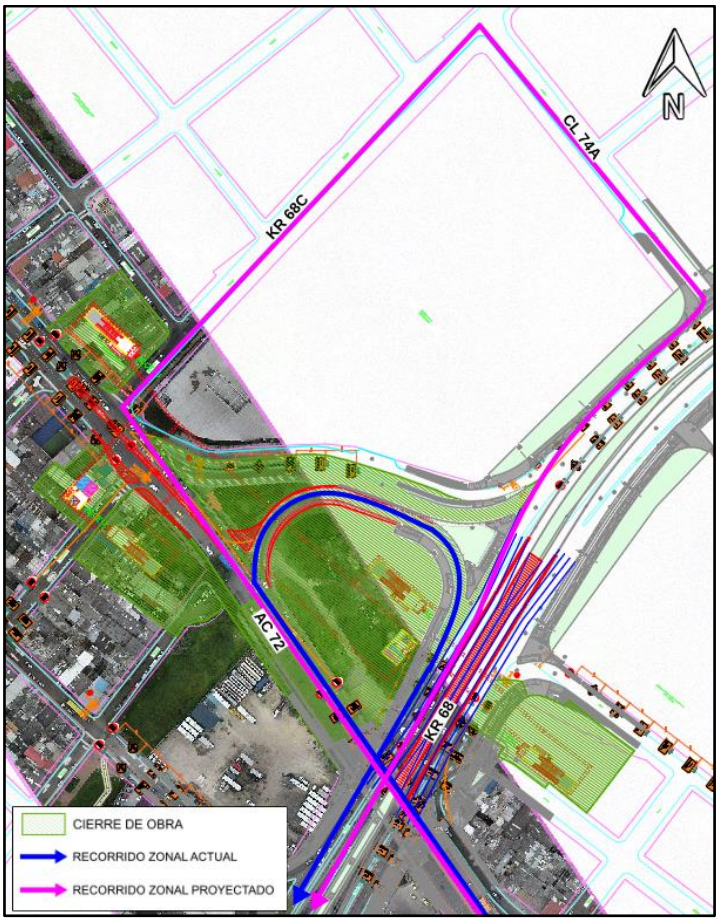


Figura 262. Desvíos para Transporte Público - Estación 3 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

En esta etapa no es necesario establecer un plan de manejo y desvíos para las rutas de transporte público zonal, por las adecuaciones viales a las que estará sometida la oreja en sentido Oriente - Sur.

3.2.12.1.2.4. Estación 4

Para la construcción de la Estación 4 no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presentan cierres viales. Por otra parte, la Avenida Calle 72 mantiene las adecuaciones viales descritas en el numeral de cierres.

3.2.12.1.2.5. Estación 5

Para la construcción de la Estación 5 no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presentan cierres viales.

3.2.12.1.2.6. Estación 6

Para la construcción de la Estación 5 no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presenta afectación por el cierre de la Calle 77A y Calle 78. Así mismo, la Avenida Calle 72 mantiene las adecuaciones viales descritas en el numeral de cierres.

3.2.12.1.2.7. Estación 7

El plan de manejo y desvíos para el transporte público en la construcción de la Estación 7 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En esta primera etapa no es necesario establecer un plan de manejo y desvíos para las rutas de transporte público zonal y troncal.

- Etapa 2

En esta etapa se plantean desvíos para rutas zonales debido al cierre de la Calzada derecha de Cl 90 en sentido Occidente - Oriente desde la Avenida Carrera 86 hasta la Carrera 85A. Los desvíos y rutas previstos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 73. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 7 - Etapa 2 y 3.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
2 y 3	5-3A, 193B-3, 271-2, 621-1, 60-1, H131-1, 539-2, B909-1, A203-2.		Tomar al Oriente por Cl 90 entre Kr 87 Bis y Calle 90		Tomar al Sur por Kr 89A entre Cl 90 y Cl 89
			-		Tomar al Oriente por Cl 89 entre Kr 89A y Kr 76
	A 206-1, 59B-3, 914-3		Tomar al Oriente por Cl 90 entre Kr 87 Bis y Kr 86		Tomar al Sur por Kr 89A entre Cl 90 y Cl 89
			Tomar al Sur por Kr 86 entre Cl 90 y Cl 70A		Tomar al Oriente por Cl 89 entre Kr 89A y Kr 86
			-		Tomar al Sur por Kr 86 entre Cl 89 y Cl 70A

Fuente: UT MOVIUS 2022.



Figura 263. Desvíos para Transporte Público - Estación 7 - Etapa 2 y 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

Los desvíos para el transporte público en esta etapa son iguales a los de la etapa anterior (Etapa 2).

3.2.12.1.2.8. Estación 8

Para la construcción de la Estación 8 no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presentan cierres viales que las afecten.

3.2.12.1.2.9. Estación 9

Para la construcción de la Estación 9 no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presentan cierres viales que las afecten.

3.2.12.1.2.10. Estación 10

Para la construcción de la Estación 10 de L2MB no se requieren cambios en las rutas de transporte público en ninguna etapa, puesto que no se presentan cierres viales que las afecten. Sin embargo, la Calle 139 se verá sometida a las adecuaciones viales descritas en el numeral de cierres.

3.2.12.1.2.11. Estación 11

El plan de manejo y desvíos para el transporte público durante la construcción de la Estación 11 contempla tres etapas:

- Etapa 1

En esta primera etapa no es necesario establecer un plan de manejo y desvíos para las rutas de transporte público zonal y troncal.

- Etapa 2

En esta etapa no se prevén cambios en las rutas de transporte público, puesto que no se genera ninguna afectación por el cierre de la Carrera 141B.

- Etapa 3

En esta etapa se plantean desvíos para rutas zonales debido al cierre de la Carrera 141B desde la Calle 144C y la Calle 145A. Los desvíos y rutas previstas en dirección Norte - Sur se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 74. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
3	G156-2, A127-1, G147-1, C147-2, C127-2, C104-3, H116-2, C116-1		Tomar al Sur por Kr 145 entre Cl 45A y Cl 44		Tomar al Oriente por Cl145A entre Kr 145 y Kr 141B
					Tomar al Sur por Kr 141B entre Cl 145A y Cl 144

Fuente: UT MOVIUS 2022.



Figura 264. Desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De esta misma manera, en la siguiente tabla se describen los desvíos y rutas en dirección Sur - Norte:

Tabla 75. Descripción de desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
2	G156-2, A127-1, G147-1, C147-2, C127-2		Tomar al Norte Cr 145 entre Cl 144 y Cl 145A		Tomar al Norte Cr 141B entre Cl 144 y Cl 145A
			Tomar al Occidente por Cl 145A entre Cr 145 y Transversal 143		Tomar al Occidente por Cl 145A entre Cr 141B y Transversal 143
			Tomar al Norte por Transversal 143 entre Cl 145A y Transversal 142		Tomar al Norte por Transversal 143 entre Cl 145A y Transversal 142
	C104-3, H116-2, C116-1		Tomar al Norte Cr 145 entre Cl 144 y Cl 145A		Tomar al Norte Cr 141B entre Cl 144 y Cl 145A
			-		Tomar al Occidente por Cl 145A entre Cr 141B y Cr 145
			-		Tomar al Norte por Cr 145 entre Cl 145A Diagonal 150

Fuente: UT MOVIUS 2022.



Figura 265. Desvíos para Transporte Público - Estación 11 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.1.2.12. Ingreso de tuneladora

El plan de manejo y desvíos para el transporte público durante el ingreso de la tuneladora contempla dos etapas:

- Etapa 1

En esta primera etapa no es necesario establecer un plan de manejo y desvíos para las rutas de transporte público zonal y troncal.

- Etapa 2

En esta etapa se plantean desvíos para rutas zonales debido al cierre de la Carrera 136A sobre la Avenida Carrera 146. Los desvíos y rutas previstas en sentido Norte - Sur se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 76. Descripción de desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
2	C138-2, C104-3, L149-1, A124-1, C156-1, C124-2		Tomar al Sur por Carrera 136A entre Dg146 y Cl 144		Tomar al Oriente por Dg 146 entre Cr 136A y Cr 128
			-		Tomar al Sur por Cr 128 entre Dg 146 y Cl 145

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
			-		Tomar al Occidente por Cl 144 entre Cr 128 y Cr 136A

Fuente: UT MOVIUS 2022.

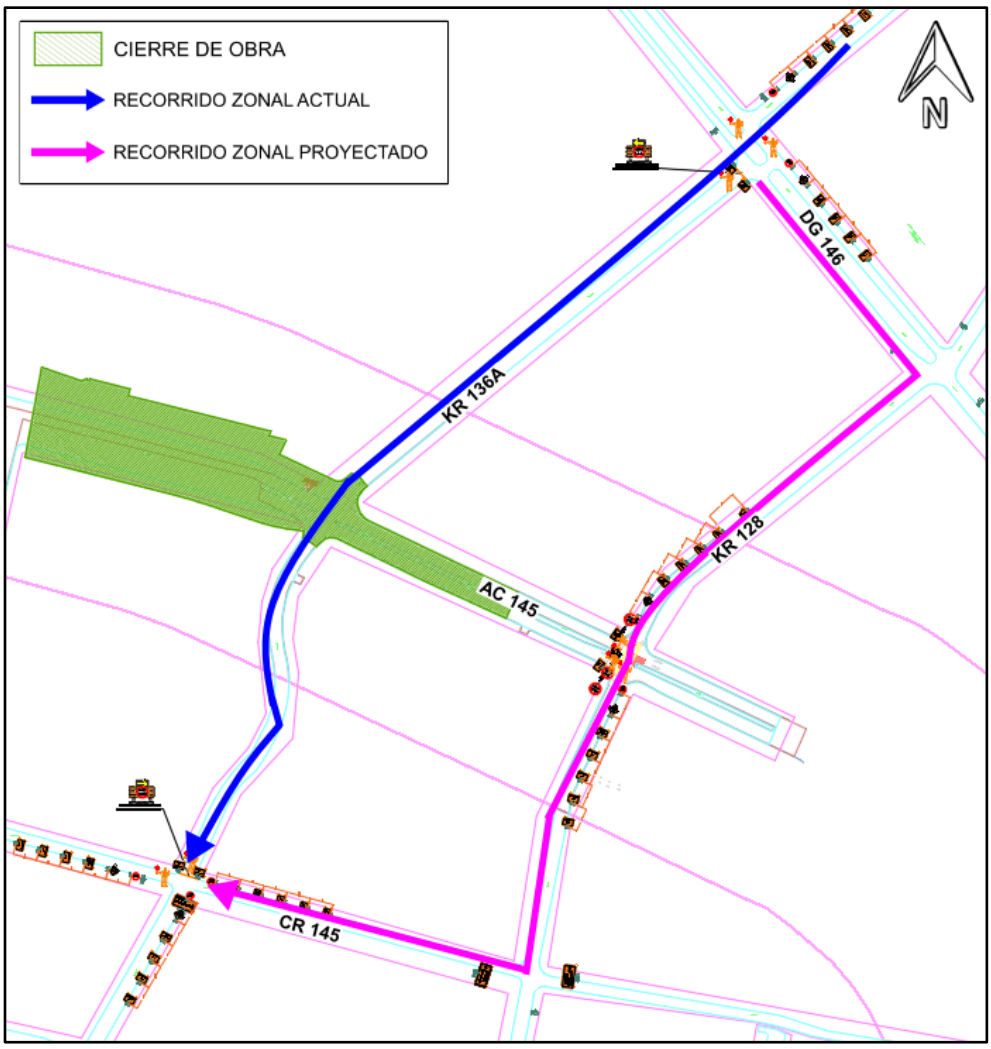


Figura 266. Desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De esta misma manera, en la siguiente tabla.se describen los desvíos y rutas en dirección Sur - Norte:

Tabla 77. Descripción de desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
2	C138-2, C104-3,		Tomar al Norte por Carrera 136A entre Cl 144 y Dg 146		Tomar al Oriente por Cl 144 entre Cr 136A y Cr 128

Etapa	Código de Rutas	Color	Recorrido Actual	Color	Recorrido Proyectado
	L149-1, A124-1, C156-1, C124-2		-		Tomar al Norte por Cr 128 entre Cl 145 y Dg 146
			-		Tomar al Occidente por Dg 146 entre Cr 128 y Cr 136A

Fuente: UT MOVIUS 2022.

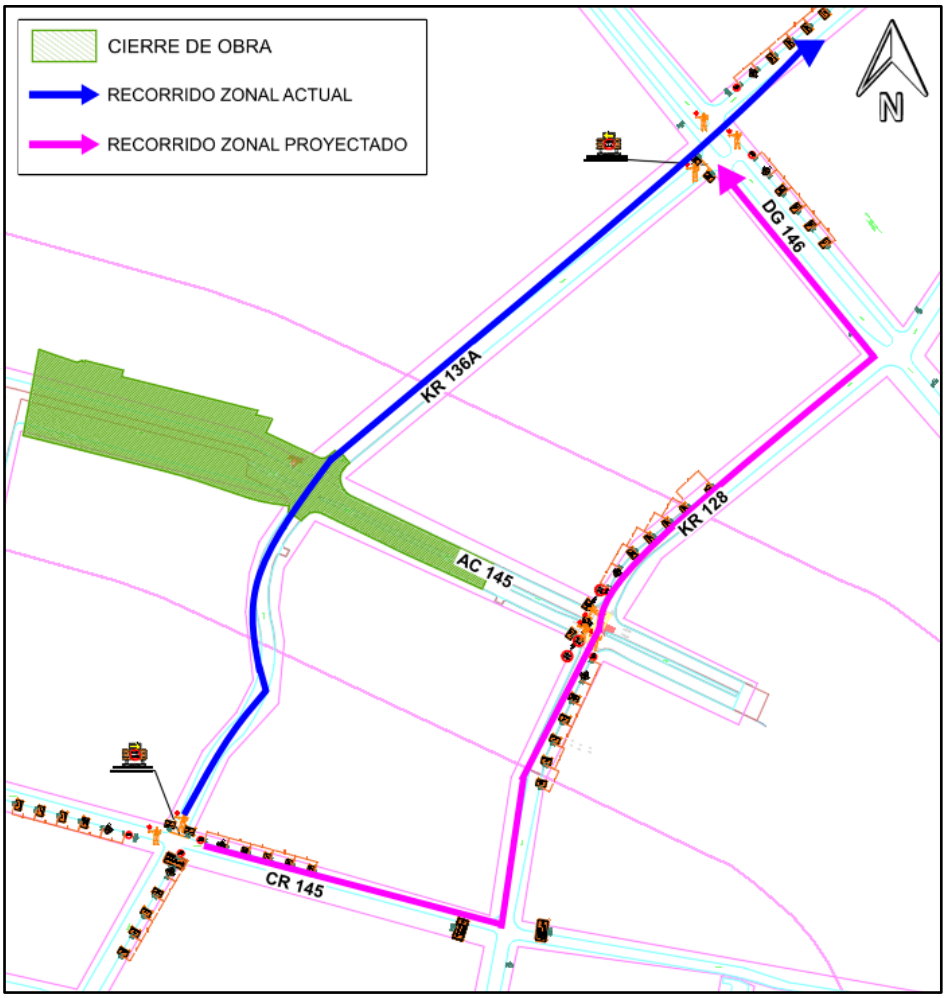


Figura 267. Desvíos para Transporte Público - Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.2. Manejo y circulación de vehículos de carga

Para el ingreso y salida de vehículos de carga se plantea que estos tomen la Avenida Calle 72 y posteriormente se dirijan a zonas de acopio, canteras o botaderos, según corresponda, a través de vías principales como la Av. Ciudad de Cali, Av. Boyacá, Av. NQS y AK 68, todas ellas diseñadas para este tipo de flujo.



Figura 268. Vías Principales para la circulación de vehículos de carga.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.3. Manejo de maquinaria y equipos de la obra

La maquinaria, equipos y vehículos de obra se ubicarán sobre los cierres propuestos, cumpliendo la normatividad vigente y aprovechando el espacio disponible.

Teniendo en cuenta que las obras se localizan en la zona de restricción del Decreto 840 de 2019, aplica restricción a la circulación a vehículos de transporte de carga con peso bruto vehicular superior a 8,5 toneladas en los periodos picos de la mañana y de la tarde, de lunes a viernes entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas. Para las intervenciones se deberá priorizar el traslado de maquinaria, equipo y vehículos de obra en periodo nocturno y fuera del horario de restricción.

En el caso de los vehículos de transporte para el personal y para el acarreo de herramienta menor y señalización, estos se ubicarán dentro del perímetro de protección proyectado con la canalización realizada.

Se indicarán los recorridos para el desplazamiento de la maquinaria y equipos hasta el sitio de obra, de tal forma que la Secretaría Distrital de Movilidad - SDM - tome las medidas pertinentes.

El constructor deberá proveer vehículos idóneos para el traslado y movimiento de maquinaria, tales como cama-baja, cama-alta, vehículos escolta, etc., que garanticen las condiciones de seguridad necesarias para el movimiento de equipos pesados según la Resolución 004959 del año 2006 - Cargas extra dimensionales y extra pesadas.

3.2.12.4. Plan de Manejo de Tráfico

A continuación se presenta la propuesta de cierre en la etapa de factibilidad para la construcción de las estaciones del proyecto L2MB.

3.2.12.4.1. Estación 1

Los cierres para la construcción de la Estación 1 contemplan tres etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 1, en la Etapa 1 no se requiere el cierre de vías. Sin embargo; en esta etapa se han contemplado adecuaciones geométricas sobre el separador de la Avenida Calle 72 y el andén del costado occidental de la KR 20B.

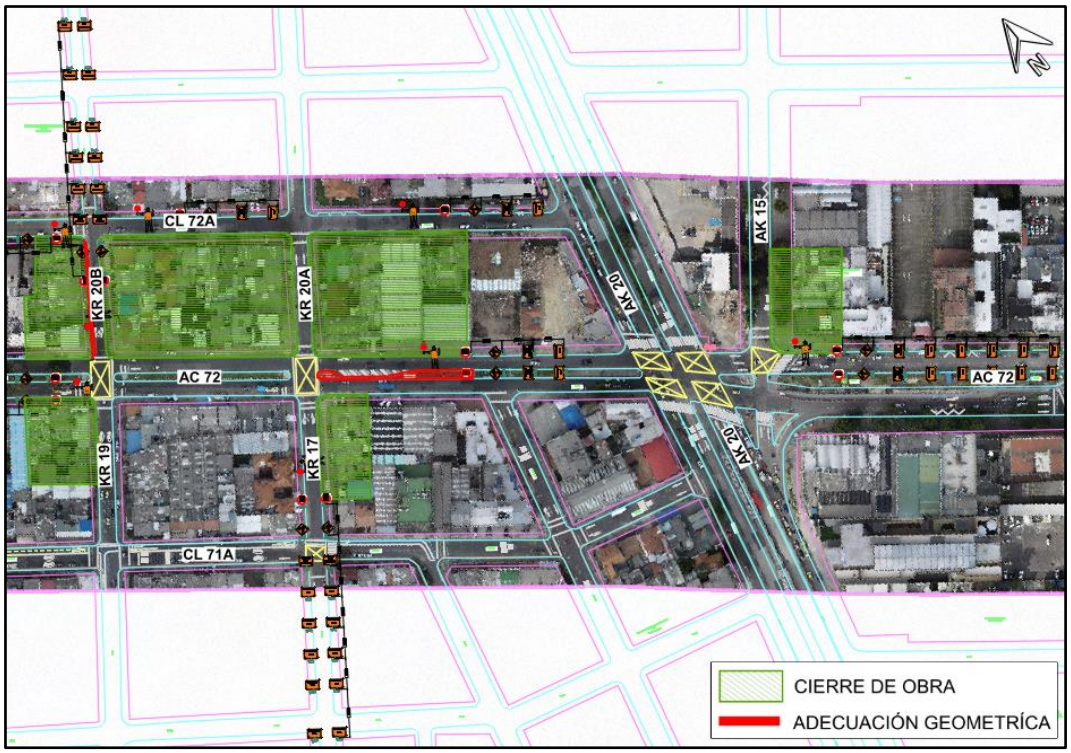


Figura 269. Cierres de obra en Estación 1 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

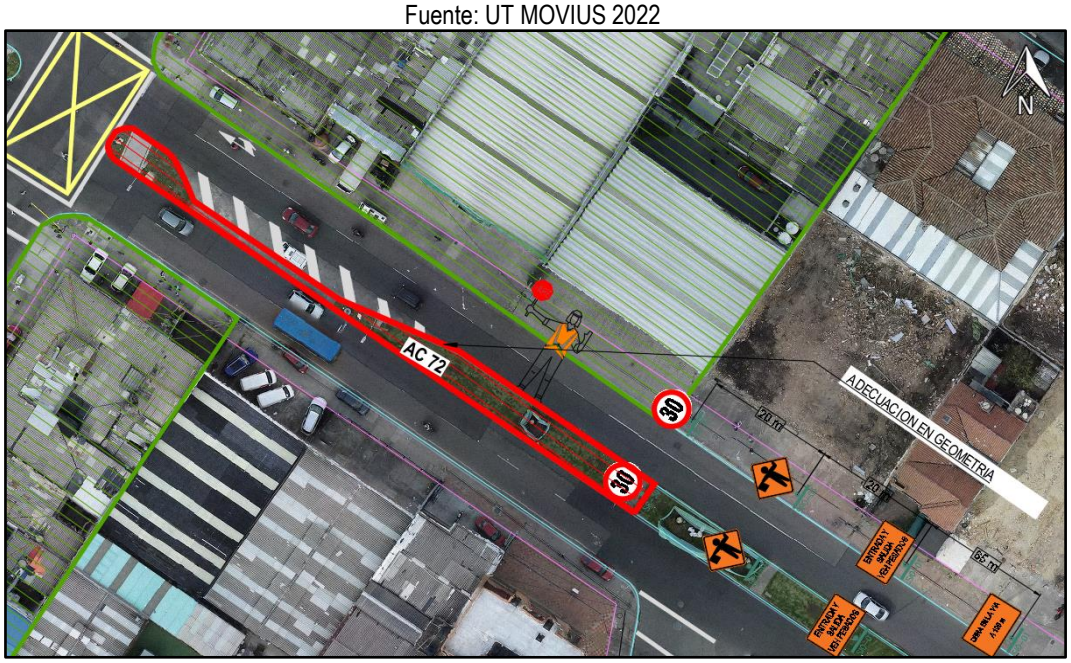


Figura 270. Adecuación geométrica sobre la AC 72 en Estación 1 - Etapa 1.

Fuente: UT MOVIUS 2022

Sobre la Avenida Calle 72 se considera la adecuación del separador central de un área aproximada de 158 m² para garantizar en las posteriores etapas dos carriles de circulación para ambas calzadas y de esa manera adecuar el cierre de obra en el área, según se requiera.



Figura 271. Adecuación geométrica sobre la KR 20B en Estación 1 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Sobre la Carrera 20B se requiere adecuar un área aproximada de 51 m² del andén del costado occidental para garantizar que los carriles cumplan con el mínimo de ancho de 3,25 m.

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se plantea el cierre de la Carrera 20A desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A. Adicionalmente, y con el fin de generar espacio al cruce de la Avenida Calle 72 para la conexión con los accesos satelitales del costado sur y garantizar la continuidad de dos carriles por sentido sobre esta vía, se requiere una serie de adecuaciones geométricas a lo largo de la Avenida Calle 72, indicadas en las siguientes imágenes:

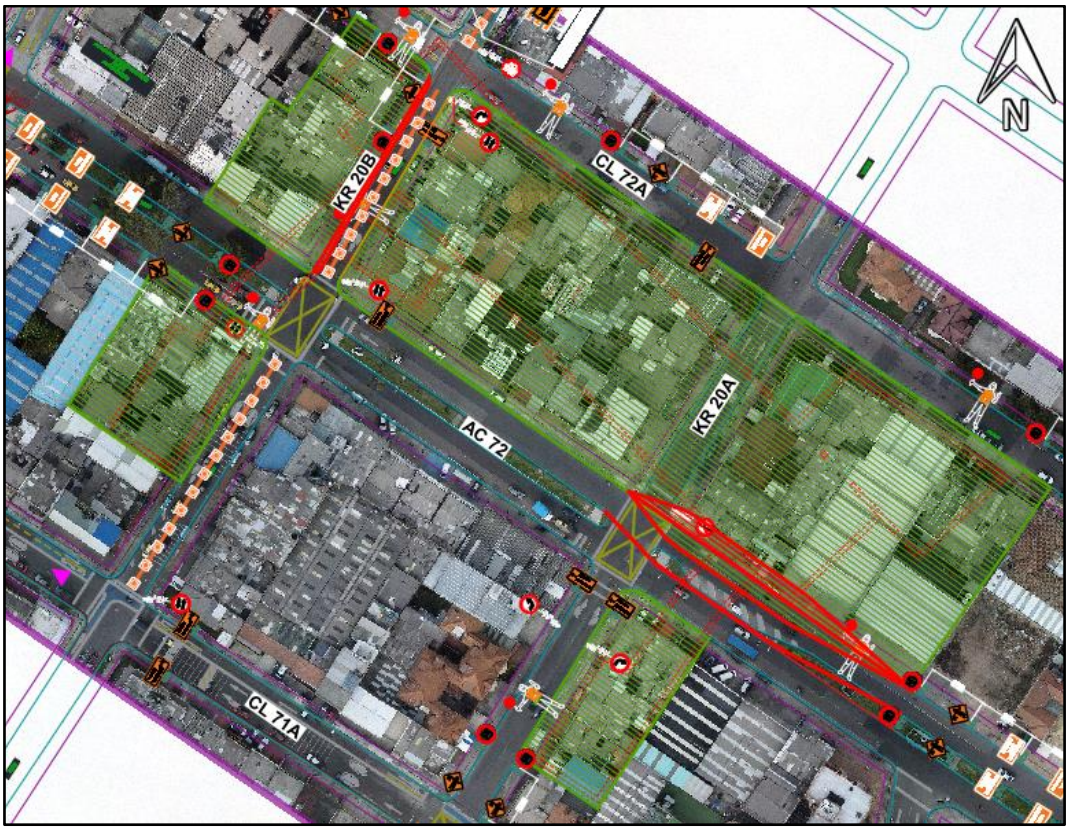


Figura 272. Cierres de obra en Estación 1 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022



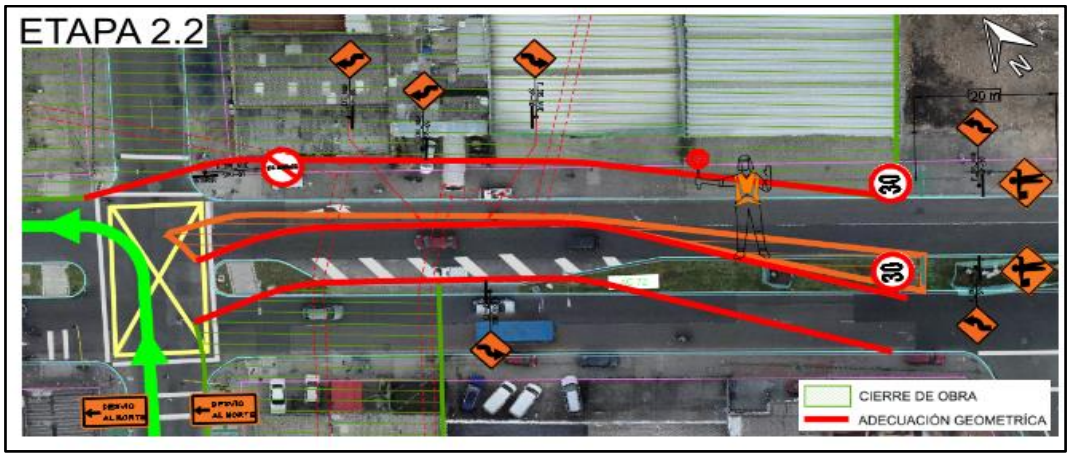


Figura 273. Adecuaciones Geométricas en Estación 1 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con las imágenes anteriores, luego de la adecuación del separador central de la Etapa 1, en la Etapa 2.0 se procede a desplazar la calzada derecha y a ampliar el cierre de obra hacia el sur. En la Etapa 2.1 se desplaza nuevamente la calzada derecha hacia el norte y se adecúa el cierre de obra entre las dos calzadas de la Avenida Calle 72. Finalmente, en la Etapa 2.2 se mantiene la calzada derecha, pero la calzada izquierda se desplaza hacia el norte y el cierre de obra se localiza en el costado sur de la Avenida Calle 72.

- Etapa 3

Para la Etapa 3 se plantea el cierre de la Carrera 20B desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 72A. Adicionalmente, en esta etapa se requiere una serie de adecuaciones geométricas a lo largo de la Avenida Calle 72, indicadas en las siguientes imágenes:

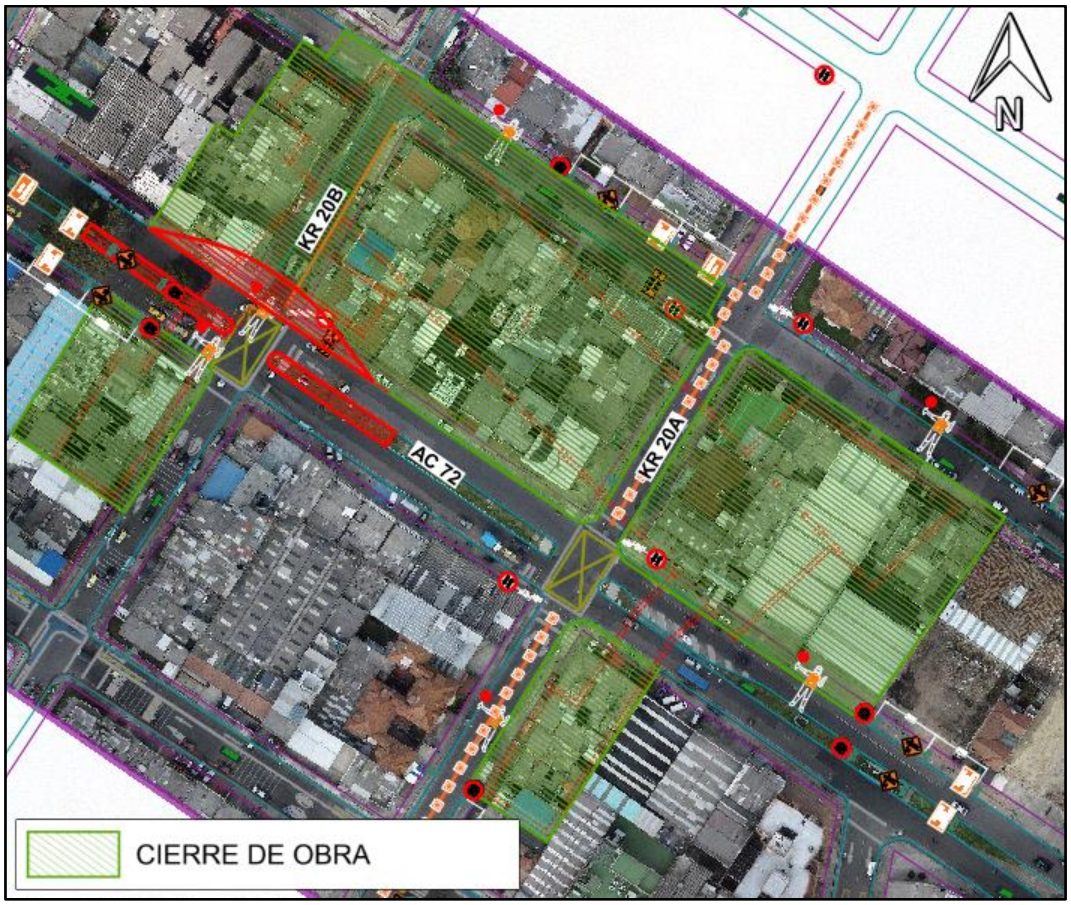
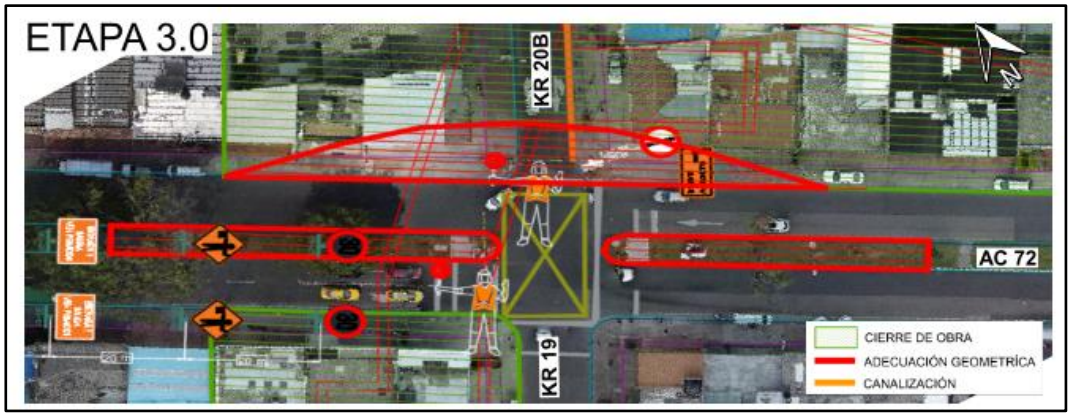


Figura 274. Cierres de obra en Estación 1 - Etapa 3.



Fuente: UT MOVIUS 2022

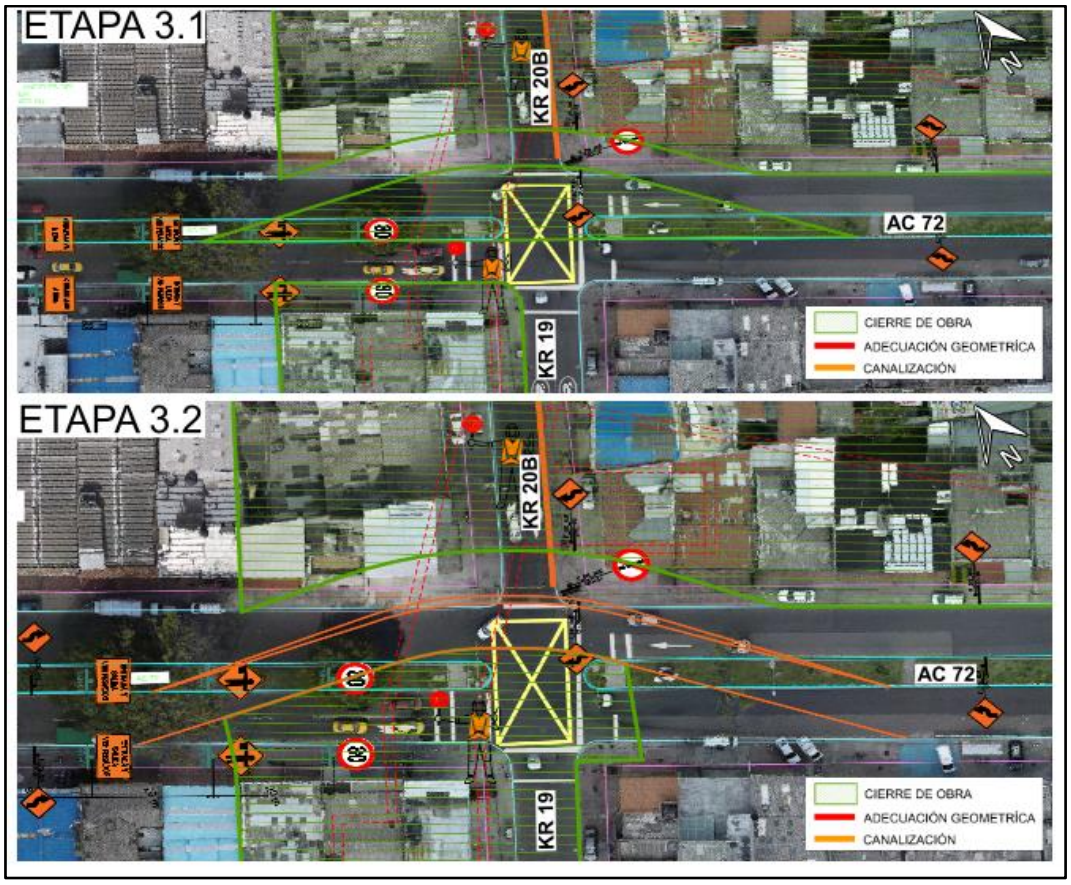


Figura 275. Adecuaciones Geométricas en Estación 1 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con las imágenes anteriores, en la Etapa 3.0 se procede a adecuar el separador central sobre la Avenida Calle 72 en la intersección con la Carrera 19 y Carrera 20B, y parte del andén norte de la Avenida Calle 72 comprendido, en un área aproximada de 360 m². En la Etapa 3.1 la calzada derecha de la Avenida Calle 72 se desplaza hacia el norte y el cierre de obra se ubica en medio de las dos calzadas de esta misma vía. Finalmente, en la Etapa 3.2 la calzada derecha se mantiene pero la calzada izquierda se desplaza hacia el norte y el cierre de obra se localiza en el costado sur de la Avenida Calle 72: Adicionalmente, se requiere una canalización en la calzada izquierda.

3.2.12.4.2. Estación 2

Los cierres para la construcción de la Estación 2 contemplan tres etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 2, en la Etapa 1 sólo se requiere el cierre de obra de las manzanas donde se construirá la estación, sin ningún tipo de cierre vial. Por lo tanto, no hay previstos desvíos y/o vías alternas.

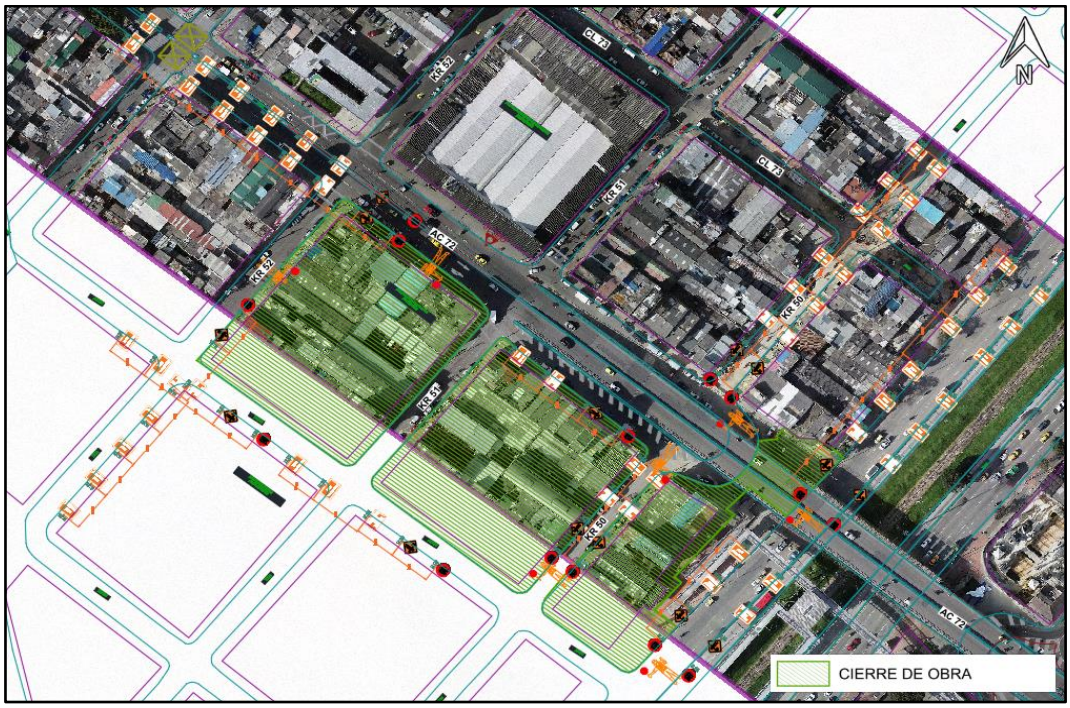


Figura 276. Cierres de obra en Estación 2 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se plantea el cierre de la Carrera 51 desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 71C y el cierre de la Carrera 50 desde la Avenida Calle 72 hasta la Calle 71C. Adicionalmente, en la Etapa 2 se requiere una serie de adecuaciones geométricas a lo largo de la Avenida Calle 72, indicadas en las siguientes imágenes:

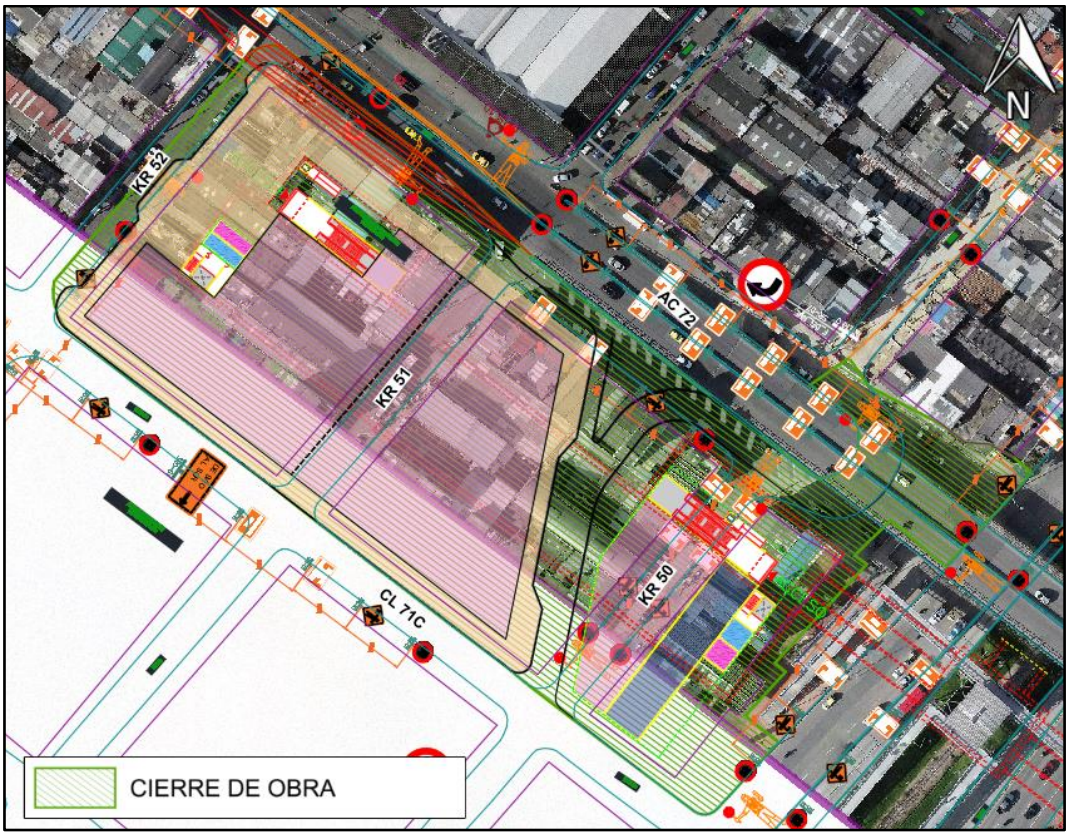


Figura 277. Cierres de obra en Estación 2 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

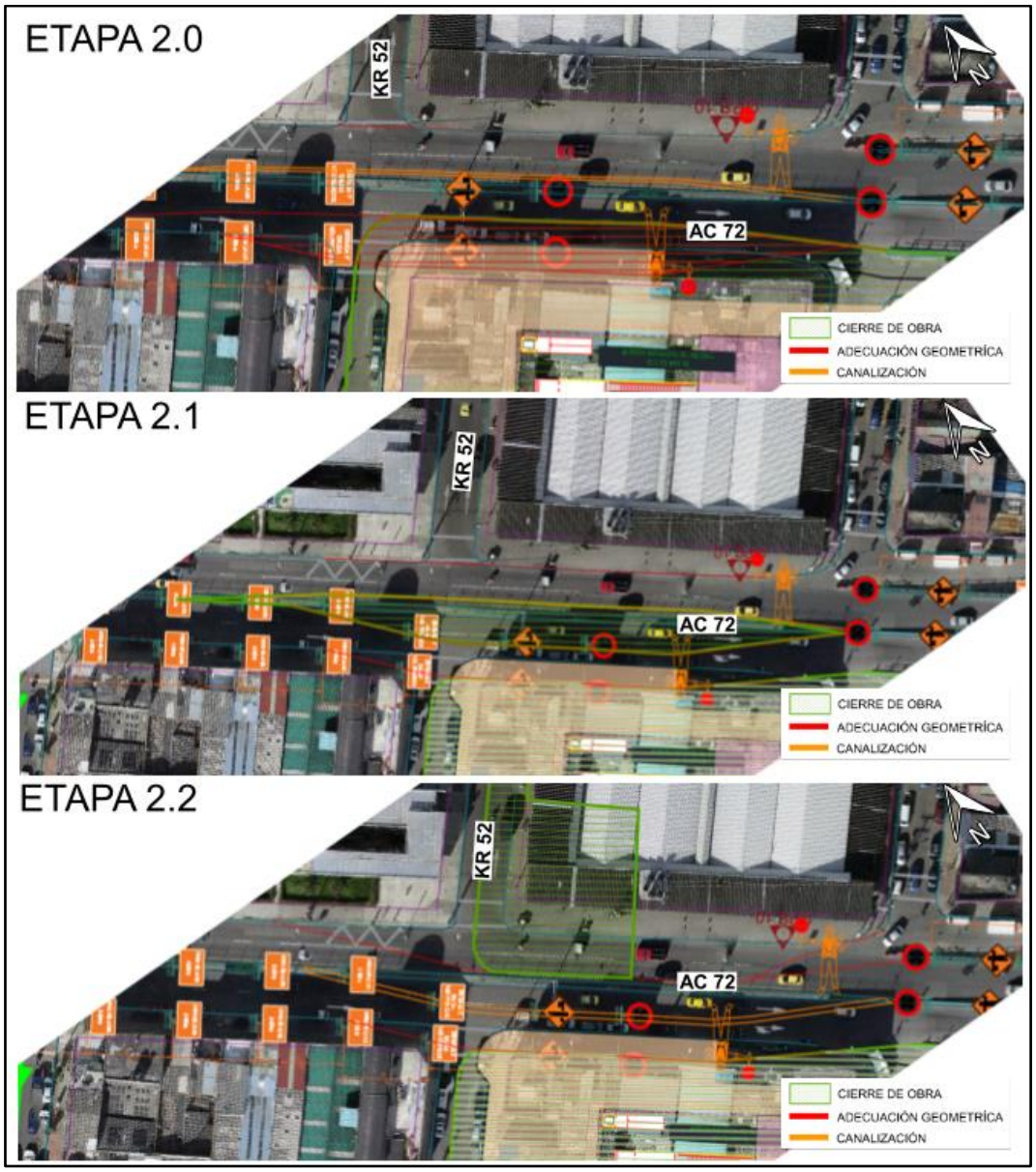


Figura 278. Adecuaciones Geométricas en Estación 2 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con las imágenes anteriores, en la Etapa 2.0 se procede a adecuar parte del andén sur de la Avenida Calle 72, comprendido por un área aproximada de 450 m². En la Etapa 2.1 la calzada izquierda de la Avenida Calle 72 se desplaza hacia el sur y el cierre de obra se ubica en el medio de las dos calzadas de esta misma vía. Finalmente, en la Etapa 2.2 la calzada izquierda se mantiene, la calzada derecha se desplaza hacia el sur y el cierre de obra se localiza en el costado norte de la Avenida Calle 72. Adicionalmente, se requiere una canalización en la calzada izquierda.

- Etapa 3

En esta etapa no se plantean cierres nuevos viales y sólo se mantendrán los cierres de las manzanas establecidos en la Etapa 1.

3.2.12.4.3. Estación 3

Los cierres para la construcción de la Estación 3 contemplan tres etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 3, en la Etapa 1 sólo se requiere el cierre de obra de las manzanas y zonas verdes donde se construirá la estación. No es necesario el cierre de ninguna vía y por lo tanto no se prevén desvíos y/o vías alternas.

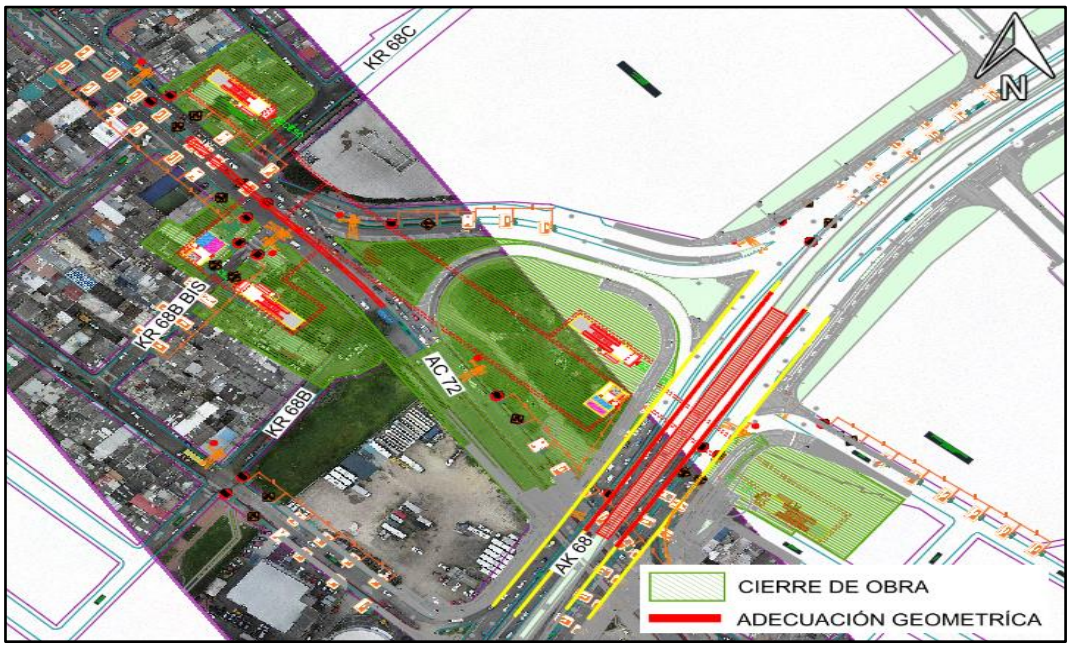


Figura 279. Cierres de obra en Estación 3 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se requiere el cierre de la oreja en sentido Oriente-Sur desde la Avenida Calle 72 con Avenida Carrera 68 y el cierre de la conectante Norte-Occidente. Adicionalmente, la Etapa 2 prevé una serie de adecuaciones geométricas a lo largo de la Av. Carrera 68, Avenida Calle 72 y la oreja sentido Oriente - Sur, indicadas en las siguientes imágenes:

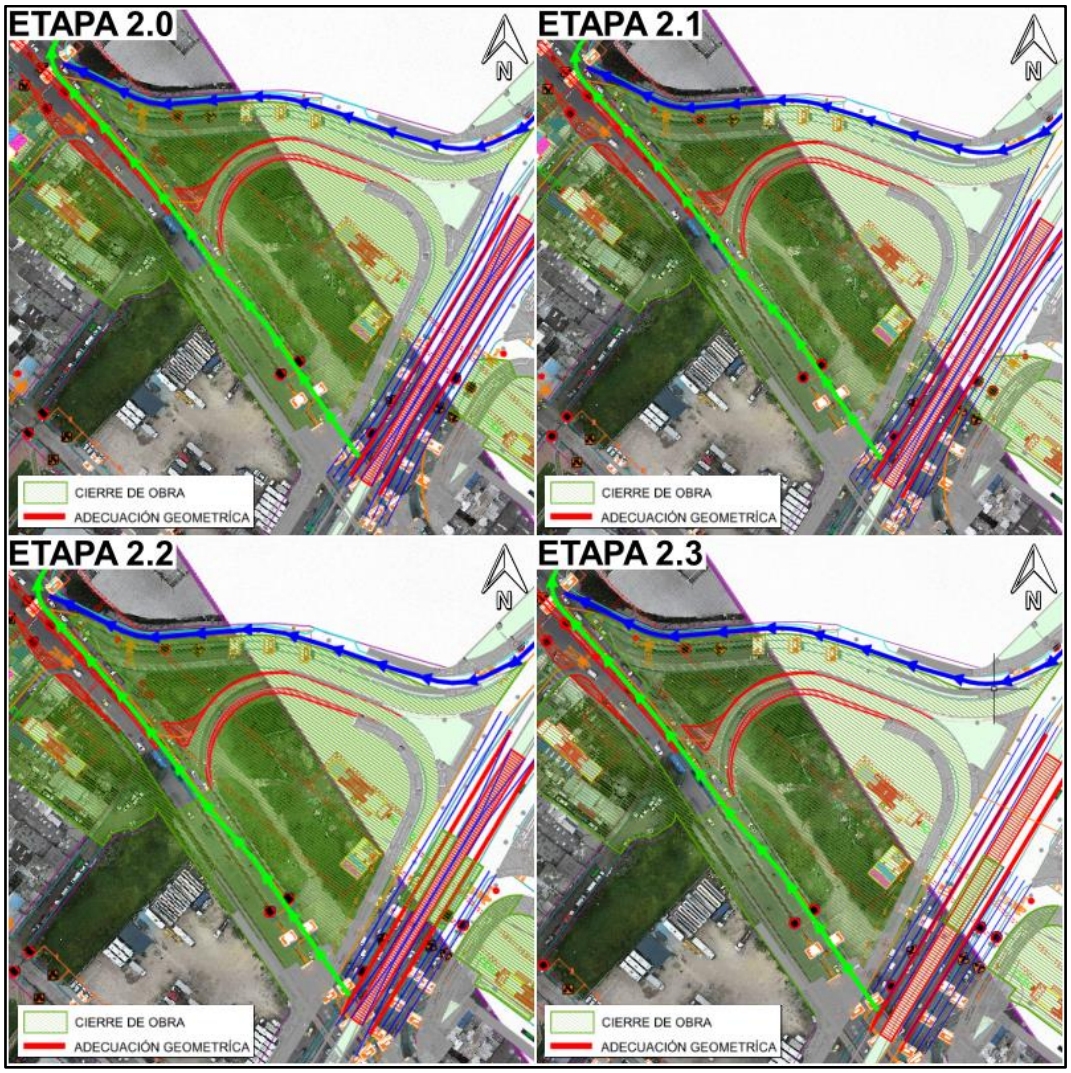
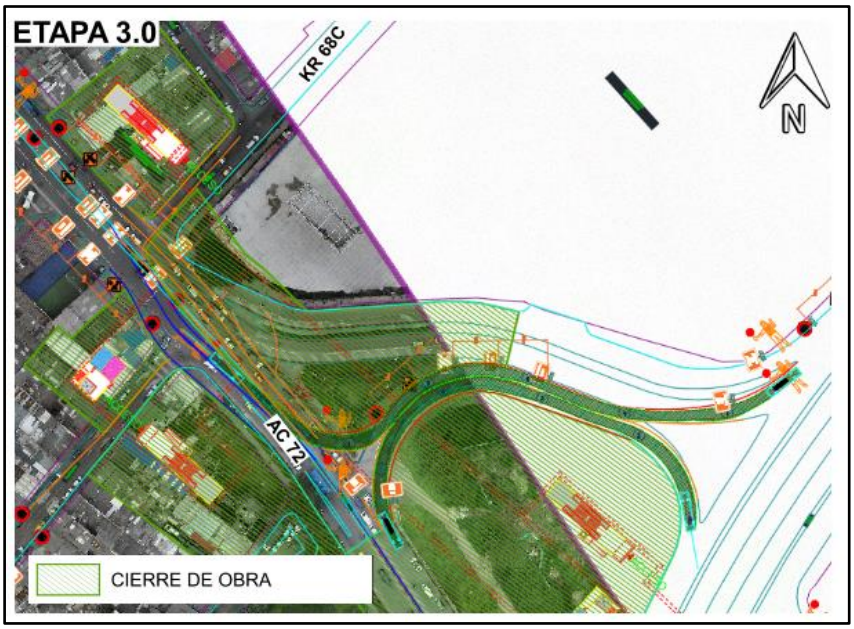


Figura 280. Adecuaciones Geométricas en Estación 3 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con las imágenes anteriores, en la Etapa 2.0 la Avenida Calle 72 requerirá la adecuación de parte del andén sur en un área aproximada de 157 m², y el separador central en un área aproximada de 219 m². En la oreja, en sentido oriente - sur, se desmantelará parte del andén occidental y del andén oriental, en un área aproximada de 371 m². Sobre la Avenida Carrera 68 se adecuará parte del separador central en un área aproximada de 837 m². En la Etapa 2.1 se mantendrán las adecuaciones geométricas de la etapa anterior, garantizando sobre la Avenida Carrera 68, por medio de canalización, cuatro carriles en sentido norte y tres carriles en sentido sur, de aproximadamente 3,3 m de ancho. En todo momento se garantizarán los carriles exclusivos de BRT. En la Etapa 2.2 se establecerán dos cierres de obra sobre la Avenida Carrera 68 en sentido norte y en sentido sur. Finalmente, en la Etapa 2.3 se suspenderá uno de los dos cierres de obra sobre la Avenida Carrera 68 para seguir garantizando la operación de cuatro carriles en sentido norte y tres carriles en sentido sur.

- Etapa 3

En esta etapa, considerando las modificaciones geométricas realizadas en la Etapa 2, se requieren las adecuaciones indicadas en las siguientes imágenes:



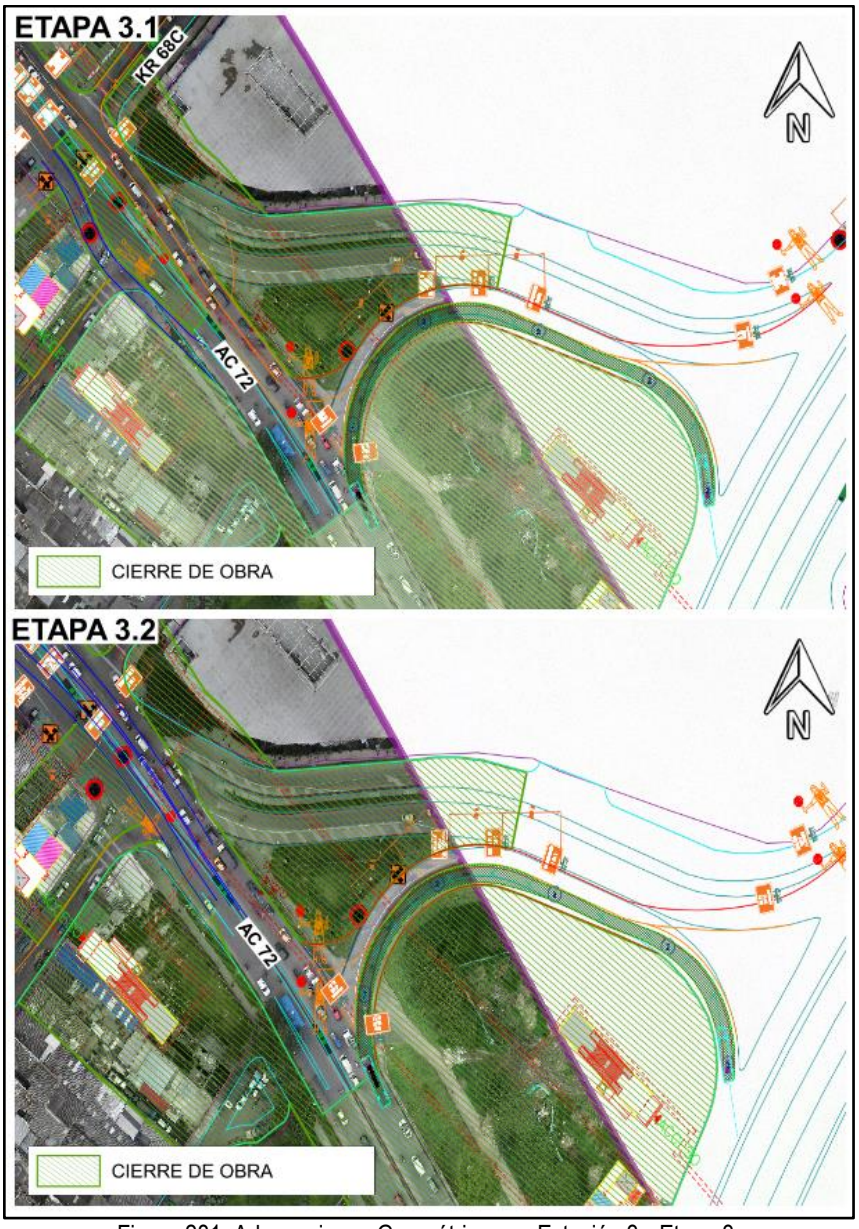


Figura 281. Adecuaciones Geométricas en Estación 3 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

En esta etapa, el acceso en sentido oriente - sur de la oreja se adecúa geométricamente para que los vehículos que transiten por la Avenida Carrera 68 y se dirijan hacia el occidente lo puedan hacer por medio de esta última, puesto que los accesos del Almacén Alkosto harán parte del cierre de obra.

3.2.12.4.4. Estación 4

Los cierres para la construcción de la Estación 4 contemplan dos etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 4, en la Etapa 1 sólo se requiere el cierre de obras en manzanas y zonas verdes donde se construirá la estación. No es necesario el cierre de ninguna vía, y por lo tanto no se plantean desvíos y/o vías alternas. Sin embargo, la adecuación del separador central sobre la Avenida Calle 72 es indispensable, con un área aproximada de 150 m².

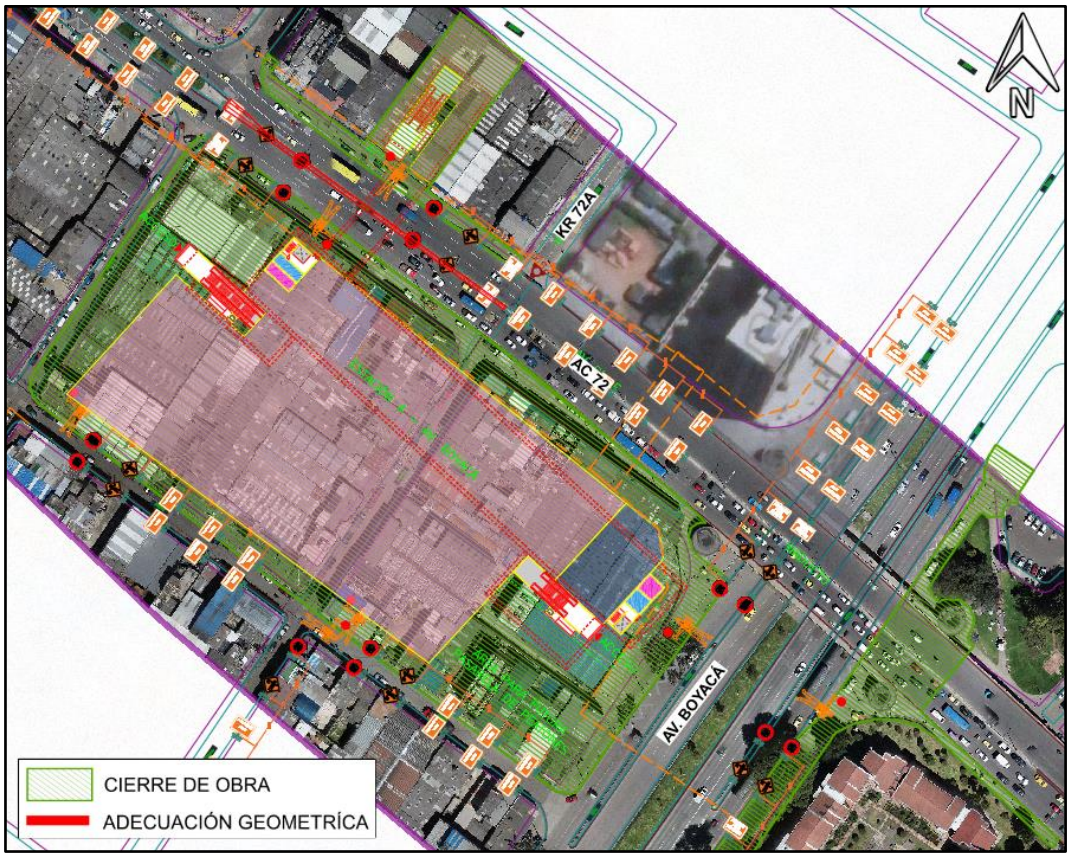


Figura 282. Cierres de obra en Estación 4 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se continuarán los cierres de la Etapa 1, requiriéndose además la adecuación de una parte del andén norte sobre la Avenida Calle 72, con un área aproximada de 329 m².

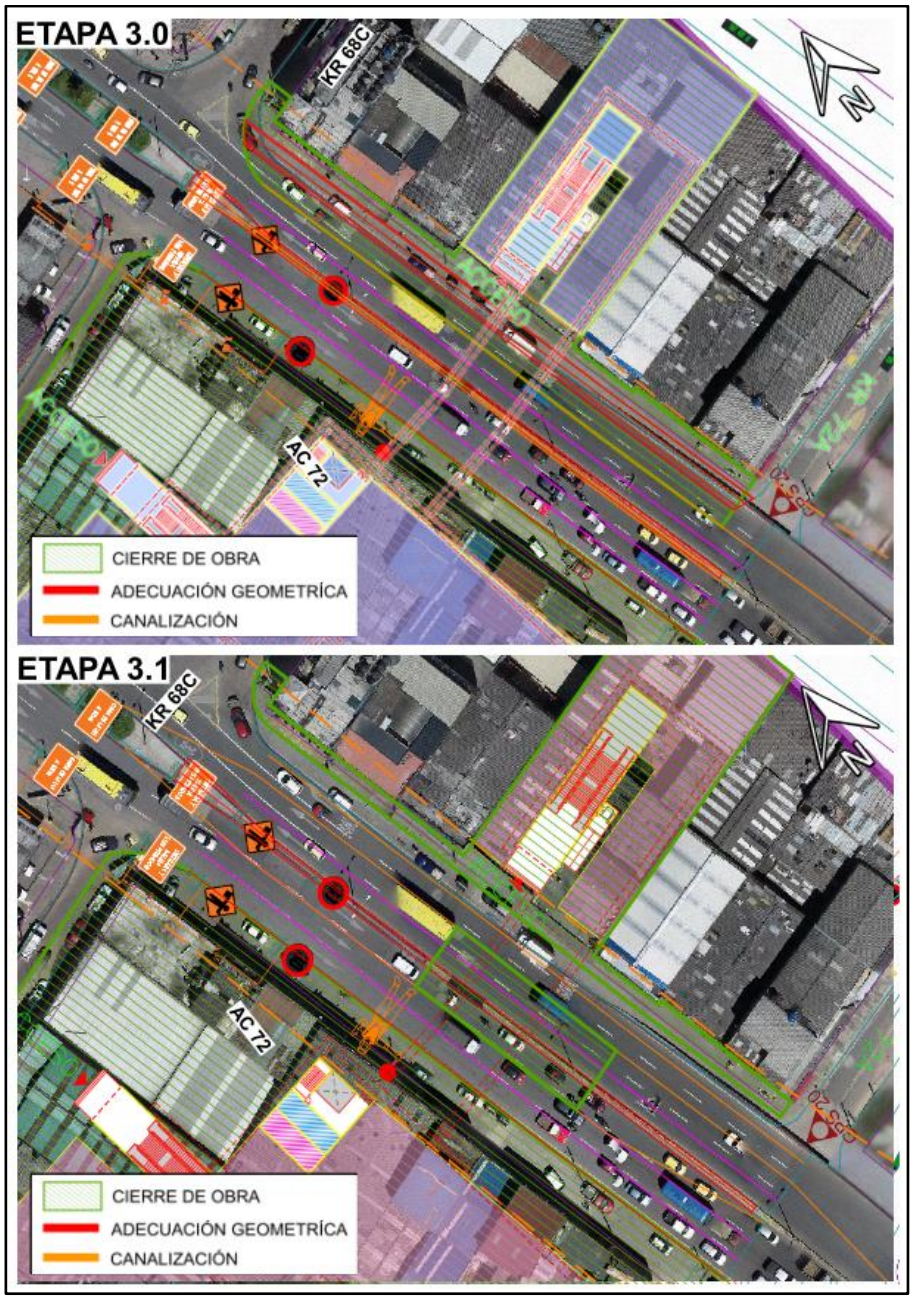

ETAPA 3.0
KR 68C
AC 72
CIERRE DE OBRA
ADECUACIÓN GEOMETRÍCA
CANALIZACIÓN
ETAPA 3.1
KR 68C
AC 72
CIERRE DE OBRA
ADECUACIÓN GEOMETRÍCA
CANALIZACIÓN



Figura 283. Adecuaciones Geométricas en Estación 4 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la etapa 2.0 se plantea la adecuación del andén del costado norte y la canalización vehicular sobre el separador central. En la etapa 2.1 se requiere un cierre de obra en medio de las calzadas vehiculares de la Avenida Calle 72, considerando sólo dos carriles por sentido. Finalmente, en la etapa 2.2 el cierre por obra se ubicará en la calzada sur de la Avenida Calle 72 y los carriles de esta última serán canalizados hacia el norte.

3.2.12.4.5. Estación 5

Los cierres para la construcción de la Estación 5 contemplan una sóla etapa.

- Etapa 1

Para la Estación 5, en la Etapa 1 únicamente se considera el cierre de obra de las manzanas donde se construirá la estación, sin ningún tipo de cierre vial.

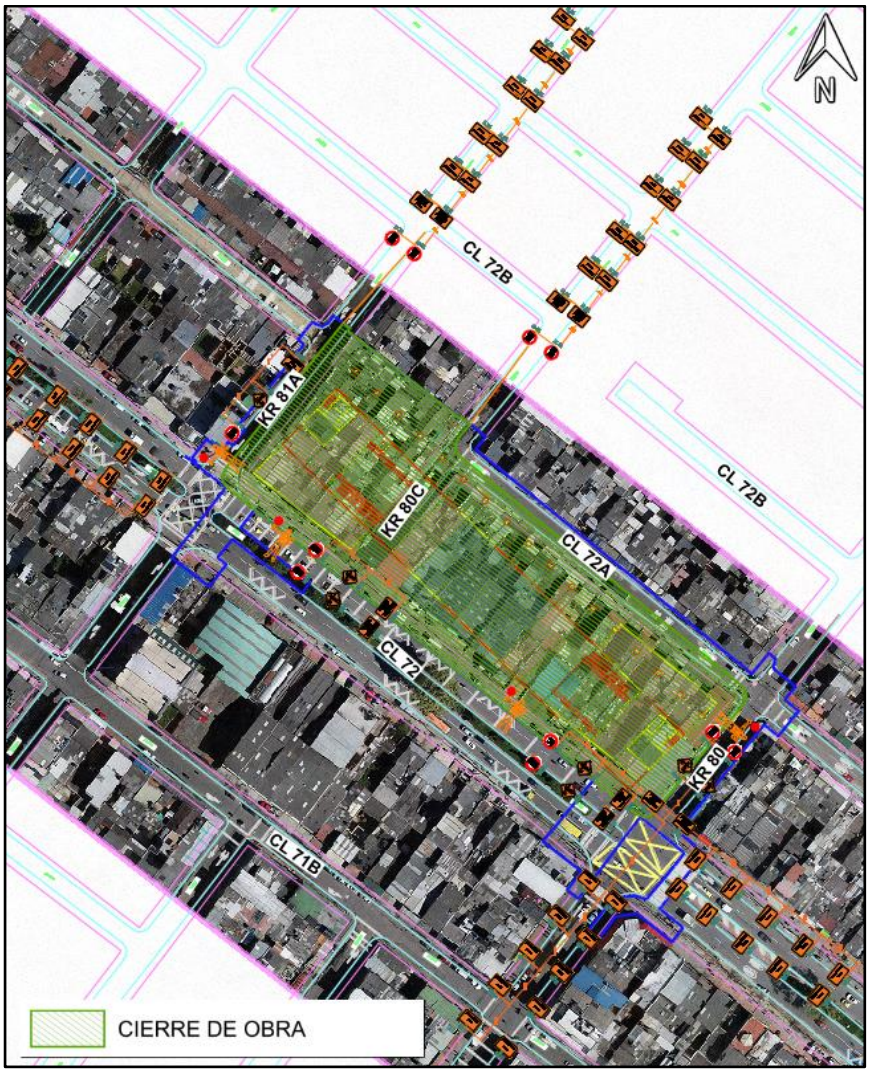


Figura 284. Cierres de obra en Estación 5 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.4.6. Estación 6

Los cierres para la construcción de la Estación 6 contemplan dos etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 6, en la Etapa 1 se considera el cierre de obra de las manzanas donde se construirá la estación, sin ningún tipo de cierre vial. Sin embargo, se realizarán las adecuaciones geométricas indicadas a continuación.



Figura 285. Cierres de obra en Estación 6 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

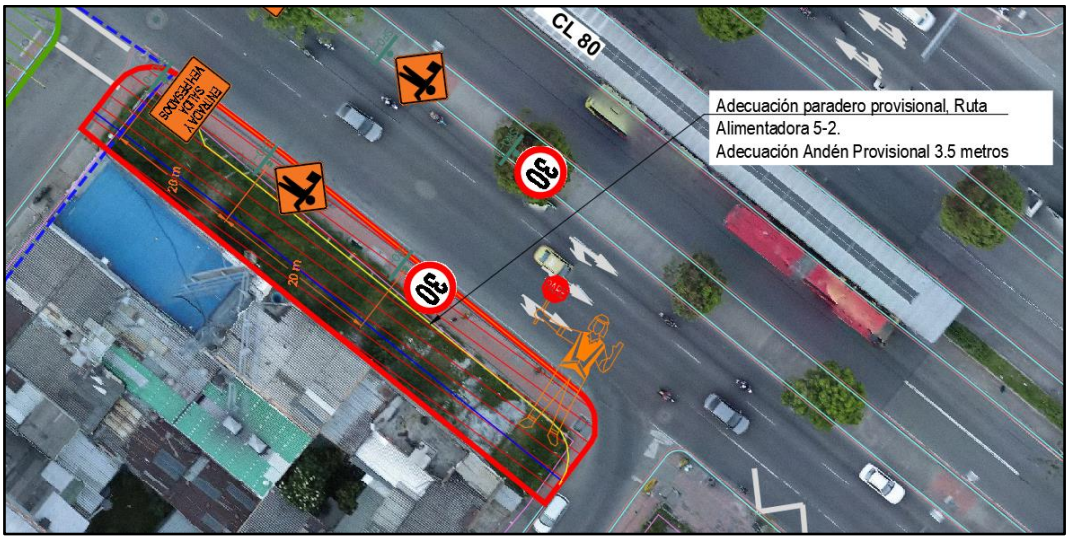


Figura 286. Adecuaciones Geométricas en Estación 6 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

En la figura anterior las adecuaciones geométricas del paradero provisional de la ruta alimentadora 5-2 y del andén provisional de 3.5 metros tienen un área aproximada 480 m².

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se considera el cierre de la Calle 77A y Cl 78 desde la Avenida Carrera 86 hasta Carrera 85.

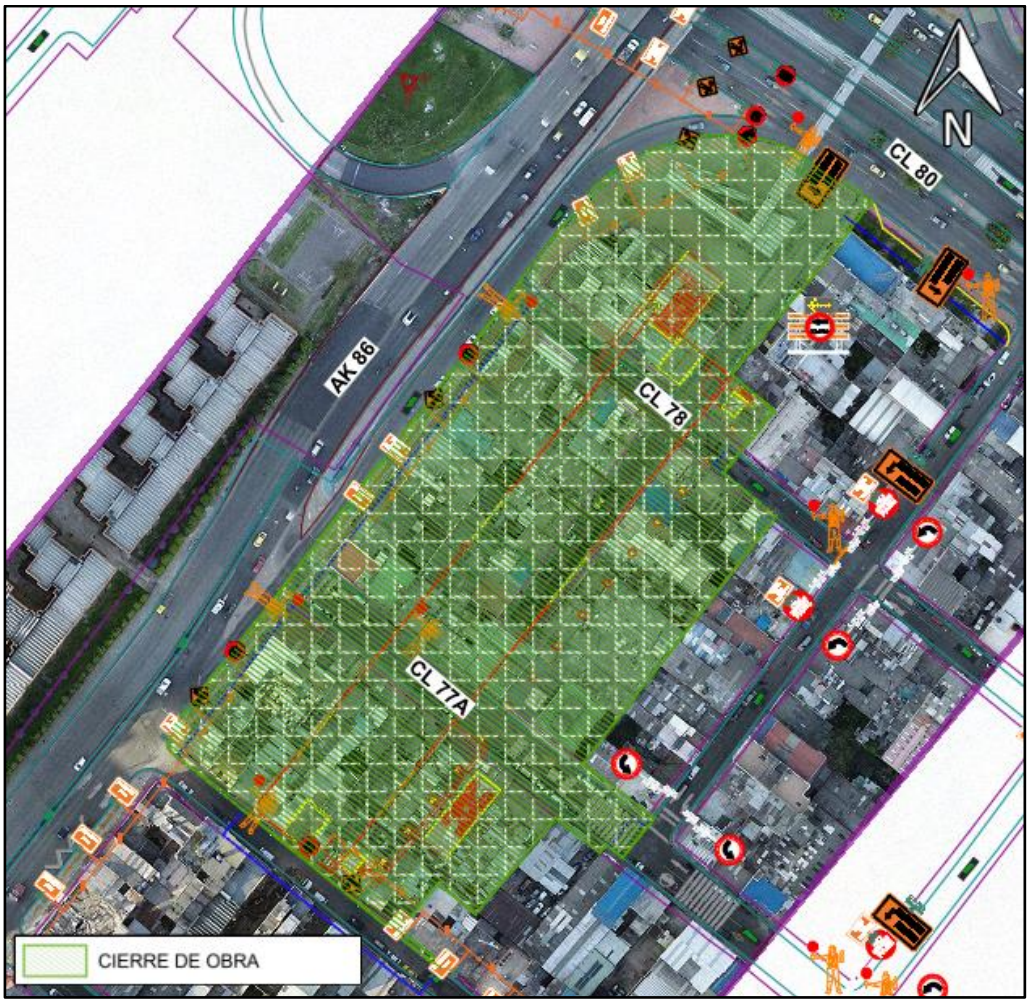


Figura 287. Cierres en Estación 6 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.4.7. Estación 7

Los cierres para la construcción de la Estación 7 contemplan tres etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 7, en la Etapa 1 se plantea el cierre de obra de las manzanas donde se construirá la estación, sin ningún tipo de cierre vial. Por lo tanto, no se requieren desvíos y/o vías alternas. Sin embargo, se realizarán las adecuaciones geométricas indicadas a continuación.

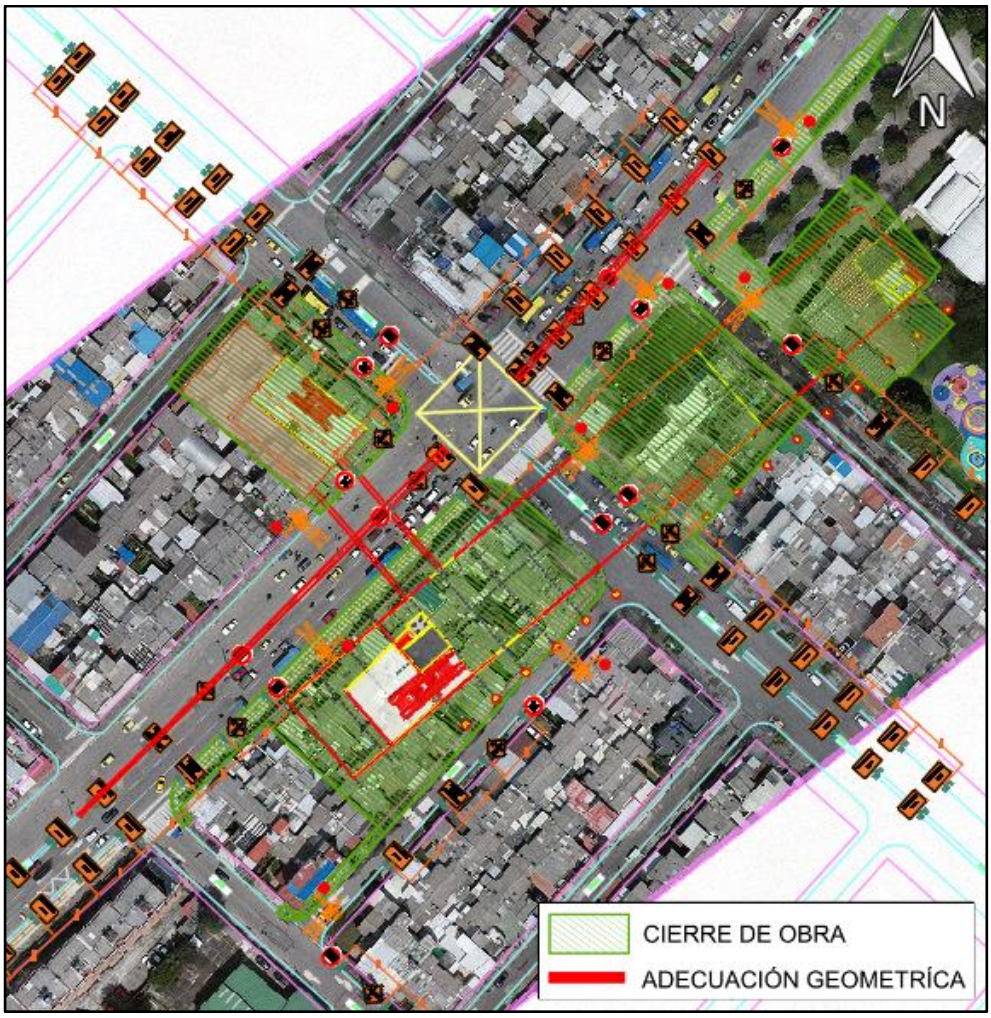


Figura 288. Cierres de obra en Estación 7 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 289. Adecuaciones Geométricas en Estación 7 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 290. Adecuaciones Geométricas en Estación 7 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Las adecuaciones geométricas se llevarán a cabo en el separador central sobre la Avenida Carrera 86, en un área aproximada de 241 m².

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se plantea el cierre de la calzada sur de la Calle 90 en sentido Occidente - Oriente desde la Avenida Carrera 86 y la Carrera 85A. Adicionalmente, teniendo en cuenta la adecuación realizada en la Etapa 1, se requieren adecuaciones geométricas complementarias a lo largo de la Avenida Carrera 86, como se indica en las siguientes imágenes:

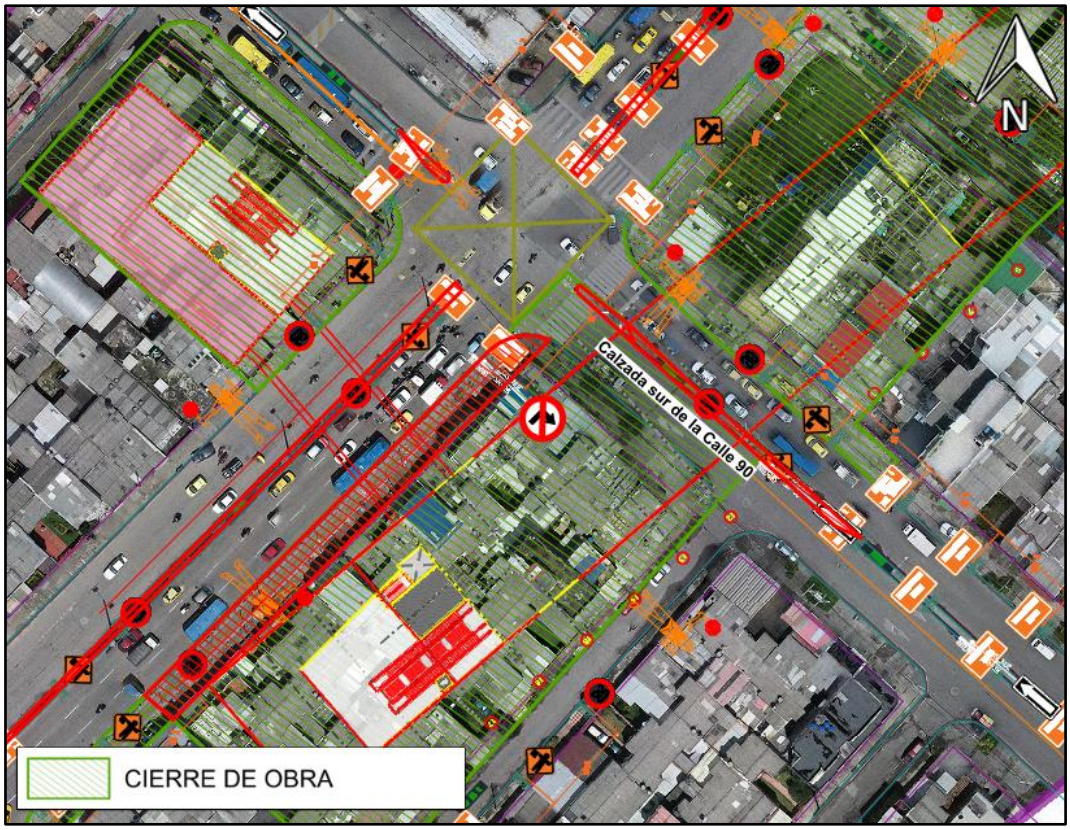


Figura 291. Cierres de obra en Estación 7 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

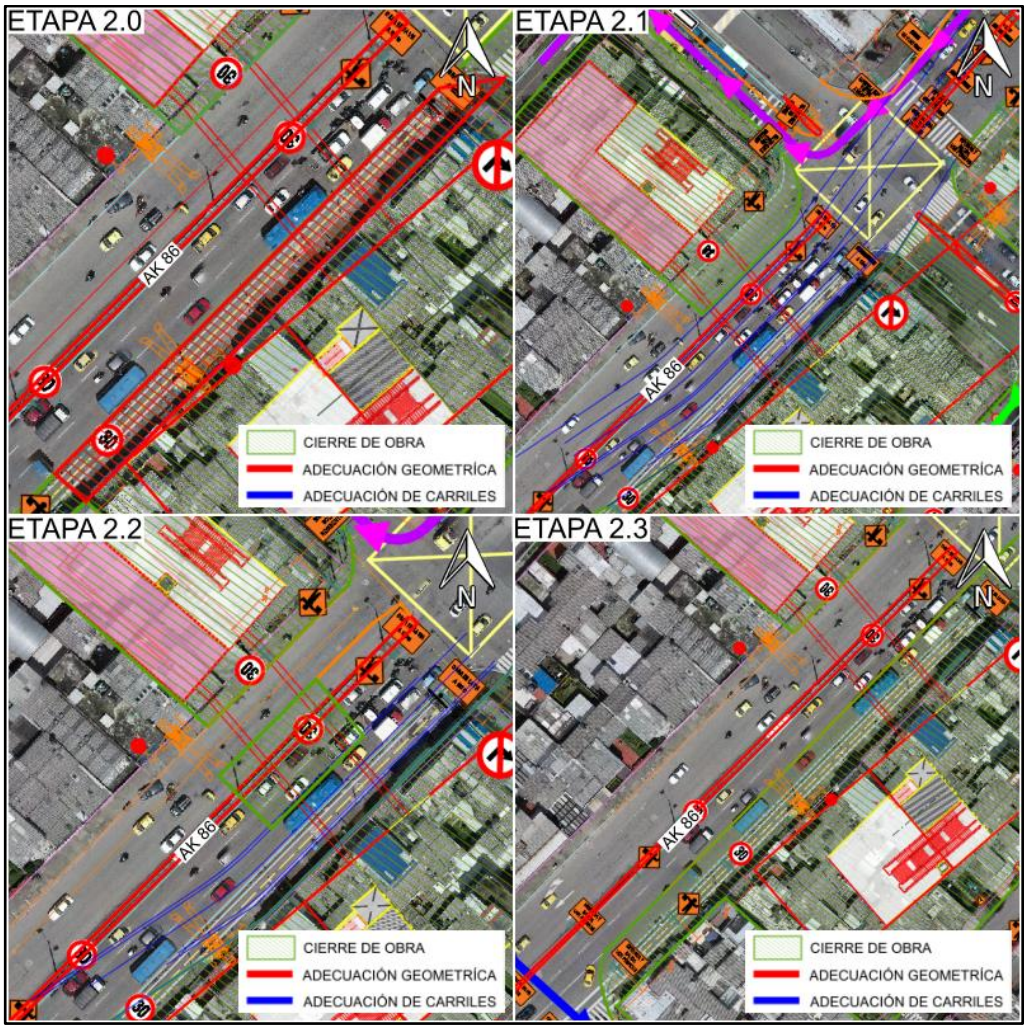


Figura 292. Adecuaciones Geométricas en Estación 7 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con las imágenes anteriores, en la etapa 2.0, en la Avenida Carrera 86 se requiere adecuar parte del andén oriental comprendido en un área aproximada de 473 m². En la etapa 2.1 se mantienen las adecuaciones geométricas de la etapa anterior, garantizando en la Avenida Carrera 68 tres carriles de circulación en sentido norte - sur y tres carriles en sentido sur - norte, cada uno de aproximadamente 3,3 m de ancho. En la etapa 2.2 se establecerá cierre de obra en el centro de la Avenida Carrera 86, pero manteniendo los seis carriles de circulación. Finalmente, en la etapa 2.3 se suspenderá el cierre de obra de la etapa 2.2, e igualmente se suspenderá un carril de circulación en sentido sur - norte para establecer el cierre de obra sobre el costado oriental de la Avenida Carrera 86.

- Etapa 3

De acuerdo con las modificaciones geométricas realizadas en la Etapa 2, en esta etapa se plantea lo indicado en la siguiente imagen:

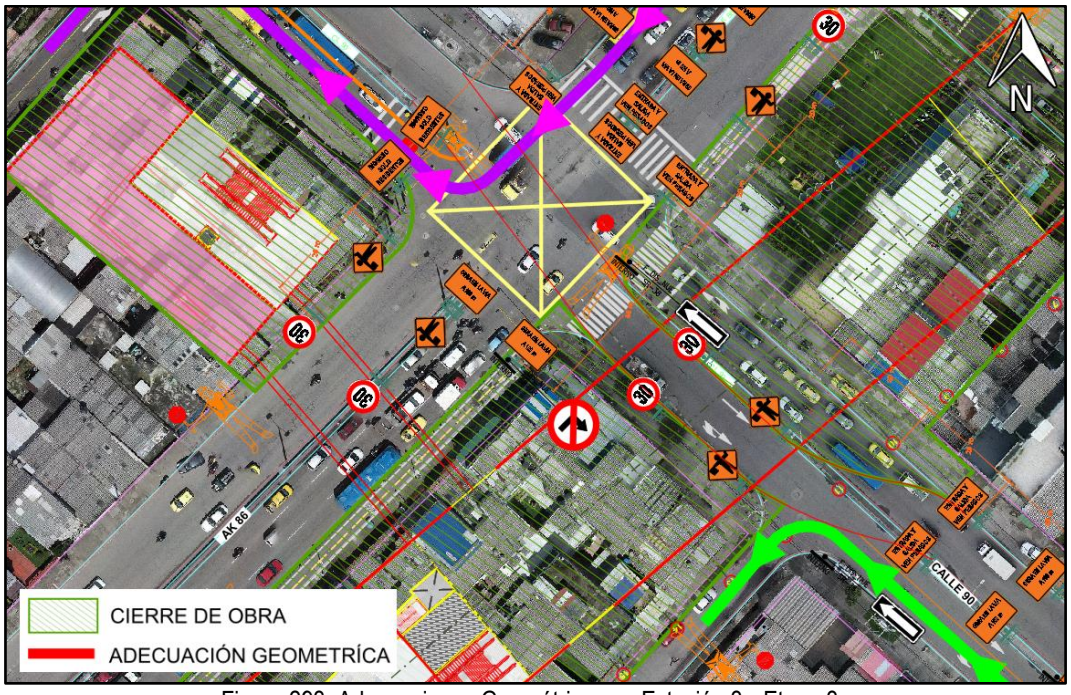


Figura 293. Adecuaciones Geométricas en Estación 3 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Como se aprecia, los carriles de circulación sobre la Calle 90 se modifican geométricamente, desplazándolos hacia el sur para permitir el cierre de obra sobre el costado norte de la Calle 90.

3.2.12.4.8. Estación 8

Los cierres para la construcción de la Estación 8 contemplan dos etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 8, en la Etapa 1 se requiere el cierre de las manzanas donde se construirá la estación, sin ningún tipo de cierre vial. Por lo tanto, no se plantean desvíos y/o vías alternas.

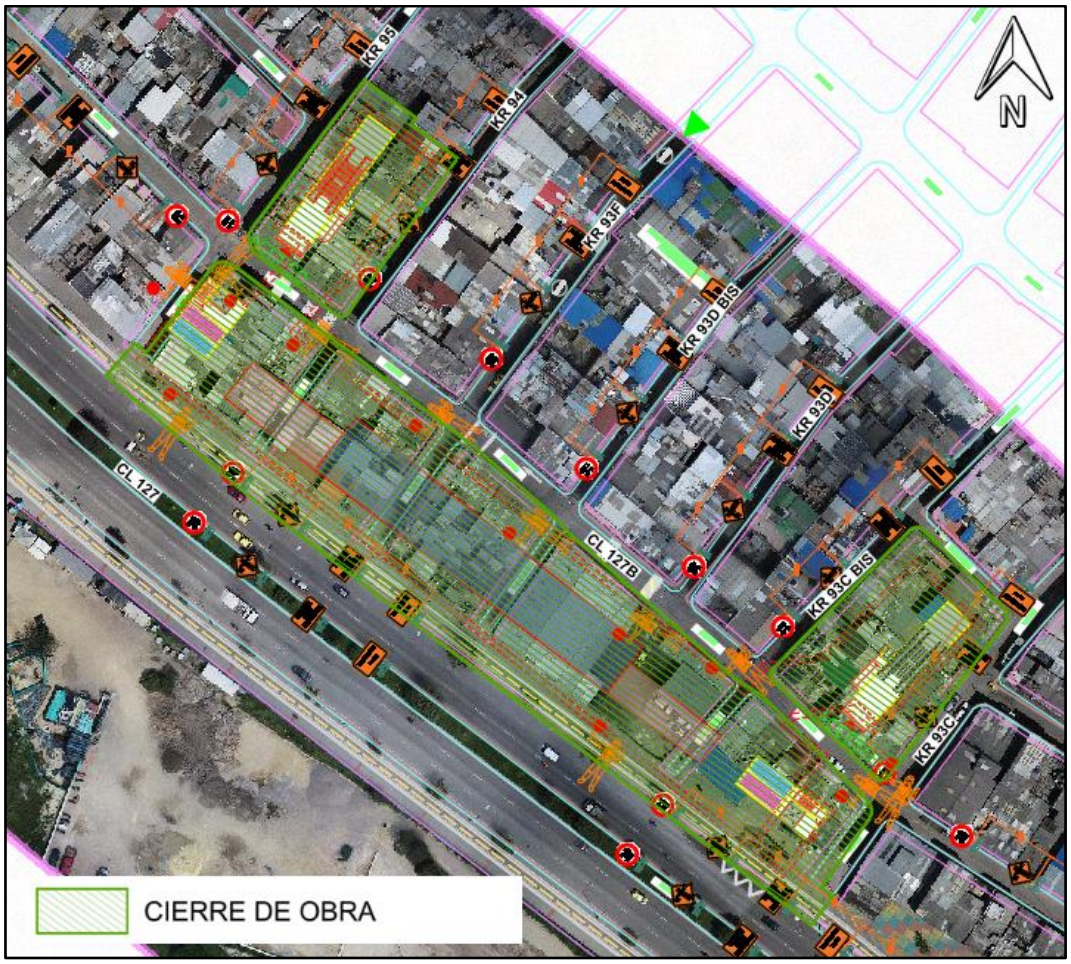


Figura 294. Cierres de obra en Estación 8 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para la Etapa 2 se plantea el cierre de la Calle 127B desde la Carrera 93C hasta la Carrera 95.

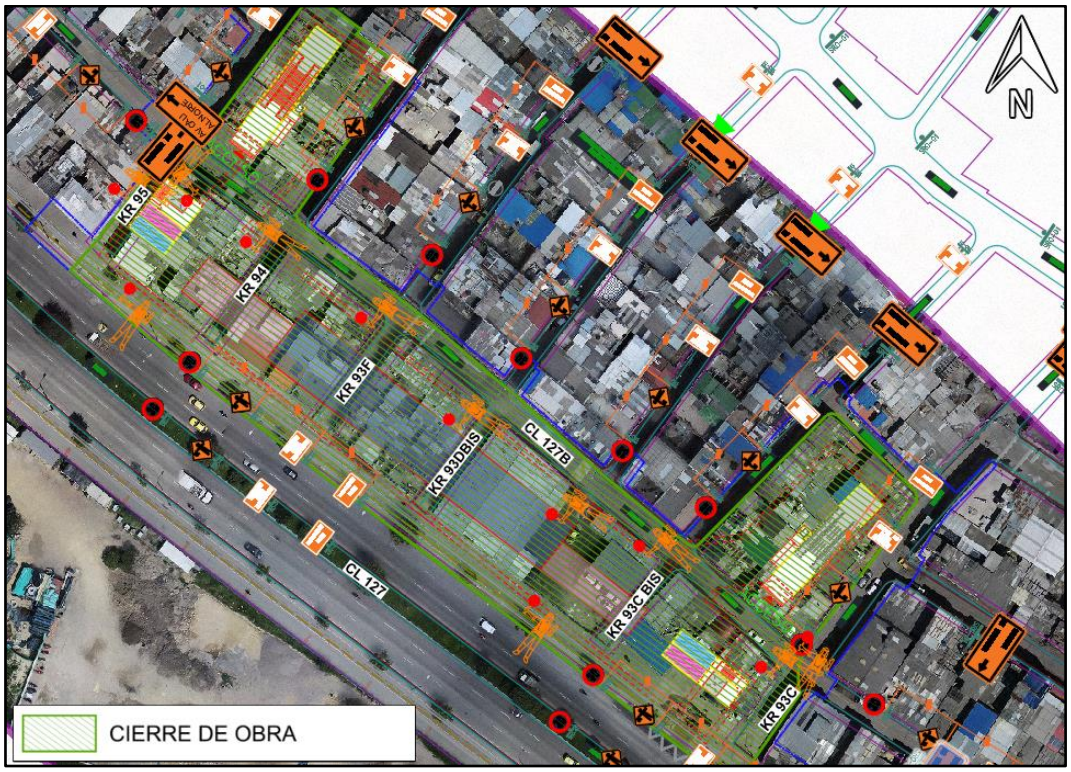


Figura 295. Cierres de obra en Estación 8 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.4.9. Estación 9

Los cierres para la construcción de la Estación 9 contempla una sóla etapa.

- Etapa 1

Para la Estación 9, en la Etapa 1 se requiere el cierre de la reserva vial de la ALO, sin ningún tipo de cierre vial. Por lo tanto, no se plantean desvíos y/o vías alternas.



Figura 296. Cierres de obra en Estación 9 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.4.10. Estación 10

Los cierres para la construcción de la Estación 10 contemplan una sóla etapa.

- Etapa 1

Para la Estación 10, en la Etapa 1 sólo se requiere el cierre de obra de la reserva vial de la ALO, sin ningún tipo de cierre vial. Por lo tanto, no se plantean desvíos y/o vías alternas. Sin embargo, se requiere la adecuación de la Calle 139 en un área aproximada de 1526 m² que incluye el desplazamiento de la calzada hacia el norte para generar un carril para el flujo vehicular, y la posterior adecuación vial de la Calle 139.



Figura 297. Cierres de obra en Estación 10 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.4.11. Estación 11

Los cierres para la construcción de la Estación 11 contemplan tres etapas:

- Etapa 1

Para la Estación 11, en la Etapa 1 se plantea el cierre de obra de la reserva vial de la Av Suba, sin requerir ningún tipo de cierre vial.



Figura 298. Cierres de obra en Estación 11 - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para la Etapa 2, se plantea el cierre de la Carrera 141B desde la Calle 144C hasta la Calle 145A.



Figura 299. Cierres de obra en Estación 11 - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 3

Para la Etapa 2, se plantea el cierre de la Carrera 145 desde la Calle 144C hasta la Calle 145A.



Figura 300. Cierres de obra en Estación 11 - Etapa 3.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.12.4.12. Ingreso de la tuneladora

Los cierres para el ingreso de la tuneladora contemplan dos etapas:

- Etapa 1

Para el ingreso de la tuneladora en la Etapa 1 se plantea el cierre en zonas verdes y de la Avenida Calle 145 sin cerrar el acceso a los conjuntos residenciales Yerbamora Reservado (Calle 145 #128-41) y Tayazal de Suba (Av Calle 145 #128-40).



Figura 301. Cierres de obra para el Ingreso de Tuneladora - Etapa 1.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Etapa 2

Para el ingreso de la Tuneladora en la Etapa 2 se plantea el cierre de la Carrera 136A sobre la Avenida Calle 145.

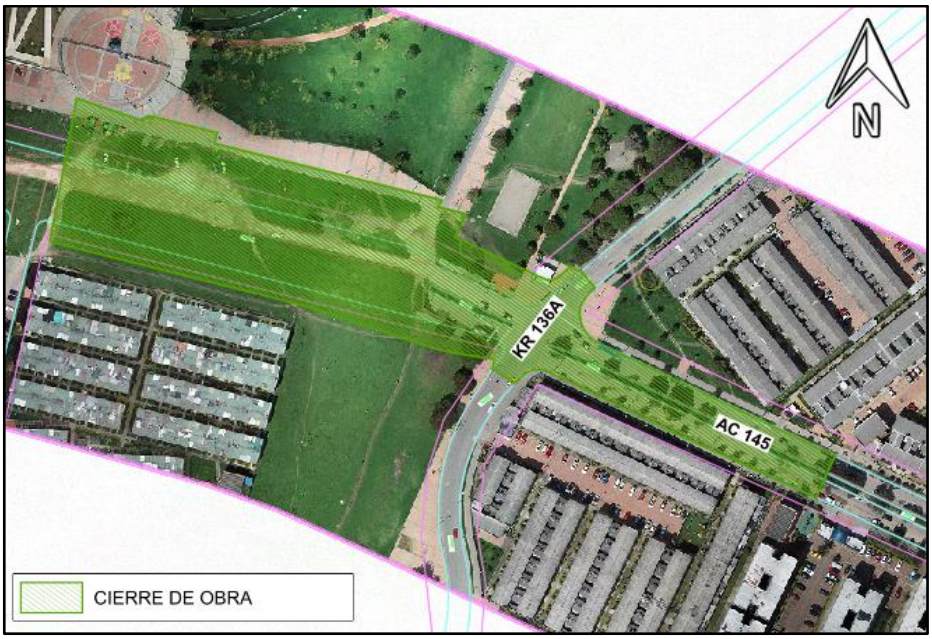


Figura 302. Cierres de obra para el Ingreso de Tuneladora - Etapa 2.
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.13. Material rodante, equipos y sistema metro ferroviarios

Las características de los vehículos con los cuales operará el sistema son las siguientes:

Tabla 78. Características técnicas del material rodante

Características	Datos
1.Tipo de material rodante	Metro
2.Tipo de operación	Automática con CBTC
3. Localización de la línea	Bogotá
4. Número de coches por tren	7
5. Configuración de los trenes	MC-T-M-M-M-T-MC (configuración con 7 coches) - indicativo y por precisar por el proveedor de material rodante
6. Capacidad de pasajeros:	
6.1. Capacidad del tren a 6p/m² (px)	1778 mínima
6.2. Capacidad por coche (px)	Mc: 268, T/M: 253 (configuración con 7 coches)
6.3. Asientos por coche (px)	Mc: 36, T/M: 36 (configuración con 7 coches)
6.4. Pasajeros de pie (px)	Mc: 232, T/M: 217 (configuración con 7 coches)

Características	Datos
7. Dimensiones generales	
7.1. Longitud del tren	145 m máximo
7.2. Longitud de los coches	20m - indicativo y por precisar por el proveedor de material rodante
7.3. Altura de los coches	3,89 m - indicativo y por precisar por el proveedor de material rodante
7.4. Anchura de los coches	2,9 m - indicativo y por precisar por el proveedor de material rodante
7.5. Distancia del pivote del bogie	por definir
7.6. Distancia entre ejes	+/- 2,1 m
7.7. Altura del piso	1100 mm 0/+50 mm
7.8. Altura del enganche	por definir
7.9. Ancho de vía	1435 mm
7.10. Diámetro de las ruedas (mm)	Max: 860, Min: 790
8. Puertas	
8.1. Número de puertas por lado por coche	4
8.2 Dimensiones de las puertas	1600 mm x 1900 mm
8.3. Distancia de las puertas	por definir
9. Carga máxima por eje	18 ton /eje máximo
10. Alimentación	1500 Vcc
11. Prestaciones dinámicas	
11.1. Velocidad máxima de servicio UTO (km/h)	80 km/h
11.2. Aceleración (m/s²)	0,86 m/s² (1,2 m/s² de 0 a 35 km/h)
11.3. freno de urgencia	-1,3 m/s²
11.4. Freno de servicio	-1 m/s²
11.5. Jerk de tracción	Inferior a 1 m/s3

Fuente: UT MOVIUS 2022

- Los vehículos, incluidos todos sus subsistemas y equipos, serán de diseño probado, es decir comparables con productos estándares ya producidos en el mundo, con soluciones probadas y modernas.
- Su vida útil será de al menos 40 años y 5 millones de km.

- Los subsistemas y equipos instalados demostrarán su fiabilidad en líneas y redes de metros que se encuentren en operación desde hace por lo menos 3 años.
- Los vehículos estarán dotados del nivel de automatización GOA 4.
- El sentido normal de circulación de los vehículos será el lado derecho. Sin embargo, para efectos de funcionamiento, los vehículos tendrán la posibilidad de circular tanto por el lado derecho como por el izquierdo.
- Se posibilitará el rescate de un vehículo averiado por otro vehículo.
- Los vehículos operarán sin restricciones a las condiciones ambientales y climáticas específicas de Bogotá. Los rangos de temperatura cumplirán con la clase T1 según la norma EN 50125-1, con el requisito especial de considerar -10°C en lugar de -25°C como temperatura mínima.
- Podrán ser estacionados al aire libre, independientemente de las condiciones atmosféricas.
- Funcionarán normalmente después de su permanencia en condiciones de intemperie (calor, sol, etc.).
- No se fabricarán con materiales perjudiciales para el medio ambiente y podrán desmontarse al final de su ciclo de vida.
- La operación nominal se realizará con un vehículo compuesto por siete coches.
- La capacidad de los vehículos y su reparto entre pasajeros sentados y pasajeros de pie será la siguiente:

Tabla 79. Configuración de 7 coches en carga normal de 6 pasajeros de pie / m²

Criterios básicos	7 coches
Pasajeros sentados	252
Pasajeros de pie	1.594
Total pasajeros	1.846 (sin PRM)

Fuente: UT MOVIUS 2022

- Los vehículos serán de tecnología probada, de última generación.
- Serán seguros, fiables, duraderos, dotados de una redundancia adecuada, fáciles de usar y atractivos, con capacidad para satisfacer las demandas previstas, buenas cualidades de conducción y comodidad para los usuarios, incluido un bajo nivel de ruido.
- Dispondrán de acabados exteriores e interiores atractivos de material apropiado resistente al fuego y retardante que envejezca de manera adecuada.
- Garantizarán una alta disponibilidad, con bajos costes de mantenimiento a lo largo de todo el ciclo de vida, un bajo desgaste de las ruedas, un mantenimiento mínimo, una alta intercambiabilidad de piezas y componentes modulares con pocos tiempos de indisponibilidad, basados en diagnósticos adecuados y en unos tiempos mínimos de sustitución de componentes.
- Garantizarán un fácil acceso para personas discapacitadas con silla de ruedas y personas que lleven coches de niños.

- Dispondrán de un alto rendimiento y satisfarán las demandas de pendientes y de curvas tanto en funcionamiento normal como degradado y de emergencia, optimizando el equilibrio entre el tiempo de viaje, el número total de vehículos, el consumo de energía, el suministro de energía, el equipo de tracción y los ejes motorizados.
- Ofrecerán facilidad de limpieza exterior e interior y se verán libres de trampas de suciedad y polvo.
- Su apariencia exterior, y el módulo frontal, será de perfil moderno y estéticamente agradable, con acabados de alto nivel.
- La zona de pasajeros podrá transportar todo tipos de viajeros, incluidos inválidos, niños, pasajeros con equipaje, personas mayores, personas con discapacidades leves y discapacitados, así como personas no ambulantes en silla de ruedas.
- La configuración de los asientos será de tipo longitudinal para lograr la capacidad de transporte.
- Se dispondrá de un total de dos espacios para sillas de ruedas por tren.

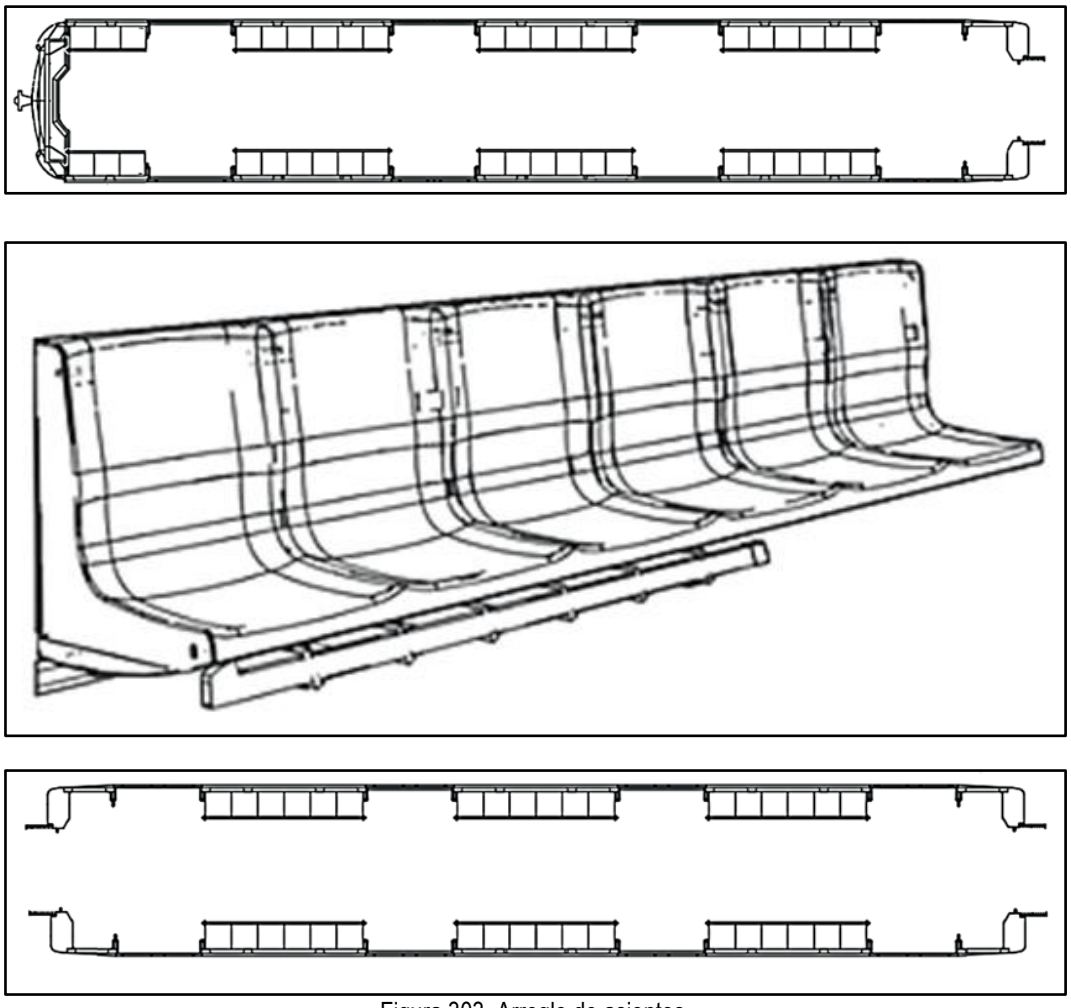
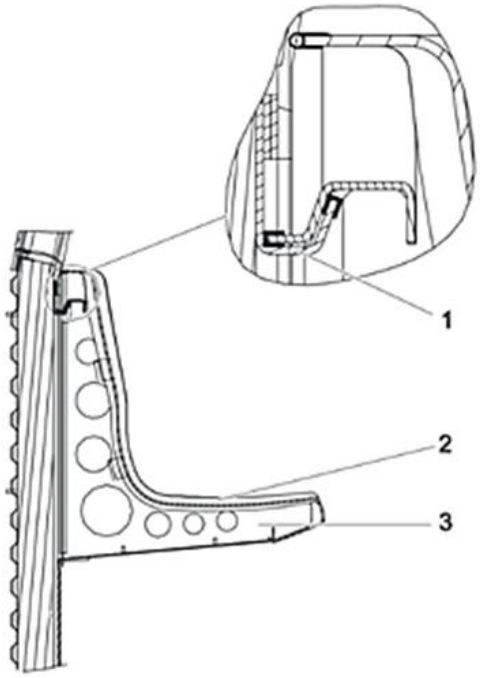


Figura 303. Arreglo de asientos
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Los pasajeros transportados podrán moverse dentro de todo el vehículo (incluidas las zonas de pasillo) sin ningún obstáculo fijo en su camino, tales como componentes del vehículo o asientos.



1) Fijación del asiento

2) Superficie del asiento

3) Estructura del asiento

Figura 304. Fijación de un asiento
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Las zonas de uso especial para la silla de ruedas y los coches de bebé se situarán contra la pared lateral adyacente a una puerta y estarán equipadas con un soporte ciático que se empleará cuando no haya ninguna persona con una necesidad especial.
- La combinación de colores del interior maximizará la visibilidad. Dispondrá de colores contrastados para mejorar la visibilidad de las personas con discapacidad visual.
- En lo relacionado con la transferencia de pasajeros entre vehículos y andenes de estación:
    - Se posibilitará el transbordo en el menor tiempo posible.
    - Los espacios vacantes se distribuirán uniformemente en toda la longitud del vehículo.
    - Se garantizará una transferencia segura y cómoda.
    - Se dispondrá de aperturas amplias.
    - Se disminuirán al máximo los tiempos de apertura y cierre de las puertas.
- En lo relacionado con las puertas de los vehículos:

- Se espera una tasa de transferencia de alrededor del 20-30% (tasa de la longitud total de las aperturas de las puertas respecto a la longitud del vehículo), ofreciendo un intercambio de pasajeros fácil y rápido en las estaciones para satisfacer los tiempos de permanencia especificados y el tiempo de ida y vuelta previsto.
- Las puertas de pasajeros permitirán la evacuación completa del tren cargado en EL4 en menos de 30 segundos. En cada lado, el vagón dispondrá de al menos 4 puertas de doble hoja de una anchura mínima de 1.600 mm, situadas una frente a la otra.
- El flujo mínimo de pasajeros por puerta será de 80 pasajeros/minuto.
- La altura de apertura de las puertas será de al menos 1,95 m.
- Los tiempos de apertura y cierre, incluido el bloqueo de las puertas, serán de hasta 3 segundos, pero ajustables.
- La diferencia de altura máxima hacia arriba entre el andén y la entrada del vehículo será de 50 mm. La diferencia hacia abajo será de 0 mm.
- La diferencia horizontal entre el umbral del vehículo y el borde del andén estará limitada a 50 mm.
- Los materiales, componentes y construcción cumplirán las normas y códigos aplicables en materia de seguridad contra incendios, así como la norma EN 45545 con categoría de funcionamiento 2.

- Cada compartimento de pasajeros tendrá detectores de humo que cuando se activen enviarán una alarma al puesto de conducción de emergencia.
- La propagación del fuego se evitará mediante barreras contra el fuego en el suelo, las paredes de los laterales y los extremos, así como en las carcasas de los equipos resistentes al fuego. El suelo del tren proporcionará una barrera contra el fuego ensayada de acuerdo con la norma EN 45545-3. Cada coche dispondrá de un extintor.
- No habrá interferencias con los distintos componentes de sistemas (sistemas electrónicos y de telecomunicaciones). La compatibilidad de las interferencias electromagnéticas de los vehículos estará ajustada a la serie EN 50121.
- El índice de confort (índice entre el número de asientos y la capacidad total) estará entre el 12% y el 15% en caso de carga EL6.
- La altura mínima del techo central de las zonas de pasajeros será de 2,1 m.
- La apertura de la pasarela entre los módulos tendrá una anchura mínima de 1,3 m y una altura de 1,95 m.
- Los coches estarán dotados de pantallas que todos los pasajeros puedan ver.
- Tendrán sistema de aire acondicionado.
- Las condiciones de medición del ruido cumplirán los requisitos de las normas internacionales ISO 3381 para el interior del vehículo e ISO 3095 para el exterior. Los niveles de ruido provendrán de cargas ELE y EL4.
- El interior del vehículo evitará la resonancia de los paneles y otros componentes del vehículo. Los soportes de los equipos minimizarán la transmisión de vibraciones. Las vibraciones serán

suficientemente alejadas de las frecuencias de excitación primarias para evitar cualquier tipo de vibración resonante en las distintas condiciones de velocidad y de alimentación eléctrica de la línea. La calidad de la conducción se evaluará de acuerdo con la norma ISO 2631 o EN 12299.

- Se satisfarán los siguientes requisitos de confort acústico:

Tabla 80. Requisitos de confort acústico

Velocidad		**Parada**	**40 km/h**	**60 km/h**
Unidad (LpAeq)		**TdBA**	**500ms dBA**	**500ms dBA**
Ruido al interior del coche a 1,2 m sobre el piso	Zonas de pasajeros	62	67	70
	Pasillo	64	72	75
Ruido al exterior del coche a 7,5 m desde la línea central de la vía y a 1,20 m sobre el nivel de la vía		60	74	80

Fuente: UT MOVIUS 2022

- El rendimiento dinámico estará definido por la estabilidad, la velocidad máxima, las aceleraciones/desaceleraciones y el jerk.
- Los requisitos relativos a las aceleraciones se darán a nivel y en alineación recta, con una alimentación nominal de 1500 Vdc y una relación de adherencia máxima de las ruedas del carril del 25 %:
  - Velocidad máxima de funcionamiento: 80 km/h con EL6 y ruedas totalmente desgastadas;
  - Velocidad de diseño: 90 km/h
  - La aceleración media de 0 a 40 km/h (aceleración media de arranque) será de al menos 1,1 m/s²;
  - La aceleración media de 0 a 80 km/h será de al menos 0,8 m/s².
- Los requisitos relacionados con modos degradados como la carga de pasajeros, tipos de fallos y aspectos de rendimiento serán los siguientes:
  - En caso de fallo de un inversor de tracción, los sistemas de tracción y de freno serán capaces de continuar el servicio con pasajeros hasta el final del día incluso con una ligera degradación de la velocidad comercial.
  - En caso de que falle más de un inversor de tracción, el vehículo podrá continuar el servicio con pasajeros hasta el final del viaje o hasta la siguiente estación.
  - En caso de un fallo grave, después de descargar a los pasajeros en la estación más cercana, el vehículo en condición de carga vacía podrá realizar el arranque y el frenado en un pendiente de hasta 4%.
  - Un vehículo vacío podrá volver a arrancar en una pendiente del 4% al tirar o empujar a otro vehículo vacío, con una aceleración mínima de 0,1 m/s².

- El rendimiento de frenado satisfará los requisitos de la norma EN 13452-1 y cumplirá las siguientes funciones:
    - Frenado de servicio: frenado utilizado normalmente bajo el control del conductor o de la ATO para controlar la velocidad del vehículo. Será de tipo electrodinámico o mecánico.
    - Frenado de emergencia: freno mecánico basado en el objetivo principal de maximizar la seguridad de los pasajeros, el personal y de los no usuarios del sistema.
    - Freno de retención: freno que mantiene parado un vehículo con pasajeros durante un tiempo y una carga definidos.
    - Freno de estacionamiento: freno que puede mantener permanentemente un vehículo con una carga definida en una pendiente definida durante un periodo de tiempo indefinido.
- El vehículo podrá terminar su recorrido incluso aceptando una limitación del límite de velocidad máxima, a pesar de los fallos eventuales de algunos de sus equipos:
    - En caso de fallo de una unidad de frenado, las prestaciones del freno de servicio se mantendrán hasta el final del recorrido;
    - En caso de avería de los frenos, las unidades de frenado defectuosas deberán poder aislarse y desactivarse de manera remota desde el panel de gestión de emergencia;
    - En el caso de los vehículos de recuperación push-pull, será posible aislar la unidad dañada del sistema de frenado.
- El sistema de protección contra el deslizamiento de las ruedas mejorará las prestaciones de tracción y frenado al proporcionar un uso optimizado de la adherencia en todas las condiciones de las ruedas y los carriles.
- No habrá interoperabilidad de trenes entre la PLMB y la L2MB, puesto que la integración de requerimientos de interoperabilidad entre ambas líneas de Metro generaría más desventajas (limitación del mercado, complejidades contractuales) que ventajas (potenciales ahorros de costos OPEX). Sin embargo, una parte importante de los criterios de diseño y operación del material rodante retomó numerosos aspectos y especificaciones técnicas de la PLMB.

3.2.14. Proceso constructivo del proyecto

3.2.14.1. Túnel

La excavación la L2MB se realizará con un túnel de sección circular con un diámetro exterior de las dovelas de 10.45 m, por medio de un equipo de excavación para construcción de túneles denominado tuneladora. El tipo de máquina a utilizar en la excavación del túnel será EPB (Earth Pressure Balance) que cumple con las siguientes funciones: 1) Excavación de tierras; 2) Contención del frente de la excavación mediante de presiones de tierra en el frente; 3) Contención de la sección del túnel excavado mediante un revestimiento de anillos de dovelas prefabricadas con concreto reforzado; 4) Llenado con inyección de mortero o lechada del espacio anular entre la sección del terreno excavado por la cabeza de corte y la cara exterior de las dovelas, denominado “gap”. 5) Extracción del material de excavación hacia el exterior del túnel.

La máquina tuneladora EPB (Earth Pressure Balance) se divide en dos partes: el escudo y el Back Up. La primera parte tiene una longitud del orden de 10 a 12 m y la segunda tiene una longitud aproximada de 100 a 110 m. El escudo cumple con las funciones descritas en los anteriores numerales y el Back up cumple con la función de alojar y transportar todas las instalaciones necesarias para el funcionamiento de la tuneladora, así como transportar las dovelas prefabricadas y descargarlas en el escudo para su colocación en el frente. Las dovelas prefabricadas son transportadas desde el exterior del túnel hacia el interior del mismo por medio de trenes sobre rieles temporales o trenes sobre llantas. Véase Figura 305.

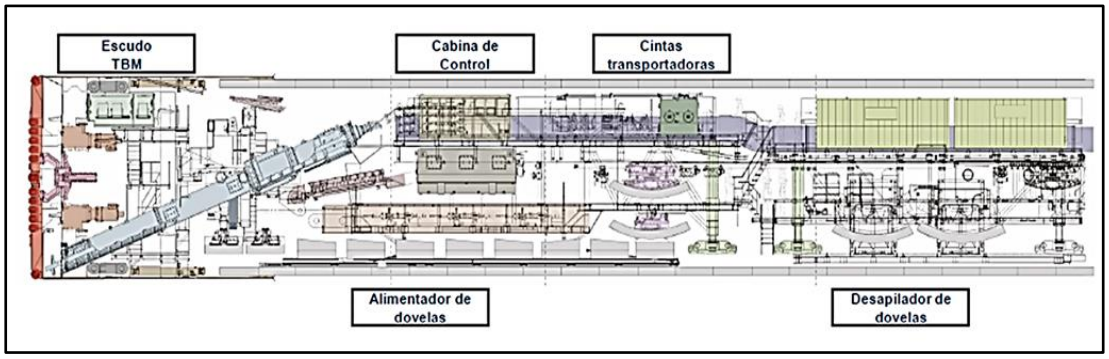


Figura 305. Perfil de la máquina en sección del escudo, cabina de control, sistema de dovelas
Fuente: Lavagno,A(2019)

La máquina tipo Earth Pressure Balance Shield (EPBS), o de (escudo de presión balanceada), se basa en el principio de utilizar los movimientos de empuje y avance de la tuneladora para mantener la presión en la cara. La presión de soporte frontal se aplica utilizando el suelo recién excavado, recolectado y presurizado en el plenum o recinto.

Las aberturas en el cabezal de corte de la tuneladora, que está equipado con herramientas de corte como discos o picos, permiten la recolección y acumulación del suelo excavado en el recinto (que es muy similar a la cámara de protección de lechada: es decir, un espacio entre el cabezal de corte y el mamparo). La extracción de lodo del recinto se realiza a través de un transportador de tornillo giratorio o un tornillo sin fin de Arquímedes. La cantidad extraída de material es proporcional a la velocidad de rotación del tornillo, mientras que la cantidad excavada es proporcional a la tasa de penetración de la tuneladora. En el proceso se crea un equilibrio dinámico basado en el equilibrio de volumen excavado y extraído (equilibrio de volumen) dentro del recinto. El ajuste de este equilibrio, mediante la variación de la velocidad de rotación del tornillo, permite crear una acumulación y la consiguiente presurización de material en el recinto.

La presión del soporte del frente se controla variando la velocidad de rotación del tornillo, así como la función de la tasa de penetración de la tuneladora.

Además, de las funciones básicas de extracción de lodo y control de la presión del soporte facial del frente, el transportador de tornillo (Figura 306), permite la disipación de la presión en el recinto, desde el valor máximo (en el nivel inferior de la cámara) hasta el nivel atmosférico (en la compuerta de descarga), a través de la formación del llamado “tapón” de material a lo largo del propio tornillo sin fin.

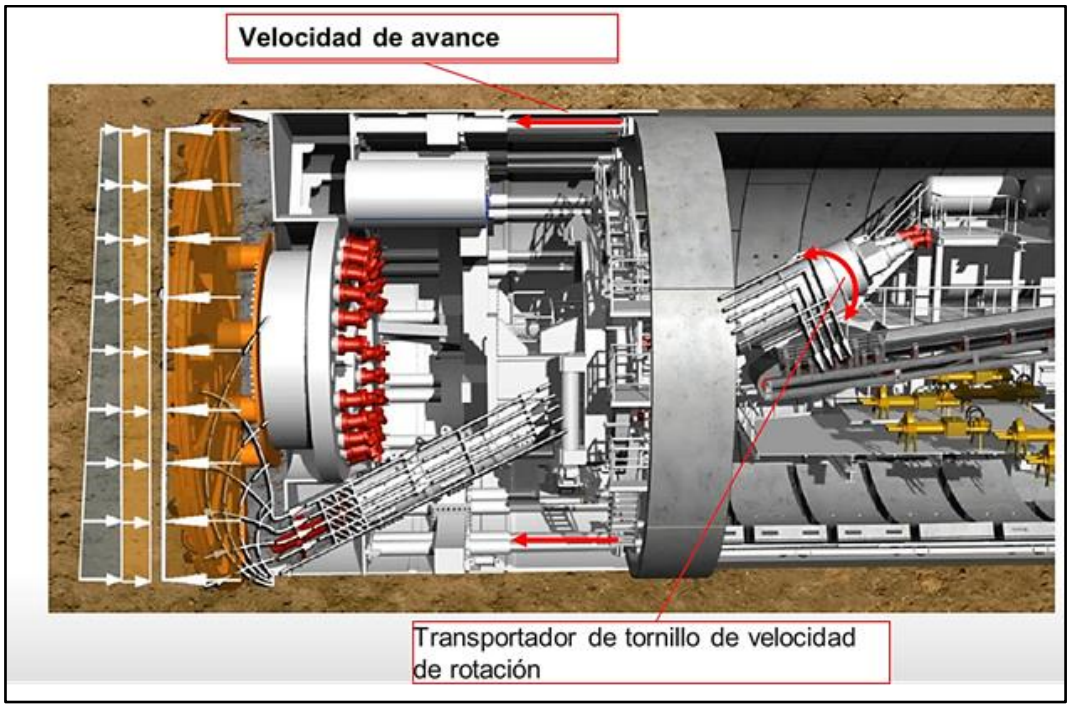


Figura 306. Esquema de equilibrio de presión de tierras y sistema de extracción.
Fuente: Herrenknecht

El funcionamiento de la máquina EPB o de equilibrio de la presión de tierras, tiene por objetivo excavar una sección circular a cierta profundidad, contrarrestando la presión del terreno en el frente, evitando así deformaciones que se traducirían en asientos significativos en la superficie.

Para lograr lo anterior, el escudo excava por rotación de la cabeza de corte y avanza por el accionar de los gatos de empuje, los cuales reaccionan con el último anillo de revestimiento (dovelas) colocado e impulsan el escudo contra el terreno. La velocidad de avance puede ser regulada con el flujo hidráulico que controla la presión de los gatos de empuje del escudo.

Al excavar el terreno, éste se introduce en la cámara frontal del escudo EPB y una inyección de espuma - mezcla de agua, producto tensoactivo, polímeros estabilizadores y aire - a una determinada presión según la granulometría del material a excavar (Figura 307), y la agitación producida por la cabeza de corte, convierten el terreno excavado en un lodo que se presuriza debido a la presión ejercida por los cilindros hidráulicos de empuje.

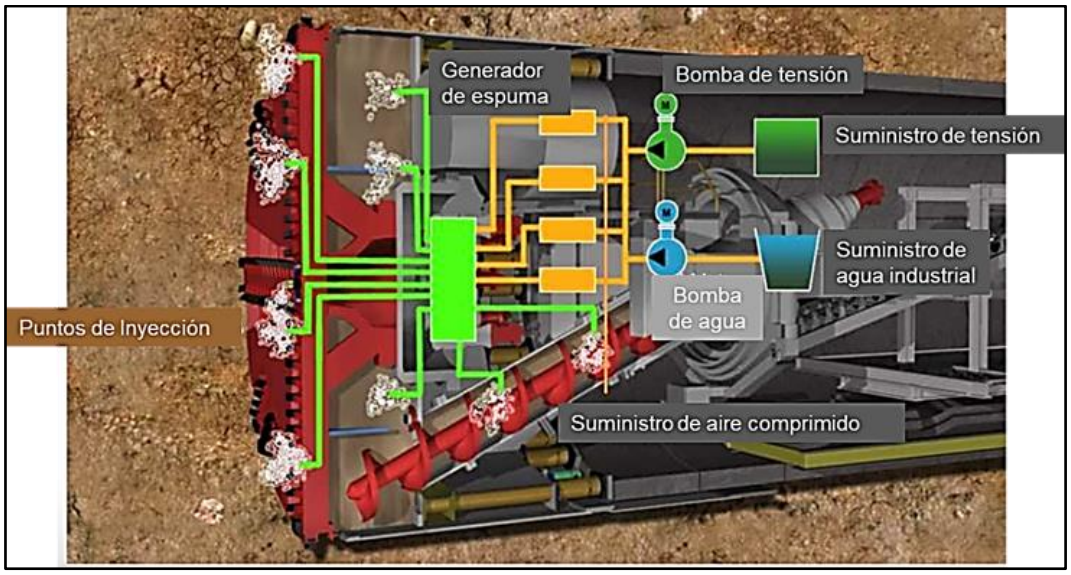


Figura 307. Sistema de inyección en el frente.
Fuente: Herrenknecht

La presión dentro de la cámara se controla por medio de la velocidad de rotación del tornillo sinfín y de la apertura de la compuerta situada en la descarga del tornillo. El volumen de terreno excavado que ingresa en la cámara, sustituye al equivalente que ha de extraerse de la misma sin pérdida de presión. La retirada del material excavado se hace mediante una cinta transportadora o por bombeo, el cual continúa hasta el sitio de embarque de vagonetas o del equipo que evacua el material hasta el exterior.

Una vez alcanzado el recorrido total de los gatos o un desplazamiento mínimo para la colocación de un nuevo anillo de dovelas, se procede a su detención, lo cual significa que la excavación ha concluido, procediendo a la colocación del revestimiento en el interior y la final de la cola del escudo.

Al término de cada empuje se verifica en el sistema de guiado automático la posición real del escudo y se compara con la del proyecto, lo cual da la pauta a seguir para la programación de la colocación del anillo de dovelas antes del siguiente empuje y corregir así la posición del escudo.

Para la colocación de los anillos subsecuentes se realizan las siguientes actividades:

a) Se retraen los gatos del escudo ubicados en la posición donde se coloca la primera dovela.
b) La dovela es tomada por el brazo erector, donde previamente se verifica que cuente con los tornillos necesarios para la colocación de la misma, procediendo con la colocación de la dovela en su sitio correspondiente y fijando la tornillería a los insertos “tuercas”.
c) Se apoyan los gatos a la dovela dependiendo de la posición de la misma para poder retirar el brazo erector, trasladándose para posicionarse en la siguiente dovela por colocar.
d) Se retiran los gatos necesarios para alojar la segunda dovela.
e) Se hacen coincidir el orificio del tornillo con el del inserto “tuerca”, colocando los tornillos correspondientes.
f) Nuevamente se apoyan los gatos de acuerdo con la posición de la dovela, se retira el brazo erector para desplazarse a la siguiente dovela situada sobre la mesa de traslación.
g) Se repetirá la misma secuencia descrita hasta colocar todas las dovelas y la cuña dentro de la cola del escudo.
h) Estas actividades serán repetidas para la colocación de los anillos durante todo el proceso de excavación del túnel, procurando que las dovelas no se traslapen en las juntas para que no se formen líneas de

fallas longitudinales por la posición repetitiva de los anillos. Se aclara que todas las posiciones de los anillos que se utilizan son para formar las curvas existentes y/o para corregir la línea o nivel en caso de existir desviaciones del trazado teórico.

Los anillos de dovelas pueden ser del tipo universal, izquierdos o derechos, de manera que por medio de las múltiples posiciones posibles se pueden seguir las curvas o tangentes del trazado y perfil del proyecto. El anillo universal, aunque de diseño más complejo, se utiliza cada vez más por razones económicas, ya que permiten emplear un solo tipo de anillo, sea cual sea la curvatura que se haya de realizar en el túnel.

Una vez colocado el anillo, se está en condición de realizar otro empuje o avance, el cual comienza con el giro de la cabeza de corte y el empuje de los cilindros.

Simultáneo al empuje, se realiza la inyección de una mezcla o mortero en el espacio anular comprendido entre el terreno y los anillos de dovelas, con el fin de evitar deformaciones superficiales del terreno (Figura 308 y Figura 309).

Este proceso se ejecuta de manera simultánea a la excavación a lo largo de todo el túnel, en los anillos que vayan saliendo de la cola del escudo. Para tal fin se emplea un sistema de inyección basado en el concepto Bi-componente, con una mezcla donde el componente A es una suspensión coloidal de una mezcla de conglomerantes hidráulicos y el B es un acelerante, generalmente silicato sódico, ambos reaccionan y endurecen en un tiempo que permite llenar todo el gap entre el anillo y el terreno excavado.

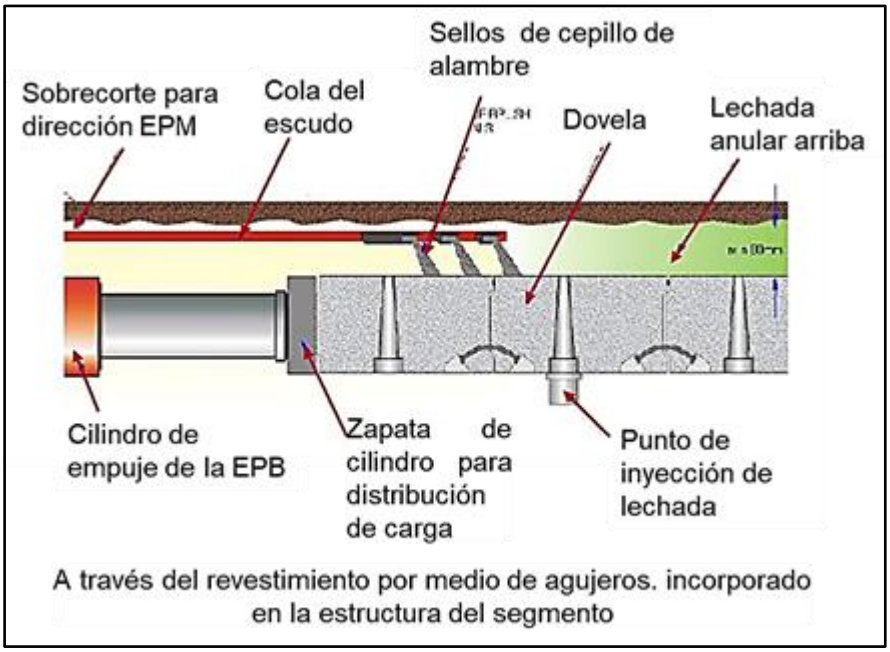


Figura 308. Sistema de inyección de lechada detrás de la cola del escudo en la zona de gap o espacio anular.
Fuente: Herrenknecht

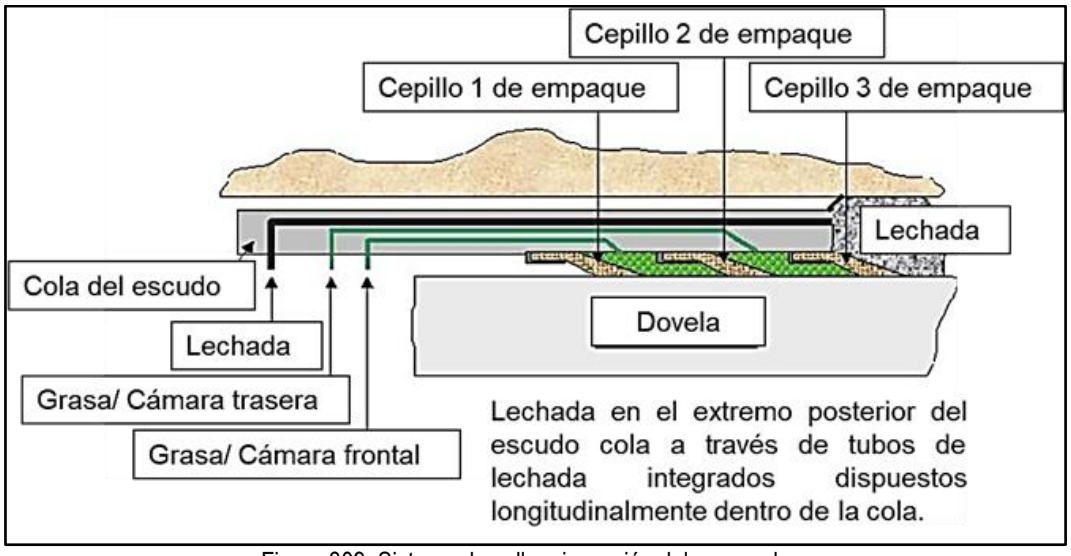


Figura 309. Sistema de sello e inyección del gap anular.
Fuente: Herrenknecht

La secuencia de excavación y colocación de un anillo de dovelas prefabricadas inicia con la excavación del terreno en el escudo y el empuje de los gatos sobre el anterior anillo de dovelas colocado previamente, hasta alcanzar un espacio dentro del escudo para la colocación de un nuevo anillo de dovelas. Luego de esto se retraen los gatos por sectores para la instalación de las dovelas hasta completar el nuevo anillo, estas dovelas son atornilladas al anillo previo y la dovela adyacente mientras es sujetado por la presión de los gatos que se acortaron para permitir la colocación del nuevo anillo. Un avance estimado de construcción con máquina tuneladora en materiales de depósitos lacustres como los de la ciudad de Bogotá están del orden de 15.0 m por día, siempre y cuando se cumplan con avance adecuado durante la excavación, tiempos acordes de colocación de los anillos de dovelas prefabricadas y control de la inyección con mortero o lechada del “gap”.

Por otra parte, el sistema de revestimiento del túnel es diseñado con dovelas prefabricadas de concreto reforzado de alta resistencia para poder tomar las cargas tanto del terreno como del agua externamente, las cargas que se originan durante el proceso de construcción, así como las cargas axiales de empuje de los gatos de apoyo de la máquina EPB.

Este anillo de revestimiento compuesto de dovelas es acondicionado en sus juntas por sellos herméticos, de tal forma que hace que el sistema de construcción sea completamente estanco. En la Figura 310, se observa un ejemplo típico de una dovela y de los tipos de sellos que se acostumbran a colocar en ellas, para lograr la hermeticidad o estanqueidad del sistema.ITA-AITES(2019).

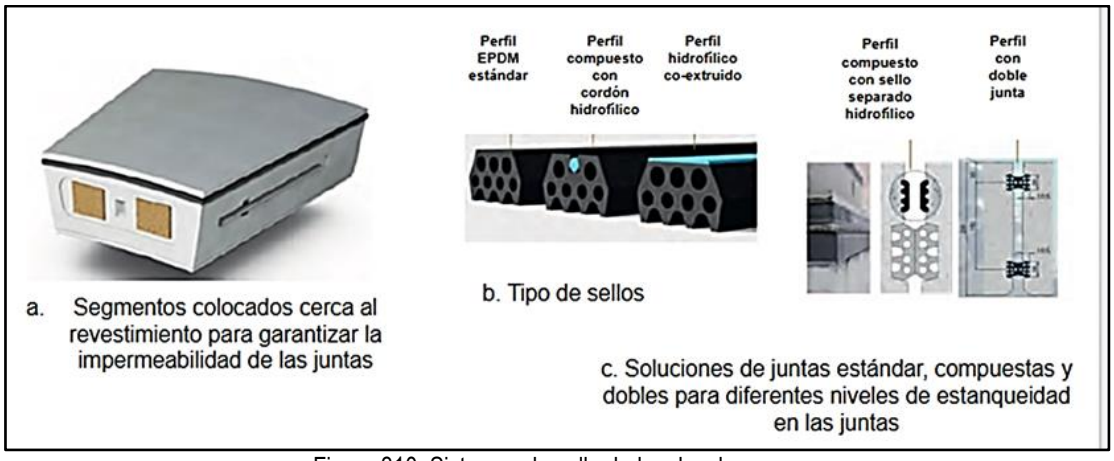


Figura 310. Sistemas de sello de las dovelas.
Fuente: ITA-AITES (2019)

En la Figura 311 y la Figura 312, se presentan esquemas típicos con la disposición del anillo de dovelas, p.e, con sistema de dovelas de geometría trapezoidales para lograr trabarlas y de esa forma garantizar un anillo completo de soporte y revestimiento. También en esas figuras se observan las juntas longitudinales y transversales. En las transversales se acostumbra a colocar pernos diagonales de acero para amarrar o sujetar las dovelas (véase Figura 313). En las longitudinales y aún en las transversales existen también llaves de concreto para trabarlas entre sí y garantizar la continuidad estructural de anillo de revestimiento.

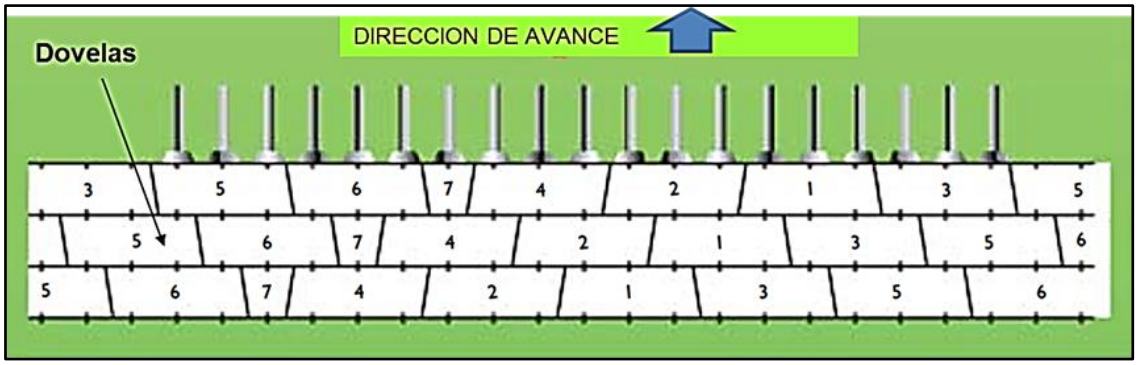


Figura 311. Configuración del anillo con segmentos trapezoidales.
Fuente: Guglielmetti et al (2007)

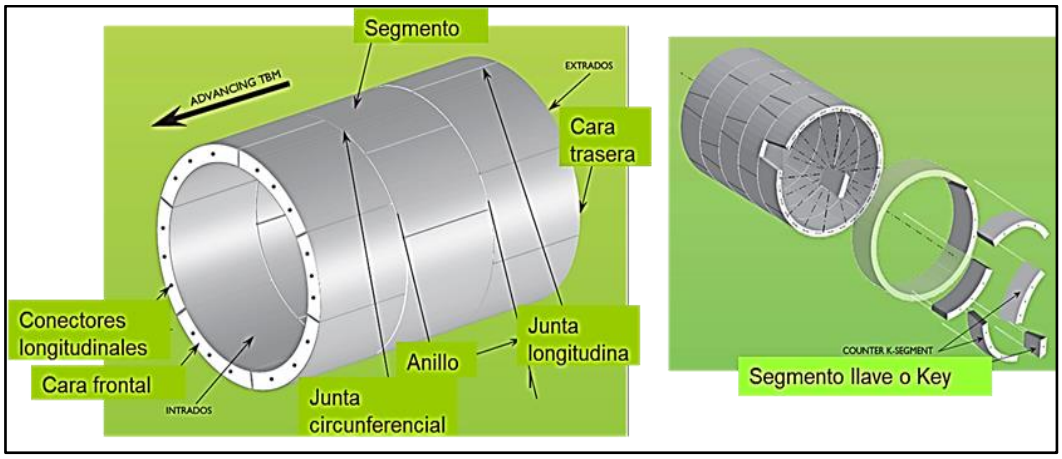


Figura 312. Revestimiento del túnel con anillo de dovelas de concreto reforzado.
Fuente: Guglielmetti et al (2007)

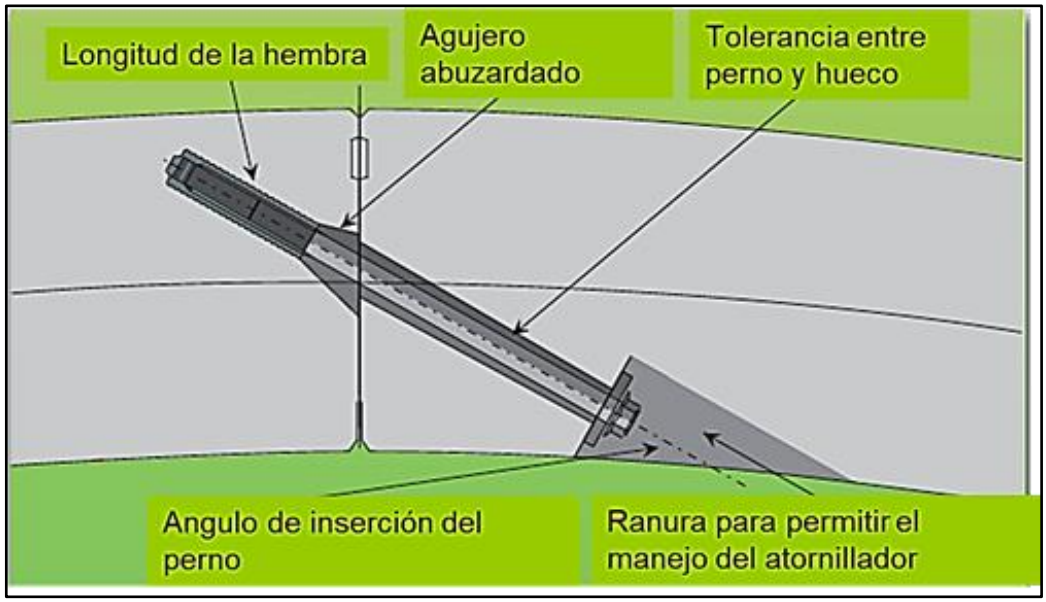
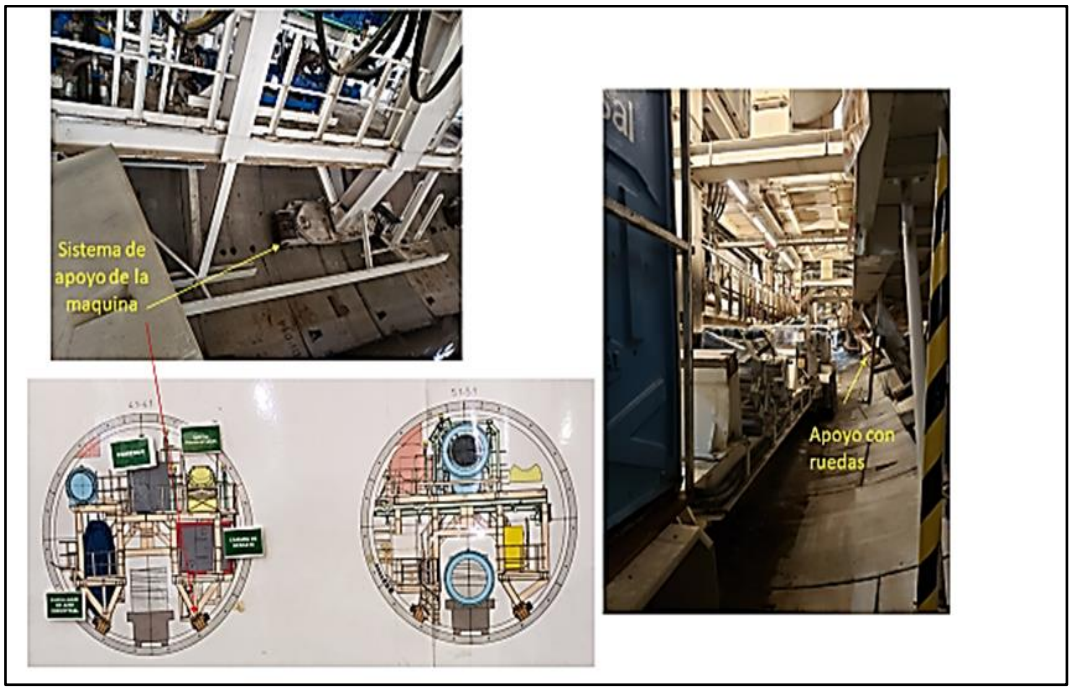


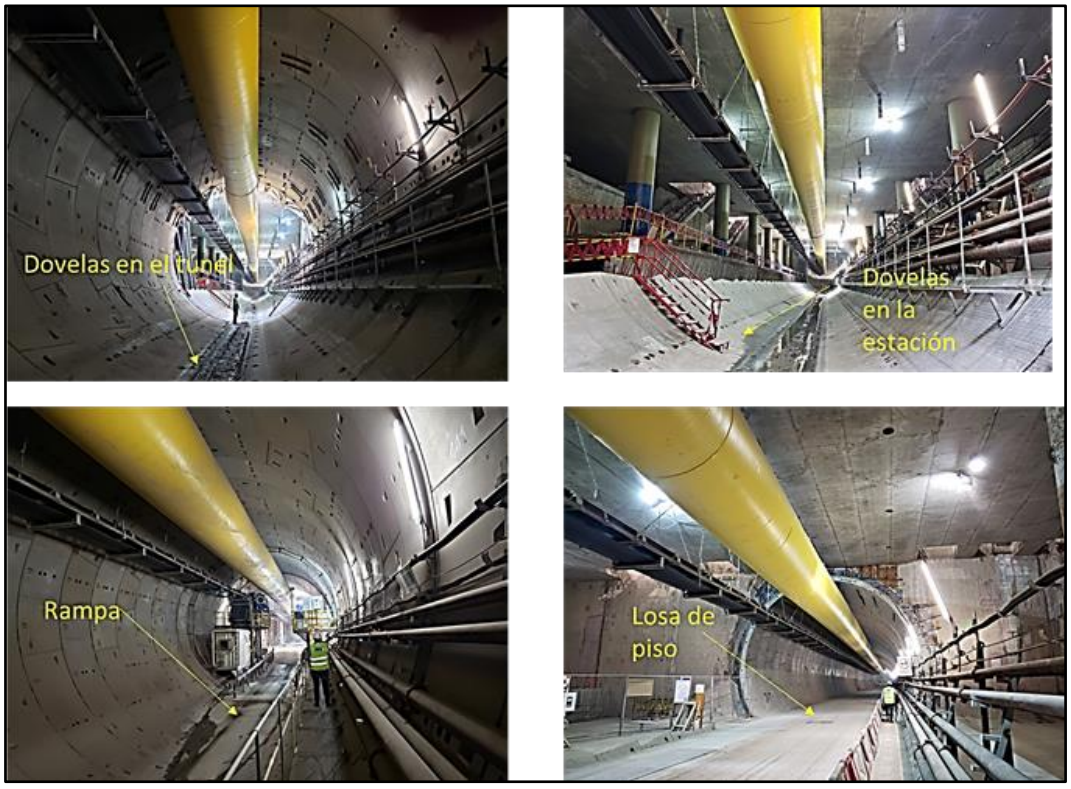
Figura 313. Sistema de sujeción de las dovelas mediante pernos de acero.
Fuente: Guglielmetti et al (2007)

También, en forma paralela a la excavación y colocación de anillos, se coloca una solera en concreto para el avance del back up y el sistema de vagones que alimentan las dovelas, equipo y demás materiales al escudo, durante la excavación, lo cual además ayuda para efectos de flotación. Este sistema de excavación con máquina EPB puede moverse sobre rieles o sobre ruedas neumáticas. Hoy en día la tecnología de máquinas EPB indica que es más conveniente sobre ruedas por agilidad y costos de construcción, como se muestra en la Fotografía 20.

Con respecto a relleno y/o solera para el material rodante, éste se coloca generalmente varios metros atrás de toda la máquina, conformando unas rampas temporales para facilitar el acceso de los carros de ingreso de personal y materiales al frente de la máquina. Véase Fotografía 21.



Fotografía 20. Sistema de apoyo de la máquina EPB sobre las dovelas con ruedas
Fuente: UT MOVIUS 2022



Fotografía 21. Rampa o conformación de relleno en concreto o solera para el material rodante
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.2. Pozos de entrada y salida de la tuneladora

3.2.14.2.1. Pozo de entrada

El pozo de entrada se construirá en el occidente de la ciudad. Este pozo tendrá 220 m de longitud y 14,80 m de ancho útil y una profundidad variable de 2 a 15 m para poder montar la máquina tuneladora.

Debido a la forma circular del escudo de la tuneladora, en el fondo del pozo de entrada se requiere construir una estructura que se adapte a la geometría circular antes mencionada y que permita el deslizamiento del escudo hacia el terreno. Ésta puede ser una estructura con perfiles metálicos engrasados o con ruedas o rieles que soporten el peso del escudo y permitan su desplazamiento hacia el terreno.

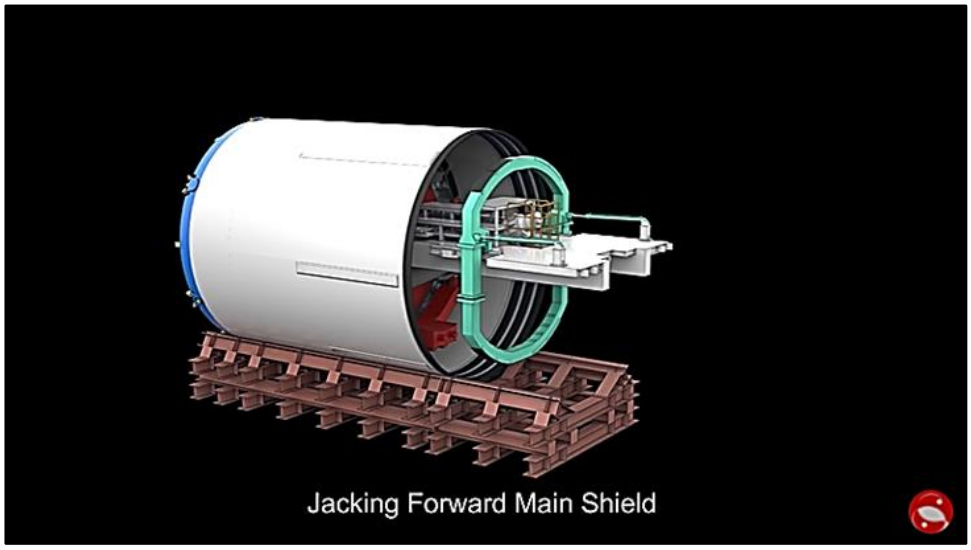


Figura 314. Estructura para el soporte del escudo durante su ensamble en el pozo de entrada
Fuente: HCMC METRO - TBM HANÓI - VIETNAM

Para que la máquina tuneladora pueda movilizarse hacia el terreno y se inicie la construcción del túnel, se utiliza el empuje de los gatos hidráulicos del escudo. Por lo anterior, debe disponerse de una estructura de reacción capaz de resistir el empuje horizontal de la máquina, como se muestra en la Figura 315.

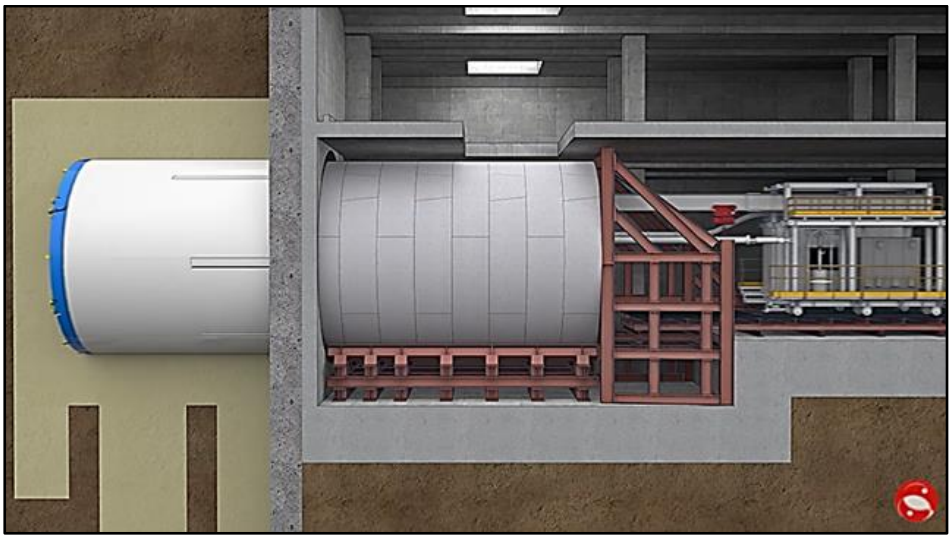


Figura 315. Estructura de reacción para el lanzamiento de la máquina tuneladora hacia el terreno
Fuente: HCMC METRO - TBM HANÓI - VIETNAM

En el pozo de entrada se ubican los equipos de ventilación adecuados para la inyección constante de aire fresco hacia el frente de excavación. Dicho aire se transporta desde el pozo de entrada a la tuneladora, por medio de un conducto ubicado en la clave del túnel.

Así mismo, en el pozo de entrada se ubican los equipos necesarios para el sistema de refrigeración de la tuneladora y la conexión a la red eléctrica de la ciudad de Bogotá para el suministro de la energía necesaria para el funcionamiento de la tuneladora y de las instalaciones exteriores en el pozo.

Una vez completado el primer tramo de excavación del túnel, del orden de 20 anillos (aproximadamente 30 a 40 m), se inicia la excavación con la máquina tuneladora EPB (Earth Pressure Balance) y la colocación de los anillos de dovelas prefabricadas (Figura 316).

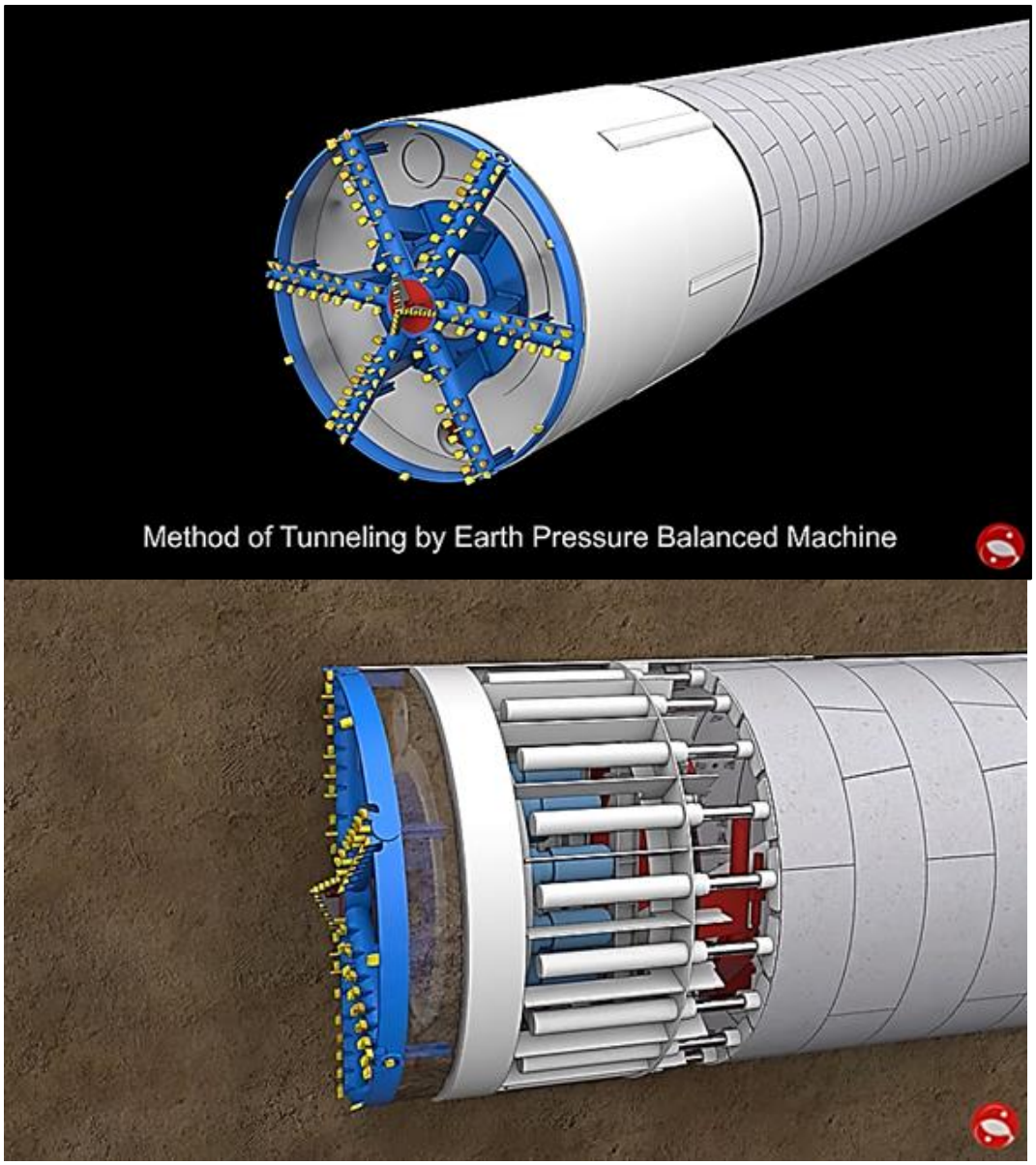


Figura 316. Inicio de excavación de la tuneladora y colocación de anillos de dovelas prefabricadas.
Fuente: HCMC METRO - TBM HANÓI - VIETNAM

Para garantizar un suministro suficiente de dovelas prefabricadas, se requiere disponer de un sitio de acopio de las mismas cerca al pozo de entrada, con el fin de reducir los tiempos de construcción por efectos del transporte de dovelas desde su sitio de fabricación hasta el pozo de entrada. Las dovelas son transportadas hasta el *back up* de la tuneladora mediante trenes de transporte o vehículos con llantas, y luego son cargadas en el *back up* y colocadas en el escudo. En la Fotografía 22 se aprecia un patio típico de acopio de dovelas y en la Fotografía 23 un vehículo típico de transporte de las mismas.



Fotografía 22. Sitio típico de acopio de dovelas prefabricadas
Fuente: UT MOVIUS 2022



Fotografía 23. Vehículo típico para transporte de dovelas
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para el relleno del *"gap"* con inyección de mortero o lechada, éste se fabrica cerca al pozo de entrada y luego se transporta hacia el *back* por medio de contenedores especiales, para el constante suministro durante la construcción del túnel.

Para la extracción del material excavado por la cabeza cortante en el escudo, se provee una faja o cinta transportadora en toda la longitud del túnel excavado, que transporta el material excavado del frente de excavación hacia el pozo de entrada y descarga el material de excavación en un acopio de material temporal. Este material se carga en camiones de transporte y se lleva al depósito definitivo de escombros aprobado por la autoridad competente.

3.2.14.2.2. Pozo de salida

En el oriente de la ciudad y al final del tramo subterráneo de la L2MB en la cola de maniobras, se ubica el pozo de salida de la tuneladora, el cual requiere estar construido antes de la llegada de la máquina para su desmontaje y extracción a superficie. Para el retiro de la tuneladora es necesario disponer de equipos que permitan la extracción de la máquina por partes antes de ser izadas hacia la superficie.

3.2.14.2.3. Proceso constructivo

El riesgo por la construcción de los pozos de entrada y salida es bajo en la medida en que el proceso constructivo sea adecuado y permita controlar las deformaciones a valores admisibles. Para ese fin, se ha previsto la construcción de los pozos mediante el sistema *Cut & Cover* método invertido, usual para trincheras y pozos en líneas de metro, resumido en la secuencia indicada a continuación:

1) Excavación del terreno a nivel de la losa de techo.
2) Construcción de las pantallas preexcavadas:
   2.1) La pantalla se construye en módulos de 5,0 m de longitud alternados. Posteriormente, los espacios entre pantallas se llenan con los módulos siguientes, en una secuencia similar a la indicada en la Figura 317.

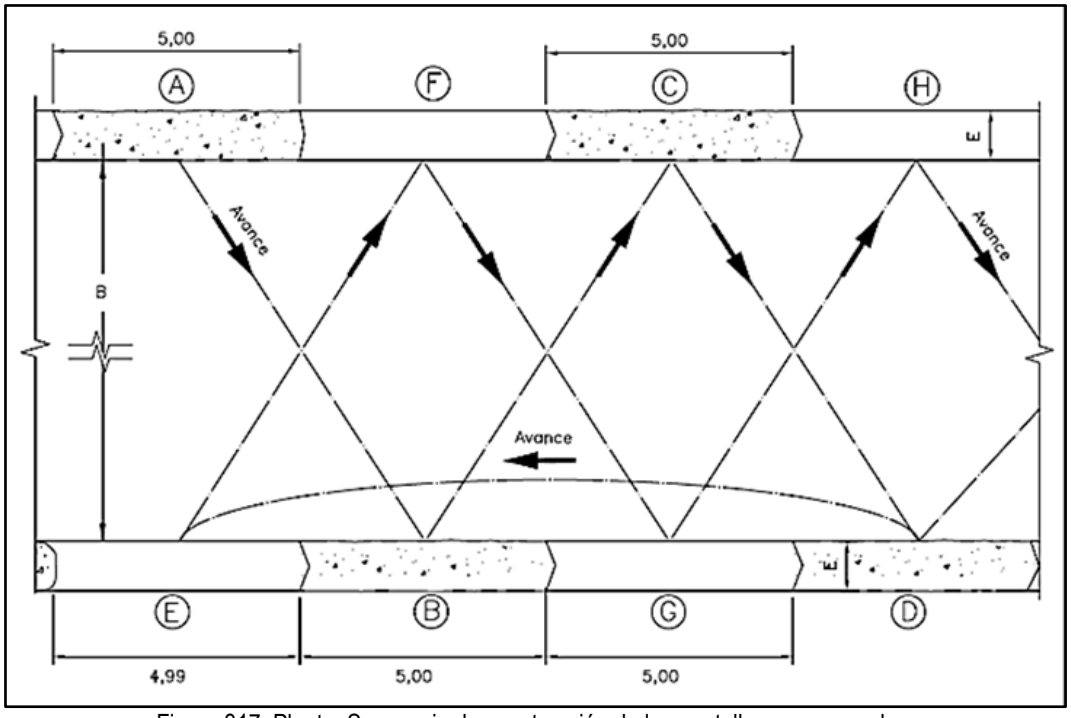


Figura 317. Planta. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas
Fuente: UT MOVIUS 2022

2.2) Cada módulo de pantalla se excava con equipos de excavación vertical tipo almeja en tres franjas verticales, primero las extremas y finalmente la del medio, llenando el hueco de la excavación con lodo

bentonítico para mantener la estabilidad del hueco. En los extremos del muro se debe dejar formaletas para juntas temporales machihembradas. (Figura 318)

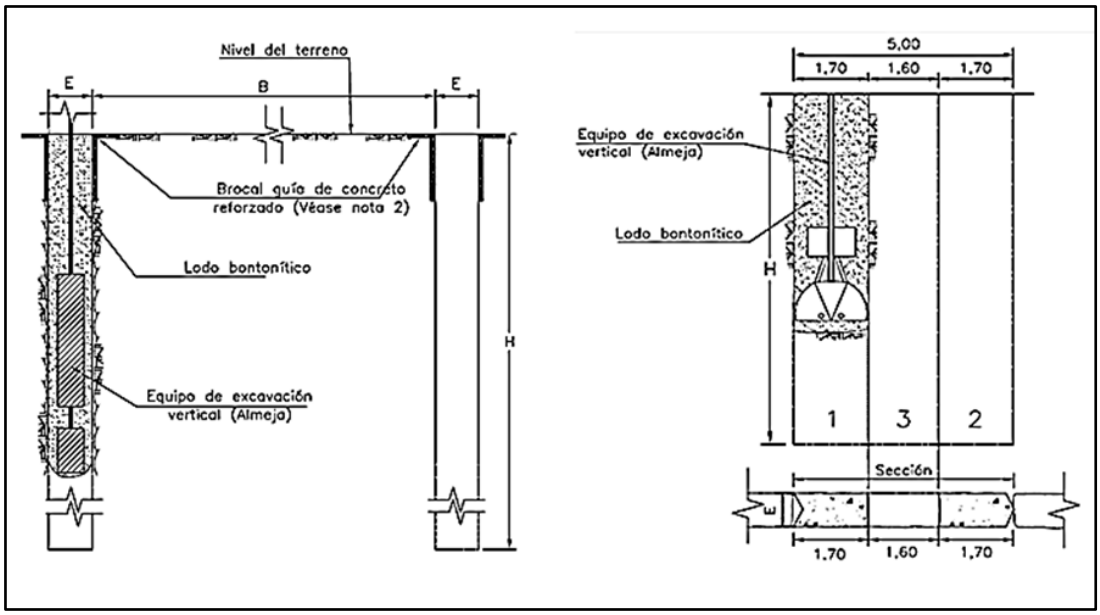
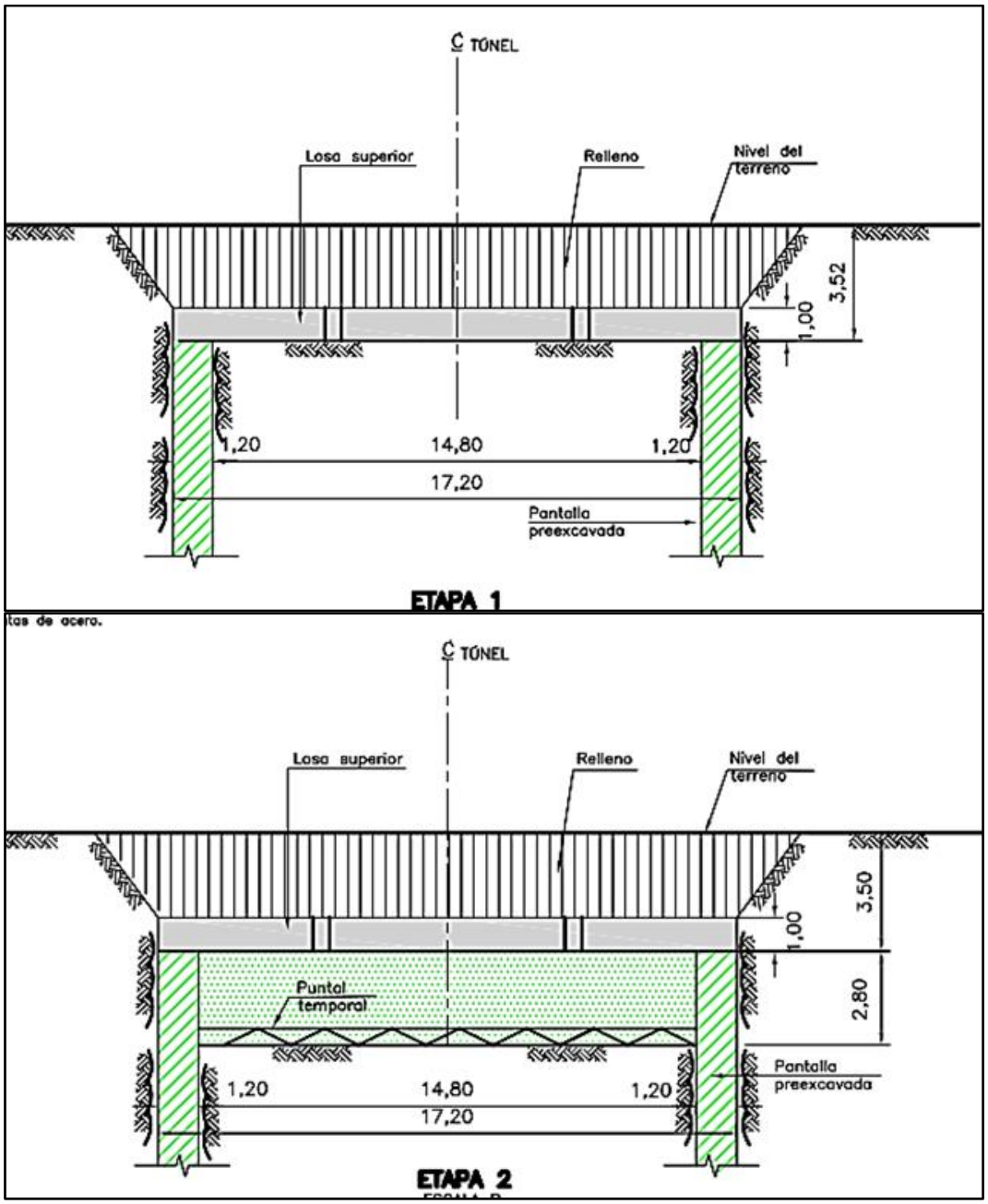
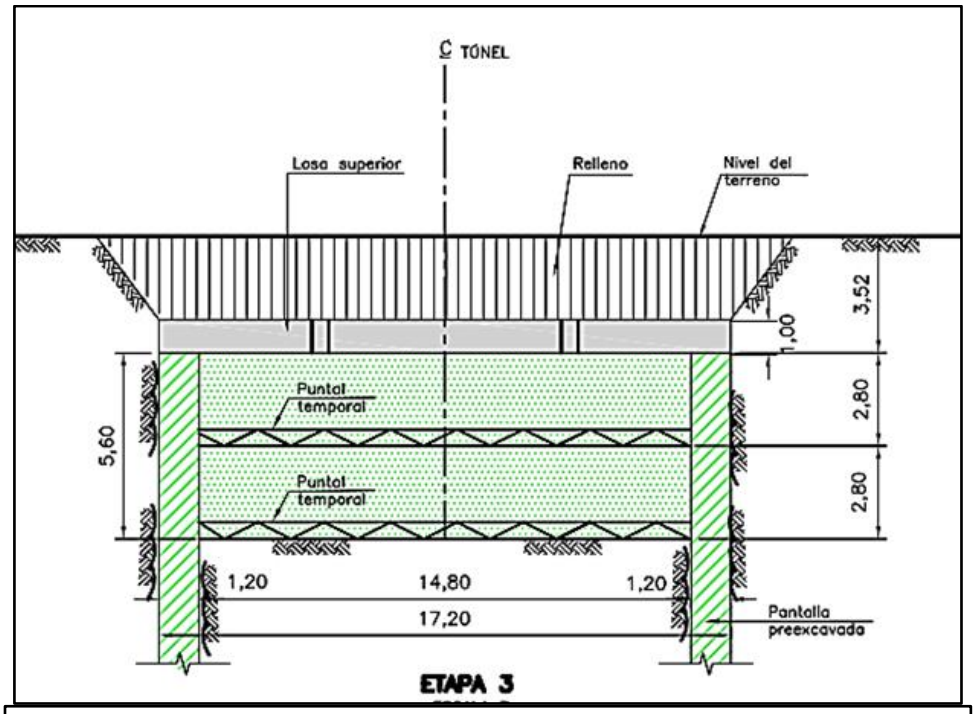


Figura 318. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas
Fuente: UT MOVIUS 2022

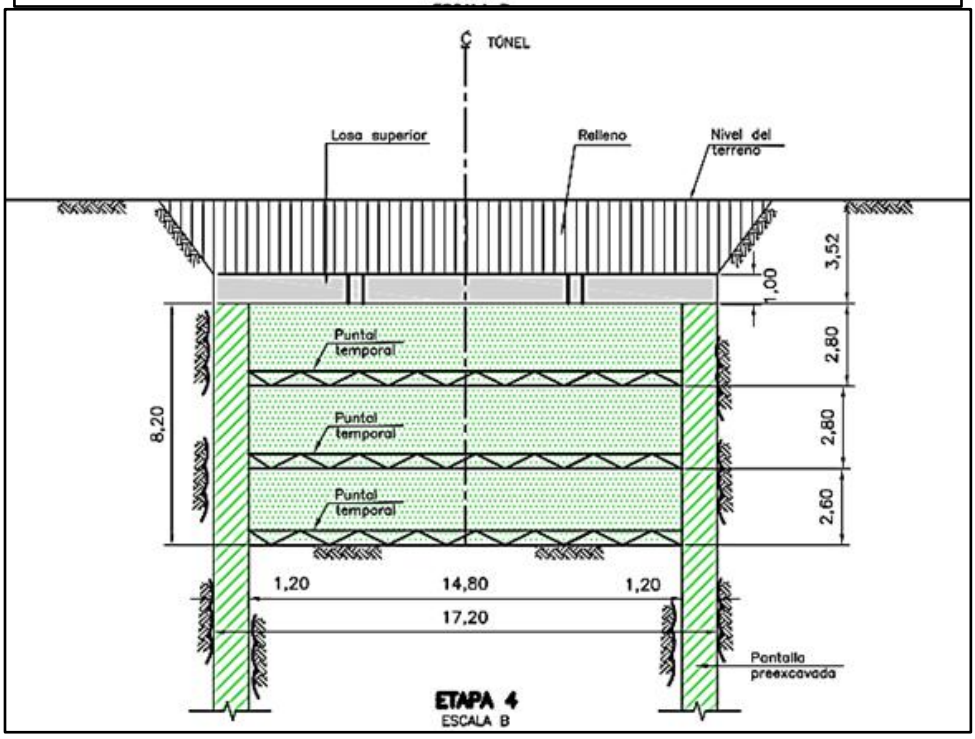
3) Colocación de la jaula de acero de refuerzo.
4) Vaciado de concreto tremie, que por diferencia de densidades desaloja el lodo de bentonita del hueco.
5) Con la misma metodología, construcción de las pantallas interiores desde la superficie, tanto longitudinales como transversales.
6) Una vez construidas las pantallas, conformación del tapón de *jet grouting* desde la superficie. Para ejecutar la columna de suelo cemento se realiza una perforación, usualmente de 10 cm de diámetro hasta el fondo de la columna por construir. En este punto se inicia el proceso de inyección de lechada de cemento y agua, que sale a alta velocidad por las toberas laterales, las cuales giran mientras se extrae lentamente el tubo de perforación.
7) Una vez construidas las pantallas y el tapón de jet grouting, construcción de la tapa superior en concreto reforzado. Cuando la losa está terminada y ésta adquiere la resistencia suficiente, habilitación de la superficie mientras continúan los trabajos en el interior.
8) Excavación de material de suelo hasta el primer nivel de apuntalamiento, localizado en la parte media entre la losa de techo y el primer nivel de losa y/o puntales permanentes intermedios. Instalación de puntales.
9) Excavación de material de suelo hasta el nivel de la primera losa y/o puntales permanentes. Construcción de la losa y/o puntales permanentes. Cuando la losa y/o puntales adquieren la resistencia suficiente, continuación de la excavación hasta el siguiente nivel de apuntalamiento.
10) Continuación de la secuencia de construcción de igual forma hasta alcanzar el nivel del fondo para construir la losa en ese sitio.

En la Figura 319, se muestra la secuencia de excavación del sistema constructivo Cut & Cover, método invertido *(top down).*


℄ TÚNEL
Losa superior
Relleno
Nivel del terreno
3,52
1,00
1,20
14,80
1,20
17,20
Pantalla preexcavada
ETAPA 1
℄ TÚNEL
Losa superior
Relleno
Nivel del terreno
3,50
1,00
2,80
Puntal temporal
Pantalla preexcavada
1,20
14,80
1,20
17,20
ETAPA 2



ETAPA 3



ETAPA 4
ESCALA B

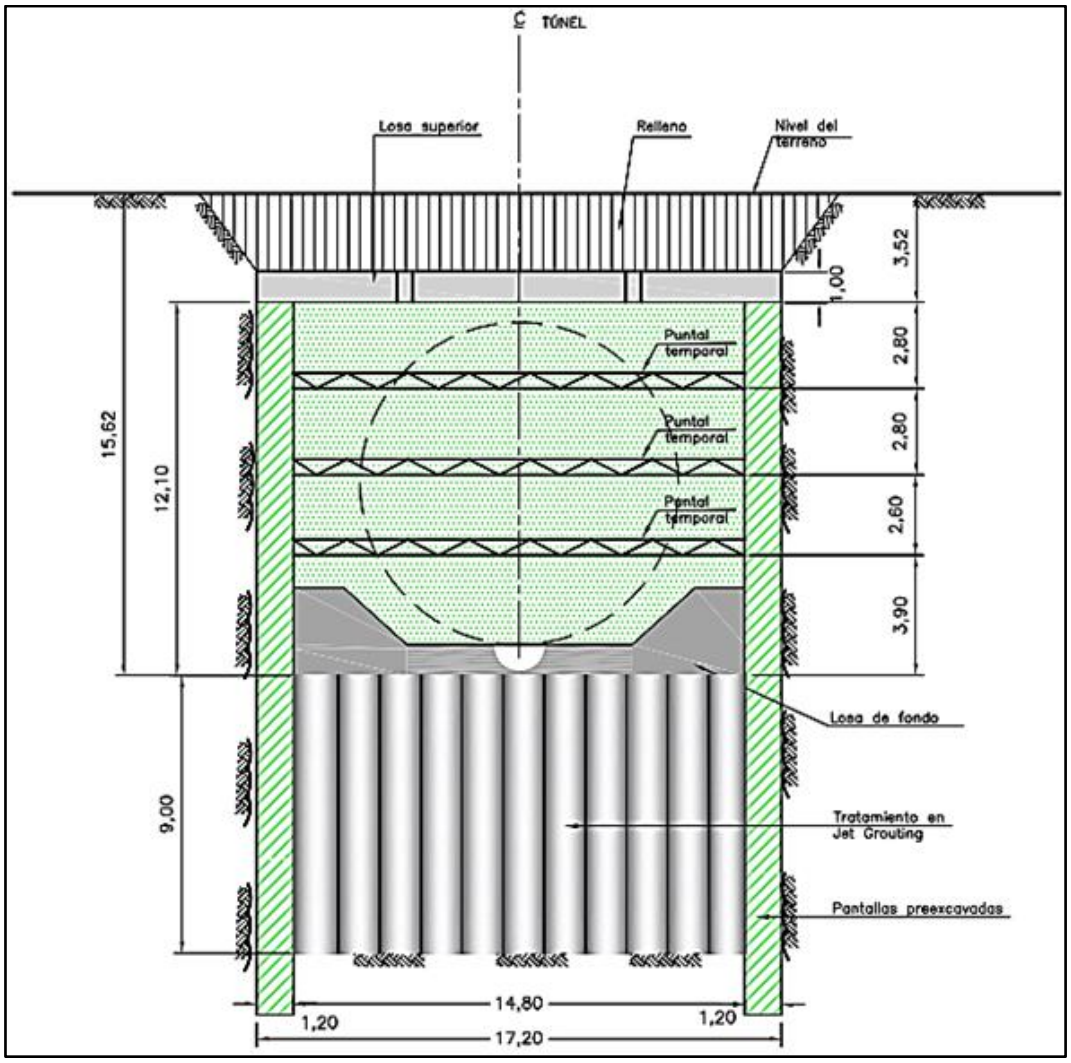


Figura 319. Secuencia de excavación en procedimiento constructivo de pozos
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.3. Estaciones subterráneas

Para la construcción de las estaciones subterráneas se ha previsto el uso del sistema *Cut & Cover* método invertido, usual en este tipo de edificación, el cual se resume a continuación:

- Excavación del terreno a nivel de la losa de techo.
- Construcción de la pantalla preexcavadas:
    - La pantalla se construye en módulos de 5,0 m de longitud alternados. Posteriormente, los espacios entre pantallas se llenan con los módulos siguientes, en una secuencia similar a la indicada en la Figura 320.

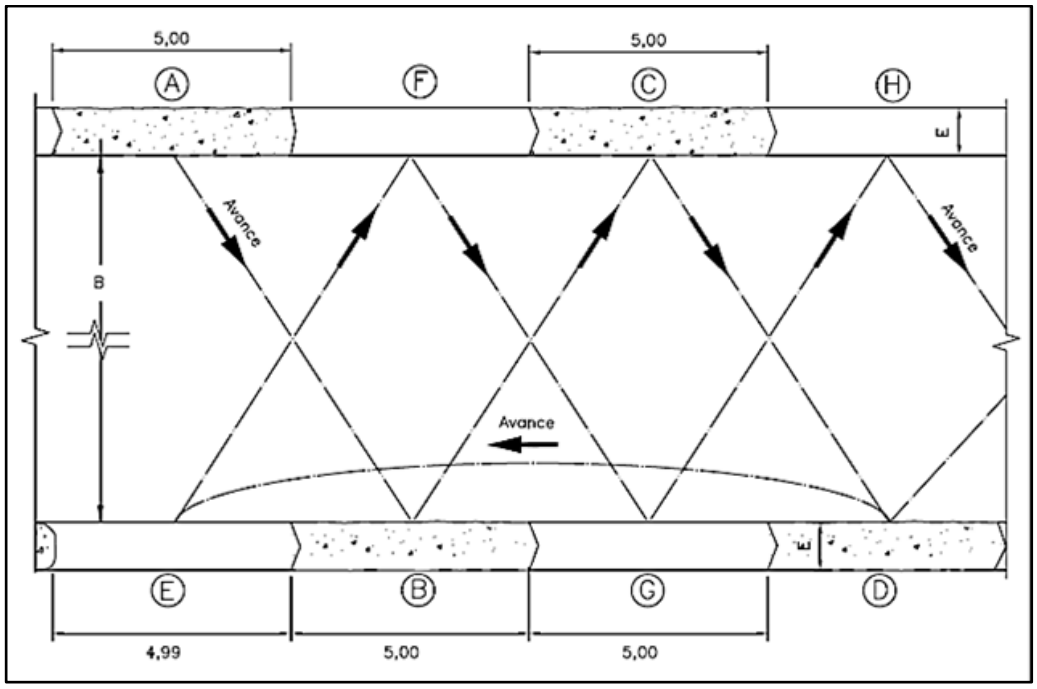


Figura 320. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas (planta)
Fuente:UT MOVIUS 2022

- Cada módulo de pantalla se excava con equipos de excavación vertical tipo almeja en tres franjas verticales, primero las extremas y finalmente la del medio, llenando el hueco de la excavación con lodo bentonítico para mantener la estabilidad del hueco. En los extremos del muro se debe dejar formaletas para juntas temporales machihembradas (Figura 321).

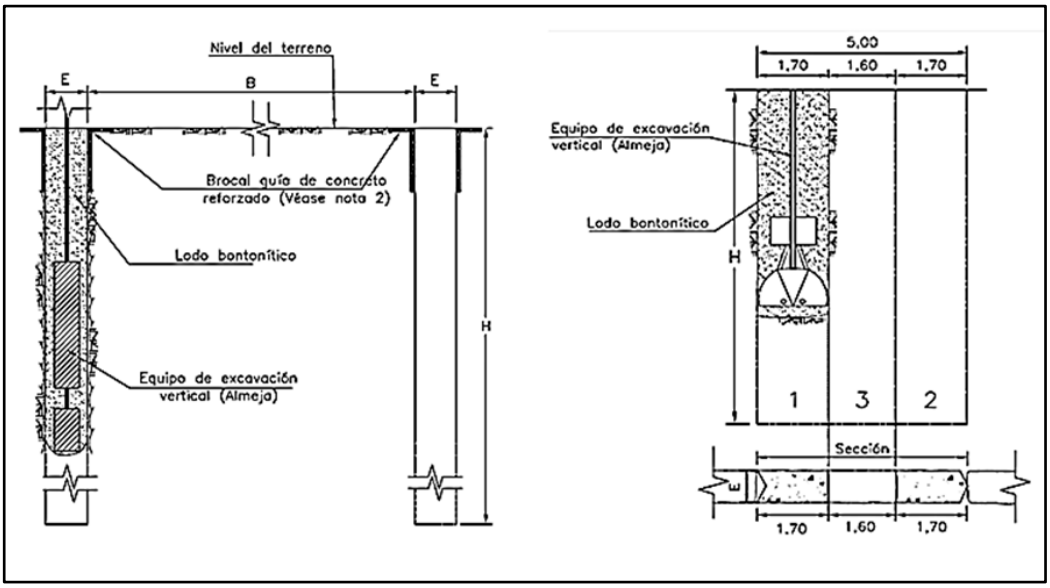


Figura 321. Secuencia de construcción de las pantallas preexcavadas (cortes)
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Colocación de la jaula de acero de refuerzo.
- Vaciado de concreto tremie, que por diferencia de densidades desaloja el lodo de bentonita del hueco.
- Con la misma metodología se construyen las pantallas interiores desde la superficie, tanto longitudinales como transversales.
- En el caso de la estación 1, se construyen los barretes columna desde la superficie como parte de las pantallas de apoyo de estas columnas.
- Una vez construidas las pantallas y barretes se procede con la conformación del tapón de jet grouting desde la superficie. Para ejecutar la columna de suelo cemento se realiza una perforación, usualmente de 10 cm de diámetro hasta el fondo de la columna a construir. En este punto se inicia el proceso de inyección de lechada de cemento y agua que salen a alta velocidad por las toberas laterales, las cuales giran mientras se extrae lentamente el tubo de perforación.
- Una vez construidas las pantallas y el tapón de jet grouting, se inicia la construcción de la tapa superior en concreto reforzado. Cuando la losa está terminada y esta adquiere la resistencia suficiente, puede habilitarse la superficie mientras se continúan los trabajos en el interior.
- Excavación de material de suelo hasta el primer nivel de apuntalamiento, localizado en la parte media entre la losa de techo y el primer mezzanine. Instalación de puntales.
- Excavación de material de suelo hasta el nivel del primer mezzanine. Construcción de la losa de mezzanine. Cuando la losa adquiere la resistencia suficiente, se continúa la excavación hasta el siguiente nivel de apuntalamiento.
- La secuencia de construcción continua de igual forma hasta llegar al nivel del fondo para construir la losa de fondo. En la Figura 322 se aprecia un esquema de excavación del sistema constructivo Cut & Cover, método invertido (top down).

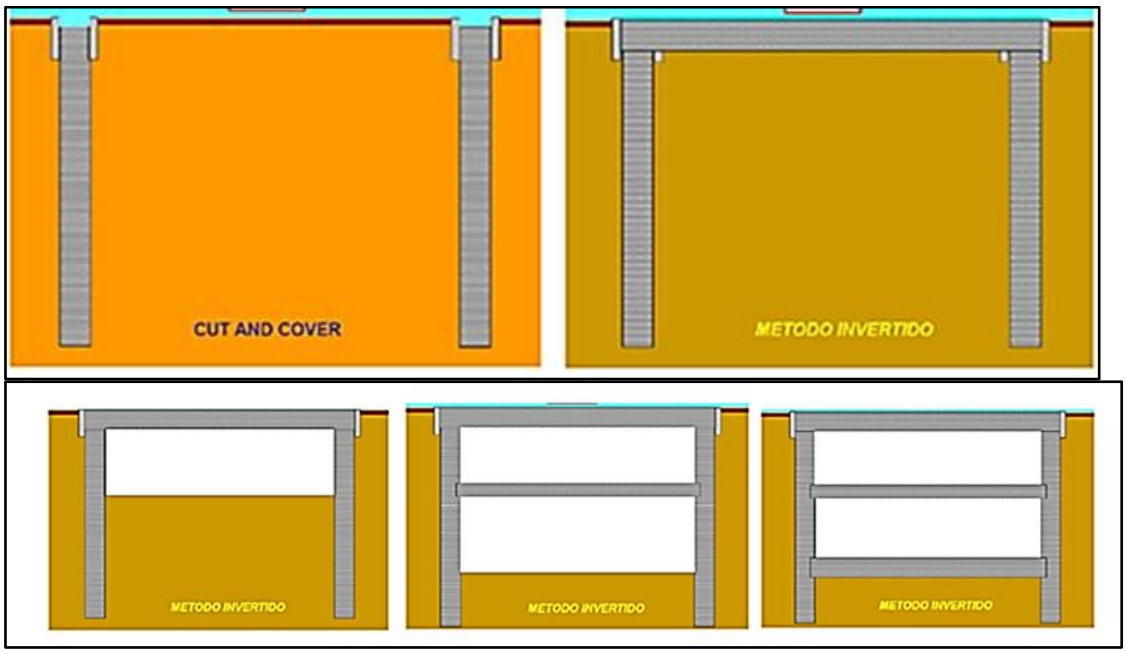


Figura 322. Excavación de pantalla preexcavadas (Cut & Cover. Método invertido)

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.3.1. Tratamientos especiales

En algunas estaciones las pantallas preexcavadas tienen presencia cercana de pilas de puentes vehiculares adyacentes (Tabla 81). Las verificaciones de desplazamientos en zonas aledañas a las estaciones se realizaron con modelación numérica. En términos generales, las pilas de estos puentes vehiculares están apoyadas en dados sobre pilotes hincados de 60 a 80 cm de diámetro de 40 a 50 m de profundidad. Los tratamientos especiales previstos consistirían en el mejoramiento del suelo con columnas de jet grouting o la construcción de barreras longitudinales de micropilotes (Figura 323). Estos tratamientos también serían aplicables para la protección de otras construcciones que pudieran verse afectadas por la construcción de las pantallas de las estaciones (edificios de gran tamaño).

Tabla 81. Localización de principales obras existentes con respecto a las pantallas de las estaciones

ESTACIÓN	OBRA	DISTANCIA A PILA MÁS CERCANA (m)
NQS	Puente sobre la NQS	27
Av. 68	Puente sobre la Av. 68	18 a plia y 4 m a rampa de aproximación
Av. Boyacá	Puente sobre la Av. Boyacá	18
Av. Boyacá	Edificio de apartamentos costado norte de 20 pisos	50
Calle 80	Puente sobre la calle 80	15
Carrera 91	Puente sobre el canal Salitre	58

Fuente: UT MOVIUS 2022

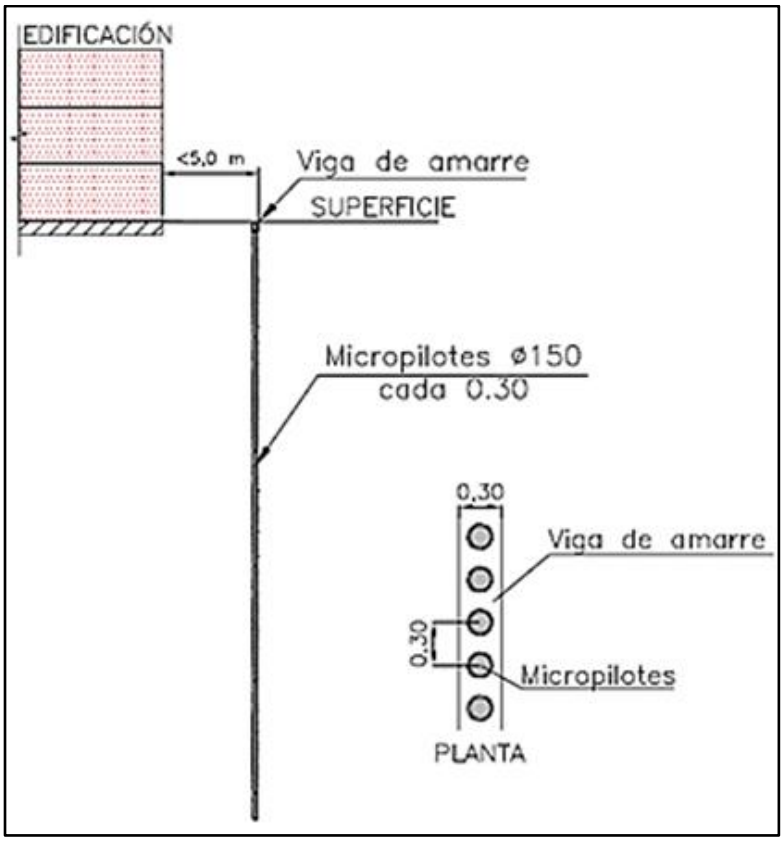


Figura 323. Barreras longitudinales de micropilotes
Fuente: UT MOVIUS 2022

Las estaciones subterráneas se construirán antes del paso de la tuneladora. Para que la máquina EPB tenga un ingreso y una salida segura de las mismas, se ha establecido a los lados de las culatas de los muros pantalla la construcción de un muro de concreto pobre de mortero (Figura 324), así como la perforación de sombrillas de enfilajes o micropilotes.

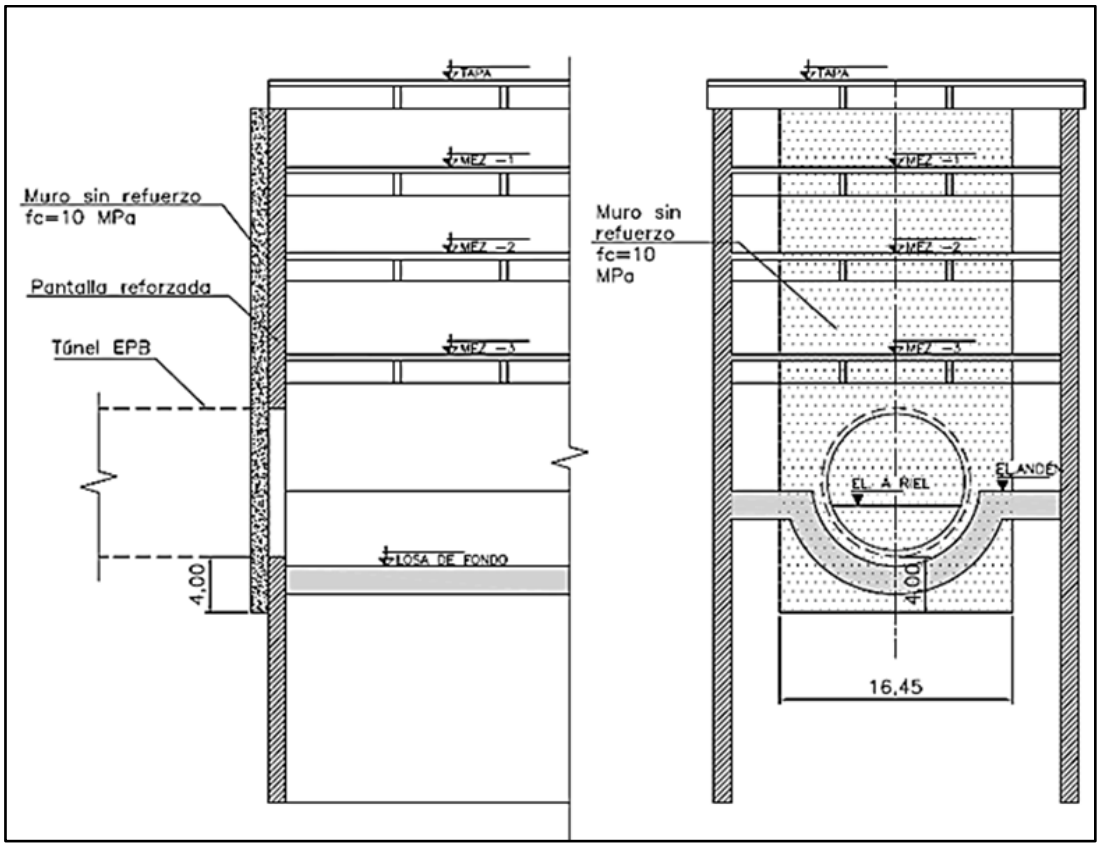


Figura 324. Muro a las entradas y salida de las estaciones (perfil y sección)
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.3.2. Instrumentación

Para el control de las deformaciones tanto de las pantallas como de la superficie del terreno y para verificar su efecto en las estructuras existentes, así como los niveles freáticos en los alrededores de las estaciones subterráneas, se instalarán instrumentos geotécnicos tales como inclinómetros, mojones registradores de movimientos, pines de cobre, 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 dejarán embebidos en los módulos de las pantallas tubos inclinómetros. Estos tubos inclinómetros pueden alcanzar una profundidad al menos 5 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 levantará un inventario fotográfico de las edificaciones vecinas que pueden afectarse por la construcción de cada estación, con especial atención a fisuras y grietas existentes. Otros aspectos a tener en cuenta respecto a las construcciones vecinas son tipo de cimentación, sótanos, tipo de estructura, antigüedad, etc. También se verificará la proximidad a servicios públicos de gas, agua y alcantarillado entre otros.

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

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

Para controlar racionalmente la colocación de los elementos que apuntalan temporalmente los muros preexcavados se instalarán en estos celdas hidráulicas de carga, permitiendo definir con precisión la magnitud de la carga aplicada y comparar estos valores con los teóricos establecidos en el diseño.

En la Figura 325 se muestra la sección transversal de una estación típica de instrumentación.

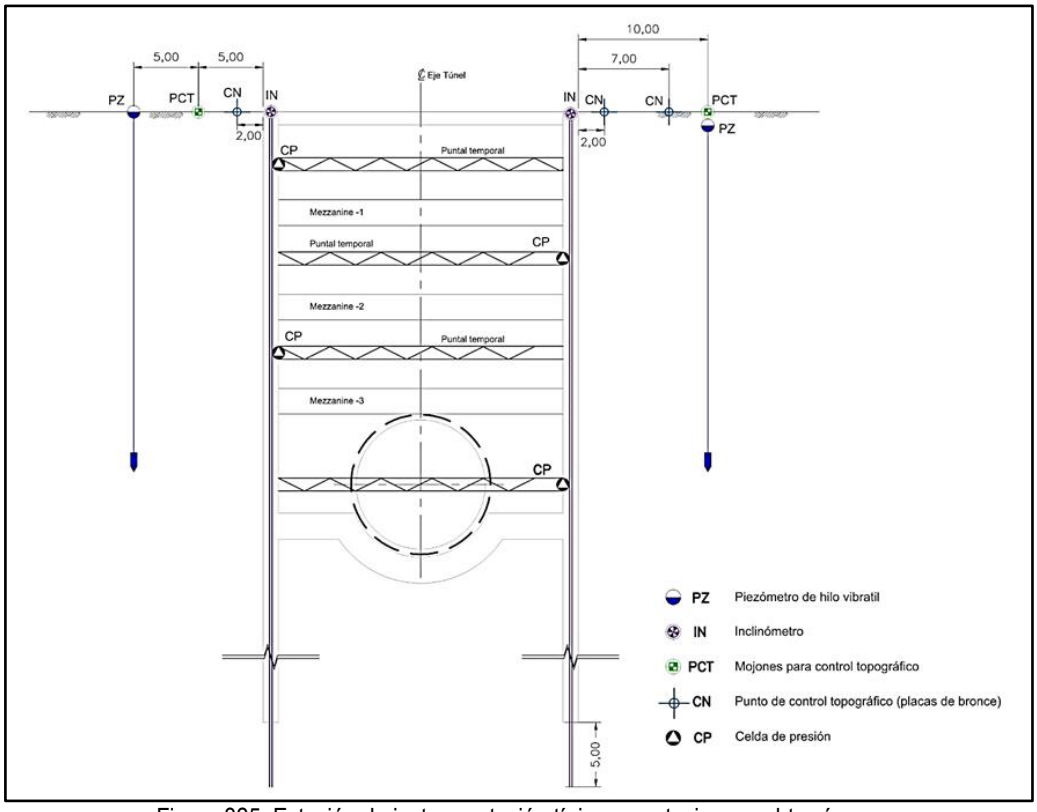


Figura 325. Estación de instrumentación típica en estaciones subterráneas
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.4. Viaducto

3.2.14.4.1. Procedimientos constructivos de la subestructura

A continuación se describen los procedimientos constructivos a aplicar para la ejecución de los diferentes elementos que conforman la subestructura del viaducto elevado.

3.2.14.4.1.1. Pilas tipo

Las pilas tipo del viaducto elevado constan de una columna y de un capitel que soporta los tableros gran U. A nivel del proyecto, el Consultor considera que las pilas se construyen coladas in situ en su totalidad, aunque existe la opción de prefabricar el capitel en el parque de prefabricación e instalarlo mediante grúa.

3.2.14.4.1.2. Columnas

Las columnas de las pilas del viaducto estándar son circulares con diámetros comprendidos entre los 1.60m, 1.80m y 2.00m dependiendo de la altura del viaducto y de la zona geotécnica atravesada.
Las columnas se construyen coladas in situ encofrados en toda su altura, ya que ésta normalmente se sitúa entre los 1m y 7 m. Así pues, serán necesarias de dos a cuatro puestas de unos 3-4 m.

Si se hace la hipótesis de que se tarda 0.5 días en realizar cada puesta, incluyendo el desmontaje y reinstalación de moldes, el plazo estimado para la ejecución de una columna es de **5 días:**

a) 0.5 días para instalación de la estructura de andamiaje y encofrados;

b) 1 días para la instalación del acero de refuerzo y el vaciado completo de la columna;

c) 3 días de espera antes del desmoldare para que el concreto adquiera resistencia suficiente;

d) 0.5 día para desmontaje y traslado de encofrado y moldes a siguiente emplazamiento.



Figura 326. Construcción de fustes de pila para viaducto de metro
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.4.1.3. Capitel

1) Capitel colado in situ

Una vez construida la columna, el capitel se construye colado in situ sobre una cimbra especial que normalmente se apoya sobre el terreno vía una estructura de andamiaje o de soportes especiales a ambos lados del fuste.





Figura 327. Construcción de capitel colado in situ sobre cimbra apoyada en el suelo
Fuente: UT MOVIUS 2022

En caso de que existan restricciones de ocupación del suelo debajo, o si la altura de pila no es considerable, se puede recurrir a una cimbra que se sujete a la coronación de la columna mediante unos brackets, tal y como se muestra en la imagen a continuación.



Figura 328. Capitel colado in situ sobre cimbra soportada por brackets (metro de Ho Chi Minh)
Fuente: UT MOVIUS 2022

El ciclo estimado para la construcción de un capitel de pila es de 12 días:

a) 1 día para la instalación de la estructura de andamiaje, cimbra y moldes;
b) 1,5 días para la instalación de la jaula de ferralla, que viene premontada;
c) 0,5 días para el colado del capitel;
d) 7 días de fraguado del concreto
e) 1 día para el enfilado de los cables de postensado (1era fase) y el primer tensado de cables;
f) 1 día para desmontaje y traslado de la cimbra.

Las tareas de instalación de los aparatos de apoyo y del tensado final de los cables del capitel se pueden sacar del ciclo ya que pueden ser llevadas a cabo por equipos diferentes posteriormente a la ejecución de la pila, pero antes de la construcción del tablero.

2) Capitel prefabricado

Un método de construcción alternativo para capiteles, que ya ha sido empleado en otras obras similares, consistiría en prefabricarlos en un área de prefabricación, transportarlos a la obra mediante tráileres, e instalarlos sobre la columna con una grúa. La conexión columna-capitel se ejecutaría in situ, así como la instalación y tesado del pre esforzado del capitel.

Con esta opción el ciclo se reduce, y se evita disponer costosas cimbras para el colado in situ, aunque por otro lado es necesario contar con una grúa móvil capaz de izar y colocar una masa de unas 60 a 90 toneladas con un radio aproximado de 10 m. Por otro lado, es necesario tener en cuenta los costes de transporte dado el número de elementos a poner en obra.

Dado que la fabricación del capitel se saca del ciclo, la puesta en obra completa de un capitel prefabricado puede estimarse en 3-4 días:

a) 1 día para la instalación del collar metálico de soporte del capitel prefabricado en coronación de pila, y para la colocación del capitel con grúa;
b) 1 día para el ajuste del posicionamiento del capitel, y para el colado de la conexión con la columna;
c) 1-2 días para el enfilado y puesta en tensión de los cables de postensado, dependiendo de la velocidad con la que se desarrolle la resistencia de la conexión in situ capitel-columna. También para el desmontaje del anillo.

De cara a la estimación de recursos constructivos y plan de obra, se va a considerar que los capiteles de las pilas tipo se ejecutan colados in situ.



Figura 329. Instalación de capitel prefabricado sobre anillo de posicionamiento

Fuente: UT MOVIUS 2022

3) Pórticos de hasta 9 m de luz

Se trata de un pórtico con dintel de concreto reforzado, y esta rígidamente conectado a las columnas.

El dintel del pórtico es una viga trapezoidal de concreto reforzado de 2.4 m de canto que se ejecuta in situ sobre cimbra porticada dispuesta sobre el terreno. Está rígidamente conectado a las columnas.

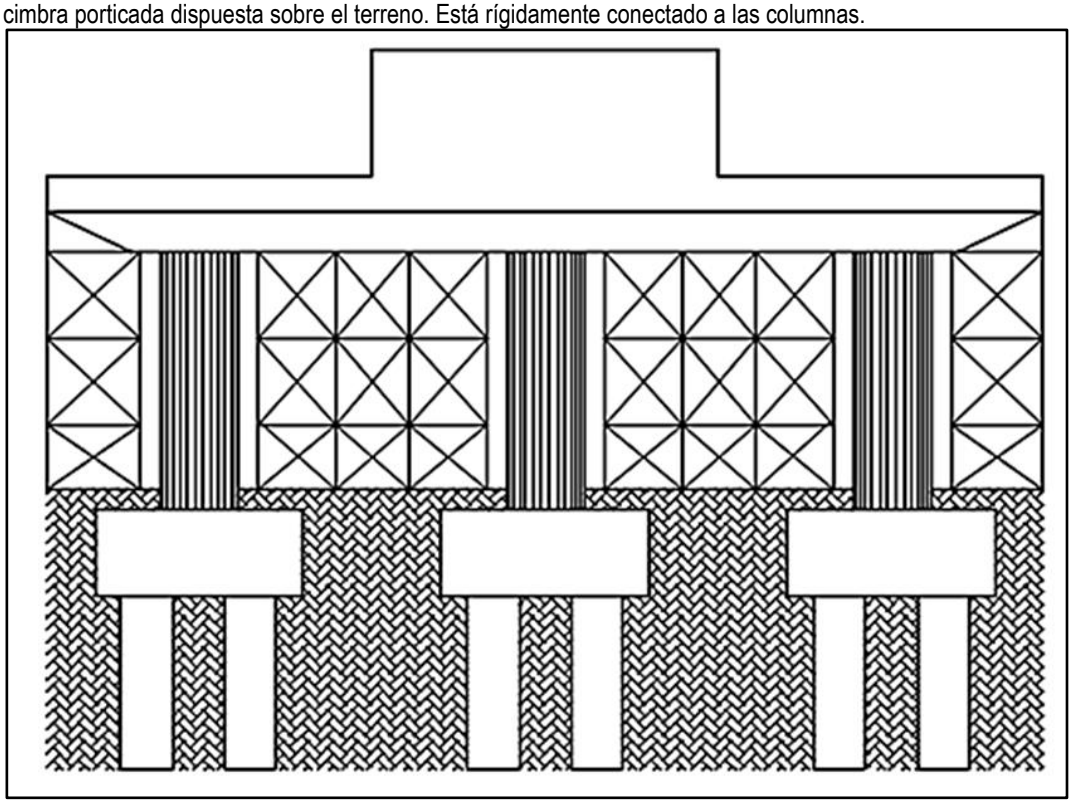


Figura 330. Croquis mostrando procedimiento de ejecución de pórtico
Fuente: UT MOVIUS 2022

El plazo de ejecución de un pórtico de este tipo puede estimarse en 27 días:

a) 15 días para ejecución de las columnas con un solo equipo;
b) 5 días para la instalación de la cimbra;
c) 4 días para instalación de la jaula de ferralla y colado;
d) 2-3 días para desmontaje de cimbra.

3.2.14.4.2. Procedimientos constructivos de la superestructura

A continuación, se describen los procedimientos constructivos a aplicar para la ejecución de los diferentes tipos de viaducto elevado, tanto estándar como no estándar.

3.2.14.4.2.1. Viaducto estándar

La tipología de viaducto estándar finalmente retenida es la sección gran U formada por una única viga que soporta las dos vías del metro elevado. Se configura en vanos isostáticos de hasta 20m y 30m de luz entre ejes de pilas, simplemente apoyados sobre aparatos de apoyo de neopreno zunchado de núcleo de plomo.

El procedimiento constructivo consiste en el montaje vano a vano mediante viga lanzadora y dovelas prefabricadas.

Se trata de un método constructivo perfectamente adaptado al contexto urbano de Bogotá, ya que su ejecución se independiza totalmente de los tableros del suelo. Así, una vez finalizada la construcción de la subestructura, se puede restituir una buena parte del tráfico en el tramo de avenida por la que discurre la traza del metro (siempre será necesario prever cada cierta distancia alguna zona de acopio de dovelas bajo la sombra del viaducto).



Figura 331. Montaje del tablero gran U del metro de Ho Chi Minh mediante viga lanzadora
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Prefabricación de dovelas

Las dovelas que conforman los vanos gran U se fabrican en un parque de prefabricación que habrá que montar en algún lugar de Bogotá no demasiado alejado de la traza de la L2MB.

Esta fábrica podrá ser construida desde cero exprofeso para la construcción de la L2MB, o bien una planta de prefabricados de concreto existente podrá adaptar su planta a los requerimientos del proyecto.

La prefabricación se lleva a cabo por el sistema de dovelas conjugadas. Esto consiste en colar cada dovela utilizando como molde de la cara de junta la dovela anteriormente colada.

Para ello se empieza por fabricar una de las dovelas de pila, y a partir de ella el resto de las dovelas que forman un vano. Así, por ejemplo, la cara frontal de la dovela 1 servirá de molde para la cara dorsal de la dovela 2.

La primera dovela que hay que ejecutar es una de las dovelas de pila, cuyo colado se realiza en un molde distinto al de las dovelas estándar, ya que la geometría de la sección es ligeramente diferente. Además, en el molde de la dovela de pila existe un encofrado para la cara dorsal, ya que al no existir dovela anterior a la de pila para hacerla conjugada en banco corto, hay que realizarla contra un encofrado.

Se utilizan dos tipos de líneas de fabricación de dovelas:

- ➔ Banco corto para vano en curva y dovelas de pila
- ➔ Banco largo para vano recto

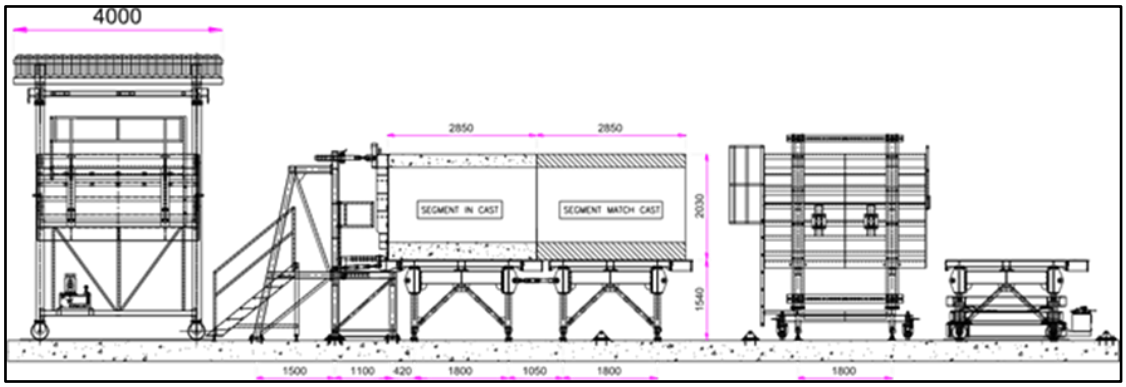


Figura 332. Croquis mostrando banco corto
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 333. Banco corto y molde para dovela de pila
Fuente: UT MOVIUS 2022

Al lado de los bastidores que soportan los encofrados y moldes de las dovelas se dispone un taller de preparación de las jaulas de refuerzo.

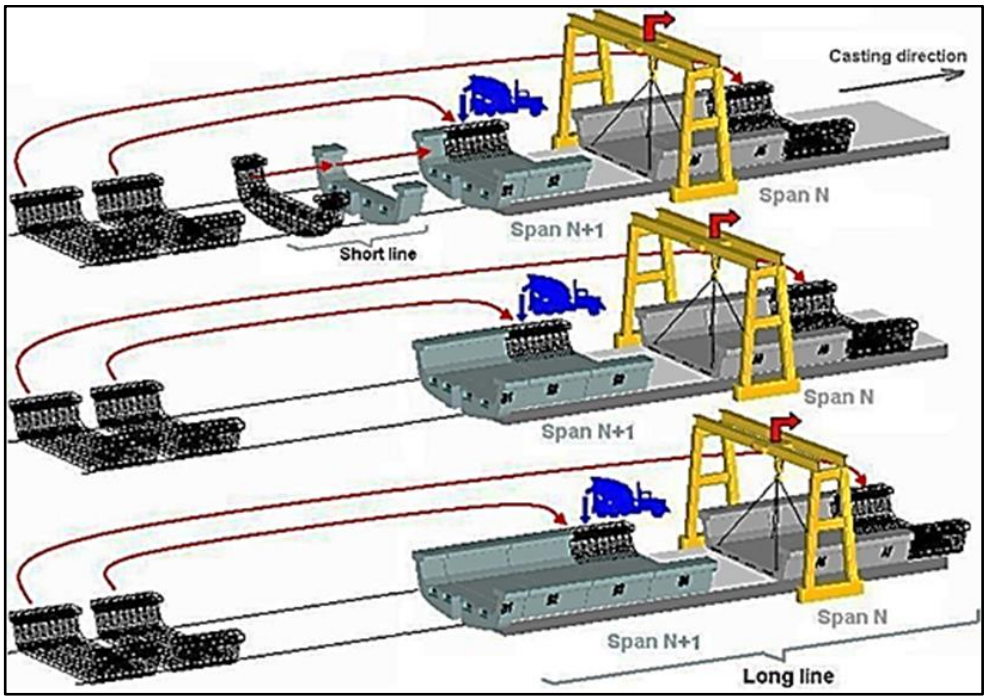


Figura 334. Croquis mostrando banco largo
Fuente: UT MOVIUS 2022

El molde para la fabricación de las dovelas se denomina célula de prefabricación. Ésta consiste en un encofrado al que le falta la cara dorsal. En la célula de prefabricación se encuentra, en primer lugar, la máscara, que es la cara frontal del molde. En ésta se disponen los agujeros necesarios para el trazado de los ductos de pretensado, y los resaltos que conforman las llaves múltiples para absorber las fuerzas de corte en la junta.

La célula de prefabricación se completa con el molde interior que está sujeto entre la máscara y la dovela conjugada y que es abatible y replegable para permitir el desencofrado y movimiento de extracción de una dovela, una vez que ésta se ha endurecido lo suficiente.

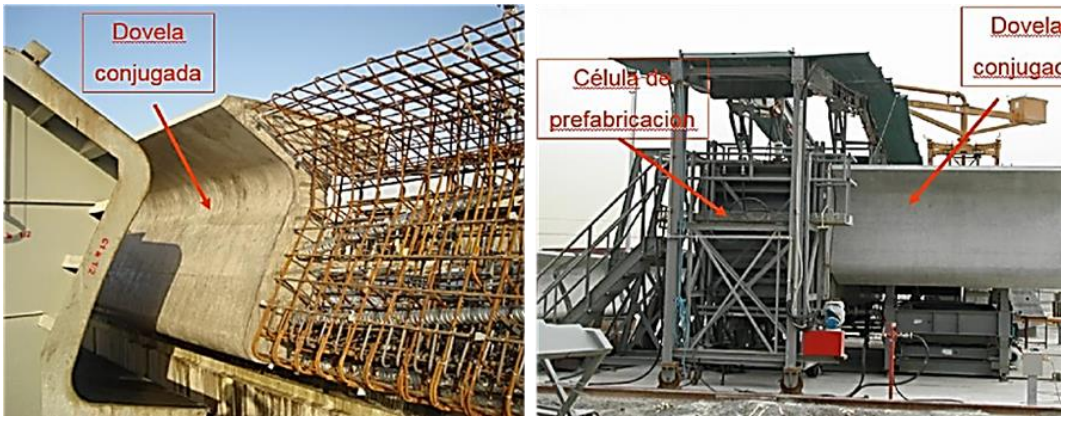


Figura 335. Célula de prefabricación de dovela estándar
Fuente: UT MOVIUS 2022

Además, la célula incorpora una tercera zona para la entrega de dovelas a un pórtico grúa sobre rieles, para su retirada a la zona de acopio.

En el parque de prefabricación se han de construir las dovelas de una forma tal que una vez ensambladas en el viaducto, den la forma prevista al mismo. Por ello se controla, en la célula de prefabricación, la posición de la dovela conjugada con respecto a la dovela que va a ser colada.

Esta posición relativa determina la forma en planta y alzado de la dovela que se va a fabricar, de tal modo que se va produciendo la forma de trazado proyectado para el viaducto.

El control se realiza moviendo la dovela conjugada que actúa de cara dorsal en el molde. El movimiento de esta dovela se realiza por medio de la central hidráulica descrita en el apartado anterior, y las magnitudes que han de tener estos movimientos se determinan con mediciones topográficas que se realizan en diferentes puntos de referencia tanto en la cara dorsal de la dovela conjugada como en la frontal de la dovela a fabricar.

Existe un control topográfico diferenciado para el control en planta, y otro para el control en alzado.

Tras el colado de la dovela, se ha de aplicar un curado al vapor en las condiciones apropiadas en la misma célula. Y una vez el curado al vapor finalizado, se ha de proseguir el curado húmedo durante unos días. La zona de curado húmedo se encuentra detrás de la célula de prefabricación. Asegurar un correcto curado de las dovelas es de extrema importancia de cara a evitar problemas de fisuración por retracción, así como para garantizar un desarrollo de la resistencia y las exigencias de durabilidad requeridas a la estructura.

El conjunto formado por la célula de prefabricación, el área de preparación de ferralla y zona de curado se conoce como línea de producción. Deben de estar cubiertas de cara a evitar la exposición a la humedad relativa ambiental, los cambios de temperatura, y el viento.

Detrás de las líneas de producción, se extiende la zona de acopio de las dovelas, normalmente al aire libre. Las dovelas son llevadas a la zona de acopio mediante el pórtico grúa sobre rieles desde la zona de curado detrás de la célula de prefabricación.

Las dovelas se pueden almacenar en uno o dos pisos. El acopio a doble nivel permite ganar espacio y reducir el área total del parque de prefabricación, ya que las dovelas han de permanecer un periodo aproximado de dos meses en el parque antes de ser transportadas a obra e instaladas mediante la viga lanzadora. Para el acopio de dovelas en dos pisos se deben tomar las precauciones necesarias, y la altura del pórtico grúa debe ser superior.



Figura 336. Áreas de acopio de dovelas en parques de prefabricación
Fuente: UT MOVIUS 2022

El parque de prefabricación se completa con las instalaciones auxiliares como la central de concreto, el taller de preparación de ferralla, las oficinas y otros locales técnicos, y un aparcamiento. Además, se han de disponer

de vías de circulación entre líneas de producción de anchura suficiente para el paso de la maquinaria del parque (camiones de concreto, tráileres, etc.).

Para la fabricación de los tableros de la extensión de la extensión de la PLMB en los plazos estimados, la superficie requerida del parque que se ha estimado está en torno a las 2 a 3 ha.

Podrán montarse uno o varios parques, y será lógico que estén situados a las afueras de Bogotá.



Figura 337. Vista aérea de parque de prefabricación para L4 de Metro de Santiago de Chile
Fuente:UT MOVIUS 2022

- Transporte de dovelas

El transporte de las dovelas a obra se realiza mediante camiones equipados con remolque hidráulico de cama baja. El peso de las dovelas puede variar de 45 ton para una dovela tipo de vano estándar, hasta las 60 ton para las dovelas de pila central de los módulos continuos de dos vanos.



Figura 338. Transporte de dovelas mediante remolques de cama baja
Fuente: UT MOVIUS 2022

Es muy importante que se dispongan zonas de acopio intermedias a poca distancia de cada frente de ejecución de tablero. Se han previsto de 1 viga de lanzamiento, por lo que será necesario encontrar 1 terreno en las proximidades de la traza donde almacenar temporalmente las dovelas hasta ser transportadas para su instalación definitiva mediante el procedimiento descrito a continuación.

- Montaje mediante viga lanzadora

La viga lanzadora es una máquina que pesa unas 450 ton y mide unos 110 m de longitud (aproximadamente la longitud de 3 vanos tipo).

Las fases de las que consta el ciclo de montaje de un vano son las siguientes:

a) Se posiciona la viga lanzadora apoyada sobre la pila frontal del tramo a construir y el tramo contiguo ya construido.

b) Se realiza la izada dovela por dovela con ayuda de un guinche instalado en la viga lanzadora y se cuelgan sucesivamente a las barras atirantadas sujetas a la viga lanzadora.

c) Posteriormente se aplica un adhesivo epóxico entre dovelas. Para mantenerlas fijas, se aplica una compresión uniforme tensando barras temporales.

d) Se realiza el primer enfilado de cables de postensado y la primera fase de puesta en tensión para la carga de peso propio.

e) El vano completo desciende descolgándose las dovelas de la viga lanzadora y queda apoyado sobre los capiteles de las pilas, transfiriendo así las cargas a la subestructura.

f) La viga lanzadora se avanza hacia el vano siguiente para recomenzar el ciclo.

g) Para finalizar el ciclo de montaje se realiza el enfilado de los cables restantes y la puesta en tensión final de postensado del vano (si esto fuera necesario).

Las dovelas prefabricadas se pueden suministrar directamente por tierra mediante camiones con remolques y ser acopiadas temporalmente sobre el terreno en la sombra del vano a construir. Este sistema implica un mayor movimiento de grandes camiones con remolque hasta el frente de avance cada semana, por lo que se debe estudiar muy bien la gestión del tráfico. Idealmente, el transporte de dovelas hasta la obra debería hacerse de noche.

Sin embargo, tiene como gran ventaja el garantizar que cuando la máquina llegue al vano a ser construido, todas las dovelas del vano estén preparadas bajo el mismo listas para ser izadas. Es por ello por lo que se elimina cualquier riesgo de empeorar el rendimiento de montaje.

Se debe prever una grúa móvil que desplace las dovelas desde el camión hasta la zona de acopio temporal en la traza.

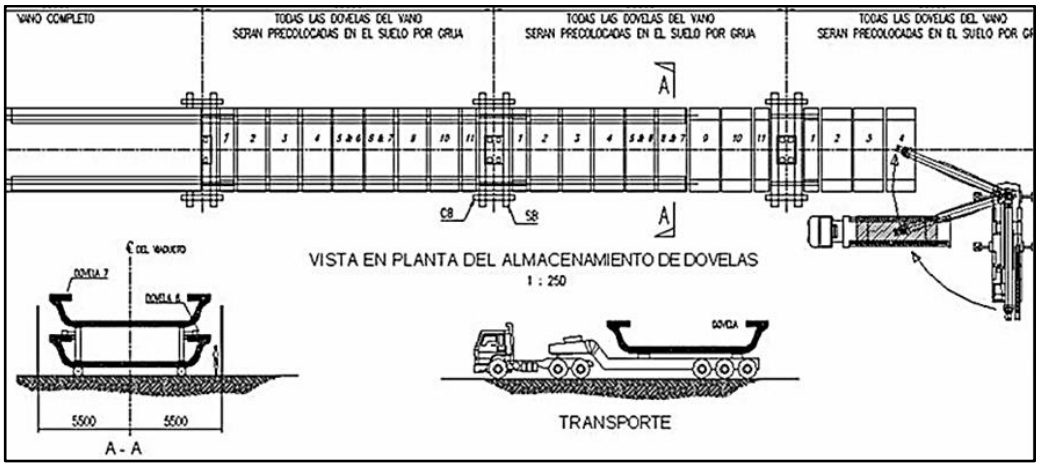


Figura 339. Suministro de dovelas hasta frente de obras mediante camiones
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 340. Acopio de dovelas bajo viaducto
Fuente: UT MOVIUS 2022

La duración de un ciclo completo, con las dovelas previamente suministradas mediante camiones y acopiadas a pie de obra, se estima en 3.5 días:

Avance de la viga lanzadora: 10 horas
a) Izado de segmentos: 8 horas
b) Aplicación de adhesivo epóxido y tensado de barras temporales: 10 horas
c) Enfilado y primer tensado de los cables de postensado permanentes: 6 horas
d) Descenso del vano sobre pilas: 1 hora
e) Segundo tensado de los cables: 3 horas

Otra opción posible para los casos en que el viaducto elevado discurra por avenidas que soportan un tráfico importante, o por las cuales discurra una troncal de Transmilenio, es el suministro de dovelas directamente sobre los tableros ya construidos. Así, las dovelas se transportan por carretera hasta un punto de fácil acceso y descarga al inicio del frente de obra, se izan mediante grúa, y se transportan por los vanos gran U ya ejecutados hasta el vano a ejecutar mediante una grúa elefante o algún dispositivo de transporte equivalente que circule sobre neumáticos o rieles por la losa inferior de la viga gran U.

La gran ventaja de este método es un menor impacto al tráfico rodado mixto embargo. Sin embargo, un posible inconveniente estaría relacionado con el ciclo de montaje de un vano tipo el cual podría ver ligeramente prolongado en función de la distancia entre el punto de suministro de dovelas y el punto de recepción de estas por la viga lanzadora.

Los frentes de obra asociados a una viga lanzadora son de 4 km aproximadamente. Suponiendo que el carro con ruedas que suministro recoge y transporta las dovelas por el tablero hasta el frente de obra recorre esa distancia máxima, a una velocidad de 10 km/h, se puede estimar que, como mucho tarda 1 hora en cargar la dovela, hacer el viaje de ida, entregar la dovela al güinche de la viga lanzadora, y volver al punto de suministro de dovelas.

Así, el tiempo de suministro de dovelas a la viga lanzadora sería como máximo de 11 horas para un vano tipo de 30 m formado por 11 dovelas.

Se observa que el tiempo de suministro de dovelas aumenta unas 5 horas para el caso más extremo (con mayor longitud de transporte) con respecto a la opción de izar las dovelas suministradas mediante camiones en la vertical del vano a construir. Por otro lado, también es cierto que se podría simultanear la tarea de aplicación de adhesivo epóxido y tensado de barras temporales con el suministro de las dovelas finales del vano.

Una vez realizadas estas consideraciones, se puede estimar la duración de un ciclo completo, con las dovelas suministradas obra través del tablero ya construido:

a) Avance de la viga lanzadora: 10 horas
b) Suministro de dovelas a frente de obra y recepción por viga lanzadora: 11 horas
c) Aplicación de adhesivo epóxido y tensado de barras temporales: 10 horas
d) Enfilado y primer tensado de los cables de postensado permanentes: 6 horas
e) Descenso del vano sobre pilas: 1 hora
f) Segundo tensado de los cables: 3 horas

La duración del ciclo es de 4 días.

El segundo tensado de los cables de pre-esfuerzo así como el desmontaje de las barras temporales, se realizan una vez la viga lanzadora ha avanzado por un equipo diferente.

Una secuencia posible de montaje se presenta en los croquis a continuación. El detalle de la cinemática dependerá del modelo de la viga lanzadora en cuestión y del fabricante.

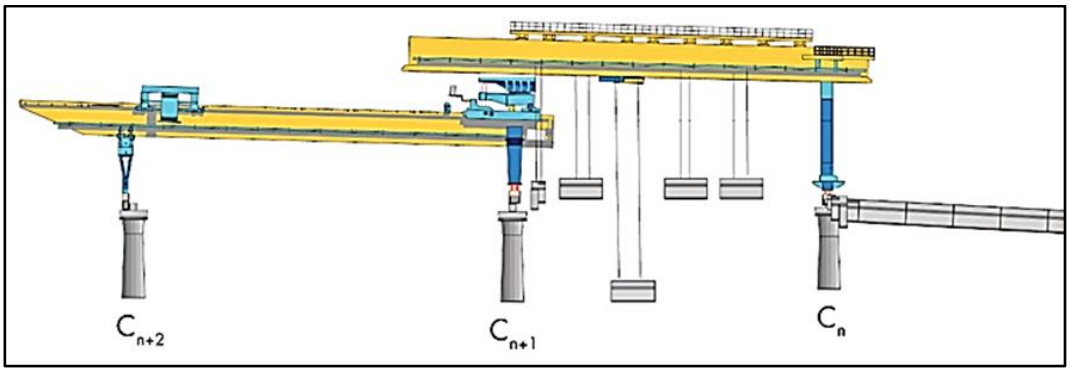


Figura 341. Izado de las dovelas
Fuente: UT MOVIUS 2022

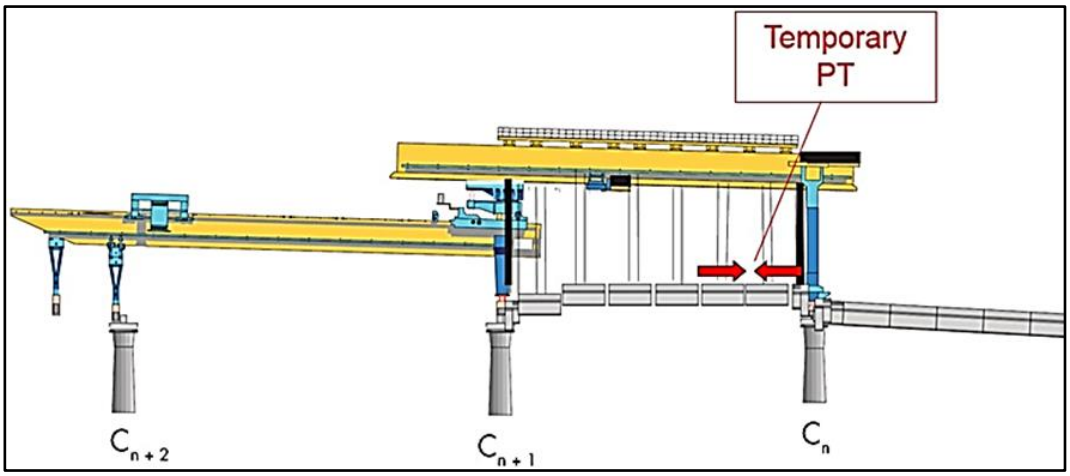


Figura 342. Aplicación del adhesivo epóxido y tensado de barras temporales
Fuente: UT MOVIUS 2022

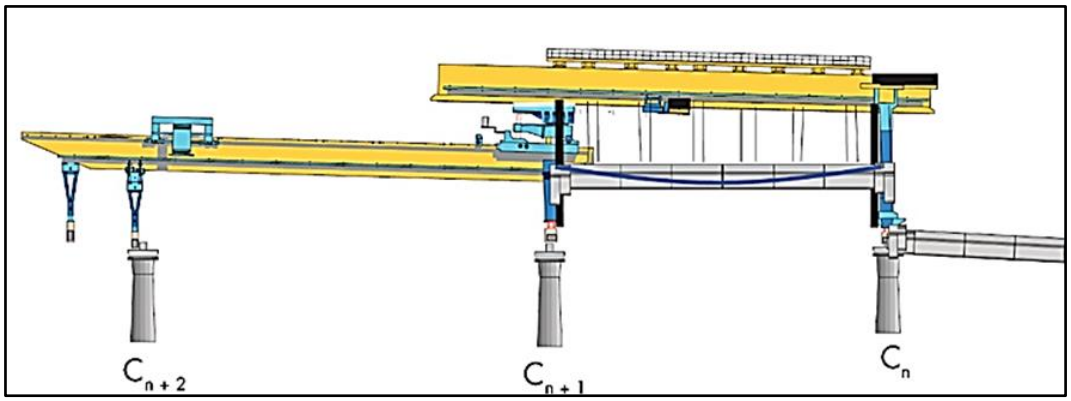


Figura 343. Tensado de los cables de presfuerzo
Fuente: UT MOVIUS 2022

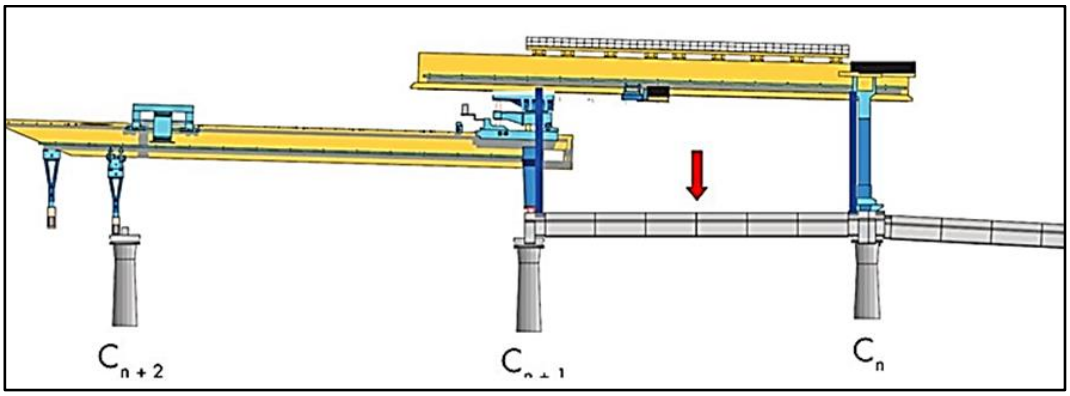


Figura 344. Descenso del vano sobre pilas
Fuente: UT MOVIUS 2022

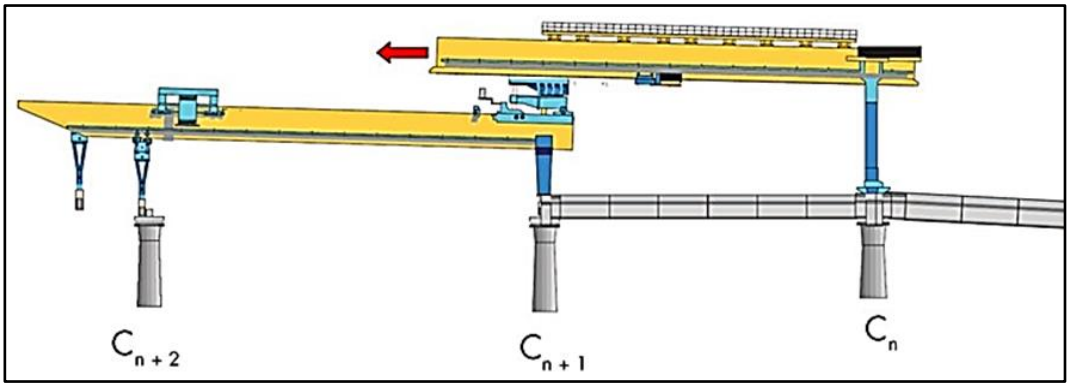


Figura 345. Avance de la viga lanzadora, Fase 1: avance de la viga superior sobre la viga inferior (1)
Fuente: UT MOVIUS 2022

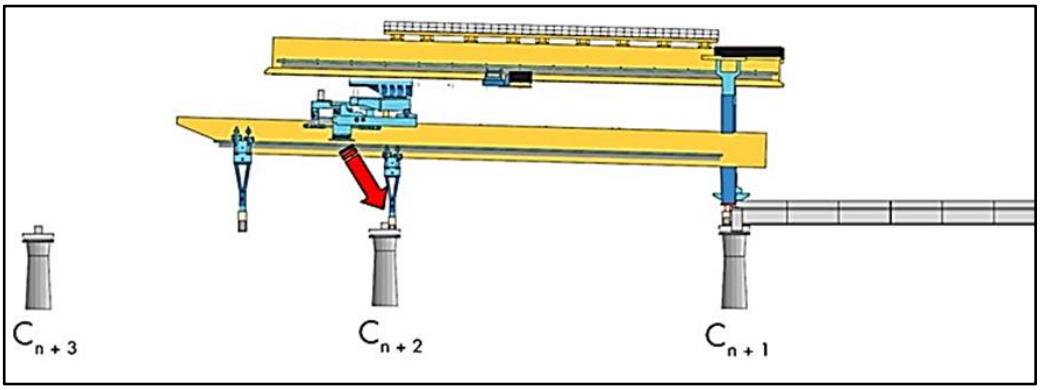


Figura 346. Avance de la viga lanzadora, Fase 2: avance de la viga superior sobre la viga inferior (2)
Fuente: UT MOVIUS 2022

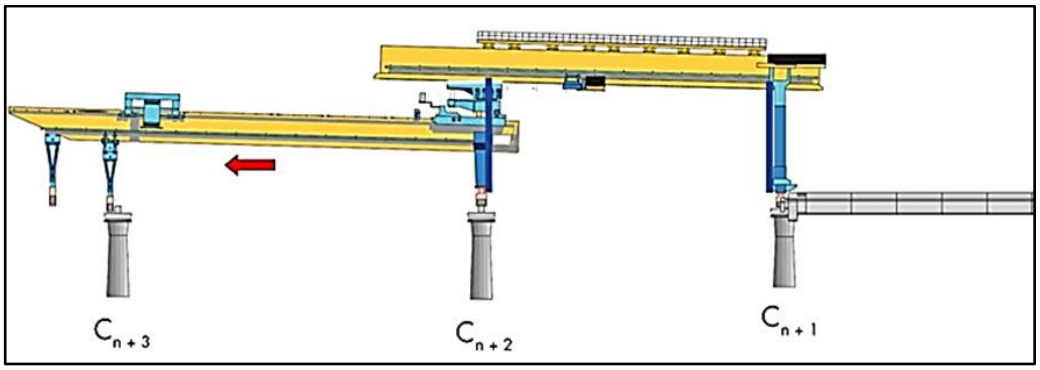


Figura 347. Fase 3: avance de la viga inferior. Viga lanzadora lista para nuevo vano
Fuente: UT MOVIUS 2022

A continuación se muestran algunas imágenes tomadas en su mayoría durante la construcción de la Línea 4 del Metro de Santiago de Chile, que ilustran el procedimiento constructivo descrito.



Figura 348. Izado de dovelas mediante viga lanzadora
Fuente: UT MOVIUS 2022

Como se puede observar, las dovelas se pueden izar agarradas por la losa inferior, o por las alas superiores sobre las almas. Será necesario dimensionar correctamente estos elementos en función del sistema retenido.



Figura 349. Ensamblaje temporal de dovelas mediante barras de pre esforzado y aplicación de adhesivo epóxico
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 350. Carro de apoyo de la viga lanzadora y sistema de avance sobre tablero
Fuente: UT MOVIUS 2022

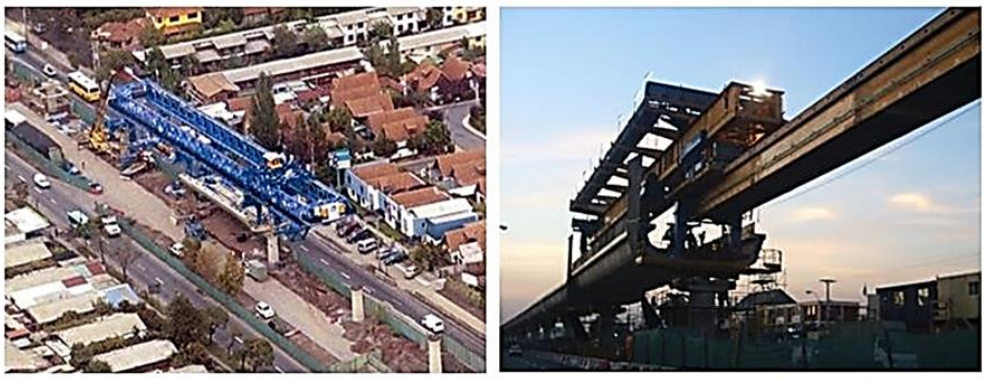


Figura 351. Avance de la viga lanzadora a vano siguiente
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.14.4.2.2. Viaductos especiales.

Existen diferentes tipos de viaducto especiales en función de la luz a salvar. A continuación, se describen los procedimientos constructivos asociados a cada tipología.

- Módulo continuo de dos vanos

Esta tipología es apta para luces de 45m. Consiste en un módulo continuo a base de dos vanos de igual luz con sección tipo gran U, idéntica a la del viaducto estándar. La continuidad estructural se materializa en la pila central colando in situ la franja entre las dos vigas y cosiéndola con postensado de continuidad.

La primera ventaja asociada a esta tipología es la de lograr la continuidad formal desde el punto de vista estético con los vanos de viaducto estándar adyacentes.

La sección gran U alrededor de la pila central se acuartela aumentando ligeramente el canto en las tres dovelas a cada lado de esta.

Por otro lado, este tipo estructural se adapta tanto a tramos rectos como curvos en planta.

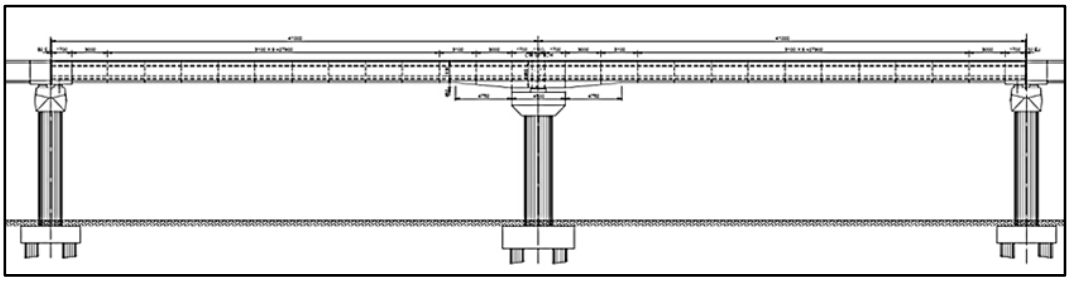


Figura 352. Configuración tipo para módulo continuo de dos vanos
Fuente: UT MOVIUS 2022

La segunda gran ventaja de esta tipología es que se construye con dovelas prefabricadas instaladas con la misma viga lanzadora que los vanos de viaducto estándar adyacentes. De este modo, no es necesario desmontar la viga lanzadora en estos puntos conflictivos que precisan de una luz de hasta 45m, y no se penaliza al programa.

Los vanos tienen que ser capaces de resistir su propio peso en configuración isostática para una luz mayor que la estándar, y si en el frente de obra asignado a la viga lanzadora hay algún módulo de este tipo, la máquina deberá ser dimensionada para una luz mayor que la estándar.

Una vez la máquina se ha movido para seguir con la construcción de vanos posteriores, otro equipo diferente entra en escena para colar in situ el diafragma sobre la pila central e instalar el postensado de continuidad.

La secuencia constructiva se esquematiza en los croquis que se presentan a continuación.

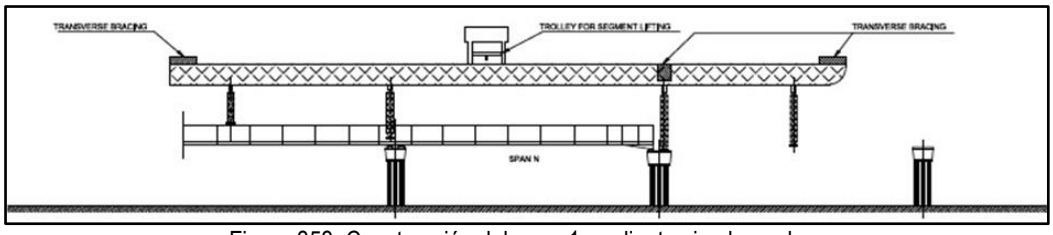


Figura 353. Construcción del vano 1 mediante viga lanzadora
Fuente: UT MOVIUS 2022

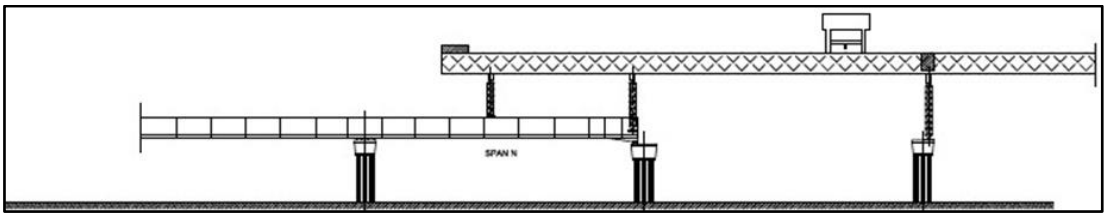


Figura 354. Avance de la viga lanzadora a vano 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

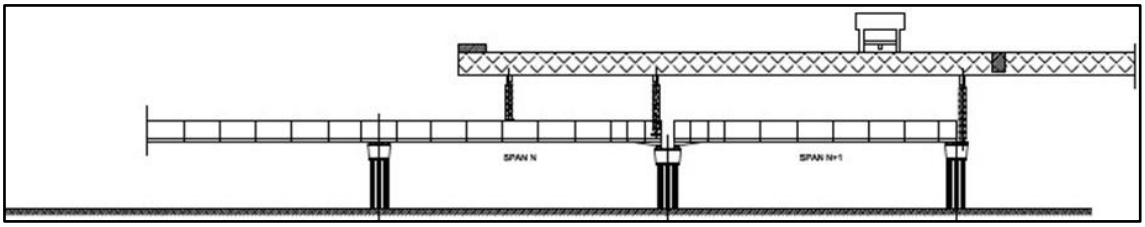


Figura 355. Construcción del vano 2 mediante viga lanzadora
Fuente: UT MOVIUS 2022

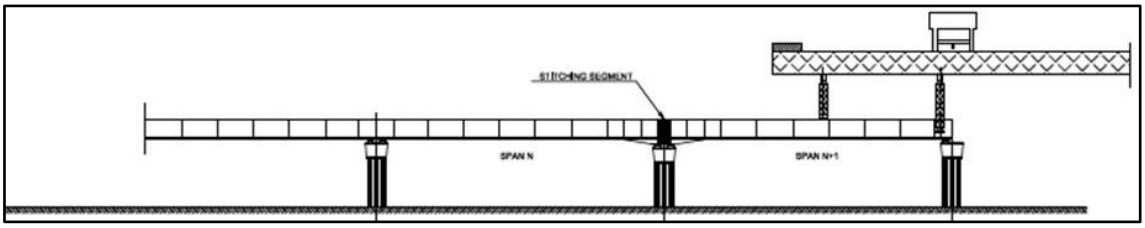


Figura 356. Avance de la viga lanzadora y colado del diafragma sobre pila central
Fuente: UT MOVIUS 2022

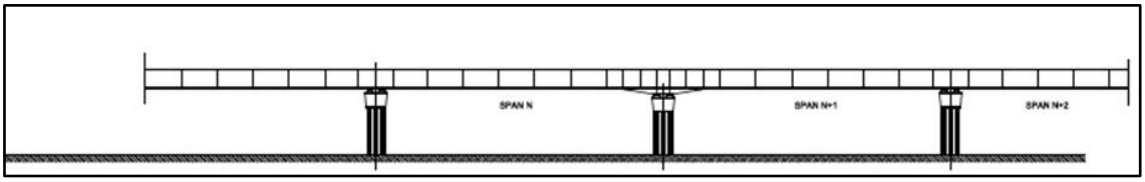


Figura 357. Tensado de cables de continuidad sobre pila central
Fuente:UT MOVIUS 2022

Así, el ciclo a considerar viene determinado por el del viaducto estándar. Se consideran **10 días por módulo** (o 5 días por vano):

a) Construcción del primer vano mediante viga lanzadora: 5 días (uno día más que el vano tipo de 45 m debido al mayor número de dovelas);

b) Construcción del segundo vano mediante viga lanzadora: 5 días

c) Instalación de moldes de encofrado para dovela de continuidad en pila central: 0.5 días

d) Instalación de jaula de ferralla para diafragma central: 0.5 días

e) Vaciado del diafragma en pila central: 1 día

f) Instalación de postensado de continuidad: 1 día

g) Tensado de cables de continuidad y transferencia de reacciones a aparatos de apoyo definitivos: 1 día

La ejecución del diafragma central y la instalación del postensado de continuidad se sacan fuera del ciclo ya que se trata de actividades que realiza un equipo diferente una vez la viga lanzadora se ha movido al vano siguiente.

- Módulo en vigas prefabricadas

Los tableros constituidos por vigas prefabricadas de hormigón pretensado con losa de hormigón armado construida in situ, constituyen la solución de los accesos al patio ferroviario y en la zona de los aparatos de vía con pasos entre 30 a 40m. Su extrema simplicidad, facilidad y rapidez de su montaje y los altos rendimientos mecánicos de su sección transversal, los hacen altamente recomendable.

Vigas fabricadas en taller, consiste en una prefabricación industrial realizada en una planta de prefabricación, alejado del lugar de construcción, en taller se realizan intensos controles de calidad, y pueden para un mismo puente pueden fabricarse diversas longitudes.

El procedimiento de colocación puede ser mediante grúas o con viga de lanzamiento

La utilización de un procedimiento u otro depende en cada caso, de la accesibilidad de la obra, la altura del tablero sobre el terreno, la longitud de la obra, entre otros.

Con grúa, se suelen utilizar cuando el peso no es excesivo, pero las alturas de rasante son normales. Si exceden un límite, la grúa normalmente se apoya en el elemento anterior con el fin de colocar el siguiente.

Con la prefabricación de las vigas, el lanzamiento y colocación de las vigas en su ubicación definitiva. Finalmente se colocan las prelosas entre las vigas y se hormigona y se colocan todos los elementos funcionales, como aparatos de vía, juntas de dilatación, barreras y drenaje.

La secuencia constructiva se esquematiza en los croquis que se presentan a continuación

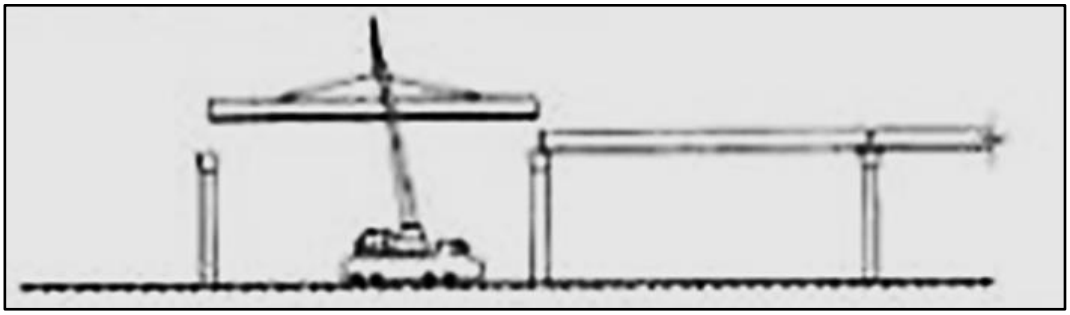


Figura 358. Construcción del vano mediante mediante grúas apoyado en el suelo
Fuente: UT MOVIUS 2022

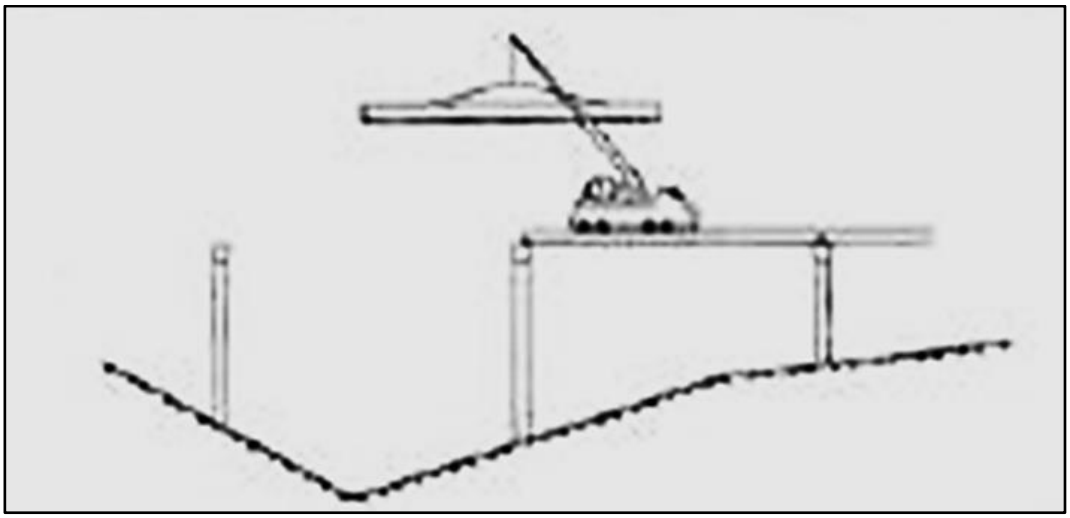


Figura 359. Construcción del vano mediante grúas apoyado en la estructura
Fuente: UT MOVIUS 2022

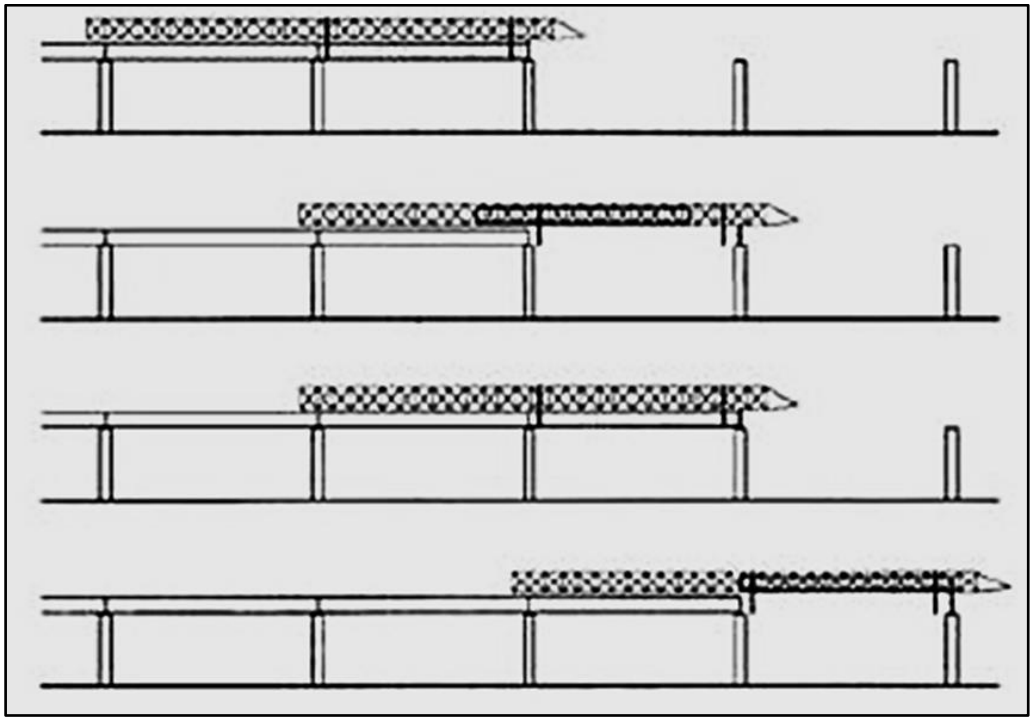


Figura 360. Construcción del vano mediante viga de lanzamiento
Fuente: UT MOVIUS 2022

a) Avance de la viga lanzadora: 2 horas

b) Izado de la viga: 2 horas

c) Instalación de moldes de encofrado para vigas transversales: 4 horas

d) Instalación de ferralla de reforzo: 8 horas

e) Colado de las vigas transversales: 1 día

f) Colocación las prelosas entre las vigas: 5 días (por línea central de viga)

g) hormigonado in situ: 2 días

h) Curado de las vigas transversales: 5 días

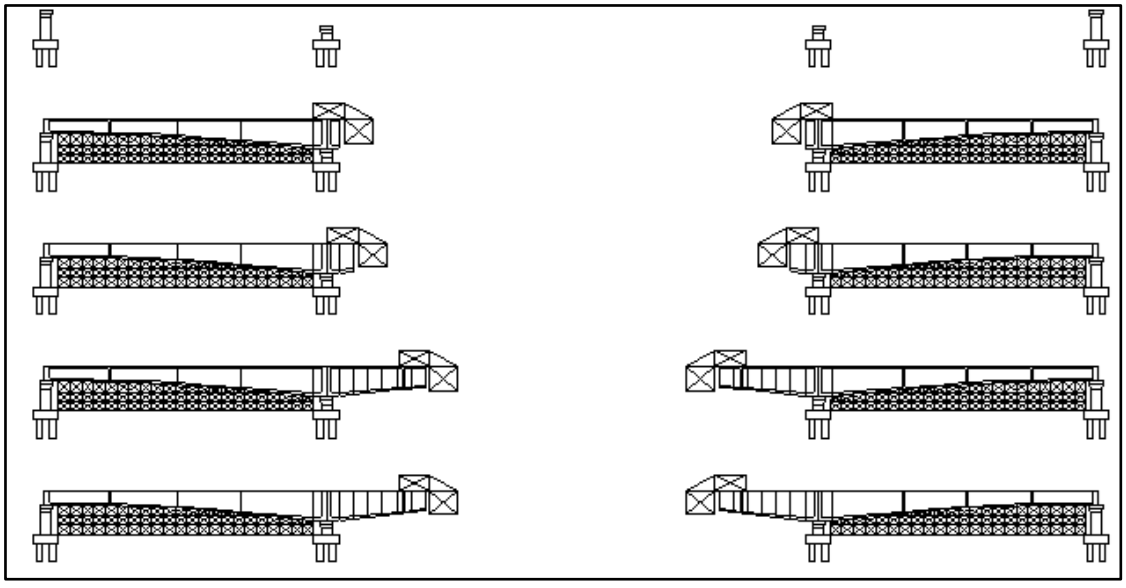
Así, el ciclo se considera 15 días **para el tablero de 2 vigas**

- Módulo continuo de tres vanos para luces de 93 m

Para salvar luces mayores de 60 m y hasta los 100 m, se adopta un módulo continuo de tres vanos con sección cajón postensado de canto variable, a la que se añaden en segunda fase barreras prefabricadas que intentan imitar las almas de la sección gran-U.

El método constructivo es el de construcción por voladizos sucesivos con carro de avance y dovelas coladas in situ, debido a la dificultad de transportar de elementos de tanto peso y dimensiones tan grandes.

De esta manera se independiza casi en su totalidad (excepto para las dovelas de pila y los vanos laterales), la construcción del tablero del suelo.



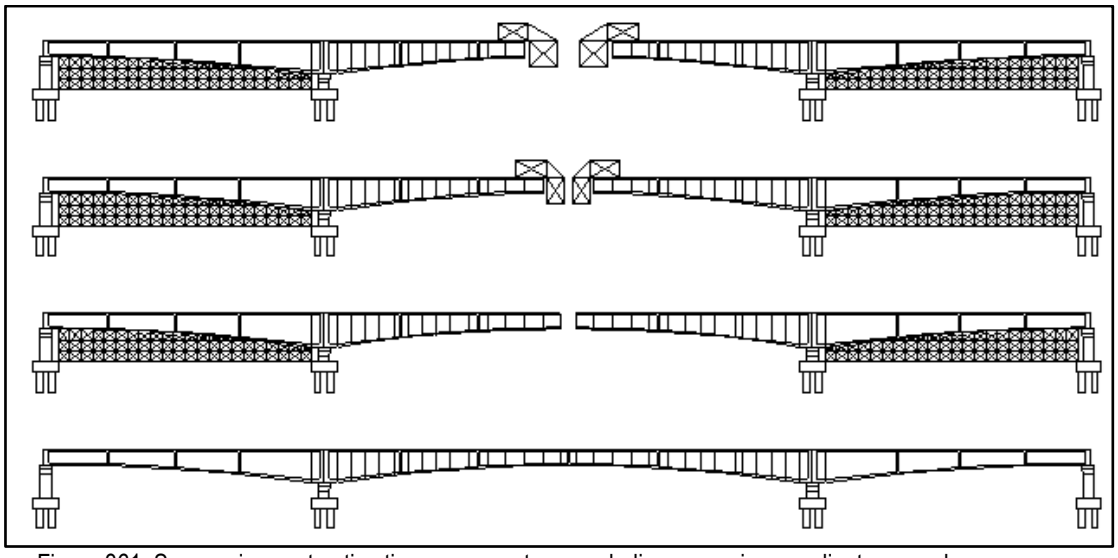


Figura 361. Secuencia constructiva tipo para puente por voladizos sucesivos mediante carro de avance
Fuente: UT MOVIUS 2022

En el caso de dovelas coladas in situ el ritmo de montaje es más lento, y una pareja de dovelas tarda en ejecutarse 5 días. La duración de la obra de un viaducto de este tipo con un vano central de luz central de 93m, será de **8,5 meses**:

a) Instalación de aparatos de apoyo temporales sobre las pilas: 0.5 días

b) Cimbra y moldes para vanos laterales: 25 días

c) Instalación de ferralla para vanos laterales y dovela de pila: 40 días

d) Colado de vanos laterales y dovela de pila: 10 días

e) Curado de vanos laterales y dovela de pila: 5 días

f) Montaje de cimbra y moldes para ejecución de primera pareja de dovelas de voladizo: 2 días

g) Instalación de ferralla para primera pareja de dovelas de voladizo: 2 días

h) Colado de primera pareja de dovelas de voladizo: 1 día

i) Curado de primeras parejas de dovelas de voladizo: 1 día

j) Instalación y tesado de los cables de postensado de primeras parejas de dovelas de voladizo: 1 día

k) Montaje de los carros de avance en los voladizos: 3 días

l) Izado e instalación de las 10 parejas de dovelas restantes mediante carro de izado: 70 días

Tiempo total de construcción de la primera “T”: **151 días**

3.2.14.5. Vías férreas

3.2.14.5.1. Vías férreas principales

De forma previa al inicio de los trabajos de construcción de la vía se deberán realizar todos los trabajos de topografía necesarios para poder realizar un correcto replanteo de los ejes de las vías. Se realizará un levantamiento tomando tres puntos por sección al menos en los apoyos de las vigas y en el centro de las mismas.

El replanteo de los ejes tendrá en cuenta el trazado teórico definido y la deformación de las vigas debida al peso propio y a las distintas cargas a considerar, tanto en la fase constructiva como en la fase de explotación.

Adicionalmente se deberá organizar la logística para suministrar, acopiar y distribuir todos los materiales necesarios (rieles, pórticos, sujeciones, piquetes de vía, anclajes, armaduras, encofrados, herramientas).

Para el montaje de las vías mediante el sistema *top&down* se usarán con una separación de 3,00 metros con su correspondiente tensor anclado. En alineaciones curvas piquetes de vía de radio reducido se colocarán dichos piquetes de vía cada 1,50 metros.

En el desarrollo de la construcción de la vía férrea se deberá proceder con seguridad acorde al manual previsto con este fin. En el caso de la distribución de los rieles durante la descarga estos no se dejarán caer y se tendrá a un mínimo el arrastre de estos. Antes de soldar los rieles, se sujetarán de forma fija con tornillos de apriete todas las juntas por las que pueda pasar un tren de construcción. El espacio entre los rieles en estos casos no excederá de 10mm y la velocidad de los vehículos de construcción no deberá exceder de 10km/h.

Los vehículos de construcción no deberán pasar sobre juntas soldadas antes de haber finalizado el recorte y esmerilado y la temperatura de los rieles esté debajo de los 100 grados centígrados. La velocidad será restringida a 10 km/h hasta que el esmerilado haya sido realizado a las tolerancias finales especificadas y la soldadura haya sido probada, inspeccionada y aceptada por la inspección de EMB.

Se podrá, si lo prefiere, recortar los extremos de los rieles, antes de soldar. Los rieles se cortarán de forma limpia por medio de sierras especiales o discos abrasivos de recorte. No se permitirá el corte con soplete. Los cortes serán controlados empleando un dispositivo de guía o una plantilla hecha al propósito y estarán dentro de 0.75 mm del eje vertical del riel, medido a lo largo de toda la altura, o dentro de 0.50 mm del eje transversal, medido a lo largo de la anchura de cabeza del riel. La unión temporal de los extremos de los rieles se hará mediante bridas, dejando una cala de 25 mm (excepto en el caso mencionado anteriormente, cuando se prevea la circulación de vehículos de obra, que será de 10 mm).

Una vez comprobados los parámetros geométricos de la vía (alineación, nivelación, trocha, peralte e inclinación del riel) y el correcto montaje de las armaduras y de los encofrados, se procede al vaciado de los plintos. Los encofrados serán estancos y lo suficientemente rígidos como para impedir deformaciones, y se achaflanarán las aristas. Así mismo, se protegerá el riel y las sujeciones convenientemente para impedir que se manchen de hormigón .

Posteriormente se comprobará topográficamente la correcta geometría de las vías atendiendo a las tolerancias previstas. Para ello se realizará un metraje de la vía cada 5 metros mediante la ejecución de una marca indeleble en el carril.

En caso de que se superen las tolerancias establecidas se realizarán las oportunas correcciones, sin que en ningún caso se modifiquen dichas tolerancias. Si fuera necesario realizar correcciones que supongan una

modificación de la configuración estándar del sistema de sujeción indicado en el documento de especificaciones técnicas que previamente se habrá entregado (debido a la eliminación de la placa de asiento, inserción de placas intermedias de distintos grosores o sustitución de piezas) EMB estudiará el alcance del problema, pudiendo incluso exigir la demolición y reconstrucción de aquellos tramos en los que las diferencias se lleven al límite de holgura de las sujeciones.

Todas las uniones embridadas se soldarán, excepto aquellas que deban ser utilizadas para la ejecución de la liberación de tensiones de las vías, que se ejecutarán al finalizar dicha actividad. Las soldaduras se situarán centradas entre dos sujeciones, y enfrentadas. Todas las soldaduras quedarán troqueladas, indicándose el número de la soldadura, la identificación del soldador y la fecha de ejecución. En el caso de que el método empleado sea la soldadura aluminotérmica, se emplearán kits de un solo uso. Se comprobará la geometría de la soldadura realizada mediante el uso de una regla electrónica homologada y calibrada capaz de generar para cada soldadura analizada un informe que represente numérica y gráficamente su geometría (alineación y nivelación) que indique la aptitud de la soldadura o la posibilidad, en su caso, de ser reparada. Se generará un acta para cada una de las soldaduras ejecutadas, donde al menos se incluya la siguiente información:

- Localización de la soldadura (vía, punto kilométrico e hilo).
- Identificación del soldador.
- Fecha y hora de ejecución.
- Identificación de la carga de soldadura utilizada.
- Tipo de cala empleada.
- Temperatura del riel.

Se entregará de forma previa al inicio de los trabajos la documentación que justifique convenientemente la aptitud del soldador. Dicha documentación podrá consistir en una homologación de una administración competente o una certificación del fabricante que suministre el material.

Para la realización de la liberación de tensiones en la vía se determinarán las longitudes de los tiros de liberación, en función del trazado y de la insolación recibida a lo largo del día, y se definirá la temperatura de neutralización en función de las temperaturas medias de los rieles a lo largo del año. El método a emplear será el de calentamiento solar. Se utilizará siempre que sea posible el método solar y se comprobará el apretado definitivo de las sujeciones al final del proceso. Se utilizarán mazas de caucho para golpear el alma de los rieles, y se empleará una moto clavadora para el apriete simultáneo de cada uno de los cuatro hilos, disponiendo además de una máquina de repuesto in situ. Se generará un acta de liberación de tensiones para cada uno de los tiros realizados, donde se indique explícitamente la dilatación de los cuatro hilos comprendida entre el aflojado de las sujeciones y maceado de los rieles, y el apriete de dichas sujeciones. Después del proceso de neutralización se comprobará el apriete definitivo de las sujeciones.

Finalmente se limpiarán los rieles y sujeciones, y se comprobará el correcto acabado superficial de los plintos.

Para el replanteo de las vías se utilizarán aparatos topográficos que permitan las precisiones mínimas especificadas en el proyecto. Estos equipos topográficos necesarios en función de las características técnicas de los mismos se pueden agrupar como sigue:

➔ **Equipo topográfico para replanteo de vías con base en carro de vías.**
- Estación o estaciones totales remotas con precisiones de 1” o 0.5” para guiado de carro de vías.
- Carro de vías para replanteo y control de parámetros de posicionamiento geométrico de carriles, ancho entre carriles, peralte, y nivelación de ambos carriles.
- Regla de replanteo y control de inclinación de carril

➔ **Equipo topográfico para replanteo y control de vías con base a elementos clásicos de control:**
- Estación total con precisión de 1” o 0.5”.

- Regla multifunción, con soporte para prisma, y control de peralte, ancho entre carriles y nivelación de carril.
- Regla para replanteo y control de inclinación de carril.
- Asas de flechar.

➔ **Equipo topográfico para replanteo y control de vías con base a elementos clásicos de control (segunda opción):**

- Estación total con precisión de 1" o 0.5"
- Zapata de vías con soporte para mini prisma, para control de posicionamiento y nivel de carril colocado.
- Regla para replanteo y control de trocha de vía y peralte.
- Regla para replanteo y control de inclinación de carril.
- Asas de flechar.

Cualquiera de las combinaciones expuestas puede ser utilizada para el montaje de vías, debiendo exponer tanto los medios como las metodologías a utilizar, previamente a aprobación por parte de EMB.

3.2.14.5.2. Vías férreas del patio-taller

La tipología de las vías de la zona de patio-taller varía según la función y los equipamientos implantados en ellas.

De forma previa al posicionamiento de los durmientes se compactará el lecho de balasto y se ejecutará un pequeño surco central (sin cordones laterales). Se ejecutará un piqueteado de vías como red de apoyo topográfico para el control del posicionado de las traviesas (en un primer momento) y el control de la geometría de las vías (posteriormente). El hombro de balasto será de al menos 80 cm. Las soldaduras se ejecutarán una vez embalastadas y bateadas las vías. Se cuidará que el balasto no sobrepase la arista superior de los durmientes y que quede al menos cuatro centímetros por debajo de la superficie inferior del riel.

3.2.15. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto

Tabla 82. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto

		TRAMOS			
EQUIPO	**Cantidad media**	**TÚNEL**	**VIADUCTO / PATIO-TALLER**	**ESTACIONES**	**POZOS**
Retroexcavadora CAT 330 o similar	10	1	3	4	2
Minicargador CAT 242B2 o similar	8	2	2	3	1
Retroexcavadora menor - CAT 215 o similar	8		2	4	1
Bulldozer capacidad 8 t - CAT D4K XL o similar	5		4	1	
Carrotanque 5000 litros	4		1	2	1
Compactador manual Capacidad 0,5 t - CAT CB14	10		3	7	

		TRAMOS			
EQUIPO	**Cantidad media**	**TÚNEL**	**VIADUCTO / PATIO-TALLER**	**ESTACIONES**	**POZOS**
Compactador neumatico - Potencia 100 HP - CAT PF300C o similar	5		2	3	
Compactador Rodillo Capacidad 4 t - CAT CB13 o similar	8		3	4	
Motoniveladora CAT 160H o similar	2			2	
Volqueta doble troque - Potencia 360 hp - Capacidad 15 m3	29	12	4	11	2
Volqueta capacidad 6 M3	12		4	6	2
Mixer concreto capacidad 8 m3	25		8	15	2
Finisher potencia 14 hp - CAT AP600D o similar	4		1	3	
Equipo de perforación	14	2	3	6	1
Camionetas 4x4 2000 cc o similar	28	3	11	11	3
Camion estacas capacidad min 5 t - Foton FPR CUMMINS o similar	15	2	4	8	1
Compactador tipo canguro - MEGAPAC MR68H o similar	11		3	8	
Viga lanzadora - Luz de trabajo 40 m	1		1		
Posicionadora de carriles - Plasser & Theurer PA 1-20 ES o similar	2		2		
Fijadora de riel	2		2		
Robot de soldadura - Plasser & Theurer APT 1500 RL o similar	2		2		
Piloteadora Liebherr LB 25 o similar	6		6		
Grúa telescópica capacidad 50t - Liebherr LTM 1050-3.1 o similar	6	1	1	3	1
Grúas fijas capacidad min. 4 t - Liebherr 42 K.1 o similar	12	2	2	7	1
Vibrador de concreto Potencia min 3 hp - Bosch GVC 22 EX o similar	25	3	6	13	3
Equipo soldadura capacidad 600 AMP	15	2	4	8	1
Grua con almeja capacidad min 100 t - Liebherr HS8100.1. o similar	2			2	
Grúa con almeja Capacidad 50 -70 t - Liebherr HS 8070.1 o similar	4			1	1
Tuneladora y equipos asociados Diámetro 10,5 m	1	1			
Planta de dovelas	1	1			

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.16. Localización de las estaciones, patios y talleres

Véanse numerales 3.1 LOCALIZACIÓN y 3.2.3.1 Trazado y características geométricas del proyecto.

3.2.17. Movimientos de tierras

3.2.17.1. Volúmenes de material de excavación

Véase numeral 3.2.3.3 Diagrama de masas (material de relleno y excavación).

3.2.17.2. Volúmenes para terraplenes

Véase numeral 3.2.3.3 Diagrama de masas (material de relleno y excavación).

3.2.17.3. Áreas de relleno y de préstamo

El área de relleno destinada para el patio-taller incluye exclusivamente el terreno sobre el cual se realizará la conformación de la terraza. Dicho sector, ubicado en el predio de Fontanar del Río, contará con un área aproximada de 207.969 m. En el numeral 1.2.3.3 se incluye la relación de las excavaciones y rellenos previstos en el área de trabajo.

3.2.17.4. Balance de masas

Véase numeral 3.2.3.3 Diagrama de masas (material de relleno y excavación)

3.2.17.5. Volúmenes de suelo orgánico requerido a remover

Véase numeral 3.2.3.4 Área estimada de remoción de la vegetación y descapote

3.2.18. Estimativo de mano de obra durante la construcción y operación

❖ Construcción

Para la construcción del proyecto el pico de personal estimado (mayor número de personas por contratar en un momento determinado) es el siguiente:

- Personal calificado: 590
- Personal no calificado: 1.100

❖ Operación

Las actividades de operación y mantenimiento del proyecto requiere que la empresa encargada contrate a una plantilla para el desempeño de estas actividades. Estas actividades abarcan los siguientes campos, entre otros: administración, IT, recursos humanos, ventas y finanzas, marketing & comunicación, departamento jurídico, departamento de ingeniería, departamento de mantenimiento, departamento de operación, personal en línea y en las estaciones, personal del CCO, personal del patio-taller, agentes de seguridad, limpieza, calidad y auditoría.

Se estima que se requerirá un volumen de 651 profesionales para el desarrollo de las mismas.

3.2.19. Demanda de recursos ambientales (agua, suelo, vegetación, etc).

La información relacionada con la demanda de recursos ambientales se encuentra ampliada en el documento Capítulo 7. Uso de recursos naturales, sin embargo a continuación se presenta un resumen de los permisos para uso de recursos naturales a tramitar en la etapa de construcción

Tabla 83. Permisos requeridos

Permiso a tramitar	Entidad	Etapa / Fase del Proyecto	Responsable
Permiso de aprovechamiento forestal	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Solicitud de compensación por afectación de áreas permeables	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Presentación de los diseños paisajísticos propuestos para su implementación en el proyecto constructivo	Secretaria Distrital de Ambiente, Jardín Botánico de Bogotá	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la Diversidad Biológica – Flora y Arbolado Urbano	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Permiso de levantamiento temporal de flora en veda	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Registro de Publicidad Exterior Visual	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
Permiso para desarrollar de trabajos en horario nocturno	Alcaldía local	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario
PIN para trámites de residuos de construcción y demolición	Secretaria Distrital de Ambiente	Etapa preoperativa / fase construcción	Concesionario

Fuente: UT MOVIUS 2022

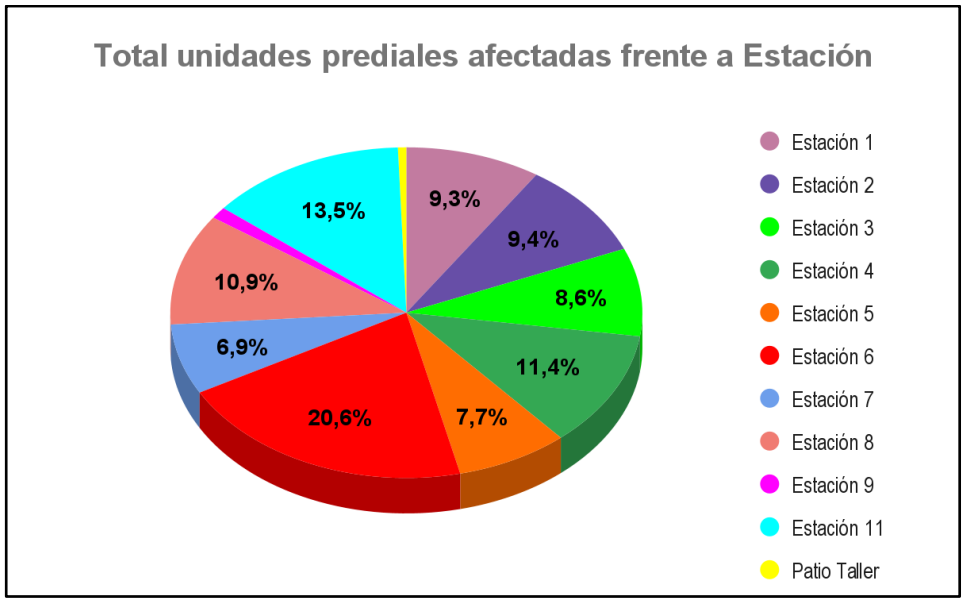
3.2.20. Requerimiento de demolición de viviendas u obras de infraestructura

El proyecto requiere la demolición de 853 viviendas distribuidas como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 84. Cantidad de viviendas que requieren demolición

Estación	Afectacion total	Afectación parcial	Total unidades prediales afectadas
Estación 1	81	0	81
Estación 2	81	1	82
Estación 3	74	1	75
Estación 4	86	13	99
Estación 5	63	4	67
Estación 6	180	0	180
Estación 7	60	0	60
Estación 8	95	0	95
Estación 9	10	0	10
Estación 10	0	0	0
Estación 11	118	0	118
Patio Taller	5	0	5
Total Unidades prediales afectadas	**853**	**19**	**872**

Fuente: UT MOVIUS 2022



Fuente: UT MOVIUS 2022

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20 54	Comercio	259.79	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20 64	Comercio	121.96	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20 78	Comercio	502.44	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20 82	Comercio	348.86	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20 90	Comercio	449.98	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20A 72 10	Comercio	276.74	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20A 72 16	Comercio	398.22	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20A 72 28	Comercio	274.99	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20 93	Comercio	416.64	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20 85	Residencial	384.22	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20 73	Comercio	234.87	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20 57	Comercio	219.74	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20 49	Comercio	287.87	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20 45	Residencial	346.14	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20A 72 09	Comercio	857.86	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 56	Comercio	392.78	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 70	Comercio	311.38	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 76	Comercio	247.28	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20B 72 18	Comercio	669.7	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20B 72 34	Comercio	588.14	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20B 72 44	Comercio	271.94	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 65	Comercio	275.13	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 57	Comercio	536.61	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 53	Residencial	362.2	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 35	Comercio	391.53	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 31	Comercio	420.68	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20A 72 31	Comercio	296.84	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20A 72 21	Comercio	333.27	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20B 08	Comercio	473.8	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20B 20	Comercio	189.83	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20B 26	Comercio	227.45	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20B 72 31	Comercio	225.36	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	KR 20B 72 19	Comercio	367.12	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	AC 72 20B 23	Comercio	505.63	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	AC 72 20B 15	Comercio	362.3	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 59	Comercio	427.88	Total
EST_01-PIQUE	ALCAZARES NORTE	AC 72 27A 14	Residencial	176.31	Total
EST_01-PIQUE	ALCAZARES NORTE	KR 27A 72 29	Residencial	224.84	Total
EST_01-PIQUE	ALCAZARES NORTE	KR 27A 72 19	Residencial	202.19	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-PIQUE	ALCAZARES NORTE	KR 27A 72 33	Residencial	332.59	Total
EST_01-PIQUE	ALCAZARES NORTE	KR 27A 72 45	Residencial	288.9	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	KR 17 71A 18	Comercio	248.58	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	KR 17 71A 32	Comercio	238.58	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	KR 17 71A 34	Comercio	191.57	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	KR 17 71A 44	Comercio	223.64	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	AC 72 20 95	Comercio	218.06	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	AC 72 20 89	Comercio	169.7	Total
EST_01-SATELITAL	CONCEPCION NORTE	AC 72 20 79	Comercio	189.85	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 15 AP 101	Comercio	87.4	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 15 AP 102	Comercio	77.2	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 15 AP 201	Comercio	87.4	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 15 AP 202	Comercio	68.5	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 15 AP 301	Comercio	86.5	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20A 15 AP 302	Comercio	72.6	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 48 AP 101	Residencial	111.9	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 48 AP 201	Residencial	96	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 48 AP 202	Residencial	96	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 48 AP 301	Residencial	96.5	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 48 AP 302	Residencial	96	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 38 AP 101	Residencial	153.7	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 38 GJ 2	Residencial	19.3	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 38 GJ 1	Residencial	19.3	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 38 AP 201	Residencial	126.1	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 38 AP 301	Residencial	126.1	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 38 AP 401	Residencial	126.1	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 22 LC	Comercio	101.7	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 26 AP 201	Residencial	139.4	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 26 AP 301	Residencial	139.4	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	AC 72 20A 26 AP 401	Residencial	139.4	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20B 09 AP 101	Residencial	183.8	Total
EST_01-ESTACION	SAN FELIPE	CL 72A 20B 09 AP 201	Residencial	178.5	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 45 AP 101	Residencial	156.27	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 45 AP 201	Residencial	136.3	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 45 AP 301	Residencial	136.88	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 OF	Comercio	39.52	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 GJ 3	Residencial	26.8	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 AP 201	Residencial	75.9	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 AP 202	Residencial	79.4	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 AP 301	Residencial	75.9	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 AP 302	Residencial	79.4	Total
EST_01-SATELITAL	COLOMBIA	KR 19 71A 37 AP 101	Residencial	75.93	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 30 42	Lote	0	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 04	Comercio	221.31	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 12	Comercio	129.98	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 16	Comercio	168.4	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 26	Comercio	598.84	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 34	Comercio	160.83	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 36	Comercio	449.51	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 56	Comercio	185.44	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 30 49	Comercio	254.86	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 30 43	Comercio	269.92	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 30 48	Comercio	219.37	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 42	Comercio	404.06	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 62	Comercio	241.6	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 04	Comercio	162.97	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 06	Residencial	41.36	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 14	Comercio	294.71	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 16	Comercio	276.25	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 24	Comercio	238.05	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 26	Comercio	185.16	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 34	Residencial	227.43	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 38	Comercio	274.67	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 42	Comercio	365.78	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 50 48	Comercio	204.8	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 02	Comercio	108.34	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 06	Comercio	139.52	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 12	Comercio	232.93	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 24	Comercio	142.06	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 32	Comercio	439.56	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 44	Comercio	398.32	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 52	Comercio	346.55	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 70	Lote	0	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 43	Comercio	279.58	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 35	Comercio	132.36	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 29	Comercio	290.8	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 17	Comercio	383.9	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 11	Comercio	273.3	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 09	Comercio	169.09	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 51	Comercio	199.14	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 45	Comercio	386.25	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 37	Comercio	395.57	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 31	Comercio	634.15	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 25	Comercio	587.4	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 50 71C 15	Comercio	297	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 50 23	Comercio	386.13	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 01	Comercio	304.1	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 10	Comercio	234.03	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 18	Comercio	134.65	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 22	Comercio	173.38	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 28	Comercio	100.22	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 38	Comercio	279.68	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 40	Residencial	173.22	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 48	Comercio	302.04	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	CL 71C 51 54	Comercio	296.36	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 14	Comercio	417.43	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 24	Residencial	282.51	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 26	Residencial	295.35	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 38	Comercio	353.68	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 44	Comercio	346.14	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 50	Comercio	199.84	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 52 71C 56	Comercio	104.89	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 61	Comercio	302.64	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 47	Comercio	331.46	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 43	Comercio	268.48	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 33	Comercio	497.6	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 25	Comercio	380.58	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 11	Comercio	454.63	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	AC 72 51 09	Comercio	318.87	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 53	Comercio	281.34	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 41	Comercio	277.76	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 35	Comercio	253.73	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 27	Comercio	391	Total
EST_02-ESTACION	DOCE DE OCTUBRE	KR 51 71C 17	Comercio	550.64	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	KR 58 72A 07	Comercio	196.42	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 58 12	Residencial	203.79	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 58 20	Residencial	125.9	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 73 58 17	Residencial	340.02	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 73 58 09	Residencial	160	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 73 58 07	Comercio	176.01	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 63 94	Residencial	279.96	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	KR 64 72A 02	Comercio	220.69	Total
EST_02-PIQUE	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	KR 64 72A 12	Comercio	149.16	Total
EST_02-SATELITAL	DOCE DE OCTUBRE	CL 73 51 27	Institucional	809.05	Parcial
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 24	Comercio	331.15	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 42	Residencial	194.75	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 48	Comercio	544.44	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 56	Comercio	991.32	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 73 67 73	Comercio	199.57	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 73 67 41	Comercio	262.06	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 70	Comercio	100.48	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 74	Comercio	202.32	Total
EST_03-SATELITAL	SAN FERNANDO OCCIDENTAL	CL 72A 67 32	Institucional	372.04	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	AC 72 68C 10	Comercio	570.94	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	AC 72 68C 20	Comercio	294.1	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	CL 72A 68C 17	Residencial	428.25	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	CL 72A 68C 23	Residencial	245.67	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	CL 72A 68C 27	Residencial	282.74	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	AC 72 68F 04	Comercio	342.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	CL 72A 68C 33	Industria	279.79	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	AC 72 68F 10	Industria	286.71	Total
EST_03-PIQUE	LA ESTRADA	KR 69M 71 89	Comercio	288.65	Total
EST_03-PIQUE	LA ESTRADA	AC 72 69M 23	Comercio	457.85	Total
EST_03-PIQUE	LA ESTRADA	AC 72 69M 13	Comercio	232.26	Total
EST_03-PIQUE	LA ESTRADA	KR 69M 71 93	Comercio	210.36	Total
EST_03-PIQUE	LA ESTRADA	KR 69M 71 79	Comercio	341.69	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	AC 72 68B 47	Comercio	50.75	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 82	Comercio	168.1	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 80	Comercio	223.38	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 72	Religioso	535.31	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B 71 93 IN 1	Residencial	79.7	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	AC 72 68B 23	Lote	0	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B 71 93	Residencial	117.82	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B 71 97	Otros predios	7.2	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	CL 71 68 90	Lote	0	Parcial
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 64	Comercio	184.69	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B 71 69	Comercio	528.7	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	AC 72 68B 69	Comercio	507.15	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 83	Comercio	356.65	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 73	Comercio	289.25	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	KR 68B BIS 71 67	Mixto	539.43	Total
EST_03-SATELITAL	BELLAVISTA OCCIDENTAL	AC 72 68B 71	Comercio	300.21	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 10A	Comercio	3.14	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 11A	Comercio	3.13	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 12A	Comercio	3	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 13A	Comercio	3	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 14B	Comercio	3.7	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 15B	Comercio	3.36	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 16B	Comercio	3.24	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 17B	Comercio	3.17	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 18B	Comercio	3.08	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 19B	Comercio	3.05	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 1A	Comercio	3.13	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 20B	Comercio	3.05	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 21B	Comercio	5.65	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 22B	Comercio	5.03	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 23B	Comercio	3.38	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 24B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 25B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 26B	Comercio	3.28	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 27B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 28B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 29B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 2A	Comercio	3.12	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 30B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 31B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 32B	Comercio	3.28	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 33B	Comercio	3.15	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 34B	Comercio	4.05	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 35B	Comercio	4.4	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 3A	Comercio	3.12	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 4A	Comercio	3.24	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 5A	Comercio	3.91	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 6A	Comercio	3.07	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 7A	Comercio	3.14	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 8A	Comercio	3.14	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 LC 9A	Comercio	3.14	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 PQ 1	Comercio	9.99	Total
EST_03-SATELITAL	LAS FERIAS	KR 68C 72 25 PQ 2	Comercio	9.99	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AK 72 71A 01	Comercio	245.41	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 20	Residencial	384.73	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 26	Residencial	657	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 38	Comercio	652.9	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 42	Comercio	607.66	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 52	Residencial	96.67	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 62	Comercio	418.41	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 66	Residencial	370.88	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 78	Industria	0	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72 82	Residencial	231.8	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 02	Residencial	316.64	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 14	Institucional	346.47	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 24	Industria	628.96	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 48	Comercio	256.75	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 52	Residencial	381.13	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 58	Residencial	411.13	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 72	Residencial	562.36	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 78	Residencial	759.09	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 73	Comercio	298.08	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 65	Comercio	602.86	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 57	Residencial	1061.62	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 43	Comercio	840.38	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 33	Comercio	172.1	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AK 72 71A 69	Comercio	172.81	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AK 72 71A 41	Comercio	333.86	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	AK 72 71A 27	Servicios Especiales	855.43	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 38	Comercio	580.83	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AK 72 71A 53	Comercio	447.78	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 18	Residencial	295.06	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 30	Comercio	335.2	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 46	Comercio	1222.39	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 52	Residencial	543.02	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 58	Industria	613.43	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 66	Industria	284.14	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 74	Comercio	315.94	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	CL 71A 72A 80	Comercio	316.17	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 04	Residencial	165.73	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 06	Residencial	238.92	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 14	Comercio	106.57	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 22	Comercio	356.11	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 32	Industria	522.23	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 40	Industria	0	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 56	Industria	2606.06	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 73A 71A 72	Comercio	626.41	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 89	Comercio	324.91	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 79	Comercio	257.52	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 67	Comercio	296.79	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 55	Comercio	1177.33	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 49	Comercio	1033.29	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 37	Comercio	559.98	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 31	Comercio	366.97	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72A 21	Comercio	394.06	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 71	Comercio	1090.86	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 57	Residencial	433.47	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 51	Residencial	247.08	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 47	Residencial	466.19	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 41	Residencial	479.44	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 31	Industria	908.75	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 13	Industria	572	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	KR 72A 71A 03	Residencial	287.25	Total
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 44	Comercio	499.67	Total
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 54	Comercio	314.37	Total
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 66	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 78	Religioso	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 88	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	CL 72A 72A 53	Comercio	580.63	Total
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	CL 72A 72A 43	Institucional	556.35	Total
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 30	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 20	Comercio	0	Parcial

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 72A 06	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 73A 04	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 73A 26	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	CL 72A 73A 35	Industria	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 73A 50	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 73A 58	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 73A 72	Comercio	0	Parcial
EST_04-SATELITAL	SANTA MARIA	AC 72 73A 80	Comercio	0	Parcial
EST_04-ESTACION	BOYACA	AK 72 71A 23	Comercio	559.4	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 87 DP 1	Residencial	5.7	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 81 GJ	Residencial	28.03	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 87 LC 1	Comercio	20.19	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 89 LC 2	Comercio	24.21	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 93 LC 3	Comercio	26.63	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 85 AP 1	Residencial	45.97	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 85 AP 2	Residencial	70.61	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 85 AP 3	Residencial	45.97	Total
EST_04-ESTACION	BOYACA	AC 72 72 85 AP 4	Residencial	70.61	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	CL 71B 76 18	Residencial	107.5	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	CL 71B 76 20	Residencial	97	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	AC 72 76 19	Comercio	104.6	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	AC 72 76 17	Comercio	104.6	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_04-PIQUE	BOYACA	AC 72 76 25	Comercio	83.4	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	AC 72 76 23	Comercio	107.2	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	AC 72 76 31	Comercio	129.5	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	AC 72 76 29	Comercio	155.4	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	CL 71B 76 30	Residencial	108.1	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	CL 71B 76 32	Residencial	97	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	CL 71B 76 22	Residencial	112	Total
EST_04-PIQUE	BOYACA	CL 71B 76 26	Residencial	86.5	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 02	Comercio	391.75	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 08	Comercio	373.41	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 14	Comercio	352.92	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 18	Comercio	181.09	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 24	Comercio	239.88	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 30	Comercio	239.97	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 36	Comercio	171	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 40	Comercio	179.91	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 46	Comercio	188.16	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 50	Comercio	178.57	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 54	Residencial	266.51	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 60	Mixto	337.1	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 66	Comercio	367.05	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 70	Comercio	367.74	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 86	Comercio	300.39	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 90	Comercio	172.07	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80 94	Comercio	530.53	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 95	Residencial	270.76	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 89	Residencial	305.33	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 85	Residencial	305.66	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 79	Residencial	269.22	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 75	Residencial	246.44	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 69	Residencial	248.74	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 65	Residencial	358.19	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 59	Residencial	269.82	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 55	Residencial	383.23	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 49	Residencial	213.07	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 45	Residencial	170.87	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 39	Residencial	396.26	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 35	Residencial	164.97	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 29	Residencial	405.28	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 25	Residencial	119.93	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 17	Residencial	310.24	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 13	Residencial	349.9	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 11	Residencial	251.97	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	CL 72A 80 03	Comercio	407.35	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 04	Comercio	367.55	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 10	Comercio	342.61	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 16	Comercio	371.2	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 22	Comercio	293.37	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 28	Comercio	381.62	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 34	Comercio	353.49	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	AC 72 80C 42	Comercio	519.06	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 81A 72 30	Residencial	246.65	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 81A 72 34	Residencial	205.9	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 81A 72 42	Residencial	266.72	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 81A 72 46	Residencial	196.9	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 81A 72A 04	Residencial	295.12	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 81A 72A 08	Residencial	375.98	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 80C 72A 03	Residencial	227.64	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 80C 72 51	Residencial	264.97	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 80C 72 45	Residencial	217.26	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 80C 72 41	Residencial	175.75	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 80C 72 33	Residencial	231.58	Total
EST_05-ESTACION	TABORA	KR 80C 72 29	Residencial	220.29	Total
EST_05-SATELITAL	SANTA HELENITA	KR 80 71B 45	Comercio	0	Parcial
EST_05-SATELITAL	SANTA HELENITA	AC 72 78 91	Comercio	0	Parcial
EST_05-SATELITAL	SANTA HELENITA	AC 72 80C 61	Comercio	0	Parcial

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_05-SATELITAL	SANTA HELENITA	AC 72 80C 55	Comercio	0	Parcial
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 73A 85 10	Residencial	121.48	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 73A 85 20	Residencial	154.92	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 73A 85 22	Residencial	143.41	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 74 84A 35	Residencial	164.86	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 74 84A 27	Residencial	205.79	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 74 84A 21	Residencial	145.12	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 74 84A 11	Residencial	216.13	Total
EST_05-PIQUE	LA SOLEDAD NORTE	CL 73A 85 02	Residencial	150.74	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 22	Residencial	234.95	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 32	Residencial	231.05	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 36	Residencial	342.43	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 44	Residencial	172.46	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 56	Residencial	296.59	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 66	Residencial	321.57	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 74	Residencial	217.28	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77 85 80	Residencial	282.46	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77 04	Residencial	283.85	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77 14	Residencial	269.41	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77 28	Comercio	298.23	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 95	Residencial	402.04	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 85	Residencial	272.74	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 73	Institucional	614	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 55	Mixto	270.53	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 25	Industria	265	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 25	Industria	295.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 25	Industria	368.6	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 54	Residencial	336.55	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 06	Mixto	265.04	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 16	Residencial	243.72	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 18	Residencial	168.71	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 28	Residencial	457.96	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 42	Residencial	421.21	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 46	Institucional	211.71	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 77A 86	Comercio	174.92	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 37	Comercio	182.45	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 27	Comercio	187.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 51	Comercio	229.02	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 45	Residencial	302.04	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 37	Residencial	366.4	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 27	Comercio	257.87	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 15	Residencial	211.5	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 60	Residencial	360.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 19	Residencial	521.27	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 57	Comercio	74.91	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 49	Comercio	286.84	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 78 03	Comercio	558.05	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 20	Residencial	375.41	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 34	Residencial	685.41	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 38	Residencial	364.94	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 78 04	Residencial	131.95	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 78 14	Comercio	105.24	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	AK 86 78 20	Residencial	87.54	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 78 21	Comercio	192.57	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 78 14	Comercio	208.61	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 78 10	Institucional	236.85	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 30	Residencial	968.83	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 24	Residencial	259.38	Total
EST_06-PIQUE	PARIS GAITAN	TV 83 84A 35	Residencial	438.39	Total
EST_06-PIQUE	PARIS GAITAN	TV 83 84A 27	Residencial	617.62	Total
EST_06-PIQUE	PARIS GAITAN	TV 83 84A 21	Institucional	347.75	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 01	Residencial	88.19	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 14	Residencial	260.79	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 38	Comercio	1049.22	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 46	Residencial	418.62	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 57	Residencial	295.01	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 51	Residencial	201.29	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 45	Comercio	414.9	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 31	Residencial	446.85	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 23	Industria	222.75	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 21	Mixto	190.1	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 17	Residencial	170.12	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 15	Residencial	77.68	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 15	Residencial	214.1	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 11	Residencial	218.1	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 03	Comercio	160.71	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 77A 63	Industria	163.31	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 33	Comercio	285.66	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 78 05	Comercio	171.01	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 16	Residencial	263.1	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 20	Residencial	149.46	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 78 17	Residencial	320.17	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85 78 09	Comercio	191.02	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	<Null>	Residencial	135.24	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	<Null>	Residencial	137.16	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 GJ 1	Residencial	10.8	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 GJ 2	Residencial	12.4	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 GJ 3	Residencial	11.75	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 GJ 4	Residencial	12.54	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 DP 1	Residencial	3.69	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 DP 2	Residencial	3.64	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 201	Residencial	45.72	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 202	Residencial	39.2	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 301	Residencial	45.72	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 302	Residencial	39.2	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 401	Residencial	45.72	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 402	Residencial	39.2	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 501	Residencial	45.72	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 74 AP 502	Residencial	39.2	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 65 CA	Residencial	96.81	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 67 CA	Residencial	97.86	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 69 CA	Residencial	103.76	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85A 09 CA	Residencial	89.28	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 201	Residencial	42.17	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 202	Residencial	41.36	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 203	Residencial	41.36	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 204	Residencial	41.28	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 205	Residencial	45.23	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 206	Residencial	44.14	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 207	Residencial	42.62	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 208	Residencial	42.89	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 209	Residencial	43.21	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 210	Residencial	42.92	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 301	Residencial	42.17	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 302	Residencial	41.36	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 303	Residencial	41.36	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 304	Residencial	41.28	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 305	Residencial	45.23	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 306	Residencial	44.19	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 307	Residencial	42.62	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 308	Residencial	42.89	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 309	Residencial	43.21	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 310	Residencial	42.96	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 401	Residencial	42.17	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 402	Residencial	41.36	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 403	Residencial	41.36	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 404	Residencial	41.28	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 405	Residencial	45.23	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 406	Residencial	44.19	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 407	Residencial	42.62	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 408	Residencial	42.89	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 409	Residencial	43.21	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 410	Residencial	42.96	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 501	Residencial	42.33	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 502	Residencial	41.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 503	Residencial	41.44	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 504	Residencial	41.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 505	Residencial	45.44	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 506	Residencial	44.37	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 507	Residencial	42.71	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 508	Residencial	42.89	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 509	Residencial	43.25	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 AP 510	Residencial	42.98	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 DP 10	Residencial	2.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 DP 11	Residencial	2.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 DP 12	Residencial	2.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 DP 13	Residencial	2.48	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 1	Residencial	10.27	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 10	Residencial	11.2	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 11	Residencial	11.08	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 12	Residencial	10.62	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 13	Residencial	11.94	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 14	Residencial	10.99	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 15	Residencial	10.99	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 16	Residencial	11.8	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 17	Residencial	11.71	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 18	Residencial	11.1	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 19	Residencial	11.05	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 2	Residencial	11.26	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 20	Residencial	10.62	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 21	Residencial	10.62	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 22	Residencial	11	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 23	Residencial	10.85	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 3	Residencial	10.26	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 4	Residencial	10.55	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 5	Residencial	11.34	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 6	Residencial	11.34	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 7	Residencial	11.2	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 8	Residencial	10.72	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 77A 85 46 PQ 9	Residencial	10.77	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 GJ 1	Residencial	10.38	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 GJ 2	Residencial	10.38	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 201	Residencial	63.47	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 202	Residencial	39.31	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 203	Residencial	63.15	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 301	Residencial	63.47	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 302	Residencial	39.31	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 303	Residencial	63.15	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 401	Residencial	63.47	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 402	Residencial	39.31	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 403	Residencial	63.15	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 501	Residencial	63.47	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 502	Residencial	39.31	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 77A 52 AP 503	Residencial	63.15	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 17 CA 1	Residencial	139.89	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 25 CA 2	Residencial	139.89	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 29 CA 3	Residencial	139.89	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 10	Residencial	131.21	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 16	Residencial	202.92	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 22	Residencial	184.85	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 28	Residencial	142.43	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 34	Comercio	173.69	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 18	Residencial	176.92	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 24	Residencial	288.36	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 30	Residencial	182.52	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 36	Residencial	224.07	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 40	Residencial	140.03	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 46	Residencial	162.6	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 52	Residencial	165.37	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 56	Comercio	288.52	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 64	Residencial	158.61	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 68	Comercio	181.82	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 72	Residencial	173.84	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AK 86 89 78	Residencial	149.1	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 29	Comercio	435.44	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 23	Residencial	137.23	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 17	Residencial	184.28	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 11	Residencial	172.05	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 03	Residencial	282.69	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 77	Residencial	288.91	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 71	Residencial	140.1	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 67	Residencial	152.54	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 63	Residencial	165.84	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 55	Residencial	108.74	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 51	Residencial	184.09	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 45	Residencial	171.78	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 39	Residencial	193.05	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 35	Residencial	97.65	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 29	Residencial	155.66	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 23	Residencial	253.86	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 17	Residencial	152.13	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 84B 50	Residencial	173.81	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 04	Residencial	317.81	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 10	Residencial	192.87	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	AC 90 85A 16	Residencial	383.23	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 90A 85 67	Comercio	502	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 90A 85 63	Residencial	499.13	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 90A 85 57	Residencial	119.46	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 90A 85 51	Residencial	121.09	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AC 90 86 21	Residencial	212.86	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AC 90 86 15	Residencial	290.77	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AC 90 86 05	Residencial	419.13	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AK 86 89 79	Residencial	233.91	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AK 86 89 73	Residencial	301.98	Total
EST_07-PIQUE	CLUB DE LOS LAGARTOS	KR 91 127 20	Comercio	718.97	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AC 90 86 27	Residencial	237.31	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AC 90 86 33	Comercio	304.71	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	AC 90 86 41	Comercio	377.39	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	KR 86A 89 86	Residencial	134.83	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	KR 86A 89 84	Residencial	243.28	Total
EST_07-ESTACION	LOS CEREZOS	KR 86A 89 76	Residencial	306.14	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 02 GJ 1	Residencial	9.9	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 02 GJ 2	Residencial	9.9	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	CL 89 85A 02 GJ 3	Residencial	9.9	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 13 AP 201	Residencial	62.5	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 13 AP 301	Residencial	62.5	Total
EST_07-ESTACION	LA SERENA	KR 85A 89 13 AP 401	Residencial	62.5	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127A 12	Residencial	48.12	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127A 10	Residencial	221.69	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127A 16	Residencial	299.8	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127A 24	Residencial	239.47	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93C 15	Residencial	276.96	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93C 05	Residencial	272.53	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127A 15	Residencial	260.63	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 24	Comercio	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 30	Comercio	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 36	Comercio	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 42	Comercio	12.47	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 48	Comercio	47.99	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 54	Comercio	59.99	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93D BIS 127A 02	Comercio	62.25	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93D BIS 127A 08	Comercio	63.46	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93D 23	Comercio	60.42	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93D 17	Comercio	72.56	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93D 11	Comercio	60.07	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93D 05	Comercio	36.03	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93D 03	Comercio	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93C 45	Comercio	21.63	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93C 39	Comercio	59.83	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93C 33	Comercio	69.08	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 36	Residencial	106.98	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 42	Residencial	246.22	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 48	Residencial	173.1	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 54	Residencial	214.36	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93D 47	Residencial	226.83	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93D BIS 127A 23	Residencial	222.08	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93D BIS 127A 17	Residencial	212.14	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93D BIS 127A 09	Residencial	145.88	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 42	Residencial	223.67	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 48	Residencial	271.85	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 54	Residencial	200.09	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 60	Residencial	242.96	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 57	Residencial	155.16	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 51	Residencial	176.88	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 45	Residencial	370.16	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93F 127 39	Residencial	318.89	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 04	Residencial	195.65	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 10	Residencial	292.6	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 18	Residencial	287.13	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 24	Residencial	74.6	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 94 25	Residencial	157.7	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 53	Residencial	190.44	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 47	Residencial	279.26	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 41	Residencial	229.13	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 59	Residencial	217.22	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 05	Residencial	230.7	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 23	Residencial	142.89	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 17	Residencial	186.17	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127A 11	Residencial	168.67	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127B 03	Residencial	241.81	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 93C 16	Residencial	227.25	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 06	Residencial	193.07	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 12	Residencial	279.72	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 16	Residencial	318.58	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 20	Residencial	242.64	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 28	Residencial	213.04	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 40	Residencial	128.76	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127B 46	Residencial	143.38	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127C BIS 93C 17	Residencial	171.04	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127C 15	Residencial	346.72	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127C 09	Residencial	334.4	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127C 03	Residencial	135.24	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127B 19	Institucional	174.97	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127B 11	Residencial	125.43	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 05	Residencial	116.72	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127B 94 24	Residencial	144.27	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127B 06	Residencial	215.54	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127B 12	Residencial	209.72	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127B 18	Residencial	269.7	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127B 24	Residencial	204.15	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127B 30	Residencial	197.98	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127C 06	Residencial	157.33	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 37	Residencial	174.01	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 29	Residencial	191.52	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 23	Residencial	128.02	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 17	Residencial	213.78	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 11	Residencial	200.78	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 95 127C 12	Residencial	208.92	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127B 43	Residencial	177.11	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102 126D 05	Residencial	219.3	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102A 126D 04	Residencial	134.2	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102A 126D 10	Residencial	128.2	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102A 126D 12	Residencial	128.6	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102A 126D 16	Residencial	230.59	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102A 126D 22	Residencial	175.13	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102 126D 23	Residencial	290.2	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102 126D 17	Residencial	133.43	Total
EST_08-PIQUE	LECH WALESA	KR 102 126D 11	Residencial	35.81	Total
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130D BIS 118 23	Residencial	679.92	Total
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130D BIS 118 71	Residencial	83.24	Total
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130F 109A 05	Residencial	346.06	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130F 109A 11	Residencial	112.4	Total
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130F 109A 31	Residencial	157.73	Total
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130F 109A 53	Residencial	258.59	Total
EST_09-SATELITAL	AURES II	CL 130F 109A 75	Residencial	136.18	Total
P_TALL-P_TALLER	TIBABUYES II	KR 147 150 05 IN 3	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	TIBABUYES II	DG 151 145 20	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	TIBABUYES II	DG 151 142 50	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	TIBABUYES II	DG 151 142 50 IN 1	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	TIBABUYES II	DG 151 142 10	Lote	0	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	CL 78 85 99	Lote	0	Total
EST_06-ESTACION	LA GRANJA	KR 85A 78 29	Lote	0	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 94 127 36	Lote	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C BIS 127 35	Lote	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	CL 127A 93C 20	Lote	0	Total
EST_08-ESTACION	RINCON DE SUBA	KR 93C 127A 03	Lote	0	Total
EST_09-ESTACION	NUEVA TIBABUYES	AK 118 129D 90	Lote	0	Total
EST_09-ESTACION	NUEVA TIBABUYES	AK 118 129D 70	Lote	0	Total
EST_09-ESTACION	NUEVA TIBABUYES	AK 118 129D 40	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 00	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	KR 145 144C 99	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	KR 145 145 00	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 96	Lote	0	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 80	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 81	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 31	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	CL 144C 145 12 IN 36	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	KR 141B 144C 98	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	KR 141B 144 10	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141A 91	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141A 00	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141A 51	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141A 11	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	KR 141A 144C 99	Lote	0	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 138A 00	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	KR 141A 144C 98	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	SABANA DE TIBABUYES NORTE	KR 138A 145 08	Lote	24	Total
EST_11-ESTACION	SABANA DE TIBABUYES NORTE	KR 136A 145 00	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	SABANA DE TIBABUYES NORTE	AC 145 136A 21	Lote	0	Total
EST_11-ESTACION	SABANA DE TIBABUYES NORTE	AC 145 128 99	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	SABANA DE TIBABUYES NORTE	AC 145 136A 01	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	SABANA DE TIBABUYES NORTE	AC 145 128 98	Lote	0	Total
P_TALL-P_TALLER	TIBABUYES II	KR 141B 145 01	Lote	0	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 1 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Bodega	311.05	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 2 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 3 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 4 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 5 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 6 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Bodega	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 7 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Bodega	72.39	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 8 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Bodega	58.08	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 9 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	22.23	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 10 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.39	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 11 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 12 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 13 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 14 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 15 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 16 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 17 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 18 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	72.39	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 19 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	57.5	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 LOCAL 20 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Lote	36.53	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 7 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.99	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 8 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.99	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 9 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.99	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 10 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.99	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 11 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.99	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 12 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 13 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 14 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 15 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 16 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 18 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	18.87	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 19 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 20 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 21 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 22 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 23 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 26 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 27 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 28 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 29 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 30 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 31 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	10.57	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 32 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	10.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 33 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	10.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 34 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	10.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 35 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	10.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 145 01/31 GARAJE 36 Centro Comercial Porvenir Plaza I	Garaje	9.9	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	186.51	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 3 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 4 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 5 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 6 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 7 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 8 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 9 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 10 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 11 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	71.55	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 13 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	71.55	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 14 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 15 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 16 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 17 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 18 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Bodega	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 19 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 20 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 21 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 22 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	72.61	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 LOCAL 23 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Lote	210.68	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 1 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	12.62	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 2 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	12.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 3 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	12.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 4 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	14.18	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 5 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 6 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 7 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 8 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 9 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 10 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 11 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 12 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 13 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 14 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.65	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 15 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	14.17	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 16 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	14.33	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 17 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.83	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 18 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.74	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 19 - Sector 1 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.74	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 5 - Sector 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 6 - Sector 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	10.57	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 7 - Sector 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	11.34	Total

Estación	Barrio	Ubicación	Destino	Área Construida	Tipo de Afectación
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 8 - Sector 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	12.42	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 9 - Sector 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	12.42	Total
EST_11-ESTACION	TIBABUYES II	AC 145 141B 98 GARAJE 10 - Sector 2 Centro Comercial Porvenir Plaza III	Garaje	12.42	Total

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.21. Tipo y volúmenes de materiales requeridos en la construcción

3.2.21.1. Equipos y maquinaria a utilizar en el proceso constructivo

Véase numeral 3.2.15. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto

3.2.21.2. Estructuras de control

De manera general, para el funcionamiento del sistema de transporte masivo L2MB se dispone de infraestructura como estaciones, accesos, galerías de acceso, pozos de evacuación, ventilación y drenaje, patio- taller, sección túnel y sección viaducto que está expuestos a los siguientes tipos de inundación:

- Inundación por desbordamiento o rotura de jarillón: Corresponden a inundaciones generadas por una creciente progresiva y de larga duración que produce el desbordamiento de cauces o ruptura de elementos de control, contención y conducción dispuestos en orilla (ej. jarillones); este tipo eventos anega áreas generalmente planas e infraestructura contigua al cuerpo de agua.

- Inundación por encharcamiento: Corresponden a inundaciones generadas por deficiencias de funcionamiento de la infraestructura de drenaje que se encarga de captar, conducir y evacuar las aguas de escorrentía.

Dada la localización del sistema de transporte masivo (Bogotà D.C), las áreas susceptibles de inundación y los elementos para la protección de la infraestructura de la L2MB ante este tipo de eventos están regulados por los siguientes documentos:

- Decreto 555 de 2021: Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá- Mapa de Amenaza por Inundación para la ciudad.
- Normatividad del Sistema de Información de Normalización Técnica -SISTEC- de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB. ESP.
- Resolución 0957 del 02 de abril de 2019: Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica – POMCA del Río Bogotà.

Tomando en consideración la normatividad aplicable y la identificación de tipos de inundación que se pueden dar a lo largo del trazado de la L2MB, para el presente proyecto se consideraron de manera general las siguientes tipologías de elementos de protección:

- Elementos tipo barrera: Este tipo de elementos se generan para constituir una barrera física que impida el ingreso del agua de escorrentía a la infraestructura del sistema L2MB. Para el proyecto L2MB se consideró terraplenes y barreras de contención y/o protección.
- Elementos de captación y evacuación de aguas: Los elementos de captación y evacuación de aguas cumplen una función complementaria que busca captar el agua que ingrese al sistema (proveniente de lluvias, escenarios de rotura de tuberías de abastecimiento, activación de sistemas contra incendio, etc), conducirla a los puntos bajos y evacuarlas llevándolas a la red de alcantarillado urbana gestionada por la EAAB.

Dentro de estos elementos se encuentra infraestructura tal como tuberías, sumideros y rejillas de captación de aguas, cunetas de recolección de aguas, tanques de almacenamiento y sistemas de bombeo

Los elementos de protección anteriormente listados están dispuestos en la infraestructura del sistema L2MB tal como se muestra a continuación:

Tabla 85. Análisis de condiciones y elementos de protección para eventos de inundación

Infraestructura L2MB	Tipo de evento de inundación	Tipo de elemento de protección	Descripción elemento
Estaciones - Accesos - Galerías	Inundación por encharcamiento	Barrera	Barrera de contención configurada por escalones que permiten el acceso de los usuarios e impiden el ingreso del agua al sistema
		Captación y evacuación	Galerías: Rejillas de captación y tuberías de conducción Estaciones: cunetas de recolección de aguas, cajas recolectoras, tanques de almacenamiento, sistemas de bombeo

Infraestructura L2MB	Tipo de evento de inundación	Tipo de elemento de protección	Descripción elemento
Pozos de evacuación ventilación y drenaje (Túnel)	Inundación por encharcamiento	Barrera	Barrera de contención configurada por escalones que permiten la salida de los usuarios del sistema (en caso de evacuación) e ingreso de personal de mantenimiento e impiden el ingreso del agua proveniente de escorrentía a la sección túnel.
		Captación y evacuación	Tomando en consideración que los pozos de evacuación, ventilación y drenaje corresponden a puntos bajos de la sección túnel de la L2MB, en estos puntos en particular se dispone de elementos como cunetas de recolección de aguas, cajas recolectoras, tanques de almacenamiento y sistemas de bombeo.
Zona de transición	Inundación por desbordamiento o rotura de Jarillón	Barrera	Proyección de muro de cierre (barrera de contención que impide el ingreso del agua a la sección tipo túnel) en la zona de transición túnel-viaducto.
Patio-Taller	Inundación por desbordamiento o rotura de jarillón	Barrera	Proyección de zona elevada (terraplén) para la construcción del patio-taller de la L2MB

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.22. Programa de desvíos de tránsito vehicular y peatonal con rutas y horarios definidos

Los planes de manejo propuestos, se presentan en el numeral 3.2.12.4. Plan de Manejo de Tráfico

3.2.23. Manejo de volúmenes de material de construcción

3.2.23.1. Materiales de construcción

Tabla 86. Materiales de construcción

Descripción	Unidad	Cantidad
Concreto	m³	1.314.487
Excavación subterránea	m³	1.175.000

Descripción	Unidad	Cantidad
Excavación	m³	2.463.000
Rellenos	m³	2.235.867
Demolición	m³	278.000
Mezcla asfáltica	m³	40.000
Caucho reciclado poroso	m³	2.571

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.23.2. Balance de masas de los materiales de excavación y relleno

Véanse numerales 3.2.3.3. Diagrama de masas (material de relleno y excavación) y 3.2.3.4. Área estimada de remoción de la vegetación y descapote

3.2.23.3. Cantidad de material a reutilizar en el proyecto



- Los residuos de construcción y demolición (RCD), de acuerdo con la normatividad vigente (Resolución 1257 del 2021), se deberán aprovechar efectivamente un porcentaje en peso del total de los RCD generados en la obra, conforme a la categoría del municipio donde ésta se localice, según lo dispuesto en la siguiente tabla:

Tabla 87. Porcentaje de aprovechamiento de RCD

CATEGORÍA ESPECIAL	CATEGORÍA 1, 2, 3	CATEGORÍA 4, 5, 6	CUMPLIMIENTO DE META
25%	15%	5%	1º de enero de 2023
50%	30%	20%	1º de enero de 2026
75%	60%	40%	1º de enero de 2030

Fuente: Resolución 1257 del 2021

En este caso, Bogotá pertenece a la Categoría Especial por lo que se deberán reutilizar entre el 25% y 75%, dependiendo de la fecha en que se termine la obra. Los RCD generados por el proyecto se utilizarán en las adecuaciones de las vías (base y sub base) y el restante serán llevados hasta los sitios autorizados para su disposición final. Adicionalmente se podrá emplear este material para la adecuación de senderos peatonales, accesos a viviendas o establecimientos, entre otros.

3.2.23.4. Explosivos

No se contempla el uso de explosivos en el proyecto, debido a que la excavación del túnel se desarrollará mediante la tecnología de la Maquina Tuneladora.

3.2.23.5. Concretos

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 24,5 MPa para barreras vehiculares (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	110
Concreto de 28 MPa para Vigas Perimetrales de Cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	343
Concreto de 28 MPa para Vigas Perimetrales de Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	662
Concreto de 28 MPa para Vigas Puntales de Cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	656
Concreto de 28 MPa para Vigas Puntales de Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	629
Concreto Ciclópeo fondo de placa de cimentación	m³	2.089
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	191
Concreto de 28 MPa para Placas Intermedias (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	1.526

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 MPa para Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	691
Concreto de 35 MPa para pantallas preexcavadas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	12.058
Concreto de 55 MPa para dovelas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	159.651
Concreto relleno solera 28 MPa	m³	232.629
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	1
Concreto f'c= 28 MPa losas y muros	m³	18
Concreto 3000 PSI hecho en obra para redes (suministro y colocación)	m³	5,28
Concreto de 35 MPa para Vigas Perimetrales de Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	453
Concreto de 28 MPa para relleno de la zona de galería (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado)	m³	200
Concreto de 28 MPa para rampa de la zona de galería (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado)	m³	277

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 MPa para Placas Intermedias (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	507
Concreto de 28 MPa para Placa de fondo (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	824
Concreto de 28 MPa para Placas de cuartos técnicos (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	35
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	121
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	41
Concreto de 35 MPa para pantallas preexcavadas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	20.541
Concreto de 35 MPa para muros en zona de galería (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	1.672
Concreto 28 MPa para Muro zona de escaleras (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	762

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto 28 MPa para Muro zona de ductos (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	346
Concreto 28 MPa para Muro de cuarto de bombas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	100
Concreto 28 MPa para escaleras (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	522
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	196
Concreto de 28 MPa para Placas de Entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	346
Concreto de 28 MPa para Vigas de Cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	71
Concreto de 28 MPa para Vigas de Losa de Entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	312
Concreto de 28 MPa para Viguetas de Losa de Entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	159

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 MPa para Zapatas de Cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	90
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	15
Concreto lanzado	m³	640
Concreto revestimiento 28MPa	m³	818
Concreto de 28 MPa para Chimenea de Ventilación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	26
Concreto de 35 MPa para pantallas preexcavadas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	4.707
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	15
Concreto de 28 MPa para Placa de Cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	462
Concreto de 28 MPa para Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	126

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 35 MPa para Vigas Perimetrales de Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	79
Concreto de 28 MPa para Vigas Puntales de Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	39
Concreto de 40 MPa para dado de cimentación estructural	m³	4.565
Concreto de 40 MPa para dado de cimentación estructural	m³	2.586
Concreto de 40 MPa para dado de cimentación estructural	m³	1.029
Concreto de 40 MPa para dado de cimentación estructural	m³	897
Concreto Postensado f'c = 50 MPa para viaducto "U"– Tablero/Apoyos	m³	580
Concreto Postensado f'c = 50 MPa para viaducto "U"– Tablero/Apoyos	m³	1.194
Concreto Postensado f'c = 50 MPa para viaducto "U"– Tablero/Apoyos	m³	3.039
Concreto Postensado f'c = 50 MPa para viaducto "U"– Tablero/Apoyos	m³	2.127
Concreto Postensado f'c = 50 MPa para viaducto "U"– Tablero/Apoyos	m³	2.193

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto Postensado f'c = 50 MPa para viaducto "U"– Tablero/Apoyos	m³	1.283
Concreto Postensado Clase P1 f'c = 50 MPa para Vigas Cajón en dovelas– Tablero/Apoyos	m³	96
Concreto Postensado Clase P1 f'c = 50 MPa para Vigas Cajón en dovelas– Tablero/Apoyos	m³	314
Concreto Postensado Clase P1 f'c = 50 MPa para Vigas Cajón en dovelas– Tablero/Apoyos	m³	107
Concreto Postensado Clase P1 f'c = 50 MPa para Vigas Cajón en dovelas– Tablero/Apoyos	m³	495
Concreto de 35 MPa para pantallas preexcavadas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	243.008
Concreto f´c=17,5 MPa pantalla. No incluye refuerzo. Incluye excavación, bombeo,transporte y disposición	m³	29.630
Concreto de 35 MPa para columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	1.068
Concreto de 35 MPa para Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado No incluye acero de refuerzo).	m³	37.911
Concreto de 35 MPa para Placas de Mezzanine (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	44.016

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 35 MPa para Placa de Plataforma (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	10.920
Concreto de 35 MPa para Placa de Fondo (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	83.636
Concreto de 35 MPa para Vigas de placa superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	11.246
Concreto de 35 MPa para Vigas de placa mezzanine (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	39.880
Concreto de 35 MPa para Muros de carga zona de Plataforma (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	1.037
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	12.738
Concreto 28 MPa para escaleras (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	4.480
Concreto de 35 MPa para pantallas preexcavadas de galerías (incluye excavación, bombeo, transporte y disposicion final)	m³	45.502
Concreto de 35 MPa para Placas de Accesos (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	21.830

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto 28 MPa para escaleras (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	225
Concreto de 35 MPa para pantallas preexcavadas de galerías (incluye excavación, bombeo, transporte y disposicion final)	m³	45.097
Concreto de revestimiento túnel de acceso (f´c=21 MPa)	m³	401
Concreto para andenes, escobeado y fundido en sitio E= 0,10 M. Suministro y Colocación.	m³	34
Concreto f´c=17,5 MPa pantalla. No incluye refuerzo. Incluye excavación, bombeo,transporte y disposición	m³	800
Concreto de 35 MPa para Placa Superior (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado No incluye acero de refuerzo).	m³	5.148
Concreto de 35 MPa para Placa de Fondo (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	4.290
Concreto 28 MPa para escaleras (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	209
Concreto de 40 MPa para dado de cimentación estructural	m³	1.557
Concreto de 40 MPa para viaducto "U"– Pilas	m³	581

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	3.976
Concreto de 28 MPa para Placas Intermedias (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	1.738
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	550
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	165
Concreto 28 Mpa para pedestales (premezclado. incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. no incluye acero de refuerzo)	m³	4
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	0,400
Concreto de 28 Mpa para dados (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	475
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	299

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	316
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	4.073
Concreto 28 Mpa para muro (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	43
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	37
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	21
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	13
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	21
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	47
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	164

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	2
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	4
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	2
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	1
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	9
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	24
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	33
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	11

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	6
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	103
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	1.450
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	856
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	304
Concreto 28 Mpa para pedestales (premezclado. incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. no incluye acero de refuerzo)	m³	439
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	4.556
Concreto 28 Mpa para muro (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	453
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	245

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	194
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	84
Concreto 28 Mpa para pedestales (premezclado. incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. no incluye acero de refuerzo)	m³	24
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	1.169
Concreto 28 Mpa para muro (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	58
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	86
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	96
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	82
Concreto de 28 Mpa para columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No Incluye acero de refuerzo).	m³	89

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	147
Concreto de 28 Mpa para viguetas de losa de entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de eefuerzo).	m³	125
Concreto de 28 Mpa para placas de entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	112
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	348
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	482
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	171
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	108
Concreto 28 Mpa para pedestales (premezclado. incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. no incluye acero de refuerzo)	m³	80

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	1.000
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	21
Concreto de 28 Mpa para vigas de cimentación (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	31
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	154
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	74
Concreto 28 MPa para escaleras (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	2
Concreto de 28 Mpa para placas de entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	211
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	170

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para viguetas de losa de entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de eefuerzo).	m³	141
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	238
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	19
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	13
Concreto de 28 Mpa para zapatas de cimentación (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	14
Concreto de 28 MPa para Columnas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	12
Concreto de 28 Mpa para placas de entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	15
Concreto de 28 Mpa para vigas (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo).	m³	13

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 28 Mpa para viguetas de losa de entrepiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de eefuerzo).	m³	11
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	74
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	15
Concreto 28 Mpa para muro (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	214
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	202
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	4
Concreto 28 Mpa para muro (premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	86
Concreto de 28 Mpa para placas de contrapiso (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye acero de refuerzo)	m³	157
Concreto para andenes, escobeado y fundido en sitio E= 0,10 M. Suministro y Colocación.	m³	18

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	5
Concreto 3000 PSI grava común para zapata (Premezclado. Incluye bombeo, Sumin., Formaleteo y Colocación. No incl. Refuerzo, Curado).	m³	12
Concreto 4000 PSI para vigas de cimentación (Premezclado. Incluye Sumin., Formaleteo y Colocación. No incl. Refuerzo, Curado).	m³	18
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	15
Concreto 4000 PSI grava común premezclado para tablero puente (incluye suministro e instalación, bombeo de concreto, aditivo para puente de adherencia de concreto fresco y endurecido)	m³	119
Concreto 3000 PSI grava común para rampas y escaleras (premezclado, incluye suministro, formaleteo y colocación. No incluye refuerzo, curado)	m³	70
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	61
Concreto 4000 PSI (28 Mpa) grava común para cámara (premezclado. incluye suministro, formaleteo, colocación y curado. no incluye refuerzo)	m³	555

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Concreto 6000 PSI grava común para tapas cámara (premezclado, incluye suministro, formaleteo y colocación. No incluye refuerzo)	m³	253
Concreto 3000 PSI hecho en obra para redes (suministro y colocación)	m³	331
Concreto 3000 PSI hecho en obra para redes (suministro y colocación)	m³	83
Concreto 4000 PSI grava común para box culvert (premezclado, incluye suministro, formaleteo y colocación. No incluye refuerzo, curado)	m³	2.135
Concreto de 14 MPa para Concreto de Limpieza (Premezclado. Incluye suministro, formaleteo, bombeo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	142
Concreto 3000 PSI (21 Mpa) grava común para losa de aproximación (premezclado, incluye suministro, formaleteo, colocación y curado. No incluye refuerzo)	m³	523
Concreto 4000 PSI (28 Mpa) grava común para barrera New Jersey monodireccional de 0.90m de altura x 0.375m de base. (Premezclado, incluye suministro, formaleteo, colocación y curado. No incluye refuerzo).	m³	3
Concreto 4000 PSI (28 Mpa) grava común para cámara (premezclado. incluye suministro, formaleteo, colocación y curado. no incluye refuerzo)	m³	2.614

3.2.23.6. Aceros

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para barreras vehiculares	kg	18.644
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	kg	487.568
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	kg	465.467
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pantallas	kg	3.014.538
Acero de refuerzo fy=420 MPa ASTM A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para dovelas	Kg	47.297.406
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	kg	2.338
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	395,78
Acero de refuerzo Fy=420 mpa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	kg	90.653
Acero de refuerzo fy=420 MPa ASTM A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para rampa	kg	24.947
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pantallas	kg	3.902.717
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	kg	345.684

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	kg	235.703
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para escaleras	kg	83.458
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	kg	24.188
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	kg	36.485
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	kg	17.323
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	kg	63.039
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	kg	8.978
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	53.143
Acero de refuerzo Fy=420 mpa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros chimenea de ventilación	kg	3.060
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pantallas	kg	1.317.880
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	kg	105.807

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 mpa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	kg	29.568
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	2.932.852
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	1.662.407
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	668.992
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	677.640
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	121.737
Acero de preesforzado	kg	23.188
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	250.637
Acero de preesforzado	kg	47.740
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	638.224
Acero de preesforzado	kg	121.566

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	446.738
Acero de preesforzado	kg	85.093
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	460.609
Acero de preesforzado	kg	87.735
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	269.502
Acero de preesforzado	kg	51.334
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	18.236
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	59.744
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	20.415
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	94.090
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pantallas	Kg	54.676.692

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	298.902
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	Kg	26.222.346
Acero de refuerzo Fy=420 mpa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	14.538.254
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	Kg	144.186
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para escaleras	Kg	582.400
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pantallas	Kg	8.631.577
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	Kg	3.343.574
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para escaleras	Kg	28.536
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	16.788
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	Kg	1.184.040
Acero de refuerzo Fy=420 MPa ASTM A-706 GR60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para placas	Kg	815.100

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para escaleras	Kg	31.416
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	1.366.879
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	110.352
Acero estructural ASTM A618M grado III (Fy = 345 MPa) o equivalente. (Incluye transporte, fabricación y montaje con anticorrosivo y pintura de acabado en epóxico) (incluye materiales, insumos, herramientas y equipos, andamios, mano de obra calificada y todo lo necesario para desarrollar la obra)	kg	432.443
Acero estructural ASTM A633M grado C (Fy = 345 MPa) o equivalente. (Incluye transporte, fabricación y montaje con anticorrosivo y pintura de acabado en epóxico) (incluye materiales, insumos, herramientas y equipos, andamios, mano de obra calificada y todo lo necesario para desarrollar la obra)	kg	649.839
Acero estructural ASTM A514 grado A (Fy = 275 MPa) o equivalente. (Incluye transporte, fabricación y montaje con anticorrosivo y pintura de acabado en epóxico) (incluye materiales, insumos, herramientas y equipos, andamios, mano de obra calificada y todo lo necesario para desarrollar la obra)	kg	206.290
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pedestales	Kg	648
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	53.847

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	62.531
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	61.828
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pilotes	Kg	88.800
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	488.767
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para columnas	Kg	14.769
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para vigas	Kg	292.393
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	19.776
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para riostras	Kg	7.145
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	Kg	5.574
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	3.731
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	8.844

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	1.672
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para Placa.	Kg	19.703
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Vigas	Kg	14.899
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	26.459
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	328
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	480
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	130
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para Placa.	Kg	1.025
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	830
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	1.966
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	4.300

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	780
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para Placa.	Kg	12.326
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	10.940
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pedestales	Kg	79.092
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	111.240
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	39.546
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	546.690
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para columnas	Kg	354.855
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para vigas	Kg	1.020.979
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	116.313
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para riostras	Kg	186.934

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	Kg	58.907
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pedestales	Kg	4.284
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	25.244
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	10.972
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	140.346
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para columnas	Kg	59.270
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para vigas	Kg	96.183
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	145.384
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para riostras	Kg	14.633
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para contravientos	Kg	11.245
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	Kg	7.490

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero se refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para viguetas	Kg	16.298
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	16.087
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	35.463
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	10.689
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	59.888
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	22.200
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	13.978
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (incluye suministro, figurado y fijación) para pedestales	Kg	14.414
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	120.000
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para columnas	Kg	88.530
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para vigas	Kg	220.539

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero Estructural Astm A572 Grado 50. Fy=345mpa, Fu=450mpa. (Suministro E Instalación) Para Correas	Kg	20.987
Acero estructural Astm A572 grado 50. fy=345mpa, fu=450mpa. (Suministro e instalación) para riostras	Kg	34.097
Acero se refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para viguetas	Kg	18.366
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	13.250
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	26.166
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	20.066
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para escaleras	Kg	367
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	55.965
Acero se refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para viguetas	Kg	1.397
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para columnas	Kg	2.182
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para vigas	Kg	3.352

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero de refuerzo Fy=420 Mpa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para zapatas	Kg	1.792
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	10.849
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	Kg	27.845
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	25.961
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación) para muros	Kg	11.154
Acero de refuerzo fy=420 Mpa ASTM A-706 GR60 (incluye suministro, figurado y fijación) para placa	Kg	18.838
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	4.250
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	155.980
Acero estructural A500 Gr. C (Fy= 345 MPa) para puente peatonal tipo Transmilenio. Suministro, fabricación, transporte y montaje de estructura metálica con el siguiente esquema de protección y pintura: sistema de protección básica (guía 6.7.2), limpieza SP10 primer, imprimante epóxico rico en zinc de 3.5 a 4.0 mils película seca barrera, barrera epóxica con curador poliamida de 3.5 a 4.0 mils película seca acabado, recubrimiento uretano brillante alifáticos de 2.5 a 3.0 mils. El espesor total del sistema de protección debe ser al menos 10 mils (dft) chorro abrasivo metal casi blanco.	Kg	225.199

DESCRIPCIÓN	UN.	CANT.
Acero estructural A500 Gr.C. (Fy= 315 MPa) Suministro, fabricación, transporte y montaje de estructura metálica con el siguiente esquema de protección y pintura: sistema de protección básica (guía 6.7.2), limpieza SP10 primer, imprimante epóxico rico en zinc de 3.5 a 4.0 mils película seca barrera, barrera epóxica con curador poliamida de 3.5 a 4.0 mils película seca acabado, recubrimiento uretano brillante alifáticos de 2.5 a 3.0 mils. El espesor total del sistema de protección debe ser al menos 10 mils (dft) chorro abrasivo metal casi blanco.	Kg	83.873
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	251.532
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	6.189
Acero de refuerzo Fy=420 MPa Astm A-706 Gr60 (Incluye suministro, figurado y fijación)	Kg	663.279

3.2.24. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, construcción y demolición

3.2.24.1. Relación de los volúmenes estimados de material a disponer

Véanse numerales 3.2.3.3. Diagrama de masas (material de relleno y excavación) y 3.2.3.4. Área estimada de remoción de la vegetación y descapote

3.2.24.2. Localización de los sitios potenciales para la ubicación de sitios de disposición final de material sobrante o residuos de construcción y demolición (RCD) del proyecto

A continuación se presentan los sitios autorizados por la Secretaria Distrital de Ambiente para la disposición y tratamiento de RCD, que pueden ser utilizados en el proyecto.

Tabla 88. Sitios Autorizados para la Disposición Final de RCD

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
PMRRA Central de Mezclas S.A.	BOGOTÁ	Resolución SDA No. 01280 de 2017 Radicado SDA: 2017EE111539	SDA	En los predios del Registro Minero de Cantera No. 056 de Central de Mezclas S.A. no se desarrollan actividades de extracción, beneficio y transformación de materiales de construcción, no obstante se ejecutaron actividades de disposición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), dando cumplimiento al Artículo 2 de la Resolución 4626 del 3 de junio de 2010.
RAFEL ROMERO	Mosquera	Resolución 3976 del 14/12/2016 Rad SDA. No. 2021ER263299	CAR	Suelo orgánico, material de excavación
JAIME WILLIS	Mosquera	Resolución 2895 de 29/09/2017 Rad SDA. No. 2021ER263299	CAR	Suelo orgánico, material de excavación
TRANSPORTES LAMD	Mosquera	Resolución 0726 del 18 de marzo de 2019 Rad SDA No. 2020ER06883	CAR	Suelo orgánico, material de excavación
PREDIO LA ESPERANZA	Ciudad Bolívar	Registro 005	CAR	Materiales de excavación, tierras negras y/excavaciones orgánicas, Materiales pétreos, materiales de demolición y materiales de descapote
LAS MANAS - Máquinas	BOGOTÁ	RESOLUCIÓN 1480 DE 2014	ANLA	Disposición final de RCD, ESCOMBROS,

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
Amarillas -		RESOLUCIÓN 228 DE 2016		EXCAVACIÓN, Y MATERIALES ESTÉRILES
SAN ANTONIO-REX INGENIERIA	BOGOTÁ	RESOLUCIÓN 836 DE JULIO DE 2015 RADICADO SDA: 2016ER198164	ANLA	Disposición final de RCD, ESCOMBROS, EXCAVACIÓN, Y MATERIALES ESTÉRILES
CEMEX - LA FISCALA	BOGOTÁ	RESOLUCIÓN 1506 DE 28 DE JULIO DE 2006	ANLA	Disposición final de RCD, ESCOMBROS, EXCAVACIÓN, Y MATERIALES ESTÉRILES
CEMEX - TUNJUELO	BOGOTÁ	RESOLUCIÓN 1480 Del 04 de diciembre de 2014	ANLA	Disposición final de RCD, ESCOMBROS, EXCAVACIÓN, Y MATERIALES ESTÉRILES
EL VÍNCULO	SOACHA. LOTE 2,3 Y 4	Resolución de aprobación Resolución 803 del 10 de Agosto de 2012 Resolución de PRÓRROGA Resolución 1009 de 2014 RADICADO SDA: 2014ER141586, 2015ER88647	ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOACHA	Restauración morfológica y construcción banco de suelo Vereda Panamá lotes 2, 3, 4, km 2,0 Municipio de Soacha
SOCIEDAD UNICONIC S.A.	Municipios de Subachoque y Madrid	Resolución No. 1299 del 21 de agosto de 1997, declaró ambientalmente viable y aprobar el Plan de Manejo Ambiental presentado por la sociedad UNICONIC S.A.,	CAR	Autorizado para recibir: Productos de excavación de vías, construcciones y obras civiles, productos de demoliciones que no contengan materiales como hierro, tubos, plásticos, entre otros, y material orgánico producto de descapote No se admite ningún tipo de material que contenga

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
		que establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, corregir y compensar los posibles efectos o impactos negativos causados en desarrollo del proyecto de minería localizado en la jurisdicción de los municipios de Subachoque y Madrid y cuyo trámite se adelanta en el Ministerio de Minas bajo la Licencia No. 17694. Radicado SDA No. 2020ER151996 y 2021ER166380		residuos orgánicos, basuras, plásticos, llantas, materiales metálicos, lodos o residuos de procesos industriales
C&D GREEN INVESTMENT SAS	BOGOTÁ	RADICADO SDA: 2018EE272676	SDA	Transformación de residuos de instalación de Drywall (placa-yeso).
MAQUINAS AMARILLAS SAS	BOGOTÁ	RADICADO SDA: 2019EE100840	SDA	Aprovechamiento y Tratamiento de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
AMCON COLOMBIA S.A.S.	BOGOTÁ	Informe Técnico 789 de 2020 Rad. 2020IE81051 Radicado SDA 2020EE84482	SDA	Tratamiento y aprovechamiento de residuos de origen pétreo (concreto, arcilla, asfalto, piedra, sobrante de mortero), de manera in situ, para transformarlos en concreto, mortero,

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
				relleno, drenante, bases y sub–bases.
Ecoplanet Soluciones AR SAS	BOGOTÁ	RADICADO SDA No. 2019EE301364 - 2020IE46738	SDA	Acopio y transformación de Drywall.
GRANULADOS RECICLADOS DE COLOMBIA - GRECO S.A.S.	BOGOTÁ	RADICADO SDA No. 2020IE223591	SDA	Residuos de construcción y demolición pétreos, arenas, gravas, gravillas, rocas de excavación, mampostería estructural, no estructural, cerámicas, sobrantes de mezclas de cementos, concretos y mezclas asfálticas
SECAM JR	BOGOTÁ	RADICADO SDA No. 2021ER188722 RADICADO CAR: 20212076865 Registro 001	CAR	RCD APROVECHABLES
CICLOMAT	COTA	RADICADO SDA: 2018ER186266 - RADICADO CAR 09181103501 Registro 004	CAR	RCD APROVECHABLES
CICLOMAT - CODEOBRAS	COTA	RADICADO SDA: 2018ER186266 - RADICADO CAR 09181103501 Registro 005	CAR	RCD APROVECHABLES
RECICLADOS INDUSTRIALES	COTA	RADICADO SDA: 2017ER166535 - Registro 015	CAR	RCD APROVECHABLES
SECAM JR EU	SOACHA	RADICADO SDA No. 2021ER188722	CAR	RCD APROVECHABLES

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
		RADICADO CAR: 20202175533 Registro 030		
MAAT SOLUCIONES AMBIENTALES	COTA	Registro CAR 002 Radicado SDA No. 2019EE160738	CAR	Materiales potencialmente aprovechables
RECOLECTORA EL TRIUNFO S.A.S.	BOGOTÁ	RADICADO SDA - 2018ER50154 - 2018EE78872 y proceso 5017986	SDA	La empresa Recolectora El Triunfo S.A.S. realiza dentro de sus actividades económicas la recolección, acopio y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, madera, metales y otros (PVC, drywall y cable eléctrico)
CHATARRERIA AMBIENTAL FM S.A.S.	BOGOTÁ	RADICADO SDA - 2018EE266302-	SDA	La empresa Chatarrería Ambiental FM S.A.S., realiza dentro de sus actividades económicas la recolección, transporte, almacenamiento y comercialización de residuos aprovechables incluyendo chatarra, aluminio y otros metales, cartón, PVC, madera y drywall.
METALES & VARILLAS A.M S.A.S.	BOGOTÁ	RADICADO SDA 2019EE20080	SDA	La empresa Metales y Varillas realiza dentro de sus actividades económicas la recolección, acopio y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, madera, metales y otros (PVC, drywall e icopor)

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
RECICLAJES MARTHA SAS	BOGOTÁ	RADICADO SDA 2019EE56883	SDA	Aprobado como recuperador específico de RCD aprovechables como papel , cartón, plástico, madera y otros (drywall e icopor)
RECUPERADORA AMBIENTAL LAS VEGAS	BOGOTÁ	Radicación: 2019EE82550	SDA	Aprobado como recuperador específico de RCD aprovechables como papel, cartón, plástico, PVC, drywall , icopor, madera y metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño).
EXIRECICLABLES MC S.A.S.	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 01282 del 16 de agosto de 2019, del 16 agosto de 2019 mediante Rad. 2019IE187492 COE: 2019EE192359	SDA	Tipo de material autorizado para disponer: papel, cartón, plástico, PVC, drywall, poliestireno expandido (icopor), madera, vidrio y metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño).
SOLUCIONES AMBIENTALES A&J S.A.S	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 01797, 28 de octubre del 2019 con Rad. 2019IE253080 Radicado de notificación: 2019EE276297	SDA	Recolección, almacenamiento y comercialización de residuos aprovechables como papel cartón, plástico, madera, vidrio y metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño)
Papeles el Norte	BOGOTÁ	Informe Técnico: SDA No. 2019IE277977	SDA	Recolección, acopio y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, madera, metales y otros (drywall)
Ecoplanet Soluciones AR SAS	BOGOTÁ	Informe Técnico de Aprobación 2020EI47033	SDA	Recolección, acopio de materiales aprovechables como madera, plástico,

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
		Proceso 4691953		metálicos y otros (icopor y drywall).
BIORECICLAJE CASALLAS & S.A.S.	BOGOTÁ	Informe Técnico de Aprobación: No. 0953 Radicado informe: 2020IE104666	SDA	Se permite la recolección, acopio y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, madera, metales y otros (PVC, drywall e icopor)
ECO Environment de Colombia S.A.S.	BOGOTÁ	Informe Técnico: SDA No.2020IE56195 COE: 2020EE56234	SDA	Recolección, acopio y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, vidrio, madera y metales.
C&L SOLUCIONES EMPRESARIALES S.A.S.	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 00841 SDA No.2020IE85600 Rad de aprobación: 2020EE87632	SDA	Recolección, acopio y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, madera, metales y otros (PVC y drywall)
GESTIONES AMBIENTALES CASTAÑEDA S.A.S.	BOGOTÁ	Rad. de aprobación: 2020EE240766 Informe técnico: No. 01682 (2020IE211001)	SDA	Material autorizado para recepcionar: papel, plástico, PVC, chatarra y drywall.
Chatarrería Ambiental La Esmeralda	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 02696 - 2019IE301932 Rad de aprobación: 2019EE303076	SDA	Recolección, acopio y comercialización de los residuos de metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño) potencialmente aprovechables
Soluciones Ambientales REMET	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 00215 - 2021IE23982 Proceso de aprobación: 5007832	SDA	Recolección, acopio y comercialización de los residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, madera y metales (acero, hierro, cobre,

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
				aluminio, zinc, estaño) y otros (PVC y drywall)
GLOBO METAL F.M S.A.S	BOGOTÁ	Informe de aprobación: 2021IE120141 Rad. de Aprobación: 2021EE135851	SDA	Tipo de residuos autorizados a recepcionar: como papel, cartón, plástico, PVC, drywall, icopor, madera y metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño)
CAR Ingeniería S.A.S.	BOGOTÁ	Proceso Informe Técnico SDA No. 5154940 Radicado SDA: 2021IE153611	SDA	Papel, cartón, plástico, madera, metales y otros como drywall e icopor (poliestireno expandido)
Depósito San Vicente 1 S.A.S	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 03591 Radicado SDA No. 2021IE198062	SDA	Recolección, acopio temporal y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, PVC, drywall, icopor (poliestireno expandido), madera y metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño).
GREEN WORLD J.E. SAS	BOGOTÁ	Informe Técnico No. 03846 Radicado SDA No. 2021IE204274	SDA	Recolección, acopio temporal y comercialización de residuos aprovechables como papel, cartón, plástico, PVC, drywall, madera y metales (acero, hierro, cobre, aluminio, zinc, estaño).

Fuente: SDA 2022

Los sitios anteriormente listados cuentan con los permisos correspondientes por parte de la SDA.

3.2.24.3. Estimación de los volúmenes de RCD (demoliciones y excavaciones)

Para los residuos de demolición y construcción (RCD) de acuerdo con la normatividad vigente el 30% de los RCD generados serán reutilizados por el proyecto en las adecuaciones de las vías (base y sub base) y el 70% restante serán llevados hasta los sitios autorizados para su disposición final. Adicionalmente se podrá emplear este material para la adecuación de senderos peatonales, accesos a viviendas o establecimientos, entre otros.

A continuación se presentan los volúmenes finales esperados sobre los cuales se debe cumplir con la normatividad vigente

Tabla 89. Volúmenes de RCD (demoliciones y excavaciones)

Descripción	Unidad	Cantidad
Excavación subterránea	m³	1.199.597
Excavación	m³	2.460.013
Rellenos	m³	1.944.232
Demolición	m³	66.106
Caucho reciclado poroso	m³	2.236

Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.25. Residuos peligrosos y no peligrosos

3.2.25.1. Clasificación de los residuos sólidos

3.2.25.1.1. Residuos sólidos convencionales

Los residuos sólidos que se generarán por la construcción del proyecto incluyen residuos convencionales y peligrosos, provenientes de los diferentes frentes de obra. Los residuos convencionales se originan por las actividades humanas dentro de los frentes de obra y se componen principalmente por desechos orgánicos, vasos desechables y empaques de plástico o de icopor.

La descripción anterior se debe tener en cuenta para la separación y clasificación de los residuos en la fuente, de igual manera aquella que se encuentra definida en la Resolución 1344 de 2020 la cual entró en vigencia a partir del 1 de enero de 2021, adicionalmente se tendrán en cuenta todos los parámetros y lineamientos establecidos en el ET-04.

Una vez identificado el tipo de residuo, estos deben ser seleccionados y almacenados en recipientes o contenedores que faciliten el transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición. Los contenedores que se empleen deben ser diferenciales, ya sea por color, identificación o localización. La disposición de los residuos domésticos se hará de acuerdo con los lineamientos definidos por las empresas prestadoras del servicio, teniendo en cuenta las rutas y horarios de recolección de las mismas.



Figura 362. Código de colores para la disposición de residuos.
Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

Gestión integral de residuos

Gestión integral de residuos sólidos domésticos durante la construcción del proyecto
Para lograr una gestión integral de los residuos sólidos del proyecto, se prevén medidas relacionadas con la generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de estos residuos. A continuación se describe la gestión requerida.

- **Separación en la fuente y almacenamiento**

La separación en la fuente es la base fundamental de una adecuada gestión de residuos y consiste en la clasificación selectiva inicial de los residuos procedentes de cada una de las fuentes determinadas (campamentos, oficinas, talleres, frentes de obra, etc.), dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Para realizar la separación en la fuente, en primera instancia se impartirán capacitaciones al personal vinculado al proyecto sobre el manejo y clasificación de los residuos sólidos y el uso de los diferentes recipientes para su almacenamiento inicial.

Los recipientes deben ser de un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento. Los recipientes se ubicarán en los campamentos y frentes de obra en puntos estratégicos, visibles, perfectamente identificados y marcados, del color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos, de acuerdo con los colores que exige la Guía Técnica Colombiana GTC-024 del ICONTEC. Los recipientes estarán protegidos de la lluvia y contendrán bolsas resistentes para facilitar su transporte. Durante la construcción de las obras se hará seguimiento a la generación de residuos para ajustar la ubicación de los recipientes de ser necesario.

Para las necesidades del proyecto, se emplearán recipientes como canecas plásticas o similares, como mínimo de 40 L de capacidad, que cumplan con las siguientes características:

- Livianos, de tamaño que permita almacenamiento entre recolecciones. Es recomendable que tengan forma de tronco cilíndrico, resistentes a los golpes, sin aristas internas, provistos de asas que faciliten el manejo durante la recolección.
- Construidos en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión, como el plástico.
- Dotados de tapa con buen ajuste, bordes redondeados y boca ancha para facilitar su vaciado.
- Construidos en forma tal que estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Los recipientes deben ir rotulados con el nombre del departamento, área o servicio al que pertenecen, el residuo que contienen y los símbolos internacionales.
- Los recipientes deben ser lavados con una frecuencia igual a la de recolección, desinfección y secado, permitiendo su uso en condiciones sanitarias adecuadas.
- Para el adecuado manejo, vaciado y posterior transporte de los residuos las canecas deben poseer en su interior bolsas plásticas que no deben reutilizarse; así mismo, es importante considerar que:
  - ➢ La resistencia de las bolsas debe soportar la tensión ejercida por los residuos contenidos y por su manipulación.
  - ➢ El peso individual de la bolsa con los residuos no debe exceder los 8 kg.
  - ➢ La resistencia de cada una de las bolsas no debe ser inferior a 20 kg.
  - ➢ Los colores de bolsas seguirán el código establecido para la clasificación de los residuos; serán de alta densidad y calibre mínimo de 1,4 milésimas de pulgada para bolsas pequeñas y de 1,6 milésimas de pulgada para bolsas grandes, suficiente para evitar el derrame durante su manipulación.

El almacenamiento de los residuos se hará en un punto de acopio temporal adecuado para este fin en el área de los campamentos, para facilitar la recolección de los mismos, donde se minimizará la generación de malos olores y el ingreso de vectores y tendrá fácil maniobrabilidad para el vehículo recolector (volqueta de 3 m^3) y para los operarios. Este acopio, debe ser un lugar ventilado, cubierto de la lluvia, de fácil lavado (paredes y piso) y con desagües.

El cuarto de almacenamiento temporal del campamento tendrá el área necesaria para acopiar el volumen máximo generado en cinco días, teniendo en cuenta que esta es la frecuencia de recolección estipulada para evacuar los residuos al sitio de disposición final; en este cuarto se colocarán contenedores de polietileno de alta densidad de mayor capacidad (hasta 1600 l) para disponer los residuos retirados diariamente de las canecas localizadas en las distintas zonas del Proyecto.

Dada la versatilidad y durabilidad de este tipo de contenedores, se facilitan las maniobras de su descarga ya que son fácilmente transportables en montacargas.

- **Frecuencia de recolección**

La recolección de los residuos sólidos para disposición en relleno sanitario se realizará tres (3) veces por semana. La recolección interna para disposición temporal en centros de acopio, se realizará de forma diaria para mantener en plena capacidad los recipientes ubicados en cada uno de los campamentos. Con esta misma frecuencia, el constructor recogerá los residuos generados en los diferentes frentes de obra.

- **Recolección y transporte de residuos sólidos**

Los residuos sólidos serán recolectados por el constructor, el cual estará encargado de realizar el recorrido por cada una de las instalaciones de los campamentos donde se ubiquen recipientes para su manejo. Estos residuos serán conducidos a los centros de acopio centrales de cada campamento.

Los residuos generados en los frentes de obra, que se constituyen principalmente como residuos reciclables, igualmente serán transportados por el constructor hasta los centros de acopio temporal.

3.2.25.1.2. Residuos sólidos peligrosos.

Se estimaron las cantidades de residuos peligrosos que se generarán durante la construcción y operación del proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Mantenimiento mayor y menor de equipos
- Actividades y producción de servicios
- Automatismo de trenes
- Mantenimiento de equipos y sistemas
- Actividades de electromecánica

Los residuos peligrosos son aquellos que poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, inflamables, explosivas o infecciosas, que pueden ser una fuente de riesgo para el medio ambiente y la salud.

En la actividad de fabricación de dovelas se estima que la fabricación de una (1) dovela produce 1,25 kg de residuos peligrosos conformados por envases de pintura y estopas presentado de la siguiente manera.

$$10.000\ dovelas * 1{,}25\ \frac{kg}{dovela} = 12.500\ kg = 12{,}5\ ton$$

Para el caso de los residuos peligrosos una vez generados, separados en la fuente y almacenados de manera temporal, el sistema de disposición deberá ser coordinado con un gestor autorizado que disponga de las instalaciones necesarias para el almacenamiento, posible reutilización o aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final de los residuos y que cumpla a cabalidad con permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

La normativa colombiana define los residuos peligrosos como *"Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos"* Capítulo I, Decreto 4741 de 2005.

Los residuos generados en la construcción del metro, clasificados como residuos sólidos peligrosos serán entregados a un gestor externo autorizado que cumpla con la licencia ambiental pertinente.

La identificación de los residuos peligrosos generados dentro de las actividades de mantenimiento del sistema de trenes son:

- Aceite usado
- Envases de aerosol
- Envases de desengrasante
- Grasa usada
- Pilas
- Envases de pintura
- Solvente usado

- Baterías
- Trapos contaminados
- Envases contaminados
- Filtros de aire usados



Adicionalmente el PGIRS para el RESPEL planteado en el capítulo 10 plantea siete subprogramas a través de los cuales se pretende obtener beneficios ambientales, culturales y económicos. Son los siguientes:

1. Programa educativo: Sensibilización a la población con respecto al manejo sostenible de los residuos peligrosos (RESPEL) con miras al desarrollo sostenible.
2. Programas de minimización: Generar un cambio positivo en los hábitos de consumo, procurando la reducción y reutilización en los residuos generados.
3. Programas de separación: Generar el hábito de la separación en la fuente con respecto a las características físico-químicas de los residuos.
4. Programa de recolección y transporte: Optimización en la recolección y transporte de los residuos como resultado del programa de separación en la fuente.
5. Programa de recuperación y aprovechamiento: Incorporación de los residuos generados de nuevo a la cadena productiva como materia prima.
6. Programa de almacenamiento: Desarrollo de sitios de almacenamiento, técnica y ambientalmente adecuados.
7. Programa de indicadores: Control y periodicidad en la recolección de datos.

El constructor deberá elaborar un plan de Gestión Integral de Residuos sólidos Peligrosos con los siguientes componentes:

Componente 1. Prevención y minimización

A. Objetivos y metas

El objetivo es establecer los procedimientos técnicos y administrativos para el manejo interno y externo de los residuos peligrosos generados en la actividad constructiva del proyecto L2MB.

Tabla 90. Objetivos para el manejo interno y externo de residuos peligrosos (Prevención y minimización)

Objetivo	Actividad	Meta
Identificar las características de peligrosidad y clasificar los residuos peligrosos generados	-Recopilar las hojas de seguridad las cuales proporcionen la información de peligrosidad de los residuos -Realizar una matriz de compatibilidad	-Recopilar el 100% de las hojas de seguridad -Clasificar el 100% de los residuos de acuerdo a su compatibilidad
Apoyar los aspectos operativos que permitan asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente	Apoyar las contrataciones necesarias	Realizar las contrataciones requeridas
Capacitar al personal sobre el manejo de los RESPEL	Capacitar al personal encargado de los residuos peligrosos	Capacitar al personal que maneja residuos peligrosos

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

B. Identificación de fuentes
- Presentar los resultados del análisis de peligrosidad de los residuos generados
- Realizar los análisis con un laboratorio acreditado ante el IDEAM
- Anexar el certificado de acreditación del laboratorio
- Incorporar el procedimiento de muestreo de residuos sólidos.

C. Clasificación e identificación de características de peligrosidad

Características de peligrosidad de los residuos peligrosos

Establecer la caracterización de los residuos peligrosos identificados por el contratista. Los residuos deben estar identificados de la siguiente manera:

- Número del residuo: Número correlativo en orden.
- Código Metro: Corresponde al código asignado al residuo al interior de la EMB
- Nombre del residuo: denominación que se le da al residuo.
- Descripción del residuo: se describe el residuo, indicando de manera general cómo se genera.
- Número de UN: número asignado por Naciones Unidas a cada sustancia peligrosa.
- Característica de peligrosidad: corresponde a la característica de peligrosidad
- Clase de riesgo: Corresponde a la clasificación de riesgo
- Grupo de compatibilidad: grupo de naturaleza similar o compatible a la que pertenece el residuo
- Grupo de incompatibilidad: grupo de naturaleza incompatible, es decir grupo de residuos con él que no se puede mezclar el residuo

D. Cuantificación de la generación

Se requiere cuantificar los residuos peligrosos generados en las diferentes instalaciones de la construcción y operación de la L2MB.

E. Alternativas de prevención y minimización

Con el fin de minimizar los residuos generados e incorporar una práctica habitual se requiere coordinar investigaciones de factibilidad de nuevas reducciones y apoyar dichas iniciativas.

Componente 2. Manejo interno ambientalmente seguro

A. Objetivos y metas
B. Manejo interno de RESPEL
C. Medidas de contingencia

Dentro de las principales situaciones de emergencia que se pueden presentar se tienen las siguientes:
- Derrames de sustancias líquidas
- Incendios de sustancias inflamables
- Fugas accidentales de gases
- Explosiones

Las emergencias que se puedan presentar, deben manejarse acorde con el Plan de Emergencias. Para llevar a cabo estas actividades se propone el siguiente personal del contratista.

- Jefe Emergencia: Responsable por la coordinación general del plan, programar y llevar a cabo simulacros, presidir y convocar a reuniones preventivas y/o análisis pos-situaciones de emergencia.
- Jefe Local de la Emergencia: Responsable por declarar los estados de alerta y definir los grupos de emergencia.
- Equipo de Alarma o de Alerta: Personal encargado de comunicar los estados de alerta, y comunicaciones para solicitud de apoyo externo.

D. Medidas para la entrega de residuos al transportador

Para llevar a cabo la recolección de los residuos la empresa externa debe tener en cuenta las consideraciones expresadas en la normatividad vigente.

Componente 3. Manejo externo ambientalmente seguro

A. Objetivos y metas

El objetivo es establecer los procedimientos técnicos y administrativos para el manejo externo de los residuos peligrosos generados en la actividad constructiva del proyecto Metro.

Tabla 91. Objetivos para el manejo interno y externo de residuos peligrosos (Manejo externo ambientalmente seguro)

Objetivo	Actividad	Meta
Cumplir los requisitos legales exigidos en la disposición final y entrega de los residuos peligrosos	-Verificar las condiciones legales ambientales de las empresas de recolección -Solicitar las actas de entrega	-Cumplir con los requisitos legales de transporte y disposición final de los residuos -Contar con el 100% de las actas de entrega

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

B. Identificación y/o descripción de los procedimientos de manejo externo de los residuos fuera de la instalación generadora, tales como aprovechamiento y/o valorización, tratamiento, disposición final, exportación, transporte, etc.

Tal como lo establece el Decreto 4741 de 2005 en el artículo 17, previo a su disposición final la entidad deberá realizar verificación de estas condiciones para garantizar la protección ambiental.

Componente 4. Ejecución, seguimiento y evaluación del plan

A. Personal responsable de la coordinación y operación del plan

El personal responsable de la coordinación y operación del plan será parte del contratista y la evaluación y control será a cargo de la interventoría.

B. Capacitación

Tabla 92. Programa de capacitación

Programa de capacitación	
Conocimientos de prevención y minimización de RESPEL	Coordinación ambiental
Manejo seguro y responsable de RESPEL	Coordinación ambiental
Normatividad legal aplicable	Coordinación ambiental
Normas básicas de salud, higiene y seguridad industrial	Departamento de seguridad y salud en el trabajo

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

C. Seguimiento y evaluación

Para evaluar el desempeño se establece el siguiente indicador:

% Aumento o disminución de RESPEL

$$\frac{Residuos\ generados_{n+1} - Residuos\ generados_{n}}{Residuos\ generados_{n}} * 100$$

Dónde:

N = Periodo inicial

D. Cronograma de actividades

El cronograma depende de la periodicidad de las capacitaciones y el número de frentes de trabajo durante la ejecución de las actividades.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

De acuerdo con el decreto 4741 de 2005 compilado por el Decreto 1076 de 2015, los residuos peligrosos serán almacenados en cada frente de obra en recipientes de color rojo. Estos serán entregados a gestores que cuenten con la respectiva licencia ambiental para almacenamiento, transporte, transformación y tratamiento. En la siguiente tabla se detallan algunas de las empresas autorizadas con licencia ambiental otorgada por la Secretaría Distrital de Ambiente para el manejo de residuos peligrosos. La vigencia de sus licencias deberán ser validadas por el constructor antes de empezar sus actividades.

Tabla 93. Empresas autorizadas por la Secretaría Distrital de Ambiente para el manejo de RESPEL.

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
BOGOTANA DE MANGUERAS	Resolución No. 1326 del 07/06/ 2005. Modificación Resolución No. 3995 del 11/05/2010.	Aprovechamiento	Disposición final de aceite en el proceso de fabricación de cauchos.
CLICK ON GREEN	Resolución No. 1265 del 15/08/ 2013	Almacenamiento y aprovechamiento de	Almacenamiento y aprovechamiento de

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
		residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE´S)	residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEES), incluyendo equipos de telecomunicaciones en desuso, computadores y equipos periféricos. Impresoras, escáneres, faxes, servidores, copiadoras y proyectores.
DESCONT S.A. E.S.P	Resolución No. 4484 del 25/05/ 2010	Almacenamiento	Aceites lubricantes usados (A4060) y baterías plomo-ácido usadas (Y31), lodos contaminados con emulsiones de agua e hidrocarburos (Y9), filtros de aceite usados (A4060), material absorbente y papel contaminado con solventes (Y6 – Y41), recipientes contaminados (Y13 – Y14), potes con pintura (Y12 – Y13), residuos líquidos químicos (Y34 – Y35), liquido revelador y fijador (Y16), papel y plástico contaminado con residuos peligrosos, medicamentos vencidos (Y3) y tubos fluorescentes (Y29)
ECOCAPITAL S.A. E.S.P.	Resolución No. 2517 del 03/10/2005	Almacenamiento, incineración y desactivación con autoclave de calor húmedo	Residuos hospitalarios infecciosos (anatomopatológicos), de animales, cortopunzantes y biosanitarios clasificados según la NFPA como Tipo 4.

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
ECOENTORNO LTDA.	Resolución No.1125 del 06/09/2002 Resolución No. 438 del 17/03/2003	Almacenamiento, Incineración y transporte	Residuos industriales, hospitalarios o domésticos (sólidos, líquidos y pastosos). autorizados tipo 0,1,2,3,4,5 y 6 de la clasificación NFPA
ECOLCIN	Resolución No. 1316 del 07/06/2005 Resolución 2792 del 2006 Modificación Resolución 0011 del 06/01/2011	Transformación y procesamiento de aceites lubricantes usados. Recolección, transporte, acopio y tratamiento de borras.	Transformación y procesamiento de aceites lubricantes usados para disposición como combustible de uso industrial. Operación de la planta de recolección, transporte, acopio y tratamiento de borras. Almacenamiento y envío a disposición final de baterías usadas plomo- acido, residuos sólidos impregnados con hidrocarburos (estopas, trapos, material oleofílico, arena, aserrín, paños absorbentes) y transformación de filtros usados por drenado y retiro de material sólido como caucho y papel impregnado con aceite usado, de forma tal que el material sólido contaminado retirado se envíe a disposición final por incineración y la carcasa metálica del filtro libre de aceite se envíe a fundición.
ELINTE S.A.	Resolución No. 11 de 1999 Resolución No. 1492 del 14/07/2000	Almacenamiento e incineración	Residuos altamente combustibles y combustibles de origen doméstico y comercial, y aceites usados autorizados Tipo 0, 1, 2

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
			y 3 de la clasificación NFPA.
ESAPETROL S.A.	Resolución No. 2890 del 29/12/2000 Resolución No. 0367 del 04/04/2006 Modificación Resolución No. 0461 del 2007	Recolección y transporte de aceites usados. Tratamiento de aguas industriales. Disposición final de residuos peligrosos	Autorizado para procesamiento de aceite lubricante usado para la producción de combustible ecológico denominado ACCEL. Tratamiento de aguas residuales Industriales, Aguas hidrocarburadas, aguas de alta conductividad, aguas con alta DQO y DBQ, aguas residuales de procesos productivos de diferentes sectores e industrias que requieran del servicio ex situ. Lodos y borras hidrocarburadas, piezas impregnadas de hidrocarburos como filtros, empaques, canecas, piezas mecánicas, filtros de aceite, recipientes plásticos y metálicos de lubricantes, grasas e hidrocarburos. Material hidrocarburado incinerable como estopas guantes, trapos, material oleofílico, aserrín. Residuos líquidos peligrosos de hidrocarburos, incluyendo los diferentes hidrocarburos contaminados o residuales. Residuos de caucho y hule, principalmente llantas y mangueras. Residuos eléctricos como baterías y pilas,

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
			materiales que serán entregados para su disposición final a la empresa AIRE LTDA.
INDUSTRIAS FIQ	Resolución No. 108 del 31/01/2007.	Almacenamiento y aprovechamiento de solventes usados	Operación de residuos o desechos peligrosos en el proyecto de almacenamiento y recuperación de solventes industriales a través del proceso de destilación.
INGENIERÍA Y RECICLAJE S.A.S.	Resolución 2847 del 16/12/2015 (Cesión de la Resoluciones No 2699 del 11/10/2005 y 3075 del 12/04/2010 de Domínguez Sánchez S.A.)	Recepción, almacenamiento, entrega, transformación y procesamiento de aceites usados	Recepción, almacenamiento, entrega, transformación y procesamiento de aceites usados
INGEOMINAS	Resolución No. 3326 del 01/11/2007 Resolución No. 010 del 15/01/2008	Almacenamiento temporal	Almacenamiento temporal de fuentes radiactivas en desuso. Sólo incluye el almacenamiento del inventario actual de las fuentes radiactivas existentes, es decir los residuos radiactivos que hayan ingresado al país antes de 1995, los cuales se dividen en dos grupos: a) Residuos radiactivos en poder de usuarios que hayan ingresado al país antes del año 1995 y b) Residuos radiactivos en operación en todo el país.
LASEA SOLUCIONES E.U.	Resolución No. 3010 del 28/12/2005 Modificación Resolución No. 933 de 2008	Recolección, transporte, almacenamiento y disposición final	Residuos plásticos y filtros para aceite principalmente provenientes de las

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
			actividades de lubricación automotriz. Desechos resultantes de la producción y reparación de productos farmacéuticos, Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua, o de hidrocarburos y agua, con excepción de lodos con componentes orgánicos. Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices. Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos. Residuos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones. Acumuladores, baterías níquel – cadmio y/o baterías secas, tubos fluorescentes y lámparas de mercurio
LITO LTDA.	Resolución No. 056 del 29/01/2004 Modificación Resolución No. 4179 del 27/12/ 2007	Aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos	Descarga, almacenamiento, muestreo, análisis de PCBs (en aceite dieléctrico y equipos eléctricos en desuso), marcación y recuperación de equipos contaminados, reembalaje, almacenamiento temporal (en el depósito de seguridad hasta la eliminación por parte del propietario del

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
			residuo), separación y deshuese de materiales libres de PCBs y aprovechamiento de material en bombillas de mercurio y sodio
MAC JHONSON CONTROL´S DE COLOMBIA S.A.S.	Resolución No. 1297 del 23/08/2013	Almacenamiento de baterías usadas plomo-ácido	Almacenamiento de baterías usadas plomo-ácido
PROPTELMA	Resolución No. 1127 del 25/08/2004 Modificación Resolución No. 0026 del 06/01/2005	Almacenamiento y tratamiento.	Procesamiento y transformación de aceites usados.
RECIPROIL LTDA.	Resolución No. 1825 del 15/10/2006 Modificación Resolución No. 190 del 18/01/2011	Recepción, almacenamiento y procesamiento de aceites usados	Procesamiento de aceites usados. Recepción, almacenamiento y envío a disposición final de residuos sólidos impregnados con hidrocarburos, y tratamiento físico. Envío a disposición final y/o aprovechamiento en fundición de filtros usados
RECONSTRUCTORA DE ENVASES S.A. REDENVASES S.A.	Resolución No. 649 del 28/02/2014	Almacenamiento, aprovechamiento, recuperación y tratamiento de residuos peligrosos (RESPEL)	Reacondicionamiento de tambores tapa aro común, tambores cerrados, garrafas plásticas y tanques IBC. (material impregnado o en contacto con resinas y polímeros, emulsiones vinílicas / acrílicas, hidrocarburos, ácido fosfórico grado alimento, pinturas base aceite, thinner, solventes contaminados, soda cáustica contaminada,

Empresa	Licencia otorgada	Actividad	Tipos de residuos autorizados
			material impregnado con solventes).
TRATAR AMBIENTAL S.A.S.	Resolución 2848 del 16/12/2015 (Cesión de la Resolución No. 8650 del 03/12/2009 de Domínguez Sánchez S.A.)	Almacenamiento y tratamiento de lodos y aguas hidrocarburadas	Almacenamiento y tratamiento de lodos y aguas hidrocarburadas, incluyendo actividades de recepción, almacenamiento, y tratamiento de lodos hidrocarburados – borras – y aguas hidrocarburadas mediante el sistema de láminas filtrantes.
WESTECH RECYCLERS OF LATIN AMERICA S.A.S.	Resolución No. 1705 del 30/09/2013	Almacenamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Almacenamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), incluyendo pequeños electrodomésticos, equipos informáticos y de telecomunicaciones, aparatos eléctricos de consumo, herramientas eléctricas y electrónicas, y juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre

Fuente: IDU, 2020.

3.2.25.2. Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos

En la Tabla 94 se estima la cantidad de residuos convencionales que se pueden generar en el proyecto L2MB.

Tabla 94. Estimación de generación de residuos domiciliarios Kg/mes

Tipo de residuo	Kg/mes	Kg/proyecto	Toneladas
Orgánicos	167,59	4533,75	4,53
Comunes	1116,96	30166,87	30,12
Papel	903,84	24412,5	24,41
Cartón	620	16740	16,71
Plástico	781,29	21099,37	21,07
Vidrio	697,5	1395	1,35
Metal	1705	46035	46,01
Total	**5992,20**	**144382,5**	**144,22**

Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

La estimación de residuos peligrosos presentada en la Tabla 95, se realiza una estimación aproximada.

Tabla 95. Estimación de residuos peligrosos

Tipo de residuo	Kg/mes	Kg/proyecto	Toneladas
Aceites usados	57,78	1145,06	1,14
Peligrosos	955,81	15732,5	15,73

Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

3.2.25.3 Propuesta de diseño y ubicación de zonas de almacenamiento de residuos sólidos.

Para el caso de los frentes de obra, el Contratista debe contar con canecas o bolsas diferenciadas con los colores establecidos, ubicadas como mínimo cada 200 m o estratégicamente de acuerdo a la generación de los residuos, contar con avisos que indiquen material reutilizable, material orgánico y material peligroso respectivamente. Así mismo debe hacer la gestión necesaria con las empresas recicladoras para la recolección oportuna de estos materiales.

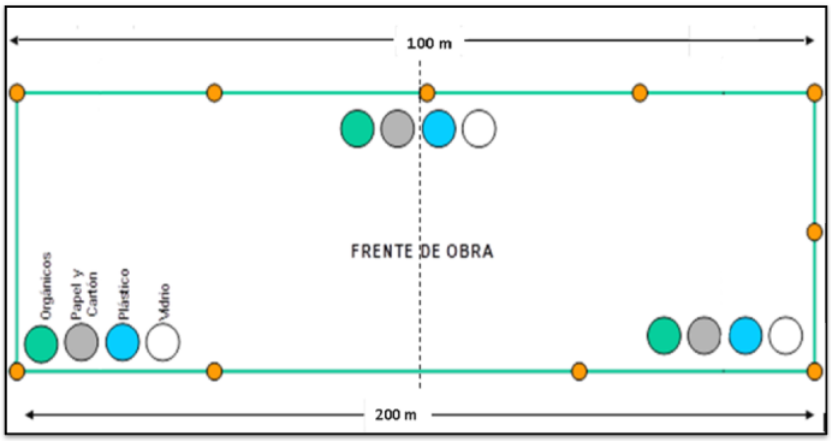


Figura 363. Propuesta de ubicación de las canecas dentro del frente de obra.
Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

Para el dimensionamiento en operación, para el caso de las estaciones, se debe considerar las características del plan de gestión de residuos sólidos validado por la EMB, el cual como mínimo para el almacenamiento interno de residuos, debe contarse con un sitio de almacenamiento central, y en caso de ser necesario, con sitios de almacenamiento intermedios. Estos últimos se justificarán según la necesidad cuando la organización presenta áreas grandes de generación o cuando se ubican en diferentes pisos de las estaciones. El almacenamiento de residuos no peligrosos debe cumplir con lo establecido en el Decreto 1140 de 2003 y/o la normatividad vigente.

Se recomienda que las dimensiones para el Cuarto de almacenamiento temporal de residuos sean las que se presentan en la siguiente figura, no obstante estas deberán ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción.

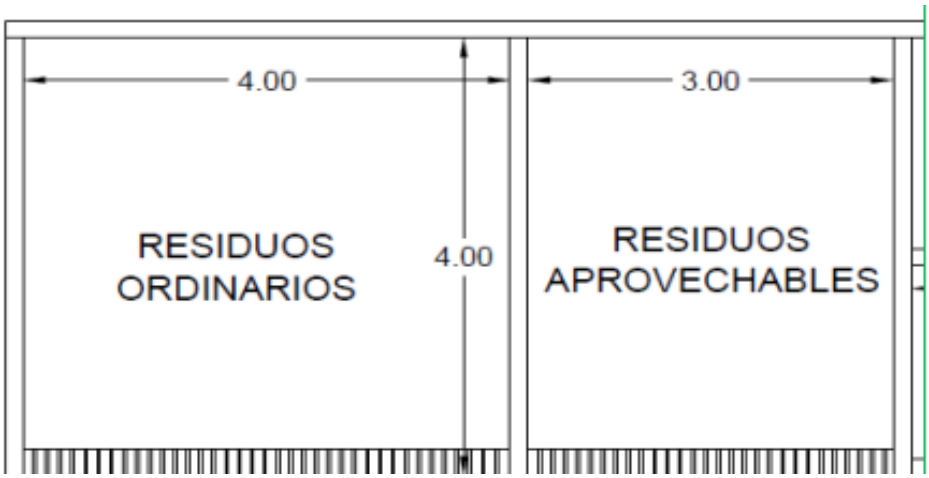


Figura 364. Propuesta de Distribución cuarto de almacenamiento temporal Residuos Sólidos – Vista en planta.
Fuente: https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/procesos

3.2.26. Localización y georreferenciación de los sitios de disposición final.

Teniendo en cuenta la información relacionada en la Tabla 88, a continuación en la Figura 365 presentamos los sitios más representativos para la disposición de residuos de construcción y demolición así como los posibles sitios autorizados para la transformación de los RCD de acuerdo a la normatividad Distrital.

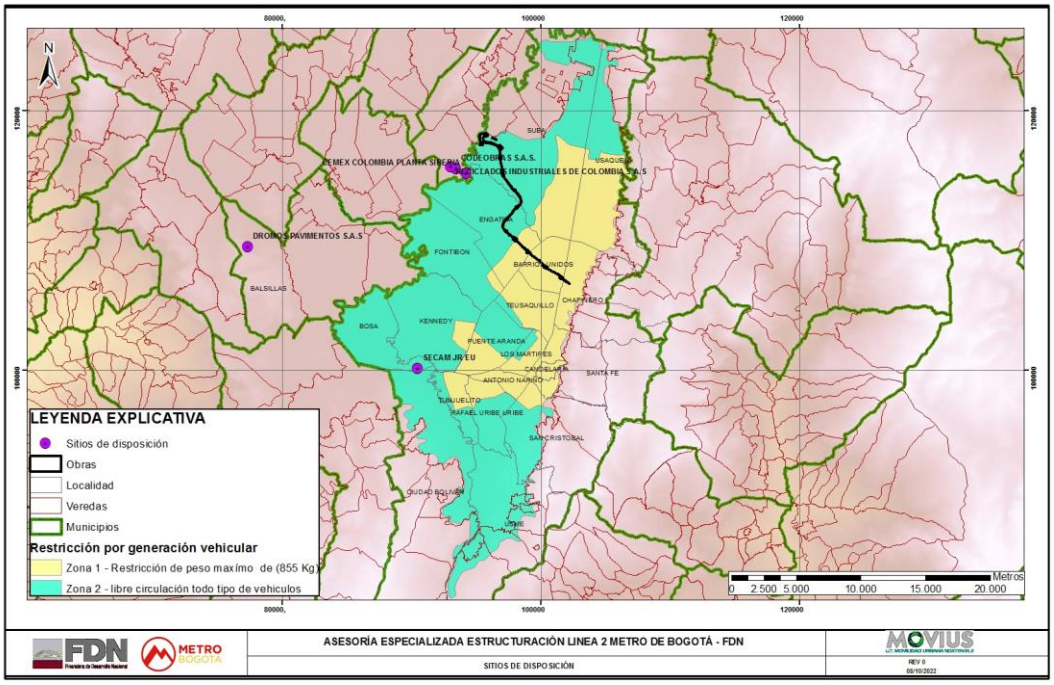


Figura 365. Sitios principales georeferenciados de disposición y tratamiento de RCD Bogotá y Cundinamarca
Fuente:UT MOVIUS 2022

Es importante tener en cuenta que estos sitios podrán ser distintos a la hora de realizarse el proyecto, por lo tanto en la etapa de construcción se tendrá que actualizar el listado de sitios de acuerdo al listado de proveedores del IDU y de la SDA, que estén vigentes al momento de las obras.

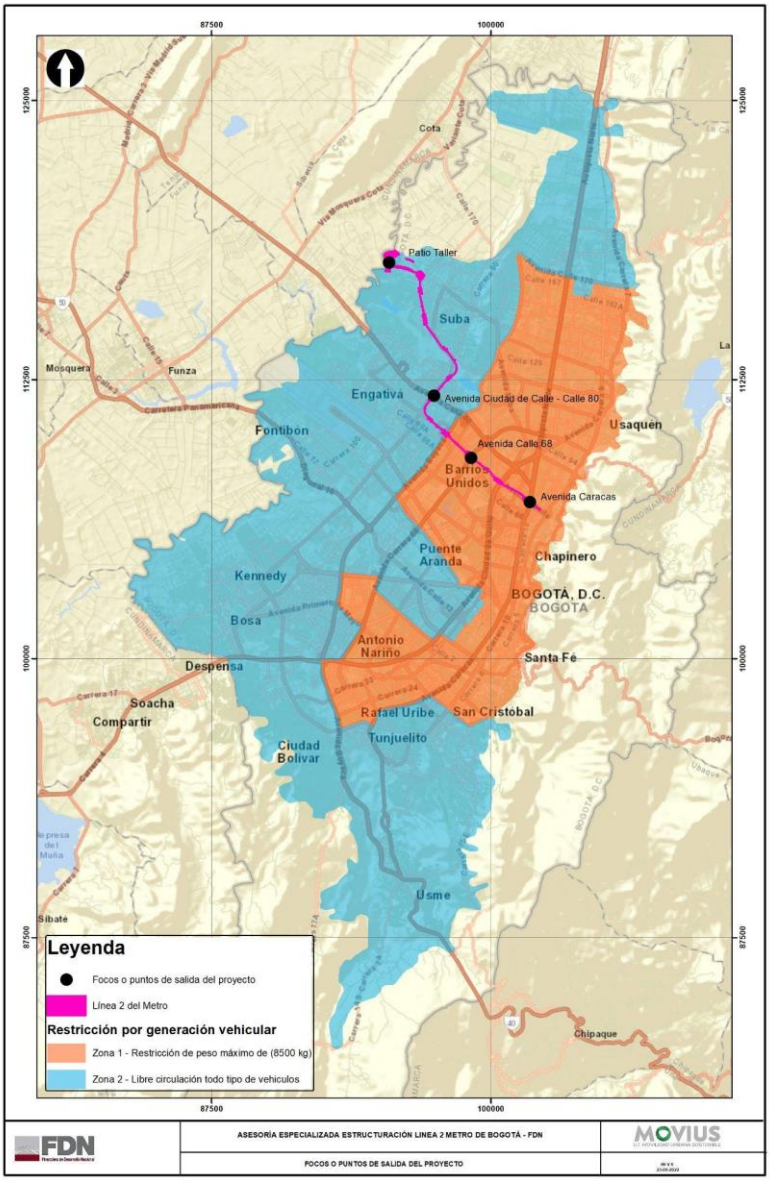


Figura 366. Mapa de los focos o puntos de salida del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

3.2.27. Manejo para transporte de escombros y sobrantes

Con base en la información de la restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá, se presenta a continuación un mapa con las restricciones y condiciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el área urbana del Distrito Capital, establecido por la secretaría de Movilidad de Bogotá.

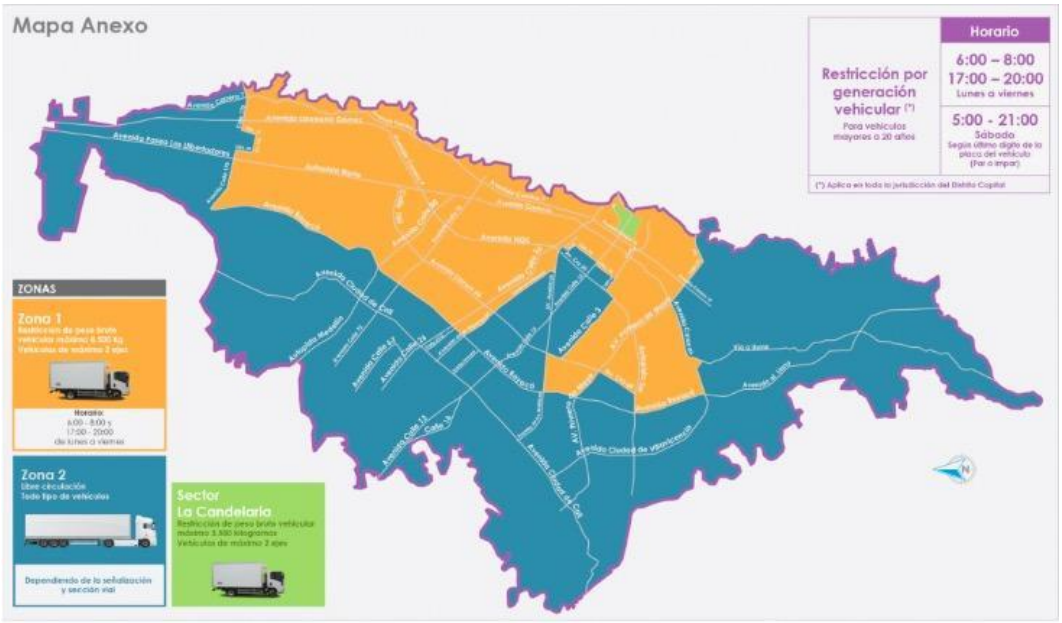


Figura 367.Mapa Restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá
Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD , 2022.

Asociado a lo anterior, en la ciudad se determinaron zonas de tránsito de la siguiente forma:
Zona 1: Al interior del perímetro señalado como zona 1, se restringe la circulación de vehículos de transporte de carga con "peso bruto vehicular máximo" superior a ocho mil quinientos kilogramos (8.500kg.), de lunes a viernes entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas: La zona de restricción inicia en el límite oriental de la ciudad con Calle 170-Calle 170-Carrera 16- Calle 164-Carrera 20-Calle 170-Avenida Boyacá-Avenida de La Esperanza-Avenida de la Américas-Carrera 30- Calle 24 - Carrera 22 - Carrera 24 - Calle 6 – Carrera 30 - Avenida Calle 3 - Carrera 68 - Avenida de las Américas - Avenida Boyacá – Avenida Primero de Mayo - Avenida Carrera 68 - Autopista Sur - Avenida Boyacá – Avenida Villavicencio - Avenida Caracas - Avenida Primero de Mayo Límite oriental. Sector La Candelaria: En la Localidad de la Candelaria comprendido entre la Carrera 9 y la Avenida Circunvalar, y de la Avenida Jiménez a la Calle 7, se restringe en todo horario el tráfico de vehículos de transporte de carga con "peso bruto vehicular máximo" superior a tres mil quinientos kilogramos (3.500 kg). Los vehículos restringidos podrán circular por las vías límite definidas para la zona.

Zona 2: De libre circulación de vehículos de transporte de carga. En el área remanente de la descrita en la denominada zona 1, se permite la circulación de vehículos de transporte de carga con año modelo no superior a veinte (20) años, durante las veinticuatro (24) horas, de conformidad con las disposiciones del Código Nacional de Tránsito Terrestre y la señalización que la autoridad de tránsito establezca. Restricción por generación vehicular. Los vehículos de carga de año modelo superior a veinte (20) años, tendrán restricción dentro de la jurisdicción del Distrito Capital los días sábado entre las 05:00 y las 21:00 horas, horario rotativo de acuerdo con el último dígito de la placa par o impar del vehículo Adicionalmente, de lunes a viernes sin incluir festivos, dichos vehículos no podrán transitar entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas. A Los vehículos de servicio público y particular clase camioneta, con tipo de carrocería: estacas, furgón, estibas y panel, les aplica la restricción por generación vehicular. A los vehículos repotenciados, para efectos de la aplicación del presente artículo, se tendrá en cuenta el año modelo asignado en el Registro Único nacional de Tránsito – RUNT, correspondiente al modelo del motor reemplazado.

Teniendo en cuenta la información de los sitios de disposición y tratamiento de RCD, y de los puntos focales equidistantes y representativos sobre el trazado de la línea del metro, así como la información de restricciones de zonas y horarios de la Secretaría Distrital de Movilidad, se incluye posibles rutas y horarios para el transporte de los sobrantes de RCD, entendiendo que el proyecto es dinámico y que las políticas Distritales pueden Cambiar. En la imagen a continuación se presenta la dinámica de los puntos Origen - destino que puede llegar a tener en el proyecto.

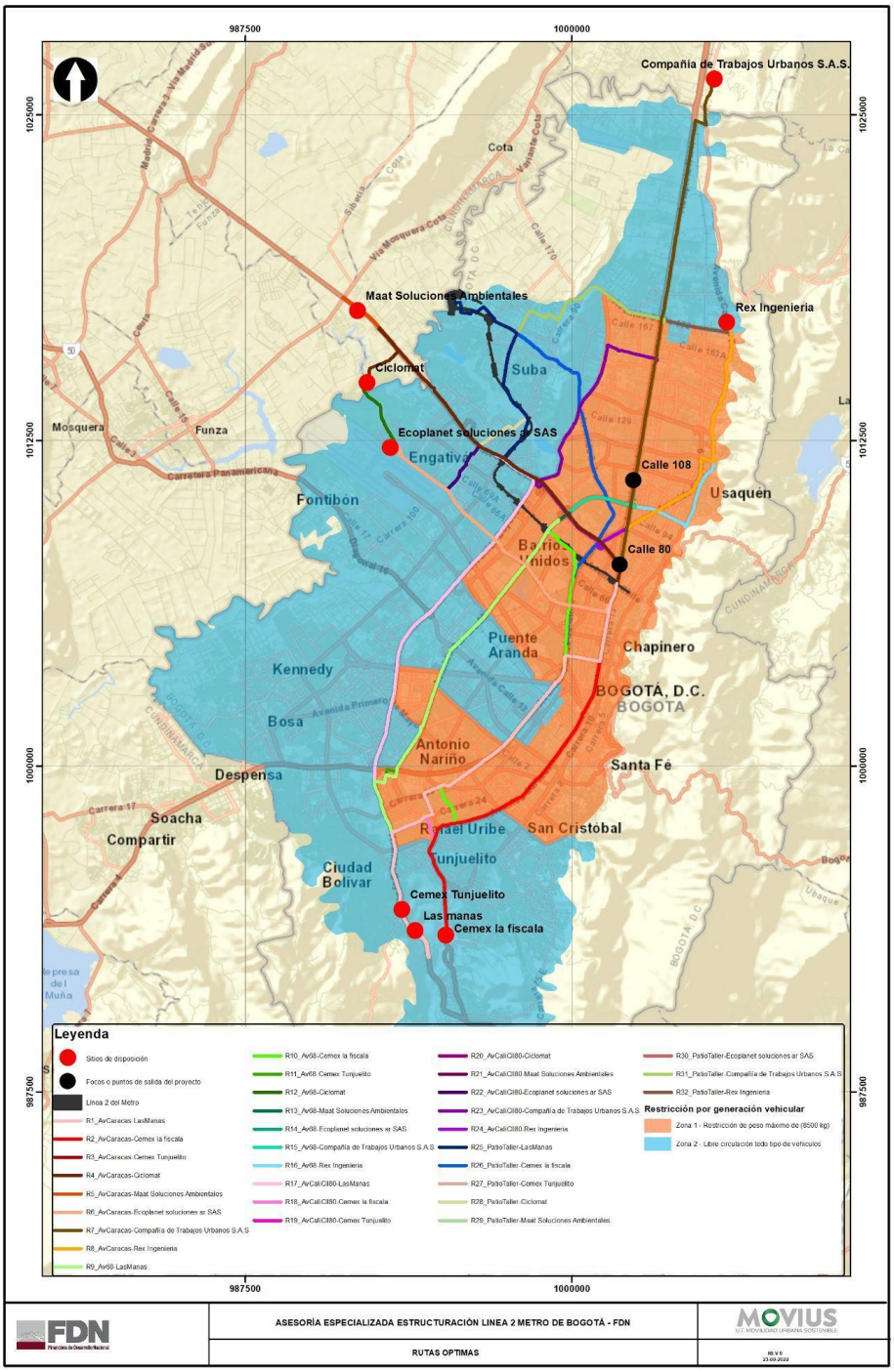


Figura 368. Dinamica de Origen - Destino sitios de Disposición - trazado del proyecto
Fuente: UT MOVIUS, 2022

Las distancias resultantes, son las normales manejadas en la ciudad de Bogotá, la mayoría de sitios se concentran en el Sur de la Ciudad en cuanto a la disposición final y normalmente están asociados a

recuperaciones geomorfológicas de sitios afectados por la minería de gran escala, generando al final beneficios de recuperación de pasivos ambientales para la ciudad.

La información sobre estimación de material a disponer se encuentra en la Tabla 87. Volúmenes de RCD (demoliciones y excavaciones), el volumen a disponer en cada sitio seleccionado deberán ser validadas y ajustadas por el contratista de obra según sus diseños finales, un detalle mayor se logrará en la etapa de construcción y estará a cargo del concesionario adjudicatario, quien tendrá que presentar los diseños a nivel de detalle durante la etapa de preconstrucción. Sin embargo la información correspondiente a los diseños en etapa de factibilidad con respecto a las estaciones y patio taller se encuentran en Entregable 10 y el Patio Taller es el Entregable 11

3.2.28. Técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción.



Durante la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta la normatividad Nacional y Distrital, en la etapa de Construcción se deberá promover el uso de técnicas y tratamiento y aprovechamiento de RCD dentro o fuera del área de proyecto.
Tomando como referencia estudios realizados a nivel Distrital como el ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SITIOS NECESARIOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN – RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN - DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ, DE LAS ESTACIONES, PATIOS Y TALLERES, EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO -SITP- PARA LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. IDU 2015, se deben plantear los siguientes procesos dentro del desarrollo del tratamiento y aprovechamiento de RCD, las cuales se mencionan a continuación en los numerales 3.2.28.1 y 3.2.28.2.

Adicionalmente, los RCD generados se llevarán a Centros de Tratamiento y Aprovechamiento de RCD autorizados por las autoridades ambientales competentes. Lo anterior, como parte de la estrategia de reciclaje de RCD.

3.2.28.1. Validación De Sitios Para El Aprovechamiento Y/O Disposición De Material Sobrante De La Construcción Del Metro.

Conforme a los estudios realizados para la ejecución de la PLMB, se realizó un análisis de la disponibilidad para depositar los volúmenes de Residuos de Construcción y Demolición – RCD en la ciudad, con el fin de mitigar los impactos que se puedan generar con el manejo de este tipo de residuos.

En el Decreto 620 del 2007 “Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital”, se establecieron los diferentes criterios de clasificación de los posibles sitios a utilizar en el manejo de RCD.

Por lo anterior, y de acuerdo con el esquema de gestión de manejo de RCD asociado a los posibles tipos de infraestructura y equipamientos disponibles para la ubicación de los sitios, se puede observar que el listado de sitios disponible presentado en el estudio, compilado por el INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU, Sitios Autorizados para la Disposición Final y tratamiento de RCD cumplen con las premisas de clasificación tal como lo vemos en la figura siguiente, dado que con aprovechamiento tenemos sitios de

reconformación morfológica, de nivelación topográfica y de tratamiento de aprovechamiento de RCD, mejorando entre otras cosas pasivos ambientales en la ciudad y un impacto positivo en la posible reutilización de materiales de RCD, sin generar tanto impacto al medio.

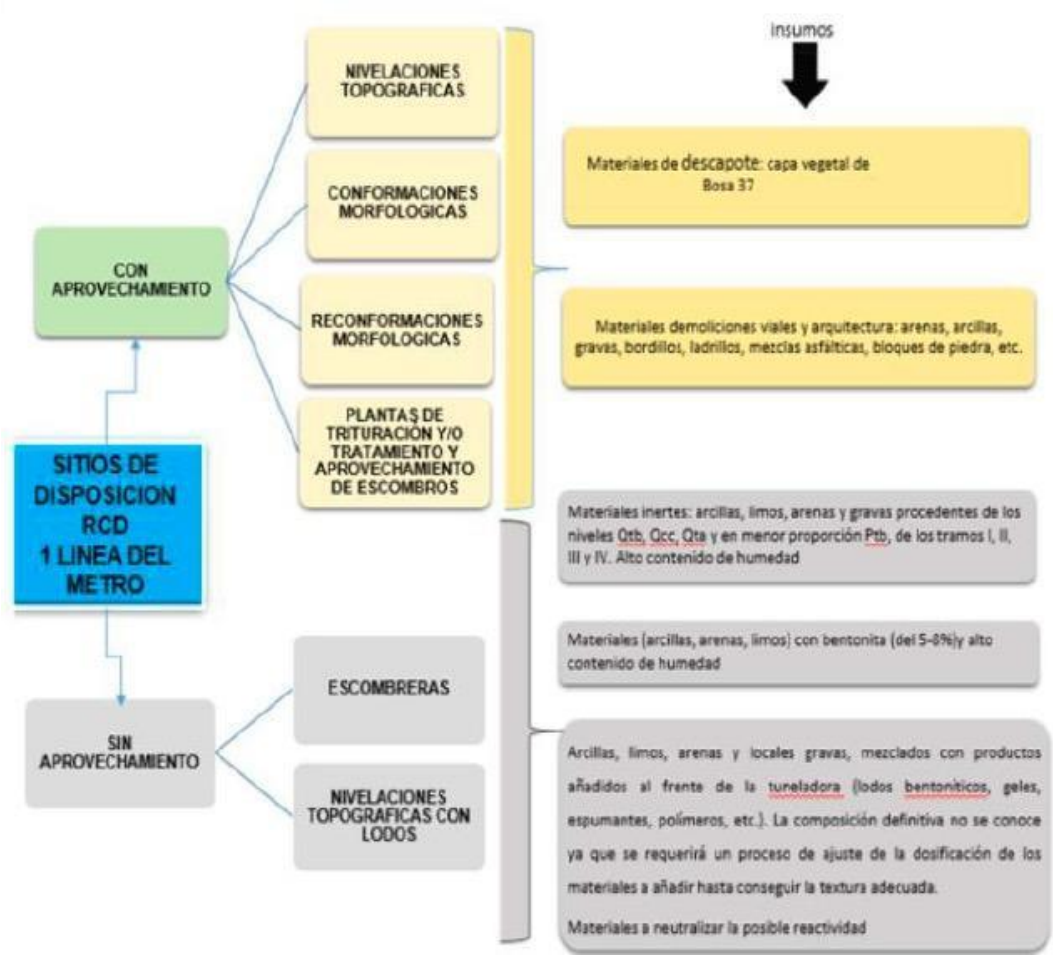


Figura 369. Gestión de manejo de RCD
Fuente: UT MOVIUS, 2022

3.2.28.2. Tratamiento Para El Aprovechamiento De Material Sobrante De La Construcción Del Metro.

Los residuos de construcción y demolición - RCD asociados a los lodos – arcillosos generados de las actividades de excavación de la cimentación, pueden tener un potencial, mediante el procesamiento físico de identificación, clasificación y trituración, como reemplazos en la fabricación de prefabricados (ladrillos, adoquines, toletes y sardineles), así mismo en agregados de morteros, cementos y concretos que los transforman en ecomateriales al reducir por un lado la disposición de los mismos y por otro, reemplazar materiales de cantera o de minería necesarios para las obras ya citadas. Esta opción se podrá optimizar y presentar en el marco del diseño finales de la etapa de construcción del proyecto, por parte del concesionario adjudicatario, por otro lado los posibles materiales peligrosos que se puedan generar en las demoliciones de infraestructura para la construcción del proyecto como lo pueden ser el por ejemplo el asbesto, líquidos

inflamables o sustancias peligrosas presentan en el capítulo 10 Planes de manejo ambiental una medidas correspondientes para su manejo, transporte y disposición de dichos residuos.

Existen experiencias ya registradas en este campo y entidades como el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá) "Uso de materiales reciclados para concretos hidráulicos IDU 452-11" donde han normatizado el uso de concretos de demolición como agregados para base y sub-base de obra vial para la ciudad de Bogotá.

Con base en la investigación hecha en el 2015, se busca aplicar esta práctica a otros materiales como cerámicos tipo urbanismo para su utilización como agregados finos en la elaboración de los productos mencionados. Actualmente en la ciudad de Bogotá se encuentra vigente la Resolución 1115 de 201 Resolución 0472 de 2017, modificada por la Resolución 1257 de 2021 del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, que en su marco jurídico detalla toda la normatividad correspondiente con el manejo de los RCD dentro del marco nacional y distrital de manejo de los residuos sólidos.

Las muestras de residuos de construcción y demolición – RCD lodos – arcillosos que posiblemente se generarán de la construcción de la L2MB, se analizaron a través de la fluorescencia de rayos x – FRx se compone principalmente de SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, La composición mineralógica de los lodos - arcillosos es compleja, con cuarzo como fase cristalina principal, para todos los casos, salvo en el caso de la muestra SLd 1, donde la presencia de filosilicatos (moscovita) contiene ≥ porcentaje, lo cual conduce a un valor muy bajo de cristalinidad.

Es de anotar que todos los lodos arcillosos analizados en las muestras SLd 1, SLd 2 y SLd 3 del documento de la referencia, contienen una zona alta específica de la superficie y una alta actividad puzolánica, con diferentes contenido de material amorfo y de características arcillosas que podrían usarse en industrias cerámicas o por sus características puzolánicas tienen potencial como precursores de adiciones en prefabricados, así mismo de concretos y cementos[5].

Al revisar los resultados de muestra SLd 4, se observa que no tiene contenido amorfo, y por sus características presenta potencial como agregado, base, sub-base o recebo.

Esto se puede lograr en una planta de aprovechamiento donde se procesen los RCD, la totalidad de ellos pueden ser reutilizados y revalorizados, tanto como agregados finos y gruesos, como insumos para la elaboración de prefabricados.

Finalmente, teniendo en cuenta que los lodos como un campo de investigación que apenas se inicia con orientación a la reutilización para un uso diferente al convencional como ha sido la aplicación en el aprovechamiento como enmienda agrícola, material de compostaje para uso agrícola y en algunos casos agregarlos a las arcillas de fabricación de ladrillos y cerámicos de construcción; pero la evaluación de su composición para establecer comportamientos cementantes no ha tenido trayectoria conocida en el país. El evidente potencial de uso de los lodos como cementante se encamina obliga a continuar la búsqueda del mejoramiento del comportamiento puzolánico de las cenizas para el uso mencionado.

Los actuales comportamientos sugieren un uso alternativo como agregado fino de concreto mezclado con la arena de la dosis, para aprovechar su potencial comportamiento puzolánico como refuerzo en las resistencias obtenidas con mezclas hechas con cemento portland.

[5] ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SITIOS NECESARIOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN – RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN - DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ, DE LAS ESTACIONES, PATIOS Y TALLERES, EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO -SITP- PARA LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. IDU 2015,

3.2.29. Aspectos de diseño para la mitigación e impactos ambientales y sociales

En relación con los aspectos contemplados para la mitigación de impactos ambientales y sociales se han establecido los siguientes:

Mitigación del aumento en los niveles de ruido por de la circulación de los trenes

Como parte de los criterios de diseño contemplados para la estructura del viaducto se consideró una tipología de viaducto elevado en viga Gran U. A partir de esta configuración, es posible generar una protección de sonido que permita aislar el ruido aéreo generado por el paso del material rodante permitiendo el control de las emisiones acústicas puesto que las almas laterales del viaducto en U ejercen la función de pantallas anti-ruido, debido, entre otros, a la porosidad del concreto. Para el caso del patio-taller, tanto en construcción como en operación se contará con infraestructura adicional disipando cualquier posibilidad de ruido por fuera de la norma Distrital.

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

Todas las estaciones subterráneas, con excepción de la Estación E3, serán construidas bajo espacios originalmente ocupados por predios privados para que no se produzcan 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 la carrera 68 con calle 68 y calle 72. Contemplará también la integración con Transmilenio de la Av. 68.

Mitigación del aumento en las vibraciones por de la circulación de los trenes

La definición de los apoyos y conectores del material rodante en la estructura del patio-taller, túnel, viaducto, y estaciones minimiza los efectos de vibración al tener elementos que disipan energía en las conexión de los rieles o vías del material rodante y las estructuras del Metro.

Reducción de la inseguridad y residuos sólidos

La L2MB representa una oportunidad de renovación del tejido urbano. De acuerdo con lo anterior, las características del diseño urbano-paisajístico se definieron para dar respuesta a los requerimientos en el aspecto social, ambiental, de eficiencia y sostenibilidad, resaltando en este aspecto el criterio de circulación continua, fluida y libre de obstáculos, que consiste en la adecuación y consolidación de andenes, plazas y plazoletas, implementación de luminarias, así como la adecuada articulación del espacio público en los sitios de acceso al sistema.

Reducción de emisiones atmosféricas

La L2MB funcionará en un 100% a partir de energía eléctrica, lo que elimina las emisiones del proyecto durante la operación y circulación de los trenes.

3.2.30. Análisis de Sostenibilidad

A nivel de sostenibilidad, en la configuración del proyecto se tendrán las siguientes consideraciones, las cuales serán elementos determinantes para la definición de criterios de sostenibilidad aplicados al proyecto:

- La localización de la estación depende directamente de necesidades ferroviarias y por tanto el proyecto se adapta a condiciones replicables en cuanto a la funcionalidad enfocada a la seguridad humana y adecuado funcionamiento de flujos al interior del proyecto tanto para operación del proyecto como para la circulación de usuarios del sistema.

- Como criterio fundamental para garantizar el funcionamiento y seguridad de las estaciones, se evitará el ingreso de agua adicional a la requerida para el funcionamiento de la estación y sistema contra incendio.

- El 90% de las estaciones son subterráneas y por tanto los criterios en cuanto a la orientación y aprovechamiento de la luz y ventilación natural no aplican como criterio del proyecto.

3.2.30.1. Utilización de energías renovables para el autoconsumo

En el desarrollo de las áreas de oportunidad a nivel inmobiliario de las estaciones que se presentan en la ET 08, se considerará como criterio para los futuros desarrollos inmobiliarios la necesidad de localizar sistemas de paneles solares y áreas de retención de aguas lluvias con la posibilidad de ser tratadas y reutilizadas o dirigidas hacia las áreas de SUDS proyectadas por la L2MB.

A nivel de iluminación exterior e interior del proyecto, se utilizarán sistemas LED (Light Emitting Diode), la cual permite recibir una corriente eléctrica moderada y emitir una radiación electromagnética transformada en luz. Lo anterior a su vez considerando criterios funcionales propios de la normatividad nacional como lo es el Retilap y Retie.

3.2.30.2. Consumo de agua

Para la reducción del consumo de agua, se plantea en las áreas de baños la utilización de aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo de agua como lo son a nivel equivalente:

- Sanitarios de bajo consumo 0.8 gpm (0.06l/s).
- Lavamanos de bajo consumo con sensor de movimiento 0.5 gpm (0.03l/s), y orinal (0.05l/s)
- Los originales serán tipo gota para mantener la limpieza del sistema y reducir el consumo de materiales derivados del reemplazo de filtros.
- Para la definición de los acabados arquitectónicos del edificio se utilizan materiales de fácil limpieza mediante el uso de superficies lisas que reducen el consumo de agua durante el mantenimiento.

3.2.30.3. Iluminación y ventilación natural

- La estación 11 es elevada y presenta elementos acristalados que permiten el ingreso de luz durante las horas del día para reducir el consumo energético.

- Cuenta con elementos permeables como láminas microperforadas que permiten que se genere ventilación natural hacia el interior.

3.2.30.4. Uso de materiales reciclables

Como criterio de la estructuración de los términos de referencia del proyecto, se definirá la obligatoriedad de utilizar materiales con contenido reciclable que contribuyan con la disminución de impactos ambientales.

METRO BOGOTÁ

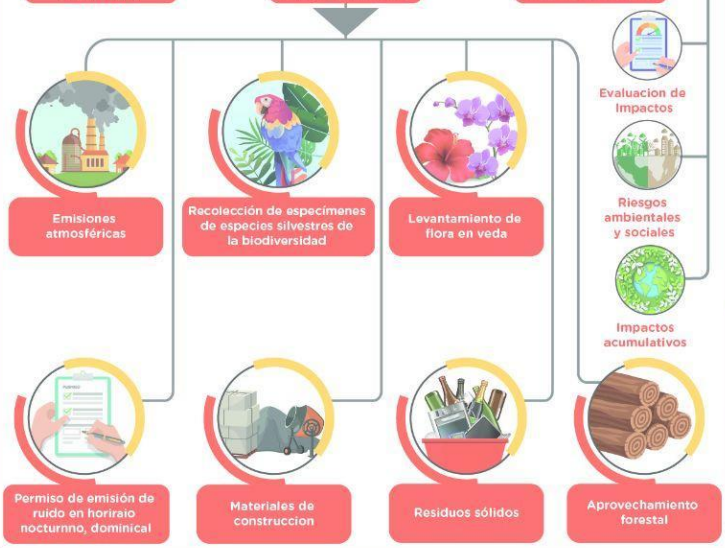
¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

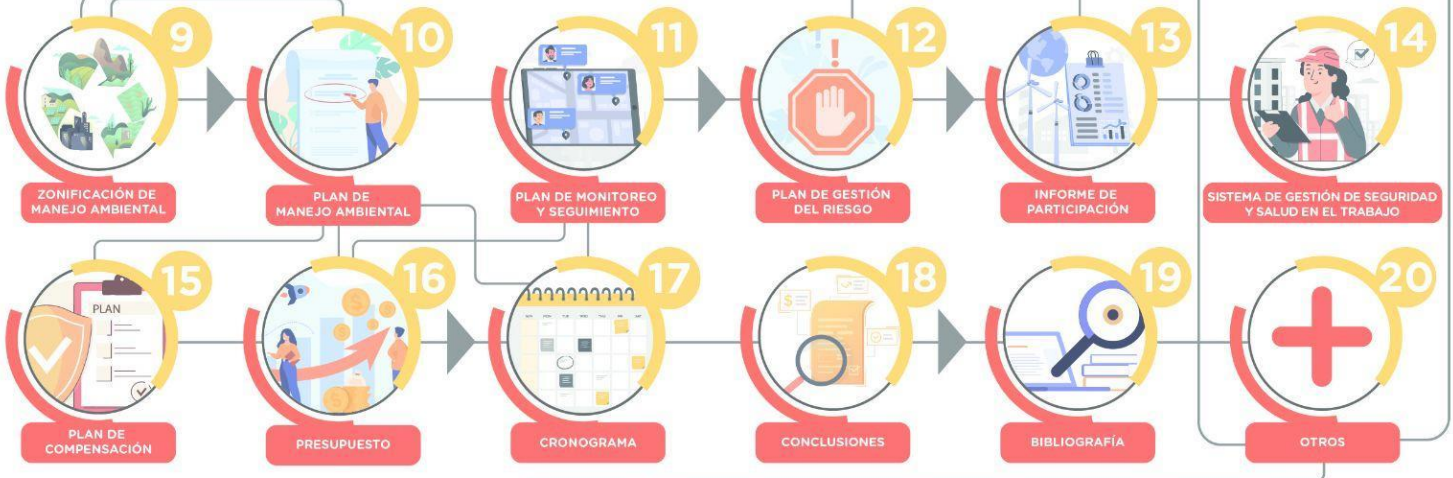














FDN Financiera de Desarrollo Nacional

LA BOGOTÁ que estamos construyendo | ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. | METRO BOGOTÁ | BOGOTÁ

Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de BOGOTÁ, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Capítulo 4
Marco Legal e Institucional

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VD

Elaborado por:

Financiera de Desarrollo Nacional

U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

TABLA DE CONTENIDO

4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL 5
4.1. NORMATIVIDAD NACIONAL 5
4.2. NORMATIVIDAD DISTRITAL 29
4.3. NORMA TÉCNICA 46
4.3.1. Normatividad Nacional 47
4.3.2. Referencias, guías y Criterios de diseño 47
4.3.3. Marco Institucional 48
4.3.3.1. Análisis institucional del Sector Transporte a nivel nacional 49
4.3.3.2. Análisis institucional del Sector Movilidad a nivel distrital 55
4.3.3.3. Identificación de las entidades del orden nacional, regional y distrital que participan en el desarrollo del proyecto L2MB y descripción de sus funciones generales. 57
4.3.3.4. Institucionalidad que participa en el desarrollo del Proyecto 62
4.4. PERMISOS, AUTORIZACIONES Y SOLICITUDES 70
4.5. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL 87
4.5.1. Normas de desempeño IFC. International Finance Corporation (Corporación Financiera Internacional) 87
4.5.2. Guia sobre medio ambiente, salud y seguridad Ferrocarriles 88
4.5.3. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad IFC 89
4.5.4. Marco ambiental y social Banco Mundial 90
4.5.5. Estándar de Desempeño Ambiental y Social del Banco Interamericano de Desarrollo - BID 93
4.5.6. Banco Europeo De Inversiones - BEI 95
4.5.7. CAF Normas Ambientales y Sociales 96
4.6. PROCESO DE CONSULTA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL 98
4.7. VARIACIONES ECONÓMICAS EN LAS CONDICIONES DEL PAÍS 112

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad ambiental y SST nacional aplicable para el proyecto

Tabla 2. Normatividad ambiental distrital aplicable para el proyecto

Tabla 3. Normatividad sector transporte

Tabla 4. Instituciones que participan en el desarrollo del proyecto

Tabla 5. Comunicaciones a Entidades

Tabla 6. Trámites y permisos ambientales y solicitud de información requeridos para la estructuración de la L2MB

Tabla 7. Permisos y trámites ambientales requeridos para la construcción y operación de la L2MB

Tabla 8. Relación estándares IFC - marco Ambiental y Social

Tabla 9. Área de influencia AID

Tabla 10. Piezas de divulgación

Tabla 11. Total inscritos comité de participación

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema preliminar del marco institucional

4. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

El resumen normativo que se presenta a continuación ilustra las Leyes y Decretos vigentes y aplicables a los proyectos de construcción de infraestructura pública en toda la extensión del Territorio Colombiano y nivel distrital. Los temas generales de las normas están relacionados con Ordenamiento territorial, vertimientos, residuos sólidos, aire y ruido, aprovechamiento forestal, manejo de recursos, diversidad biológica, áreas protegidas, entre otros.

Los siguientes apartados describen el marco legal e institucional aplicable al proyecto. En la sección 4.1 se describe la normatividad ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo vigente aplicable al proyecto L2MB, la sección 4.2 contiene la normatividad distrital relevante aplicable. Finalmente, la sección 4.3 trata sobre los diferentes permisos requeridos para construir y operar el proyecto.

En el presente documento, se encuentran los estándares internacionales que aplican en caso de que el proyecto obtenga financiamiento internacional.[1]

4.1. NORMATIVIDAD NACIONAL

A continuación, en la Tabla 1, se presenta la normatividad que sustenta las actividades que serán objeto de evaluación ambiental, Social y SST, ésta normatividad está conformada por leyes, decretos y resoluciones de carácter nacional.

Tabla 1. Normatividad Ambiental, Social y SST nacional aplicable para el proyecto

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
1	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 29 de 1894	“Se reglamenta la explotación de canteras y otras minas en la ciudad, prohibición la explotación de canteras de cualquiera naturaleza en la zona alta y oriental de la Ciudad, comprendida entre el “ El Arroyo de la Vieja,” en Chapinero, y el “Alto de Vitelma,” en el camino de San Cristóbal, sin que se haya solicitado la correspondiente licencia del Señor Alcalde, art. 1. Requisitos de licencia, art. 2. Condición de explotación, art. 3. Multa por infracciones, art. 4. Vigilancia, art. 5.”	30/11/1894	Canteras
2	Corte Constitucional	Sentencia T-386/13	Ejecución de políticas públicas de recuperación del espacio público en el estado social de derecho-No puede afectar derecho fundamental al mínimo vital a sectores más pobres y vulnerables de la población como vendedores ambulantes Preservación del espacio público y derecho al trabajo de comerciantes informales-Tensión se resuelve con diseño y ejecución de políticas públicas que estén acordes con los criterios establecidos por la jurisprudencia constitucional.	5/07/1905	Recuperación del espacio público y comerciantes informales

[1] Todos los resultados de los monitoreos deben compararse contra la norma colombiana y contra los niveles definidos en las Guías MASS. La comparación contra los criterios más restrictivos debe dar lugar a la aplicación, mejora u optimización de las medidas de manejo.

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
3	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C	Decreto 199 de 1942.	"Se ordena el cumplimiento de unos requisitos legales sobre dotación de minas dentro del municipio, solicitud de licencia para continuar con labores de explotación, inspección técnica, multa por incumplimiento, art. 1 a 3."	24/09/1942	Canteras
4	Presidencia de la República de Colombia	Decreto 2663 de 1950	Código Sustantivo del Trabajo	5/08/1950	Seguridad y salud en el trabajo
5	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 644 de 1957	"Dicta disposiciones sobre explotación de materiales rocosos dentro del Distrito, ordena la cancelación de las licencias expedidas a los empresarios o dueños de explotaciones de éstos materiales, señala el formulario de solicitud de licencia que deberán llenar los empresarios o dueños de explotaciones de materiales rocosos, forma y procedimiento para la expedición de la licencia, término para ejecutar las obras y fija multas por incurrir en desconocimiento de estas estipulaciones"	31/07/1957	Canteras
6	Congreso de la República Colombia	Ley 2 de 1959	Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.	16/12/1959	Recursos naturales / Diversidad biológica
7	Convención Ramsar	Convención Ramsar	Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, suscrita en Ramsar	2/02/1971	Reglamentación humedales
8	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA -	Resolución 0316 de 1974	Veda indefinidamente y en todo el territorio Nacional para las especies Pino Colombiano, Nogal, Hojarasco, molinillo, caparrapi y comino de la macarena.	7/03/1974	Flora
9	Todos los ministerios	Decreto 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	18/12/1974	Recursos naturales / Diversidad biológica
10	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 743 de 1976	Decreto 743 de 1976 se reglamenta la explotación de canteras y obras similares	13/07/1976	Canteras

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
11	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA -	Resolución 0213 de 1977	Veda en todo el territorio nacional el aprovechamiento, transporte y comercialización de las especies conocidas en el artículo nacional con los nombres de musgos, líquenes, lamas, parásitas quiches orquídeas, así como lama capote y broza y demás especies y productos herbáceos y leñosos como árboles cortezas y ramajes que contribuyen parte de los habitantes de tales especies que explotan comúnmente como ornamentales o con fines generales y las declara plantas y productos protegidos. Se exceptúan de la veda los arbustos, arbolitos, cortezas, ramajes y demás productos de los cultivos de flores y de plantas explotadas comúnmente como ornamentales, procedentes de plantaciones artificiales en tierras de propiedad privada.	1/02/1977	Flora
12	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA -	Resolución 0801 de 1977	Por la cual se establece la veda de manera permanente en todo el territorio nacional, el aprovechamiento, comercialización y movilización de las especies denominadas Helecho macho, Palma boba o Palma de helecho (Familias: Cyatheaceae y Dicksoniaceae; géneros Dicksonia, Cnemidaria, Cyatheaceae, Nephelea, Sphaeropteris y Trichipteris) y sus productos, y la declara como planta protegida.	24/06/1977	Flora
13	Ministerio de Agricultura	Decreto 1541 Julio 26 de 1978	“Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973”	26/07/1978	Recurso hídrico
14	Ministerio de Agricultura	Decreto 1541 Julio 26 de 1978	“Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973”	26/07/1978	Vertimientos
15	Ministerio de Agricultura	Decreto 1715 de 1978	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje. Este decreto regula lo relacionado a la protección de los paisajes con el objeto de mantener el componente ambiental mediante la protección de los paisajes naturales.	4/08/1978	Paisaje
16	Congreso de Colombia	Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias	24/01/1979	Seguridad y salud en el trabajo
17	Ministerio de trabajo y seguridad social	Resolución 2400 de 19792400	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	22/05/1979	Seguridad y salud en el trabajo
18	Congreso de la República Colombia	Ley 17 de 1981	Por la cual se aprueba la "Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres", suscrita en Washington, D.C. el 3 de marzo de 1973.	22/01/1981	Fauna y Flora
19	Presidencia de la República de Colombia	Decreto 614 de 1984	Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país.	14/03/1984	Seguridad y salud en el trabajo

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
20	Ministerio de Agricultura	Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físico-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo. El recurso de agua comprende las superficies subterráneas, marinas y estuarianas, incluidas las aguas servidas. Se encuentran definidos los usos del agua así: a) Consumo humano y doméstico, b) Preservación de flora y fauna, c) Agrícola, d) Pecuario, e) Recreativo, f) Industrial, g) Transporte.	26/06/1984	Reglamentación humedales
21	Ministerio de Agricultura	Ley 61 de 1985	Por la cual se adopta la palma de cera (Ceroxylom quindiuense) como Árbol Nacional.	16/09/1985	Flora
22	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 1901 de 1985	"Decreto 1901 de 1985 Se adiciona el Decreto 743 de 1976"	5/12/1985	Canteras
23	Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio del Trabajo	Resolución 2013 de 1986	Por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.	6/06/1986	Seguridad y salud en el trabajo
24	Congreso de Colombia	Ley 57 de 1987 Nivel Nacional	"Ley 57 de 1987 Tratamiento subsuelo actividades mineras facultadas para expedir un código de minas"	24/12/1987	Canteras
25	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 105 de 1988	"Decreto 105 de 1988 Normas sobre recuperación de canteras, disposiciones especiales para aquellas que representan riesgos"	1988	Canteras
26	Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio del Trabajo	Resolución 1016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.	31/03/1989	Seguridad y salud en el trabajo
27	Congreso de la República Colombia	Ley 84 de 1989	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.	27/12/1989	Fauna
28	Alcaldía Mayor de Bogotá y Concejo de Bogotá	Acuerdo 06 de 1990	Por medio del cual se adopta el Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá, y se dictan otras disposiciones como el Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá.	8/05/1990	Reglamentación humedales
29	Congreso de la República	Constitución Nacional Art. 63	Se definen los bienes de uso público como bienes inalienables, imprescriptibles e inembargables	1991	Bienes de uso público

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
30	Constitución Política de Colombia 1991	Título I Artículos 1 y 2 Título II, capítulo I, Artículo 41	Colombia es un Estado Social de Derecho, organizado en forma de república unitaria… democrática, participativa y pluralista… Son fines esenciales del Estado… facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación… … se fomentarán prácticas democráticas para el aprendizaje de los principios y valores de la participación ciudadana…	20/07/1991	General. Participación
31	Asamblea Nacional Constituyente	Constitución Política 1991. Artículos 23 y 40 numeral. 6º y Artículo 86.	Habilitación de los derechos de petición, acciones públicas, acción de inconstitucionalidad y de nulidad ante la jurisdicción contenciosa, como mecanismos y herramientas protectoras y defensoras del medio ambiente.	20/07/1991	Derechos de petición
32	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 02 de 1993	Por el cual se prohíbe la desecación o relleno de lagunas y pantanos existentes y delega a los alcaldes locales la obligatoriedad de velar por el cumplimiento del Acuerdo.	8/06/1993	Reglamentación humedales
33	Congreso de Colombia	Ley 55 de 1993	Por medio de la cual se aprueba el “Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990.	2/07/1993	Seguridad y salud en el trabajo
34	Congreso de la República Colombia	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones.	22/12/1993	Licencias ambientales. Modos y procedimientos de participación ciudadana
35	Congreso de Colombia	Ley 100 de 1993	Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.	23/12/1993	Seguridad y salud en el trabajo
36	Congreso de Colombia	Ley 134	Normas sobre mecanismos de participación ciudadana	31/05/1994	Participación ciudadana
37	Ministerio de trabajo y seguridad social	Decreto 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.	22/06/1994	Seguridad y salud en el trabajo
38	Congreso de la República	Ley 164 de 1994	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.	28/10/1994	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
39	Congreso de la República Colombia	Ley 165 de 1994	Por la cual se aprobó el convenio sobre diversidad biológica.	9/11/1994	Recursos naturales / Diversidad biológica
40	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 19 de 1994	Por el cual se declaran como reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento.	8/12/1994	Reglamentación humedales
41	Ministerio del Medio Ambiente	Decreto 948 de 1995	"Por el cual se reglamentan, parcialmente, la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire"	5/06/1995	Aire
42	Ministerio del Medio Ambiente	Resolución 1351 del 14 de noviembre de 1995	"Por medio de la cual se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones"	14/11/1995	Aire
43	Ministerio del Medio Ambiente	Decreto 2107 de noviembre 30 de 1995	"Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire"	30/11/1995	Aire
44	Congreso de la República Colombia	Ley 299 de 1996	Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.	26/07/1996	Flora
45	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 19 de 1996	Por medio del cual se adopta Estatuto General de la Protección Ambiental del Distrito Capital y normas básicas para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente.	9/09/1996	Reglamentación humedales
46	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1791 de 1996	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.	4/10/1996	Flora
47	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1277 de 1996	Declaración de la Sabana de Bogotá y sus recursos naturales como de interés nacional.	26/11/1996	Áreas protegidas
48	Presidencia de la República de Colombia	Ley 357 de 1997	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).	21/01/1997	Reglamentación humedales
49	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 357 de 1997	"Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción"	21/05/1997	Residuos de construcción y demolición –RCD
50	Congreso de Colombia	Ley 373 de 1997	"Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua"	6/06/1997	Recurso hídrico

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
51	Ministerio del Interior	Decreto 1320	Que reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales	13/07/1998	Reglamentación consulta previa
52	DAMA, actual Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 1198 de 1998	"Por la cual se definen unas zonas de nivel sonoro en el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá"	23/09/1998	Ruido
53	Congreso de Colombia	Ley 489 de 1998 - Artículo 32	Democratización de la Administración Pública. Todas las entidades y organismos de la Administración Pública tienen la obligación de desarrollar su gestión acorde con los principios de democracia participativa y democratización de la gestión pública. Para ello podrán realizar todas las acciones necesarias con el objeto de involucrar a los ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil en la formulación, ejecución, control y evaluación de la gestión pública.	29/12/1998	Participación comunitaria
54	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Resolución 318 de 2000	"Se establecen las condiciones técnicas para el manejo, almacenamiento, transporte, utilización y la disposición de aceites usados, definiciones, art. 1. Procedimientos para la separación, almacenamiento, envasado, etiquetado y registro, art. 2 a 7. Responsabilidades, generadores, productores, solidaria, plan de contingencia; todo generador, productor, almacenista, transportador, y receptor de cualquier forma y/o cantidad de aceite usado, está obligado a contar con un plan de contingencia contra posibles derrames, según los lineamientos del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas para el caso de derrames sobre cuerpos de agua, y un plan definido para otros casos, art. 15 a 20."	14/02/2000	Aceites usados
55	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 619 de 2000	Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital.	28/07/2000	Estructura Ecológica Principal
56	Congreso de la República	Ley 629 de 2000	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.	27/12/2000	Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
57	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 438 de 2001	Se establece el salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la diversidad biológica.	23/05/2001	Flora

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
58	Congreso de Colombia	Ley 685 de 2001 Nivel Nacional	"Los propietarios de predios que de conformidad con el artículo 4° del Decreto 2655 de 1988, hubieren inscrito en el Registro Minero Nacional las canteras ubicadas en dichos predios, como descubiertas y explotadas antes de la vigencia de tal decreto, conservarán su derecho, en las condiciones y términos señalados en el presente Código"	15/08/2001	Canteras
59	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Acuerdo 69 de 2002	Por la cual se adopta el Nogal (Junglans neotropica Diels) como el árbol insignia de Bogotá D.C., distrito capital.	26/02/2002	Silvicultura urbana
60	Presidencia de la República	Decreto 833	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico Nacional y se dictan otras disposiciones.	26/04/2002	Arqueología
61	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 0584 de 2002	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional.	26/06/2002	Fauna y Flora
62	Ministerio de trabajo y seguridad social	Decreto 1607 de 2002	Por el cual se modifica la Tabla de Clasificación de Actividades Económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales y se dictan otras disposiciones.	31/07/2002	Seguridad y salud en el trabajo
63	Ministerio de Desarrollo Económico	Decreto 1713 Agosto 6 de 2002	"Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos."	6/08/2002	Residuos de construcción y demolición –RCD
64	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 79 de 2003, Artículo 85	"Por el cual se expide el Código de Policía de Bogotá"	20/01/2003	Residuos de construcción y demolición –RCD
65	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Resolución 1188 de 2003	"Se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital, objeto, aplicación, definiciones, art. 1 a 3. Obligaciones y prohibiciones de los actores que intervienen en la cadena de gestión de los aceites usados, registro, tipo de vehículos, art. 4 a 16. Responsabilidades, art. 17. Sanciones, art. 18. Control y vigilancia, art. 19 y 20. Derecho de intervención de los ciudadanos, art. 21. Transitorio, art. 22. Vigencia, art. 23"	1/09/2003	Aceites usados
66	Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 3100 del 30 de Octubre de 2003	"Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones"	30/10/2003	Recurso hídrico
67	Congreso de Colombia	Ley 850	Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas	19/11/2003	Veedurías ciudadanas

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
68	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 436 de 2003	"Asigna a la Dirección de Prevención de Atención y Emergencias de la Secretaría de Gobierno la función relacionada con la expedición de la autorización para el uso de explosivos de canteras ubicadas en áreas urbanas."	28/11/2003	Canteras
69	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 469 de 2003	"Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	23/12/2003	Estructura Ecológica Principal
70	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Libro Rojo de anfibios de Colombia	Determinación de especies de anfibios bajo alguna categoría de amenaza a nivel nacional	2004	Fauna
71	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 157 de 2004	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar.	12/02/2004	Reglamentación humedales
72	Concejo de Bogotá, D.C.	Decreto 190 de 2004	Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003.	22/06/2004	Reglamentación humedales
73	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 190 de 2004 (POT BOGOTA) articulo 78, numeral 3,	"se define el concepto de Ronda Hidráulica (RH), como la zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica"	22/06/2004	Recurso hídrico
74	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 190 de 2004 (POT Bogotá) Artículo 78, numeral 4	"se define el concepto de Zona de manejo y preservación ambiental, como la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico."	22/06/2004	Recurso hídrico
75	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 1172 de 2004	Estableció el Sistema Nacional de Identificación y Registro de los Especímenes de Fauna Silvestre en condiciones Ex Situ.	7/10/2004	Fauna y Flora
76	OMS		Guías de calidad del aire ambiente de la OMS	2005	Calidad de Aire
77	Ministerio Ambiental de Desarrollo Territorial	Resolución 2202 de 2005	"Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Trámites Ambientales"	3/01/2005	Recurso hídrico

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
78	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 0572 de 2005	Por la cual se modifica la Resolución 0584 del 26 junio de 2002 y se adoptan otras determinaciones. ART. 1: - Modificar el artículo 3 de la Resolución No. 0584 del 26 de junio de 2002, "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se adoptan otras disposiciones", en el sentido de adicionar al listado de especies silvestres allí señalados, los que se anexan a la presente resolución y que hacen parte integral de ella.	4/05/2005	Fauna y Flora
79	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 1446 de Octubre 5 de 2005	"Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 415 del 13 de marzo de 1998, que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma"	9/10/2005	Residuos de construcción y demolición –RCD
80	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 4688 de 2005	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial.	21/12/2005	Fauna y Flora
81	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 4741 de 2005	"Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejó de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral."	30/12/2005	Residuos de construcción y demolición –RCD
82	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 4741 de 2005 Nivel Nacional	"Reglamenta parcialmente la prevención y generación de residuos o desechos peligrosos y regula el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. Clasificación, caracterización, identificación y presentación de los residuos o desechos peligrosos, obligaciones y responsabilidades del generador, gestión y manejo de los empaques, envases, embalajes y residuos de productos o sustancias químicas con propiedad o característica peligrosa, autoridades ambientales en la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos, registro de generadores de residuos o desechos peligrosos, importación, exportación y tránsito de residuos o desechos peligrosos, prohibiciones, disposiciones sobre residuos o desechos hospitalarios, , residuos o desechos de plaguicidas, residuos o desechos radiactivos, régimen sancionatorio y sobre vigilancia y control"	30/12/2005	Residuos sólidos y peligrosos
83	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA -	Resolución 096 de 2006.	Por su parte la Resolución 096 de 2006 modifica las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA, en relación con la veda sobre la especie Roble (Quercus humboldtii).	20/01/2006	Flora

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
84	Congreso de Colombia	Ley 1010 de 2006	Por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones laborales.	23/01/2006	Seguridad y salud en el trabajo
85	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 196 de 2006	Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.	1/02/2006	Reglamentación humedales
86	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 062 de 2006	Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del Perímetro urbano del Distrito Capital.	14/03/2006	Reglamentación humedales
87	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 601 de 2006	"Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia"	4/04/2006	Aire
88	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 627 de 2006	"Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental"	7/04/2006	Ruido
89	MAVDT	Resolución 627 de 2006	por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental	7/04/2006	Ruido - Límites
90	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 1128 de 2006	Por la cual se modifica el artículo 10 de la Resolución 839 de 2003 y el artículo 12 de la Resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones.	15/06/2006	Reglamentación humedales
91	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 1402 del 17 de Julio de 2006	"Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos."	17/07/2006	Residuos de construcción y demolición –RCD
92	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C	Decreto 312 de 2006	"Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital"	15/08/2006	Residuos de construcción y demolición –RCD
93	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Resolución 1908 de 2006	"Fija los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por las fuentes fijas de las áreas-fuente de contaminación alta Clase I. Prohíbe a partir del 01 de septiembre de 2006, el funcionamiento de las calderas y hornos ubicados en el área-fuente de contaminación alta a las que se refiere el Decreto Distrital 174 de 2006, que utilicen combustibles sólidos y crudos pesados, salvo algunas excepciones. Prohíbe a partir del 31 de agosto de 2006, la utilización de aceites usados, o sus mezclas	31/08/2006	Aceites usados

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
			en cualquier proporción como combustible en calderas y hornos, así como en la fabricación de aceites lubricantes"		
94	Corporación Autónoma Regional - CAR	Acuerdo 043 de 2006	Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020	17/10/2006	Calidad de agua
95	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 330	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales	8/02/2007	Audiencias públicas ambientales
96	Ministerio de la protecciòn social	Resolución 2346 de 2007	Por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.	11/07/2007	Seguridad y salud en el trabajo
97	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 4090 del 2007	Por medio de la cual se adopta el Manual de Arborización para Bogotá D.C.	20/12/2007	Silvicultura urbana
98	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 624 de 2007	Por el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política de Humedales del Distrito Capital.	28/12/2007	Reglamentación humedales
99	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C	Decreto 620 de 2007	"Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital."	28/12/2007	Residuos de construcción y demolición –RCD
100	Congreso de la República	Ley 1185	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 – Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones	12/03/2008	Ley General de Cultura
101	Ministerio de la protecciòn social	Resolución de 2646 de 2008	Por la cual se establecen disposiciones y se definen responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosocial en el trabajo y para la determinación del origen de las patologías causadas por el estrés ocupacional.	17/07/2008	Seguridad y salud en el trabajo
102	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 327 de 2008	Por medio del cual se dictan normas para la planeación, generación y sostenimiento de zonas verdes denominadas "Pulmones Verdes" en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.	24/09/2008	Flora
103	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 456 de 2008	Por el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se deroga a través del Art. 20 el Decreto 61 de 2003.	23/12/2008	Ambiental

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
104	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 034 de 2009	"Por el cual se establecen condiciones para el tránsito de vehículos de carga en el área urbana del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	5/02/2009	Residuos de construcción y demolición –RCD
105	Presidencia de la República	Decreto 763	Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificadas por medio de la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza materia.	10/03/2009	Patrimonio Cultural de la Nación
106	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 3957 del 19 Junio de 2009	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital.	19/06/2009	Vertimientos
107	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 3956 del 19 Junio de 2009	"Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el Distrito Capital"	19/06/2009	Vertimientos
108	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Acuerdo 17 de 2009	Por medio del cual se determina la zona de ronda de protección del río Bogotá.	26/08/2009	Reglamentación cuenca Río Bogotá
109	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 417 de 2009	"Por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	17/10/2009	Residuos de construcción y demolición –RCD
110	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Acuerdo 30 de 2009	Por el cual se declaran de utilidad pública e interés social los terrenos necesarios para la adecuación hidráulica del río Bogotá dentro del megaproyecto río Bogotá.	17/12/2009	Reglamentación cuenca Río Bogotá
111	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF Colombia	Plan Nacional de Especies Migratorias	Plan de diagnóstico de los grupos de especies migratorias presentes en Colombia y la definición de su estatus de residencia en el país. Para la conservación y manejo sostenible de las especies migratorias y de la biodiversidad en Colombia.	2010	Fauna
112	Secretaría Distrital de Ambiente	Plan de Manejo Ambiental Humedal Juan Amarillo. 2010.	Plan de Manejo Ambiental Humedal Juan Amarillo	2010	Reglamentación humedales
113	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 383 de 2010	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional	23/02/2010	Flora
114	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 435 de 2010	"Por medio del cual se dictan lineamientos para ampliar la cobertura arbórea en parques y zonas verdes de equipamientos urbanos públicos".	29/03/2010	Zonas verdes

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
115	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 650 de 2010	“Mediante la cual se adoptan los protocolos de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire”	29/03/2010	Aire
116	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 3887 de 2010	"Por la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Juan Amarillo y se adoptan otras determinaciones"	6/05/2010	Reglamentación humedales
117	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Decreto 2372 de 2010	Reglamenta el Decreto ley 2811 de 1974, ley 99 de 1993, Ley 165 de 1994 y el Decreto ley 216 de 2003	1/07/2010	Áreas protegidas
118	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 3678 de 2010	“Por el cual se establecen los criterios para la disposición de las sanciones consagrada en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009”	4/10/2010	Residuos de construcción y demolición –RCD
119	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 6919 de 2010	“Establecer el Plan Local de Recuperación Auditiva en el Distrito Capital con el objeto de controlar y reducir las emisiones de ruido de manera progresiva y gradual conforme a la clasificación de las localidades más afectadas como son: Kennedy, Fontibón, Engativá, Chapinero, Puente Aranda, Mártires y Antonio Nariño”	19/10/2010	Ruido
120	Presidencia de la República de Colombia	Decreto 3930 de 2010	Reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III-Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	25/10/2010	Recursos naturales / Diversidad biológica
121	Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 3930 de 2010	“Reformado por el Decreto 4728 de diciembre 23 de 2010: Establecen las disposiciones relacionadas con el recurso hídrico, su ordenamiento y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados”	25/10/2010	Recurso hídrico
122	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 2086 de 2010	“Por la cual se adopta la metodología para la tasación de multas”	25/10/2010	Residuos de construcción y demolición –RCD
123	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 2154 de 2010	“Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones”	2/11/2010	Aire
124	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 531 de 2010	Por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones.	23/12/2010	Silvicultura urbana

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
125	Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial	Resolución 0799 de 2011	"Por la cual se efectúa un levantamiento temporal de veda para las especies Helecho macho, Palmo boba o Palma de Helecho (Cyatheceae), Bromelias (Bromeliaceae), Orquideas (Orchidiaceae), Musgos, hepáticas y Líquenes y se toman otras determinaciones"	3/05/2011	Flora
126	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 5589 de 2011	Por la cual se fija el procedimiento de cobro de los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.	30/09/2011	Silvicultura urbana
127	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 5983 de 2011	Por la cual se establecen las especies vegetales que no requieren permiso para tratamientos silviculturales.	27/10/2011	Silvicultura urbana
128	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 6971 de 2011	Por la cual se declaran árboles patrimoniales y de interés público en Bogotá, D.C.	27/11/2011	Silvicultura urbana
129	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 6423 de 2011	Adopta la guía técnica de Techos verdes	6/12/2011	Zonas verdes
130	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 6563 de 2011	Por la cual se dictan disposiciones para la racionalización y el mejoramiento de trámites de arbolado urbano.	16/12/2011	Silvicultura urbana
131	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 6982 de 2011	"Dicta normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire. Haciendo referencia al aceite usado no tratado como combustible se prohíbe ya sea en cualquier proporción o como mezcla en equipos de combustión externa y hornos de capacidad térmica menor o igual a 10 megavatios así como tampoco en equipos en los que se adelanten procesos para la elaboración de productos alimenticios para el consumo humano o animal. Por otro lado el uso del aceite usado tratado como combustible es permitido siempre y cuando el mismo provenga de empresas que cuenten con la respectiva licencia ambiental para dicho proceso"	27/12/2011	Aceites usados
132	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 7142 de 2011	Establece y adopta determinantes ambientales sobre la Estructura Ecológica Principal -EEP- en suelo urbano de Bogotá D.C.	30/12/2011	Estructura Ecológica Principal
133	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 7132 de 2011	Por la cual se establece la compensación por aprovechamiento de arbolado urbano y jardinería en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente.	30/12/2011	Silvicultura urbana
134	Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 0303 del 6 de Febrero de 2012	"Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 64 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en relación con el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y se dictan otras disposiciones"	6/02/2012	Recurso hídrico
135	Ministerio del trabajo	Resolución 0491 de 202	Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones.	24/02/2012	Seguridad y salud en el trabajo

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
136	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 0288 de 2012	Por la cual se modifica la Resolución 5589 de 2011	20/04/2012	Silvicultura urbana
137	Congreso de Colombia	Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones	24/04/2012	Gestión del riesgo
138	Ministerio del trabajo	Ley 652 de 2012	Por la cual se establece la conformación y funcionamiento del Comité de Convivencia Laboral en entidades públicas y empresas privadas y se dictan otras disposiciones.	30/04/2012	Seguridad y salud en el trabajo
139	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 359 de 2012	Por la cual se revoca parcialmente el parágrafo del Art. 3 para la Resolución No. 7132 de 2011; que establece la compensación por aprovechamiento de arbolado urbano y jardinería en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente.	10/05/2012	Silvicultura urbana
140	Icontec	GTC 45	Guía Para La Identificación De Los Peligros Y La Valoración De Los Riesgos En Seguridad Y Salud Ocupacional.	20/06/2012	Seguridad y salud en el trabajo
141	Congreso de Colombia	Ley 1562 de 2012	Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional.	11/07/2012	Seguridad y salud en el trabajo
142	Ministerio del trabajo	Resolución 4272 de 2021	Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas.	23/07/2012	Seguridad y salud en el trabajo
143	Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1640 del 2 de Agosto de 2012	Por el cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otra disposición	2/08/2012	Recurso hídrico
144	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 1115 de 2012	"Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital."	26/09/2012	Residuos de construcción y demolición –RCD
145	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 2667 del 21 de Diciembre de 2012	"Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones"	21/12/2012	Vertimientos
146	Concejo de Bogotá. D.C.	Acuerdo 515 de 2012	"Por medio del cual se modifica el Acuerdo 417 de 2009, que reglamenta el Comparendo Ambiental en el Distrito Capital"	24/12/2012	Residuos de construcción y demolición –RCD
147	Congreso de Colombia	Ley estatutaria 1618	Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad. Acceso y accesibilidad personas en situación de discapacidad	27/02/2013	Derechos de personas en situación de discapacidad

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
148	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 715 de 2013	"Por medio de la cual se modifica la Resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012"	30/05/2013	Residuos de construcción y demolición –RCD
149	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Resolución 1138 de 2013	Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción y otras determinaciones	31/07/2013	Ambiental
150	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 1138 de 2013	"Por la cual se adopta la Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción y se toman otras determinaciones"	31/07/2013	Residuos de construcción y demolición –RCD
151	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 1305 de 2013	Revoca de manera directa la Resolución 6619 del 20 de Diciembre de 2011 Por la cual se establecen las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verticales en el Distrito Capital y se toman otras determinaciones , y aclara que las solicitudes de autorización y registro de instalación de jardines verticales en la ciudad de Bogotá D.C.	23/08/2013	Zonas verdes
152	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 364 de 2013	"Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	26/08/2013	Residuos de construcción y demolición –RCD
153	Ministerio de minas y energìa	Resolución 90708 de 2013	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.	30/08/2013	Seguridad y salud en el trabajo
154	Ministerio del Interior	Directiva Presidencial N° 10	Guía metodológica para la realización del proceso de consulta previa con comunidades étnicas. Desarrolla de forma delimitada los procesos de certificación de presencia o no de comunidades étnicas y el desarrollo metodológico de las consultas previas	7/11/2013	Consulta previa
155	Congreso de la república	Ley de infraestructura 1682 de 2013	Regulan y actualizan lo concerniente, entre otros asuntos, a la adquisición de predios para obras de infraestructura.	22/11/2013	Adquisición de predios
156	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Decreto 2981 de 2013	"Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo"	20/12/2013	Residuos de construcción y demolición –RCD
157	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 3016 de 2013	Por la cual el MADS reglamenta el permiso de estudio de especímenes de especies silvestres.	27/12/2013	Fauna y Flora
158	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 0192 de 2014	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.	10/02/2014	Fauna y Flora

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
159	Presidencia de la República de Colombia	Decreto 1477 de 2014	Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales.	5/08/2014	Seguridad y salud en el trabajo
160	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1274 de 2014	Modifica la Resolución 1527 de 2012. Actividades que se pueden desarrollar dentro de la reserva forestal protectoras Nacionales o regionales	6/08/2014	Áreas Protegidas
161	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 2041 de 2014 (Contenido en el Decreto 1076 de 2015)	"-Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales"	15/10/2014	Licencia ambiental
162	Congreso de la república	Ley 1742 IGAC de 2014	Regulan y actualizan lo concerniente, entre otros asuntos, a la adquisición de predios para obras de infraestructura.	26/12/2014	
163	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	Libro Rojo de reptiles de Colombia	Determinación de especies de reptiles bajo alguna categoría de amenaza a nivel nacional	2015	Fauna
164	Autoridad de Licencias Ambientales	Resolución 324 de 2015	Por la cual se fijan las tarifas para el Cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental y se dictan otras disposiciones	17/03/2015	Recurso hídrico
165	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 631 del 17 de Marzo de 2015	"Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"	17/03/2015	Vertimientos
166	MADS	Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	17/03/2015	Vertimientos - Límites
167	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 900 de 1997 compilado en el Decreto 1076 de 2015.	Por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación.	26/05/2015	Flora
168	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	26/05/2015	Recursos naturales / Diversidad biológica

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
169	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible	Decreto 1076 de 2015	"Compila las disposiciones reglamentarias del Sector Ambiente. Reglamenta el control a emisiones de ruidos, el ruido en sectores de silencio y tranquilidad, las prohibiciones, los horarios de ruido permisible, el ruido de maquinaria industrial, los establecimientos industriales y comerciales ruidosos, el ruido de plantas eléctricas, las áreas de amortiguación del ruido, restricción de ruido en zonas residenciales, el ruido de aeropuertos, sirenas y alarmas, (Artículo 2.2.5.1.5.1 al 2.2.5.1.5.23)"	26/05/2015	Ruido
170	Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1076	Artículo 2.2.2.3.3.3 respecto a la participación de las comunidades en proyectos que puedan afectar el medio ambiente señala lo siguiente: "Se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el estudio de impacto ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso.	26/05/2015	Participación comunitaria
171	Ministerio de Cultura	Decreto 1080	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector cultura	26/05/2015	Arqueología
172	Congreso de Colombia	Ley 1757	En la cual se dictan disposiciones en Materia de Promoción y Protección del Derecho a la Participación Democrática que buscan promover, proteger y garantizar modalidades del derecho a participar en la vida política, administrativa, económica, social y cultural; y asimismo a controlar el poder político. A su vez, la ley regula la iniciativa popular y normativa ante las corporaciones públicas, el referendo, la consulta popular, la revocatoria del mandato, el plebiscito y el cabildo abierto; y establece las normas fundamentales por las que se regirá la participación democrática de las organizaciones sociales. Esta Ley propone tres grandes aspectos: 1) los mecanismos de participación ciudadana. 2) la rendición pública de cuentas y el control social a lo público y 3) la coordinación para la participación ciudadana.	6/07/2015	Participación democrática
173	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 932 de 2015	"Por la cual se modifica y adiciona la Resolución 01115 de 2012"	9/07/2015	Residuos de construcción y demolición –RCD
174	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 2410 de 2015	"Por medio de la cual se establece el Índice Bogotano de Calidad del Aire –IBOCA– para la definición de niveles de prevención, alerta o emergencia por contaminación atmosférica en Bogotá D.C. y se toman otras determinaciones"	11/12/2015	Aire
175	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Libro Rojo de mamíferos de Colombia	Determinación de especies de mamíferos bajo alguna categoría de amenaza a nivel nacional	2016	Fauna

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
176	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	Libro Rojo de aves de Colombia	Determinación de especies de aves bajo alguna categoría de amenaza a nivel nacional	2016	Fauna
177	Ministerio del trabajo	Decreto 1072 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.	15/04/2016	Seguridad y salud en el trabajo
178	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 323 de 2018	Modifica los artículos 4 y 30 del Decreto Distrital 062 de 2006, por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de Manejo Ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital.	2/08/2016	Reglamentación humedales
179	Ministerio de Transporte	Resolución 1023	"Por la cual se definen los elementos cofinanciables por parte de la Nación, y los aportes en especie en los proyectos SITM Transmilenio Soacha Fase II y III y Primera Línea de Metro de Bogotá, y se dictan otras disposiciones"	23/04/2017	Proyectos SITM Transmilenio Soacha Fase II y III y Primera Línea de Metro
180	ICANH	Resolución 139 del 2017	Por el cual se establece el procedimiento del Registro Nacional de Arqueólogos.	28/06/2017	Arqueología
181	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 450 de 2017	Por medio del cual se adoptan los Planes de Manejo Ambiental – PMA de los parques Ecológicos Distritales de Humedal – PEDH del Distrito Capital y se toman otras determinaciones.	28/08/2017	Reglamentación humedales
182	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1917 de 2017	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costeras que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.	17/09/2017	Fauna y Flora
183	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 2254 del 1 de noviembre de 2017	"Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y de dictan otras disposiciones"	1/11/2017	Aire
184	IDEAM	Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones	12/11/2017	Calidad de Aire - Límites
185	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución Conjunta 001 de 2017	Por la cual se modifica el artículo 4° de la resolución N° 5983 de 2011 por la cual se establecen las especies vegetales que no requieren permisos para tratamientos silviculturales.	1/12/2017	Silvicultura urbana
186	Presidencia de la	Decreto 2157 de 2017	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres	20/12/2017	Gestión del riesgo

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
	República de Colombia		de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012		
187	Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 2245 del 29 de Diciembre de 2017	Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas	29/12/2017	Recurso hídrico
188	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 050 de 2018	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos"	16/01/2018	Vertimientos
189	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 703 de 2018	"Por el que se efectúan unos ajustes al Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible y se dictan otras disposiciones"	20/01/2018	Ambiental
190	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 386 de 2008	Por el cual se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación ambiental, del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.	26/02/2018	Reglamentación humedales
191	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Resolución 00970 de abril de 2018	Por medio de la cual se definen los límites del cauce, la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental – ZMPA del Parque Ecológico Distrital de Humedal – PEDH Juan Amarillo- Tibabuyes, y se toman otras determinaciones.	12/04/2018	Reglamentación humedales
192	Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 959 del 31 de mayo de 2018	Por medio del cual se reglamenta parcialmente el artículo 2.2.3.3.1.7. del Decreto 1076 de 2015 y se dictan otras disposiciones	31/05/2018	Recurso hídrico
193	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 383 de 2018	Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010, y se toman otras determinaciones	12/07/2018	Silvicultura urbana
194	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 1402 de 2018	Adoptar la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales	25/07/2018	Metodología elaboración y presentación de estudios ambientales
195	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1390 de 2018	Por el cual se adiciona un Capítulo al Título 9, de la Parte 2, del Libro 2, del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Tasa Compensatoria por Aprovechamiento Forestal Maderable en bosques naturales y se dictan otras disposiciones.	2/08/2018	Flora

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
196	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1468 de 2008	Por el cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, con el fin de designar al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, en cumplimiento en lo dispuesto en la Ley 357 de 1997.	6/08/2018	Reglamentación humedales
197	Ministerio de Cultura	Decreto 138	Por el cual se modifica la Parte VI "Patrimonio Arqueológico" del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura	6/02/2019	Arqueología
198	Ministerio del trabajo	Resolución 0312 de 2019	Por la cual se establecen los nuevos Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.	13/02/2019	Seguridad y salud en el trabajo
199	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Resolución 0497 del 2019	Por medio de la cual se adopta la variación del ancho de la franja de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental del Río Bogotá (ZMPA) para el área correspondiente al borde occidental de la ciudad de Bogotá, D. C	21/02/2019	Reglamentación cuenca Río Bogotá
200	Secretaria Distrital de Ambiente y Secretaría Distrital de Planeación	Resolución Conjunta 001 de 2019 Secretaría Distrital de Ambiente	Delimita el Cauce, la Ronda Hidráulica -RH- y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental ZMPA- del Parque Ecológico Distrital de Humedal -PEDH Jaboque, localizado al noroccidente de la zona urbana del Distrito Capital, entre las localidades de Engativá, de acuerdo con la líneas y coordenadas definidas por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá- EAABESP.	7/03/2019	Reglamentación, Cauce, Ronda, Zmpa, zonas verdes
201	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Resolución 0957 de 2019	Por medio de la cual se aprueba el ajuste y actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y se dictan otras disposiciones.	2/04/2019	Reglamentación cuenca Río Bogotá
202	ICANH	Resolución 139 del 2019	Por medio de la cual se modifica el artículo 3 de la resolución No. 139 de 2017.	21/08/2019	Arqueología
203	Departamento Administrativo de la Función Pública.	Resolución 2106 de 2019	Por el cual se dictan normas para simplificar suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública	22/11/2019	Flora
204	Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	Circular 8201-2	Lineamientos técnicos para la conservación de especies de flora en veda.	9/12/2019	Flora
205	IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	Lista Roja de Especies Amenazadas a nivel mundial	2021	Fauna y Flora
206	CITES	Apéndices cites	Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres	14/02/2021	Fauna y Flora

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
207	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 3158 de 2021 Secretaría Distrital de Ambiente	Actualiza e incluye nuevos factores para el cálculo de la compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados, como estrategia para la conservación y la prestación de sus servicios ecosistémicos a la Ciudad de Bogotá D.C. y serán objeto de compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados los permisos y autorizaciones otorgados tanto en espacio público como privado, que otorgue la Secretaría Distrital de Ambiente, en el perímetro urbano del Distrito Capital	30/09/2021	Silvicultura urbana
208	ICANH	Resolución 1337 del 2021	Por la cual se adoptan los términos de referencia para los Programas de Arqueología Preventiva en el marco de lo establecido en el Decreto 1080 de 2015, modificado por el Decreto 138 de 2019 y el modelo de datos para arqueología correspondiente.	4/10/2021	Arqueología
209	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 125 del 7 de 2021	"Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones."	3/11/2021	Residuos de construcción y demolición –RCD
210	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1257 de 2021	"Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición - RCD y se adoptan otras disposiciones".	23/11/2021	Residuos de construcción y demolición –RCD
211	Ministerio de transporte	Resolución 20223040040595 de 2022	Por la cual se adopta la metodología para el diseño, implementación y verificación de los Planes Estratégicos de Seguridad Vial y se dictan otras disposiciones.	12/07/2022	Seguridad y salud en el trabajo
212	Constitución Política de Colombia 1991	Título I Artículos 1 y 2 Título II, capítulo I, Artículo 41	Colombia es un Estado Social de Derecho, organizado en forma de república unitaria… democrática, participativa y pluralista… Son fines esenciales del Estado… facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación… … se fomentarán prácticas democráticas para el aprendizaje de los principios y valores de la participación ciudadana…	20 de julio de 1991	General. Participación
213	Asamblea Nacional Constituyente	Constitución Política 1991. Artículos 23 y 40 numeral. 6º y Artículo 86.	Habilitación de los derechos de petición, acciones públicas, acción de inconstitucionalidad y de nulidad ante la jurisdicción contenciosa, como mecanismos y herramientas protectoras y defensores del medio ambiente.	20 de julio de 1991	Derechos de petición
214	Asamblea Nacional Constituyente	Constitución Política 1991. Artículo 13	Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua,	20 de julio de 1991	Disriminación

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
			religión, opinión política o filosófica.		
215	Asamblea Nacional Constituyente	Constitución Política 1991. Artículo 43.	La mujer y el hombre tienen iguales derechos y oportunidades. La mujer no podrá ser sometida a ninguna clase de discriminación. Durante el embarazo y después del parto gozará de especial asistencia y protección del Estado, y recibirá de este subsidio alimentario si entonces estuviere desempleada o desamparada. El Estado apoyará de manera especial a la mujer cabeza de familia.	20 de julio de 1991	Disriminación
216	Congreso de Colombia	Ley 850	Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas	19 de noviembre de 2003	Veedurías ciudadanas
217	Congreso de Colombia	Ley 134	Normas sobre mecanismos de participación ciudadana	31 de mayo de 1994	Participación ciudadana
218	Congreso de Colombia	Ley 1757	En la cual se dictan disposiciones en Materia de Promoción y Protección del Derecho a la Participación Democrática que buscan promover, proteger y garantizar modalidades del derecho a participar en la vida política, administrativa, económica, social y cultural; y asimismo a controlar el poder político. A su vez, la ley regula la iniciativa popular y normativa ante las corporaciones públicas, el referendo, la consulta popular, la revocatoria del mandato, el plebiscito y el cabildo abierto; y establece las normas fundamentales por las que se regirá la participación democrática de las organizaciones sociales. Esta Ley propone tres grandes aspectos: 1) los mecanismos de participación ciudadana. 2) la rendición pública de cuentas y el control social a lo público y 3) la coordinación para la participación ciudadana.	6 de Julio de 2015	Participación democrática
219	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Decreto 330	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales	8 de febrero de 2007	Audiencias públicas ambientales
220	Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto 1076	Artículo 2.2.2.3.3.3 respecto a la participación de las comunidades en proyectos que puedan afectar el medio ambiente señala lo siguiente: “Se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto,	26 de mayo de 2015	Participación comunitaria

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
			con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el estudio de impacto ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso.		
221	Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 666 de 2022	Por la cual se prorroga hasta el 30 de junio de 2022 la emergencia sanitaria en todo el territorio nacional, declarada mediante la Resolución 385 de 2020 y prorrogada por las Resoluciones 844, 1462, 2230 de 2020, 222, 738, 1315, 1913 de 2021 y 304 de 2022.	28 de abril de 2022	Regulaciones sobre la emergencia sanitaria
222	El Congreso de la República.	Ley 489 de 1998	Artículo 23 "Democratización de la Administración Pública. Todas las entidades y organismos de la Administración Pública tienen la obligación de desarrollar su gestión acorde con los principios de democracia participativa y democratización de la gestión pública. Para ello podrán realizar todas las acciones necesarias con el objeto de involucrar a los ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil en la formulación, ejecución, control y evaluación de la gestión pública."	29 de diciembre de 1998	Democratización de la gestión pública.
223	Corte Constitucional	Ley 1482 de 2011	Por medio de la cual se modifica el Código Penal y se establecen otras disposiciones. Artículo 1°. Objeto de la ley. Modificado por el art. 1, Ley 1752 de 2015. Esta ley tiene por objeto garantizar la protección de los derechos de una persona, grupo de personas, comunidad o pueblo, que son vulnerados a través de actos de racismo o discriminación.	30 de noviembre de 2011	Discriminación

Fuente: U.T MOVIUS, 2022

El marco normativo del Estudio de Impacto Ambiental y Social se incluye el marco normativo citado en el Plan de Reasentamiento para la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ.

4.2. NORMATIVIDAD DISTRITAL

La Tabla 2, presenta la legislación aplicable emitida a nivel distrital que sustenta las actividades a desarrollar durante el proyecto.

Tabla 2. Normatividad ambiental distrital aplicable para el proyecto

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
1	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 29 de 1894	"Se reglamenta la explotación de canteras y otras minas en la ciudad, prohibición la explotación de canteras de cualquiera naturaleza en la zona alta y oriental de la Ciudad, comprendida entre el " El Arroyo de la Vieja," en Chapinero, y el "Alto de Vitelma," en el camino de San Cristóbal, sin que se haya solicitado la correspondiente licencia del Señor Alcalde, art. 1. Requisitos de licencia, art. 2. Condición de explotación, art. 3. Multa por infracciones, art. 4. Vigilancia, art. 5."	30/11/1894	Canteras
2	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 105 de 1988	"Decreto 105 de 1988 Normas sobre recuperación de canteras, disposiciones especiales para aquellas que representan riesgos"	10/06/1905	Canteras
3	Corte Constitucional	Sentencia T-225/92	DERECHO AL ESPACIO PÚBLICO/DERECHO AL TRABAJO-Coexistencia/VENDEDOR AMBULANTE	14/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
4	Corte Constitucional	Sentencia T-225/92	DERECHO AL ESPACIO PÚBLICO/DERECHO AL TRABAJO-Coexistencia/VENDEDOR AMBULANTE	14/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
5	Corte Constitucional	Sentencia T-578/94	PRINCIPIO DE LA BUENA FE/DERECHO AL TRABAJO-Vulneración/VENDEDOR AMBULANTE-Reubicación/ARBITRARIEDAD POLICIAL	16/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
6	Corte Constitucional	Sentencia T-578/94	PRINCIPIO DE LA BUENA FE/DERECHO AL TRABAJO-Vulneración/VENDEDOR AMBULANTE-Reubicación/ARBITRARIEDAD POLICIAL	16/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
7	Corte Constitucional	Sentencia No. T-617/95	ESPACIO PÚBLICO-Protección/BIENES DE USO PÚBLICO-Protección	17/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
8	Corte Constitucional	Sentencia No. T-617/95	ESPACIO PÚBLICO-Protección/BIENES DE USO PÚBLICO-Protección	17/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
9	Corte Constitucional	Sentencia T-396 de 1997	PRINCIPIO DE LA CONFIANZA LEGÍTIMA-Ocupantes del espacio público	19/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
10	Corte Constitucional	Sentencia T-396 de 1997	PRINCIPIO DE LA CONFIANZA LEGÍTIMA-Ocupantes del espacio público	19/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
11	Corte Constitucional	SU- 360	Reglamentación de los usos del suelo	21/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
12	Corte Constitucional	SU- 360	Reglamentación de los usos del suelo	21/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
13	Corte Constitucional	Sentencia T-772	Vendedor ambulante-distintos tipos/vendedor informal estacionario/vendedor informal semi estacionario/vendedor informal ambulante	25/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
14	Corte Constitucional	Sentencia T-772	Vendedor ambulante-distintos tipos/vendedor informal estacionario/vendedor informal semi estacionario/vendedor informal ambulante	25/06/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
15	Corte Constitucional	Sentencia T-775/09	RECUPERACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO-Autoridades deben velar por minimizar el daño que eventualmente se cause sobre las personas afectadas con órdenes de desalojo.	1/07/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
16	Corte Constitucional	Sentencia T-775/09	RECUPERACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO-Autoridades deben velar por minimizar el daño que eventualmente se cause sobre las personas afectadas con órdenes de desalojo.	1/07/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
17	Secretaría Distrital de Ambiente	Plan de Manejo Ambiental Humedal Juan Amarillo. 2010.	Plan de Manejo Ambiental Humedal Juan Amarillo	2/07/1905	Reglamentación humedales

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
18	Corte Constitucional	Sentencia T-386/13	Ejecución de políticas públicas de recuperación del espacio público en el estado social de derecho-No puede afectar derecho fundamental al mínimo vital a sectores más pobres y vulnerables de la población como vendedores ambulantes Preservación del espacio público y derecho al trabajo de comerciantes informales-Tensión se resuelve con diseño y ejecución de políticas públicas que estén acordes con los criterios establecidos por la jurisprudencia constitucional	5/07/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
19	Corte Constitucional	Sentencia T-386/13	Ejecución de políticas públicas de recuperación del espacio público en el estado social de derecho-No puede afectar derecho fundamental al mínimo vital a sectores más pobres y vulnerables de la población como vendedores ambulantes Preservación del espacio público y derecho al trabajo de comerciantes informales-Tensión se resuelve con diseño y ejecución de políticas públicas que estén acordes con los criterios establecidos por la jurisprudencia constitucional	5/07/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
20	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 1609 de 2015	Por la cual se adopta el Plan de Regularización y Manejo del Centro de Recepción y Rehabilitación de Flora y Fauna Silvestre, emitido por la Secretaría Distrital de Planeación.	7/07/1905	Flora y fauna silvestre
21	Secretaría Distrital de Ambiente y Secretaría Distrital de Planeación	Resolución Conjunta 073 de 2017	Por medio de la cual se modifican los artículos 3° y 4° de la Resolución conjunta No. 0456 del 11 de febrero de 2014, modificados por los artículos 1° y 3°de la Resolución conjunta No. 3050 de 2014.	9/07/1905	Zonas verdes
22	Corte Constitucional	Sentencia C-211	Código nacional de policía Derecho al debido proceso, mínimo vital, trabajo, igualdad y confianza legítima-Actividades informales en espacio público	9/07/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
23	Corte Constitucional	Sentencia C-211	Código nacional de policía Derecho al debido proceso, mínimo vital, trabajo, igualdad y confianza legítima-Actividades informales en espacio público	9/07/1905	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
24	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 2350 de 2018	Por medio de la cual aprueban los planes locales de arborización urbana - PLAU, establecidos en el Art. 5 del decreto 531 del 2010 Se revisa una a una las tablas y se ajustan. Y se dictan otras disposiciones.	10/07/1905	Ambiental
25	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C	Decreto 199 de 1942.	"Se ordena el cumplimiento de unos requisitos legales sobre dotación de minas dentro del municipio, solicitud de licencia para continuar con labores de explotación, inspección técnica, multa por incumplimiento, art. 1 a 3."	24/09/1942	Canteras
26	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 644 de 1957	"Dicta disposiciones sobre explotación de materiales rocosos dentro del Distrito, ordena la cancelación de las licencias expedidas a los empresarios o dueños de explotaciones de éstos materiales, señala el formulario de solicitud de licencia que deberán llenar los empresarios o dueños de explotaciones de materiales rocosos, forma y procedimiento para la expedición de la licencia, término para ejecutar las obras y fija multas por incurrir en desconocimiento de estas estipulaciones"	31/07/1957	Canteras
27	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 743 de 1976	Decreto 743 de 1976 se reglamenta la explotación de canteras y obras similares	13/07/1976	Canteras
28	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 1901 de 1985	"Decreto 1901 de 1985 Se adiciona el Decreto 743 de 1976"	5/12/1985	Canteras
29	Alcaldía Mayor de Bogotá y Concejo de Bogotá	Acuerdo 06 de 1990	Por medio del cual se adopta el Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá, y se dictan otras disposiciones como el Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá.	8/05/1990	Reglamentación humedales
30	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 02 de 1993	Por el cual se prohíbe la desecación o relleno de lagunas y pantanos existentes y delega a los alcaldes locales la obligatoriedad de velar por el cumplimiento del Acuerdo.	8/06/1993	Reglamentación humedales
31	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 19 de 1994	Por el cual se declaran como reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento.	8/12/1994	Reglamentación humedales

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
32	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 19 de 1996	Por medio del cual se adopta Estatuto General de la Protección Ambiental del Distrito Capital y normas básicas para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente.	9/09/1996	Reglamentación humedales
33	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 357 de 1997	"Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción"	21/05/1997	Residuos de construcción y demolición – RCD
34	DAMA, actual Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 1198 de 1998	"Por la cual se definen unas zonas de nivel sonoro en el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá"	23/09/1998	Ruido
35	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 619 de 2000	Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital.	28/07/2000	Estructura Ecológica Principal
36	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 619	El Plan de Ordenamiento Territorial es la norma que define cómo puede la ciudad hacer uso de su suelo y dónde están las áreas protegidas, en qué condiciones se puede ubicar vivienda, actividades productivas, culturales y de esparcimiento. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	28/07/2000	Ordenamiento territorial
37	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Acuerdo 69 de 2002	Por la cual se adopta el Nogal (Junglans neotropica Diels) como el árbol insignia de Bogotá D.C., distrito capital.	26/02/2002	Silvicultura urbana
38	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 79 de 2003, Artículo 85	"Por el cual se expide el Código de Policía de Bogotá"	20/01/2003	Residuos de construcción y demolición – RCD
39	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Resolución 1188 de 2003	"Se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital, objeto, aplicación, definiciones, art. 1 a 3. Obligaciones y prohibiciones de los actores que intervienen en la cadena de gestión de los aceites usados, registro, tipo de vehículos, art. 4 a 16. Responsabilidades, art. 17. Sanciones, art. 18. Control y vigilancia, art. 19 y 20. Derecho de intervención de los ciudadanos, art. 21. Transitorio, art. 22. Vigencia, art. 23"	1/09/2003	Aceites usados

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
40	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 436 de 2003	“Asigna a la Dirección de Prevención de Atención y Emergencias de la Secretaría de Gobierno la función relacionada con la expedición de la autorización para el uso de explosivos de canteras ubicadas en áreas urbanas.”	28/11/2003	Canteras
41	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 469 de 2003	"Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	23/12/2003	Estructura Ecológica Principal
42	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 469 de 2003	El Plan de Ordenamiento Territorial es la norma que define cómo puede la ciudad hacer uso de su suelo y dónde están las áreas protegidas, en qué condiciones se puede ubicar vivienda, actividades productivas, culturales y de esparcimiento. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	23/12/2003	Ordenamiento territorial
43	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 98	"Por el cual se dictan disposiciones en relación con la preservación del espacio público y su armonización con los derechos de los vendedores informales que lo ocupan"	12/04/2004	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
44	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 98	"Por el cual se dictan disposiciones en relación con la preservación del espacio público y su armonización con los derechos de los vendedores informales que lo ocupan"	12/04/2004	Vendedores ambulantes - Ocupantes de Espacio público
45	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 190 de 2004 (POT BOGOTA) articulo 78, numeral 3,	“se define el concepto de Ronda Hidráulica (RH), como la zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho destinada principalmente al manejo hidráulico y la restauración ecológica”	22/06/2004	Recurso hídrico
46	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 190 de 2004 (POT Bogotá) Artículo 78, numeral 4	“se define el concepto de Zona de manejo y preservación ambiental, como la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico.”	22/06/2004	Recurso hídrico

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
47	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 190	Plan de Ordenamiento Territorial para Bogotá. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)	22/06/2004	Ordenamiento territorial
48	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 062 de 2006	Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del Perímetro urbano del Distrito Capital.	14/03/2006	Reglamentación humedales
49	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C	Decreto 312 de 2006	"Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital"	15/08/2006	Residuos de construcción y demolición – RCD
50	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Resolución 1908 de 2006	"Fija los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por las fuentes fijas de las áreas-fuente de contaminación alta Clase I. Prohíbe a partir del 01 de septiembre de 2006, el funcionamiento de las calderas y hornos ubicados en el área-fuente de contaminación alta a las que se refiere el Decreto Distrital 174 de 2006, que utilicen combustibles sólidos y crudos pesados, salvo algunas excepciones. Prohíbe a partir del 31 de agosto de 2006, la utilización de aceites usados, o sus mezclas en cualquier proporción como combustible en calderas y hornos, así como en la fabricación de aceites lubricantes"	31/08/2006	Aceites usados
51	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 475 de 2007	Por la cual se delegan funciones al establecimiento público Jardín Botánico José Celestino Mutis.	12/03/2007	Ambiental
52	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 470	Por el cual se adopta la Política Pública de Discapacidad para el Distrito Capital.	12/10/2007	Política pública de discapacidad
53	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 470	Por el cual se adopta la Política Pública de Discapacidad para el Distrito Capital.	12/10/2007	Política pública de discapacidad
54	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 4090 del 2007	Por medio de la cual se adopta el Manual de Arborización para Bogotá D.C.	20/12/2007	Silvicultura urbana
55	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 4090 del 2007	Por medio de la cual se adopta el Manual de Arborización para Bogotá D.C.	20/12/2007	Silvicultura urbana
56	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 624 de 2007	Por el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política de Humedales del Distrito Capital.	28/12/2007	Reglamentación humedales

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
57	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C	Decreto 620 de 2007	"Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital."	28/12/2007	Residuos de construcción y demolición – RCD
58	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 327 de 2008	Por medio del cual se dictan normas para la planeación, generación y sostenimiento de zonas verdes denominadas "Pulmones Verdes" en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.	24/09/2008	Flora
59	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 456 de 2008	Por el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se deroga a través del Art. 20 el Decreto 61 de 2003.	23/12/2008	Ambiental
60	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 034 de 2009	"Por el cual se establecen condiciones para el tránsito de vehículos de carga en el área urbana del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	5/02/2009	Residuos de construcción y demolición – RCD
61	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 3957 del 19 Junio de 2009	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital.	19/06/2009	Vertimientos
62	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 3956 del 19 Junio de 2009	"Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el Distrito Capital"	19/06/2009	Vertimientos
63	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 417 de 2009	"Por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	17/10/2009	Residuos de construcción y demolición – RCD
64	Concejo de Bogotá, D.C.	Acuerdo 435 de 2010	"Por medio del cual se dictan lineamientos para ampliar la cobertura arbórea en parques y zonas verdes de equipamientos urbanos públicos".	29/03/2010	Zonas verdes
65	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 166	Por el cual se adopta la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	4/05/2010	Mujeres y equidad de género
66	Alcaldía Mayor de Bogotá	Decreto 166	Por el cual se adopta la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	4/05/2010	Mujeres y equidad de género

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
67	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 3887 de 2010	"Por la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Juan Amarillo y se adoptan otras determinaciones"	6/05/2010	Reglamentación humedales
68	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 6919 de 2010	"Establecer el Plan Local de Recuperación Auditiva en el Distrito Capital con el objeto de controlar y reducir las emisiones de ruido de manera progresiva y gradual conforme a la clasificación de las localidades más afectadas como son: Kennedy, Fontibón, Engativá, Chapinero, Puente Aranda, Mártires y Antonio Nariño"	19/10/2010	Ruido
69	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 531 de 2010	Por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones.	23/12/2010	Silvicultura urbana
70	Secretaría Distrital de Planeación	Resolución 2336 de 2010	Por medio de la cual se adopta el Plan de Regularización y Manejo de la Plaza de Mercado Doce de Octubre, ubicada en la Localidad No. 12, Barrios Unidos de Bogotá D.C.	29/12/2010	Reglamentación Espacio público
71	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 5589 de 2011	Por la cual se fija el procedimiento de cobro de los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.	30/09/2011	Silvicultura urbana
72	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 5983 de 2011	Por la cual se establecen las especies vegetales que no requieren permiso para tratamientos silviculturales.	27/10/2011	Silvicultura urbana
73	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 6971 de 2011	Por la cual se declaran árboles patrimoniales y de interés público en Bogotá, D.C.	27/11/2011	Silvicultura urbana
74	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 6423 de 2011	Adopta la guía técnica de Techos verdes	6/12/2011	Zonas verdes
75	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 6563 de 2011	Por la cual se dictan disposiciones para la racionalización y el mejoramiento de trámites de arbolado urbano.	16/12/2011	Silvicultura urbana

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
76	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 6982 de 2011	"Dicta normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire. Haciendo referencia al aceite usado no tratado como combustible se prohíbe ya sea en cualquier proporción o como mezcla en equipos de combustión externa y hornos de capacidad térmica menor o igual a 10 megavatios así como tampoco en equipos en los que se adelanten procesos para la elaboración de productos alimenticios para el consumo humano o animal. Por otro lado el uso del aceite usado tratado como combustible es permitido siempre y cuando el mismo provenga de empresas que cuenten con la respectiva licencia ambiental para dicho proceso"	27/12/2011	Aceites usados
77	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 7142 de 2011	Establece y adopta determinantes ambientales sobre la Estructura Ecológica Principal -EEP- en suelo urbano de Bogotá D.C.	30/12/2011	Estructura Ecológica Principal
78	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 7132 de 2011	Por la cual se establece la compensación por aprovechamiento de arbolado urbano y jardinería en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente.	30/12/2011	Silvicultura urbana
79	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 0288 de 2012	Por la cual se modifica la Resolución 5589 de 2011	20/04/2012	Silvicultura urbana
80	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 359 de 2012	Por la cual se revoca parcialmente el parágrafo del Art. 3 para la Resolución No. 7132 de 2011; que establece la compensación por aprovechamiento de arbolado urbano y jardinería en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente.	10/05/2012	Silvicultura urbana
81	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 1115 de 2012	"Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital."	26/09/2012	Residuos de construcción y demolición – RCD
82	Concejo de Bogotá. D.C.	Acuerdo 515 de 2012	"Por medio del cual se modifica el Acuerdo 417 de 2009, que reglamenta el Comparendo Ambiental en el Distrito Capital"	24/12/2012	Residuos de construcción y demolición – RCD
83	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 715 de 2013	"Por medio de la cual se modifica la Resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012"	30/05/2013	Residuos de construcción y demolición – RCD

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
84	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 1138 de 2013	Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción y otras determinaciones	31/07/2013	Ambiental
85	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 1138 de 2013	"Por la cual se adopta la Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción y se toman otras determinaciones"	31/07/2013	Residuos de construcción y demolición – RCD
86	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 1305 de 2013	Revoca de manera directa la Resolución 6619 del 20 de Diciembre de 2011 Por la cual se establecen las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verticales en el Distrito Capital y se toman otras determinaciones , y aclara que las solicitudes de autorización y registro de instalación de jardines verticales en la ciudad de Bogotá D.C.	23/08/2013	Zonas verdes
87	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 364 de 2013	"Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	26/08/2013	Residuos de construcción y demolición – RCD
88	Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Decreto 364 de 2013	"Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	26/08/2013	Residuos de construcción y demolición – RCD
89	Secretaría Distrital de Ambiente	Plan de Manejo Ambiental del Humedal La Conejera	Plan de Manejo Ambiental del Humedal La Conejera	2014	Reglamentación humedales
90	Secretaría Distrital de Ambiente y Secretaría Distrital de Planeación	Resolución Conjunta 00456 de 2014	Por medio de la cual se establecen los lineamientos y procedimientos para la compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura.	11/02/2014	Zonas verdes
91	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 197	Por medio del cual se adopta la Política Pública Distrital de Servicio a la Ciudadanía en la ciudad de Bogotá D.C.	1/05/2014	Servicio a la Ciudadanía
92	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 197	Por medio del cual se adopta la Política Pública Distrital de Servicio a la Ciudadanía en la ciudad de Bogotá D.C.	1/05/2014	Servicio a la Ciudadanía
93	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Resolución 01998 de 2014	Por la cual se establece la Metodología de Incremento de la proporción a Compensar por Zonas Verdes Endurecidas, establecidas en el Parágrafo 1 del Art.4 de la Resolución Conjunta 00456 de 2014.	12/06/2014	Zonas verdes

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
94	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución Número 00069	Por la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del Parque Ecológico Distrital de Humedal La Conejera	26/01/2015	Reglamentación humedales
95	Instituto de desarrollo urbano - IDU	Resolución 49906	Por la cual se adopta la Política de Gestión Social y Servicio a la Ciudadanía, la cual se materializa a través de la implementación de los siguientes documentos: (i) Guía de Gestión Social para el Desarrollo Urbano Sostenible, dirigida a funcionarios, contratistas E interventores; (ii) la Cartilla de Participación Ciudadana y Control Social "Construyendo ciudad" que orienta a los ciudadanos en el derecho a la participación y el control social y (iii) Manual para la Atención a la Ciudadanía dirigido a los funcionarios, servidores y contratistas del Instituto de Desarrollo Urbano. Cartilla de participación ciudadana y control social "Construyendo Ciudad" y el manual de atención a la ciudadanía.	6/07/2015	Servicio al ciudadano
96		Resolución 4999	Por la cual se adopta la Política de Gestión Social y Servicio a la Ciudadanía, la cual se materializa a través de la implementación de los siguientes documentos: (i) Guía de Gestión Social para el Desarrollo Urbano Sostenible, dirigida a funcionarios, contratistas E interventores; (ii) la Cartilla de Participación Ciudadana y Control Social "Construyendo ciudad" que orienta a los ciudadanos en el derecho a la participación y el control social y (iii) Manual para la Atención a la Ciudadanía dirigido a los funcionarios, servidores y contratistas del Instituto de Desarrollo Urbano. Cartilla de participación ciudadana y control social "Construyendo Ciudad" y el manual de atención a la ciudadanía.	6/07/2015	Servicio al ciudadano
97	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 932 de 2015	"Por la cual se modifica y adiciona la Resolución 01115 de 2012"	9/07/2015	Residuos de construcción y demolición – RCD
98	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 932 de 2015	"Por la cual se modifica y adiciona la Resolución 01115 de 2012"	9/07/2015	Residuos de construcción y demolición – RCD

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
99	Secretaría Distrital del Hábitat.	Decreto 442 de 2015	Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones.	9/11/2015	LLantas usadas - Ambiental
100	Secretaria Distrital de Ambiente	Resolución 2410 de 2015	"Por medio de la cual se establece el Índice Bogotano de Calidad del Aire – IBOCA– para la definición de niveles de prevención, alerta o emergencia por contaminación atmosférica en Bogotá D.C. y se toman otras determinaciones"	11/12/2015	Aire
101	Alcaldía Mayor de Bogotá	Resolución 489	Por el cual se adopta la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	24/12/2015	Mujeres y equidad de género
102	Alcaldía Mayor de Bogotá	Resolución 489	Por el cual se adopta la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	24/12/2015	Mujeres y equidad de género
103	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Decreto 586 de 2015	Por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición - RCD en Bogotá D.C.	29/12/2015	Residuos de construcción y demolición – RCD
104	Alcaldía Mayor de Bogotá	Resolución 492	Por el cual se adopta la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	29/12/2015	Mujeres y equidad de género
105	Alcaldía Mayor de Bogotá	Resolución 492	Por el cual se adopta la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones"	29/12/2015	Mujeres y equidad de género
106	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Decreto 265 de 2016	Por la cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones.	29/06/2016	LLantas usadas - Ambiental
107	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 323 de 2018	Modifica los artículos 4 y 30 del Decreto Distrital 062 de 2006, por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de Manejo Ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital.	2/08/2016	Reglamentación humedales
108	Secretaría Distrital de Ambiente y Secretaría Distrital de Planeación	Resolución Conjunta 3050 de 2014	Por medio de la cual se modifica la Resolución Conjunta 00456 del 11 de febrero de 2014; en la cual se establecen los lineamientos y procedimientos para la compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura.	11/09/2016	Zonas verdes

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
109	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 450 de 2017	Por medio del cual se adoptan los Planes de Manejo Ambiental – PMA de los parques Ecológicos Distritales de Humedal – PEDH del Distrito Capital y se toman otras determinaciones.	28/08/2017	Reglamentación humedales
110	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución Conjunta 001 de 2017	Por la cual se modifica el artículo 4° de la resolución N° 5983 de 2011 por la cual se establecen las especies vegetales que no requieren permisos para tratamientos silviculturales.	1/12/2017	Silvicultura urbana
111	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 386 de 2008	Por el cual se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación ambiental, del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.	26/02/2018	Reglamentación humedales
112	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Resolución 00970 de abril de 2018	Por medio de la cual se definen los límites del cauce, la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental – ZMPA del Parque Ecológico Distrital de Humedal – PEDH Juan Amarillo- Tibabuyes, y se toman otras determinaciones.	12/04/2018	Reglamentación humedales
113	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 383 de 2018	Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010, y se toman otras determinaciones	12/07/2018	Silvicultura urbana
114	Presidencia de la República de Colombia	Decreto 1468 de 2018	Por el cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, con el fin de designar al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997.	6/08/2018	Humedales RAMSAR
115	Alcaldìa Mayor de Bogotà	Decreto 597 de 2018	Por medio del cual se deroga el decreto 528 de 2014	19/10/2018	Ambiental
116	Secretaria Distrital de Ambiente y Secretaría Distrital de Planeación	Resolución Conjunta 001 de 2019 Secretaría Distrital de Ambiente	Delimita el Cauce, la Ronda Hidráulica -RH- y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental ZMPA- del Parque Ecológico Distrital de Humedal -PEDH Jaboque, localizado al noroccidente de la zona urbana del Distrito Capital, entre las localidades de Engativá, de acuerdo con la líneas y coordenadas definidas por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá- EAABESP.	7/03/2019	Reglamentación, Cauce, Ronda, Zmpa, zonas verdes

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
117	Concejo de Bogotá D.C.	Acuerdo 761	El Plan de Desarrollo Distrital (PDD) 2020-2024: 'Un nuevo contrato social y ambiental para el siglo XXI', que por estos días surte su debate en el Concejo Distrital, es, sin duda alguna, una ambiciosa propuesta en materia de infraestructura que mejorará sustancialmente la calidad de vida de los bogotanos. En materia de movilidad, el PDD contempla, entre otros, cerca de 15 grandes entre los que se destacan: Primera Línea del Metro: se plantea como meta avanzar en el 60 % de la línea y dejar contratada la extensión hasta Suba y Engativá. TransMilenio: se construirán la troncal Carrera 68 y Avenida Ciudad de Cali (entre la avenida en el proyecto del cable aéreo de Usaquén. Circunvalar y la avenida Las Américas) y se llevará a cabo la extensión de la Troncal Caracas. En la Cra Séptima, se propone desarrollar un corredor verde. Bicicletas: el PDD busca sumar 280 kilómetros a los 550 kilómetros de ciclorrutas que ya existen en la ciudad. Otra de las grandes obras será el Ciclo Alameda del Medio Milenio, un moderno bicicorredor de casi 26 kilómetros que irá desde El Tunal hasta la 170.	11/06/2020	Desarrollo Distrital
118	Empresa Metro de Bogotá	Resolución 190 de 2021	Por medio del cual se adopta el Plan de Reasentamiento General para la Primera Línea del Metro de Bogotá, como Política de Reasentamiento y Gestión Social para el proyecto PLMB"	16/04/2021	Política de Reasentamiento y Gestión Social
119	Empresa Metro de Bogotá	Resolución 190 de 2021	Por medio del cual se adopta el Plan de Reasentamiento General para la Primera Línea del Metro de Bogotá, como Política de Reasentamiento y Gestión Social para el proyecto PLMB"	16/04/2021	Política de Reasentamiento y Gestión Social

No.	Entidad emisora	Identificación	Título	Fecha de aprobación	Temática
120	Secretaría Distrital de Ambiente	Resolución 3158 de 2021 Secretaría Distrital de Ambiente	Actualiza e incluye nuevos factores para el cálculo de la compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados, como estrategia para la conservación y la prestación de sus servicios ecosistémicos a la Ciudad de Bogotá D.C. y serán objeto de compensación por aprovechamiento forestal de árboles aislados los permisos y autorizaciones otorgados tanto en espacio público como privado, que otorgue la Secretaría Distrital de Ambiente, en el perímetro urbano del Distrito Capital	30/09/2021	Silvicultura urbana
121	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Decreto 555 de 2021	Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	29/12/2021	
122	Secretarìa Distrital de Planeaciòn	Decreto 555 de 2021	Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá	30/12/2021	Ambiental
123	Concejo de Bogotá D.C	Acuerdo 761	El Plan de Desarrollo Distrital (PDD) 2020-2024: 'Un nuevo contrato social y ambiental para el siglo XXI', que por estos días surte su debate en el Concejo Distrital, es, sin duda alguna, una ambiciosa propuesta en materia de infraestructura que mejorará sustancialmente la calidad de vida de los bogotanos. En materia de movilidad, el PDD contempla, entre otros, cerca de 15 grandes entre los que se destacan: Primera Línea del Metro: se plantea como meta avanzar en el 60 % de la línea y dejar contratada la extensión hasta Suba y Engativá. TransMilenio: se construirán la troncal Carrera 68 y Avenida Ciudad de Cali (entre la avenida en el proyecto del cable aéreo de Usaquén. Circunvalar y la avenida Las Américas) y se llevará a cabo la extensión de la Troncal Caracas. En la Cra Séptima, se propone desarrollar un corredor verde. Bicicletas: el PDD busca sumar 280 kilómetros a los 550 kilómetros de ciclorrutas que ya existen en la ciudad. Otra de las grandes obras será el Ciclo Alameda del Medio Milenio, un moderno	2020-2024	Desarrollo Distrital

No.	Entidad emisora	Identificación	TÍtulo	Fecha de aprobación	Temática
			bicicorredor de casi 26 kilómetros que irá desde El Tunal hasta la 170.		
124	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Resolución 318 de 2000	"Se establecen las condiciones técnicas para el manejo, almacenamiento, transporte, utilización y la disposición de aceites usados, definiciones, art. 1. Procedimientos para la separación, almacenamiento, envasado, etiquetado y registro, art. 2 a 7. Responsabilidades, generadores, productores, solidaria, plan de contingencia; todo generador, productor, almacenista, transportador, y receptor de cualquier forma y/o cantidad de aceite usado, está obligado a contar con un plan de contingencia contra posibles derrames, según los lineamientos del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas para el caso de derrames sobre cuerpos de agua, y un plan definido para otros casos, art. 15 a 20."		Aceites usados

Fuente: U.T MOVIUS, 2022

4.3. NORMA TÉCNICA

Los siguientes códigos, documentos de referencia y recomendaciones se utilizarán para el diseño geotécnico de las obras subterráneas del proyecto.

4.3.1. Normatividad Nacional

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Año 2010, Decreto Nº 926 de 2010. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes.
- Decreto 92 del 17 de enero de 2011 que modificó el decreto 926 de 2010.
- Decreto 523 de 16 de Diciembre de 2010 "Microzonificación Sísmica de BOGOTÁ D.C".
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14
- Normas técnicas Colombianas – NTC
- Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras – INVIAS.
- Normas técnicas Colombianas- NTC - Nota aclaratoria: En los casos donde no exista una norma técnica NTC se acepta la utilización de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales.

Para los elementos del proyecto relacionado con estructuras cuya definición no está enmarcada dentro del alcance de los documentos anteriores se recurre a la siguiente normativa y documentación:

- ACI 318R-11 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. American Concrete Institute
- AISC 360-05 Specification for structural Steel buildings. American Institute of Steel Construction.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 350-06. Design Considerations for Environmental Engineering Concrete Structures.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 116R Cement and Concrete Terminology.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 201.1R Guide for Making a Condition Survey of Concrete in Service.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 211.1 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 212.3R Chemical Admixtures for Concrete.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 216R Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 221R Guide for Use of Normal Weight Aggregates in Concrete.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 222R Protection of metal in concrete against corrosion.
- Instituto Americano del Concreto. Norma ACI 318/318R Building Code Requirements for Structural Concrete, and Commentary.
- Instituto Americano del Concreto Norma ACI 224R. Control de fisuración de Estructuras de Concreto.
- American Concrete Institute (ACI).ACI 544.7R(2016)- Report on Design and Construction of Fiber Reinforced Concrete Tunnel Segments.

4.3.2. Referencias, guías y Criterios de diseño

Por otra parte para los diseños del túnel de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y que forma parte de la documentación técnica se tiene la siguiente documentación:

- ➔ Plan de exploraciones-Documento No. L2MB-L02-IFU-M-0001_VF. FDN- MOVIUS-2021.
- ➔ Informe de Factibilidad ET10 - Geotecnia y Pavimentos. Entregable 6. Documento L2MB-L02-IFU-M-0001. U.T. MOVIUS. Abril de 2022.
- ➔ Aval técnico. Proyecto túnel. Entregable 4 - Documento de requisitos para cofinanciación Sistemas de Transporte - Anexo A. Documento L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0003. U.T. MOVIUS. Febrero de 2022.

- ➔ Debida diligencia técnica. Proyecto túnel. Entregable 8 / ET24 - Proyecto túnel. Documento L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001. U.T. MOVIUS. Diciembre de 2021.
- ➔ Análisis tipología de túnel monotubo vs. bitubo y tipología en tramo ALO. Documento no. L2MB-0000-000-MOV-DP-GEO-EV-0002_RD. FDN- MOVIUS-2021.
- ➔ Criterios de diseño geotécnicos túnel. Documento no. L2MB-1000-000-MOV-DP-GEO-CD-0001_RB- FDN- MOVIUS-2021.
- ➔ E2 - Debida diligencia técnica – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _ VD- ET-ET 24 - Túnel. FDN- MOVIUS-2021.

Las siguientes fueron las referencias aplicables para diseño:

- Recommendations and guidelines for tunnel boring machines (TBMs). Working group nº 14 - Mechanized tunneling – International Tunnelling Association (ITA)
- Guidelines for the Design of Segmental Tunnel Linings. ITA Working Group 2- Research..
- Specification for tunnelling – The British Tunnelling Society (BTS) and The Institution of Civil Engineers
- Specification and guidelines for the use of specialist products for mechanised tunneling (TBM) in soft ground and hard rock. EFNARC - European Federation of National Associations Representing producers and applicators of specialist building products for Concrete
- Settlements induced by tunneling in soft ground. ITA/AITES Report 2006.
- Building response to excavation-induced settlement. By Marco D. Boscardin and Edward J. Cording. Members, ASCE
- Análisis de la subsidencia originada por la excavación de túneles. First National Spanish Symp. On tunnels. Madrid. Vol 1. 7th
- Deep excavation and tunnelling in soft ground. G. Report. Int. Symp. on S.M. and F.E. Mexico. State of the Art Voluma: 225-258
- The Madrid Model: A simplified approach to the tunnel subsidence estimation. C.S. Oteo. International Conference on Mathematical and Statistical Modeling in Honor of Enrique Castillo. June 28-30, 2006.
- Mechanized Shield Tunnelling.2012. Maid. B,. Herrenknecht, M., Maudl, U., Wehrmeyer, G.
- Handbook of Tunnel Engineering. 2013. Vol I: Structures and Methods. Maidl,B., Thewes,m., Maidl,U
- Geotechnical Engineering Investigation HandBook. 2005. Hunt, E. R.
- U.S Department of Transportation Federal Highway Administration. Publication No. FHWA-NHI-10-034. 2009.Technical Manual for Road Tunnels - Civil Elements.
- Introduction to tunnel. 2010. Construcción.2010. Chapman, D., Metje, N., and Stärk, A.
- Ground Characterization and Structural Analyses for Tunnel Design. 2020. Celada, B.T., Bieniawski,Z.T
- Settlements induced by tunneling in soft ground. ITA/AITES Report 2006.
- US Army Corps of Engineers (1997). Engineering Manual 1110-2-2901. Engineering and Design. Tunnels and shafts.
- ASCE/EPRI. (1989). Guides for tunnels and shafts.
- O'Rourke, T. (1984). Guidelines for tunnel lining design. New York, USA: ASCE.
- Especificaciones técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de infraestructura Vial y Espacio Público en BOGOTÁ D.C. – IDU-ET-2011.
- Soft Ground Tunnel Design. 2022. J. Benoit.CRC Press. Taylor & Francis Group

4.3.3. Marco Institucional

Este capítulo inicia con el análisis institucional del Sector Transporte a nivel nacional y distrital para con ello dar un contexto general a la gestión institucional que se adelanta y adelantará para la ejecución del proyecto L2MB.

Hecho esto se listan y describen las funciones generales de las entidades del orden nacional, regional y distrital que inciden o incidirán en el desarrollo del proyecto L2MB, y posteriormente se desarrolla un esquema en el que se señalan las

principales responsabilidades que cada una de ellas debe acometer en las diferentes fases o etapas del proyecto (pre-construcción, construcción y operación).

4.3.3.1. Análisis institucional del Sector Transporte a nivel nacional

El análisis institucional del sector transporte y ambiental parte de la recopilación de las políticas nacionales de transporte definidas en los documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) a través de los años, el cual como un organismo asesor del Gobierno en materia de desarrollo económico y social, se encarga de estudiar y recomendar políticas generales en esas áreas.

La información aquí consignada corresponde a textos tomados del CONPES 3900 de 2017, los cuales fueron adaptados en el análisis institucional del sector transporte.

Dentro de la Política nacional de transporte urbano y masivo – seguimiento, el Gobierno nacional mediante el Documento CONPES 3368 de 2005, definió tres aspectos importantes: (i) un marco fiscal guía para la programación de los aportes de la nación en la cofinanciación de los SITM; (ii) los delegados de la nación en las juntas directivas de los entes gestores y estableció la responsabilidad del Ministerio de Transporte en el seguimiento a los SITM; y (iii) los criterios de elegibilidad para los componentes del sistema que son susceptibles de cofinanciación de la nación y estableció que los costos adicionales y los costos derivados de litigios en el desarrollo de las obras y la implantación de los proyectos tendrán que ser asumidos por las entidades territoriales y no por la nación.

De manera complementaria el Gobierno Nacional mediante la Ley 1753 de 2015, en el artículo 3116, por primera vez estableció la posibilidad de que las entidades territoriales y el Gobierno Nacional realizaran inversiones en la etapa preoperativa, en infraestructura física y adquisición de material rodante para sistemas de metro o de transporte férreo interurbano de pasajeros, tales como los sistemas de trenes de cercanías, reiterando el apoyo en el desarrollo de los sistemas integrados de transporte masivo (SITM). Por otro lado, en el artículo 33 de la mencionada ley, el Gobierno Nacional dentro de la estrategia país evidenció la necesidad de facilitar herramientas para garantizar la sostenibilidad financiera de los sistemas de transporte, proponiendo fuentes alternativas de financiación que pueden ser implementadas por las entidades territoriales. Dentro de estas fuentes se consideran herramientas tales como valorización, subasta de norma urbanística, captura del valor del suelo, cobro o aportes por edificabilidad, o el cobro a los usuarios de transporte privado. Para el caso de cofinanciación de sistemas de servicio público urbano de transporte de pasajeros a través de esquemas de APP, señalando que la nación y sus entidades descentralizadas pueden concurrir a su cofinanciación en un valor no mayor al 70% del menor valor entre los desembolsos de recursos públicos solicitados para la ejecución del proyecto respectivo y el valor estimado del costo y la financiación de las actividades de diseño, preconstrucción y construcción del proyecto.

En el marco de la política anterior, el Gobierno Nacional en el Documento CONPES 3167 Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros, definió la Política Nacional de Transporte Urbano (PNTU) y los lineamientos para la financiación de la infraestructura de los sistemas integrados de transporte masivo (SITM) de ciudades con más de 600 000 habitantes, conforme lo permita la situación fiscal de la nación. En este mismo sentido, el documento CONPES 3260 de 2003 Política Nacional de Transporte Urbano y masivo, en complemento a la PNTU, estipula, entre otros aspectos, que la participación de la nación debía ser mayoritaria en las juntas directivas de las empresas gestoras de los proyectos que cofinancie, y estableció que las condiciones específicas de participación de la nación en cada proyecto serían definidas en los respectivos documentos CONPES y convenios de cofinanciación.

En particular para el caso de BOGOTÁ, en enero de 2017, se aprobó el documento CONPES 3882 Apoyo del Gobierno Nacional a la política de movilidad de la región capital BOGOTÁ -Cundinamarca y declaratoria de importancia estratégica del proyecto Sistema Integrado de Transporte Masivo Soacha Fases II y III 1. Este documento tuvo como objetivos precisar los mecanismos y requisitos necesarios para materializar el apoyo del Gobierno nacional en los proyectos estratégicos que

contribuyen a mejorar la movilidad de la Región Capital y, adicionalmente, identificar los proyectos susceptibles de cofinanciación por parte de la nación: (i) La Primera Línea del Metro para BOGOTÁ (PLMB); (ii) El Regiotram de Occidente, y (iii) El TRANSMILENIO hasta Soacha, en sus fases II y III, el cual se declaró de importancia estratégica.

En esta línea, el documento CONPES 3900- Apoyo del Gobierno Nacional al sistema de transporte público de BOGOTÁ y declaratoria de importancia estratégica del proyecto primera línea de metro-tramo 1, tuvo como objeto la declaratoria de importancia estratégica del proyecto tramo 1 de la Primera Línea de Metro de BOGOTÁ (PLMB), y el apoyo al SITP con las troncales alimentadoras y complementarias, el cual fue identificado como susceptible de cofinanciación por parte de la nación en el documento CONPES 3882 y ratificado en el documento CONPES 3899 de 2017. Con la necesidad de complementar esta estrategia y configurar una red única integrada de transporte público, el documento CONPES 3882 declaró de importancia estratégica la extensión de TRANSMILENIO a Soacha fase II y III. Adicionalmente, identificó dos proyectos que debían robustecer técnicamente sus estudios para cumplir con el objetivo de los diez requisitos que se planteaban para acceder a la cofinanciación por parte de la nación.

El documento CONPES 3899 actualizó y ratificó el apoyo a la continuidad en la implementación de soluciones de movilidad para Región Capital. Así las cosas el Gobierno nacional reconoció los avances en la maduración de la estructuración de los proyectos priorizados por la Región Capital BOGOTÁ-Cundinamarca, como complemento estratégico a la actual red integrada de transporte público.

El crecimiento poblacional y la necesidad de desplazamiento de las personas, requieren una constante innovación para la generación de soluciones de movilidad que faciliten un medio de transporte eficiente. Las condiciones de movilidad de la ciudad de BOGOTÁ se caracterizan por una oferta pública de transporte insuficiente para responder las necesidades de desplazamiento de sus habitantes. En ese sentido, con el fin de contribuir a mejorar las condiciones del servicio de transporte público de pasajeros se estableció en el marco del Contrato No 002 de 2017 celebrado entre la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) y el Consorcio MetroBog, la realización del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro de BOGOTÁ (PLMB), de las estaciones, patios y talleres y demás infraestructura asociada para la ciudad de BOGOTÁ D.C. :

Con el documento CONPES 3945, se estableció en el 2018 el “APOYO DEL GOBIERNO NACIONAL AL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BOGOTÁ Y DECLARACIÓN DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DE METRO DE BOGOTÁ PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE MOVILIDAD DE SUS HABITANTES. BOGOTÁ” DEL CUAL HACEN PARTE LAS TRONCALES ALIMENTADORAS DE LA AVENIDA 68 Y AVENIDA CIUDAD DE CALI”, con el cual buscó mejorar la oferta de transporte público de pasajeros en la ciudad de BOGOTÁ y la calidad de vida de los ciudadanos garantizando la accesibilidad, confiabilidad y calidad del servicio, las cuales se ha iniciado la conformación de un solo Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). En donde el Gobierno nacional ha brindado apoyo a la implementación de proyectos destinados a mejorar las condiciones de movilidad. En este documento se plantea continuar con el apoyo a los proyectos de movilidad de la Región Capital.

A partir de las necesidades de la ciudad, en el marco de los contratos CONTRATO 56/2021 - SERVICIOS DE ASESORÍA ESPECIALIZADA EN LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO PARA EL ACOMPAÑAMIENTO A LA FDN EN LA ESTRUCTURACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE BOGOTÁ, se determinó el desarrollo de la estructuración del proyecto de la Extensión de la PLMB, en cumplimiento de la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte.

y CONTRATO 56/2021 - SERVICIOS DE ASESORÍA ESPECIALIZADA EN LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO PARA EL ACOMPAÑAMIENTO A LA FDN EN LA ESTRUCTURACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.

Sobre este último el cual es de reciente concepción frente al histórico del proyecto de la PLMB que con décadas de reflexiones, diseños y ajustes, finalmente condujo a la firma del contrato de concesión celebrado con el Consorcio Metro Línea 1 SAS el 27 de noviembre de 2019.

Al momento de evaluar el contexto de desarrollo y expectativas que se tienen frente al proyecto de L2MB, es importante tomar este punto en consideración. De hecho, debe mencionarse que el estudio de prefactibilidad del proyecto de L2MB arrancó como una expansión de la PLMB (denominada en aquel momento PLMB – T2 o tramo dos), y que en el transcurso del tiempo se convirtió en un proyecto de línea de metro independiente, ahora denominada Línea 2 del Metro de BOGOTÁ (L2MB).

La Tabla 3 muestra las principales Leyes, Resoluciones y/o documentos que determinan las políticas gubernamentales alrededor del sector transporte.

Tabla 3. Normatividad sector transporte

Año	Norma	Título
1989	Ley 86 Congreso de la República	Por la cual se dictan normas sobre sistemas de servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros y se proveen recursos para su financiamiento.
1996	Ley 310 Congreso de la República	Por medio del cual se modifica la Ley 86 de 1989
1997	Decreto 3109 Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la habilitación, la prestación del servicio público de transporte masivo de pasajeros y la utilización de los recursos de la Nación.
2002	CONPES 3167 DNP Ministerio de Transporte	Política para mejorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros
2003	CONPES 3260 DNP Ministerio de Transporte; Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Política Nacional de Transporte Urbano Masivo (SITM)
2005	CONPES 3368 DNP Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Ministerio de Transporte	Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo - Seguimiento
2008	CONPES 3547 Ministerio de Transporte; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; DIAN; DNP	Política Nacional Logística. Impacto del transporte sobre la productividad y eficiencia del sector empresarial, la conectividad de la población a los servicios sociales, la conectividad de la población de áreas remotas, el

Año	Norma	Título
		desarrollo regional y local, y la integración nacional e internacional.
2010	CONPES 3677 DNP Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Ministerio de Transporte	CONPES de movilidad integral para la región capital BOGOTÁ - Cundinamarca
2012	CONPES 3718 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Cultura; Ministerio de Transporte; Policía Nacional; DNP	Política Nacional del Espacio Público. Construcción de ciudades amable: Articulación de todos los componentes de movilidad como el transporte urbano masivo o colectivo, transporte privado, ciclorutas, vías peatonales, sistemas alternativos, etc. Promoción de sistemas integrados de transporte masivo (SITM).
2012	CONPES 3737 DNP; Ministerio de Transporte; Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Financiamiento para el fortalecimiento del Programa Nacional de Transporte Urbano.
2012	Resolución 1304 Secretaria Distrital de Ambiente	Por el cual se establecen los niveles máximos de emisión y los requisitos ambientales a los que están sujetas las fuentes móviles del sector de servicio público de transporte terrestre de pasajeros en los sistemas colectivos, masivo e integrado que circulen en el Distrito Capital
2013	Ley 1682 Congreso de la República	Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias
2014	CONPES 3819 DNP: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Trabajo; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; Ministerio de	Política nacional para consolidar el sistema de ciudades en Colombia

Año	Norma	Título
	Transporte; Ministerio del Interior; DANE; IGAC; FINDETER	
2015	Decreto 1079 Presidencia de la República	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte.
2017	CONPES 3882 DNP; Ministerio de Transporte; Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Apoyo del Gobierno nacional a la política de movilidad de la región capital BOGOTÁ-Cundinamarca y declaratoria de importancia estratégica del proyecto Sistema Integrado de Transporte Masivo Soacha Fases II y III.
2017	CONPES 3899 DNP; Ministerio de Transporte; Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Actualización del documento CONPES 3882. Apoyo del Gobierno nacional a la política de movilidad de la región capital BOGOTÁ-Cundinamarca y declaratoria de importancia estratégica del proyecto Sistema Integrado de Transporte Masivo Soacha Fases II y III.
2017	CONPES 3900 DNP; Ministerio de Transporte; Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Apoyo del gobierno nacional al sistema de transporte público de BOGOTÁ y declaratoria de importancia estratégica del proyecto primera línea de metro-tramo 1
2018	CONPES 3934 DNP; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Trabajo; Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Ministerio de Educación; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Transporte; Colciencias; DANE; IDEAM; UPME; AGROSAVIA	Política de crecimiento verde
2018	CONPES 3943 DNP; Ministerio de Salud y Protección Social; Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de	Política para el mejoramiento de la calidad del aire

Año	Norma	Título
	Comercio, Industria y Turismo; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Transporte	
2018	CONPES 3945, DNP; Ministerio de Salud y Protección Social; Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Transporte	APOYO DEL GOBIERNO NACIONAL AL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BOGOTÁ Y DECLARACIÓN DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DE METRO DE BOGOTÁ PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE MOVILIDAD DE SUS HABITANTES. BOGOTÁ” DEL CUAL HACEN PARTE LAS TRONCALES ALIMENTADORAS DE LA AVENIDA 68 Y AVENIDA CIUDAD DE CALI”
2019	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022	El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad", que se expide por medio de la presente Ley, tiene como objetivo sentar las bases de legalidad, emprendimiento y equidad que permitan lograr la igualdad de oportunidades para todos los colombianos, en concordancia con un proyecto de largo plazo con el que Colombia alcance los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030.
2020	CONPES 3982 DNP; Ministerio de Relaciones Exteriores; Ministerio de Defensa Nacional; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio del Trabajo; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Ministerio de Educación Nacional; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Ministerio de Tecnologías de la Información y las	Política nacional logística

Año	Norma	Título
	Comunicaciones; Ministerio de Transporte; DIAN	
2020	CONPES 3991 DNP; Ministerio de Hacienda y Crédito Público; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Transporte	Política nacional de movilidad urbana y regional
2021	CONPES 4034 DNP; Ministerio de Transporte	Apoyo del gobierno nacional a la actualización del programa integral de movilidad de la región BOGOTÁ-Cundinamarca (PIMRC)

Fuente: U.T MOVIUS, 2022

Es importante tener en cuenta que La Ley del PND 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad" (Ley 1955 de 2019), en su artículo 99, reitera el apoyo del Gobierno nacional en el desarrollo de los SITM, los SETP, los sistemas integrados de transporte público (SITP) y los sistemas integrados de transporte regional (SITR), de conformidad con el Marco Fiscal de Mediano Plazo y lo establecido en el artículo 14 de la Ley 86 de 1989 y en la Ley 310 de 1996.

El anterior análisis está enmarcado en las políticas públicas del sector transporte, lo cual hace que el proyecto tenga un soporte institucional muy fuerte, soportado además con la declaratoria de importancia estratégica del proyecto.

Adicional a lo anterior, el marco legal e institucional, está ligado directamente al cumplimiento a toda la normatividad ambiental vigente, además que dentro del EIAS a nivel de diseños de factibilidad se dejan lineamientos con el fin de mejorar la gestión ambiental del proyecto de transporte masivo en BOGOTÁ.

Estos lineamientos deben utilizarse para el desarrollo de los Planes de Manejo Ambiental y Social (PMAS), que harán parte integral de los documentos de licitación, y de los contratos de obra. Asimismo, el cumplimiento de los PMAS harán parte de los compromisos contractuales de la obra y su incumplimiento genera las correspondientes sanciones que estén contempladas en el contrato. Los lineamientos serán desarrollados para asegurar una adecuada gestión ambiental en todas las obras a ejecutarse en el marco del Proyecto Nacional de Transporte Urbano, se recomienda indicar por que el Programa respectivo no requiere aplicación en la obra respectiva.

Además de entender que el proyecto está en etapa de ingeniería básica detallada (diseños de factibilidad) y que para la etapa de construcción, el constructor tendrá que desarrollar los estudios a nivel de detalle y por ende actualizar este Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS).

4.3.3.2. Análisis institucional del Sector Movilidad a nivel distrital

Con el objetivo de lograr la coordinación y el funcionamiento del Sistema Integrado de Transporte, el Distrito cuenta con un esquema institucional compuesto por diversas autoridades, el cual busca consolidar y prestar un servicio de transporte en condiciones de calidad y seguridad.

En cuanto a las autoridades competentes en materia de tránsito y transporte en BOGOTÁ, es el Alcalde Mayor de BOGOTÁ la máxima autoridad en la materia (artículos 3 de la Ley 769 de 2002 y 10 del Decreto Nacional 170 de 2001). Bajo su liderazgo está la Secretaría Distrital de Movilidad, autoridad de transporte masivo en el Distrito Capital, creada a través del Acuerdo Distrital 257 de 2006 (art 108) del Concejo de BOGOTÁ y reconocida por el Ministerio de Transporte como Autoridad Única de Transporte para la administración del Sistema de Servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros a través de la Resolución 266 de 1999.

Mediante el Acuerdo Distrital 4 de 1999 el Concejo de BOGOTÁ autorizó al Alcalde Mayor para que, en conjunto con otras entidades públicas, constituyera la Empresa de Transporte del Tercer Milenio TRANSMILENIO S.A (en adelante TRANSMILENIO) bajo la forma jurídica de sociedad por acciones del orden distrital, con la participación exclusiva de entidades públicas. Esta, tendría a su vez personería jurídica, autonomía administrativa, financiera, presupuestal y patrimonio propio. De igual forma se determinó que la dirección y administración de ésta estaría a cargo de un gerente y una junta directiva (esta última integrada por el Alcalde Mayor o su delegado quien la presidirá, y cuatro (4) miembros designados de acuerdo con los estatutos sociales).

Ahora bien, a través del Decreto Distrital 319 de 2006, se adoptó el Plan Maestro de Movilidad, orientado a lograr un transporte urbano regional integrado, eficiente, competitivo y ambientalmente sostenible, en operación sobre una red jerarquizada y a regular el tráfico en función de los modos de transporte que la utilicen, incluido el ordenamiento de estacionamientos, con el fin de corregir los problemas presentes de movilidad.

Con este contexto, el Sistema integrado de Transporte Público (en adelante “SITP”) fue adoptado por el Decreto Distrital 309 de 2009 (Plan Maestro de Movilidad). Transmilenio juega actualmente un papel fundamental dentro del SITP en la medida en que de acuerdo con el Acuerdo Distrital 4 de 1999 y los Decretos distritales 319 y 486 de 2006 le fue otorgado el título de ente gestor del SITP y por lo tanto le corresponde la planeación, gestión, control, integración, evaluación y seguimiento de la operación de este.

El Decreto Distrital 309 de 2009 a su vez estableció la integración con los modos férreos al SITP, determinando que la homogeneización debe darse una vez se inicie la operación de dicho modo férreo y deberá ser tanto tarifaria como operacional

Posteriormente, el Concejo de BOGOTÁ mediante el Acuerdo Distrital 642 de 2016 autorizó al Alcalde Mayor para participar junto con otras entidades en la constitución de la Empresa Metro de BOGOTÁ S.A. (en adelante “Empresa Metro de BOGOTÁ”) bajo la forma de una sociedad por acciones del orden distrital con autonomía administrativa, financiera y presupuestal, patrimonio propio, vinculada a la Secretaría Distrital de Movilidad de BOGOTÁ.

Adicionalmente, el Acuerdo Distrital 642 de 2016 dispone que el Sector Movilidad está integrado por la Secretaría Distrital de Movilidad en cabeza de este y adicionalmente que las entidades vinculadas a este son:

La Figura 1 muestra un esquema preliminar del marco institucional creado para la ejecución de la Extensión de la L2MB. de acuerdo a las competencias establecidas de las entidades gubernamentales a lo largo del proyecto.



Figura 1. Esquema preliminar del marco institucional

Fuente: U.T MOVIUS, 2022

4.3.3.3. Identificación de las entidades del orden nacional, regional y distrital que participan en el desarrollo del proyecto L2MB y descripción de sus funciones generales.

- **Del orden nacional:**

Ministerio de Hacienda y Crédito Público

El Decreto 1068 de 2015 establece que el Ministerio de Hacienda y Crédito Público –MHCP– es la entidad encargada de definir, formular y ejecutar la política económica del país desarrollando, entre otras, la función de intervención en las actividades de aprovechamiento e inversión de los recursos del ahorro público y el tesoro nacional.

El Decreto mencionado establece entre sus funciones el otorgamiento de varias autorizaciones que afectan de forma directa la viabilidad financiera y jurídica de cualquier proyecto de infraestructura, particularmente la aprobación de las condiciones financieras, la aplicación adecuada de la política de manejo del riesgo contractual del Estado y las vigencias futuras del mismo.

Ministerio de Transporte

El Ministerio de Transporte, como lo establece el Decreto 087 de 2011, es el organismo del Gobierno Nacional encargado de formular y adoptar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica del transporte, el tránsito y la infraestructura, en los modos carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo del país.

Este Ministerio es la cabeza del Sector Transporte, el cual está constituido por El Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la Agencia Nacional de Infraestructuras (ANI), la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (AEROCIVIL), la Superintendencia de Puertos y Transporte (SUPERTRANSPORTE) y la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV).

El Decreto 087 del 17 de enero de 2011 establece las funciones del Ministerio de Transporte[2] y a continuación citamos aquellas que tiene relación directa con el desarrollo del proyecto de la Extensión de la L2MB:

1. Formular las políticas del Gobierno Nacional en materia de transporte, tránsito y la infraestructura de los modos de su competencia.
2. Formular la regulación técnica en materia de tránsito y transporte de los modos carretero, marítimo, fluvial y férreo.
3. Formular la regulación económica en materia de tránsito, transporte e infraestructura para todos los modos de transporte.
4. Establecer las disposiciones que propendan por la integración y el fortalecimiento de los servicios de transporte.
5. Fijar y adoptar la política, planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte y de construcción y conservación de su infraestructura.
6. Establecer las políticas para el desarrollo de la infraestructura mediante sistemas como concesiones u otras modalidades de participación de capital privado o mixto.
7. Apoyar y prestar colaboración técnica a los organismos estatales en los planes y programas que requieran asistencia técnica en el área de la construcción de obras y de infraestructura física, con el fin de contribuir a la creación y mantenimiento de condiciones que propicien el bienestar y desarrollo comunitario.
8. Coordinar, promover, vigilar y evaluar las políticas del Gobierno Nacional en materia de tránsito, transporte e infraestructura de los modos de su competencia.
9. Participar en los asuntos de su competencia, en las acciones orientadas por el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

[2] Estas funciones del Ministerio de transporte fueron tomadas de la página web oficial de la entidad.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

Según el artículo 2 del Decreto 3570 además de las funciones determinadas en la Constitución Política y en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998 y en las demás leyes, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cumplirá con las siguientes funciones[3] entre otras:

1. Diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar su conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente.
2. Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos.
3. Orientar, en coordinación con el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, las acciones tendientes a prevenir el riesgo ecológico.
4. Ejercer la inspección y vigilancia sobre las Corporaciones Autónomas Regionales, y ejercer discrecional y selectivamente, cuando las circunstancias lo ameriten, sobre los asuntos asignados a estas corporaciones la evaluación y control preventivo, actual o posterior, de los efectos del deterioro ambiental que puedan presentarse por la ejecución de actividades o proyectos de desarrollo, así como por la exploración, explotación, transporte, beneficio y utilización de los recursos naturales renovables y no renovables, y ordenar al organismo nacional competente para la expedición de licencias ambientales a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la suspensión de los trabajos o actividades cuando a ello hubiese lugar.
5. Elaborar los términos de referencia para la realización de los estudios con base en los cuales las autoridades ambientales declararán, reservarán, alinderarán, re alinderarán, sustraerán, integrarán o recategorizarán, las reservas forestales regionales y para la delimitación de los ecosistemas de páramo y humedales sin requerir la adopción de los mismos por parte del Ministerio.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones- MINTIC

De acuerdo con lo señalado en el artículo 2 de la Ley 1341 de 2009, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tiene dentro de sus competencias las siguientes:

1. Solicitar a la entidad contratante del Proyecto la inclusión obligatoria de infraestructura para la instalación de redes públicas de telecomunicaciones.
2. Recibir y evaluar las solicitudes realizadas por los distintos prestadores de servicios TIC interesados en utilizar las redes públicas instaladas en el Proyecto según lo indicado en el anterior numeral.

Departamento Nacional de Planeación

El Departamento Nacional de Planeación pertenece a la rama ejecutiva del poder público y depende directamente de la Presidencia de la República. Está encargado de dirigir, coordinar un servicio y otorgar al Gobierno la información adecuada para la toma de decisiones y de diseñar, orientar y evaluar las políticas públicas y del manejo y asignación de la inversión pública y la concreción de las mismas en planes, programas y Proyectos del Gobierno.

[3] Estas funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible fueron tomadas de la página web oficial de la entidad.

Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)

El ICANH es una entidad del Estado colombiano fundada para garantizar la investigación, la producción y la difusión del patrimonio antropológico, arqueológico, histórico y etnográfico del país.

Con base en el Artículo 4 del Decreto 2667 de 1999, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, tiene las siguientes funciones[4]:

1. Prestar asesoría científica a los organismos e instituciones de carácter público y privado en el diseño y ejecución de estudios de impacto cultural arqueológico y antropológico.
2. Fomentar, asesorar y apoyar las investigaciones en las áreas afines al Instituto que efectúen instituciones e investigadores nacionales y extranjeros.
3. Difundir y publicar los resultados de sus investigaciones.
4. Emitir conceptos acerca de los bienes que deban ser considerados como patrimonio arqueológico y antropológico de la nación.
5. Efectuar declaratorias de áreas de potencial arqueológico en el territorio nacional.
6. Mantener actualizado el registro del patrimonio arqueológico y etnográfico nacional desarrollando y aplicando metodologías y programas actualizados.

- **Del orden distrital**

Alcaldía Mayor de BOGOTÁ

La Alcaldía Mayor de BOGOTÁ es el órgano de gobierno de la entidad territorial, definida como Distrito Capital en el artículo 322 de la Constitución Política; tiene un régimen especial contenido en el Decreto 1421 de 1993. De acuerdo con lo establecido en el artículo 35 del mencionado Decreto, el Distrito es representado por su Alcalde Mayor, quien para el periodo 2020- 2023 es Claudia López.

Concejo de BOGOTÁ

El Concejo Distrital de BOGOTÁ es una corporación administrativa de elección popular que funge como la suprema autoridad administrativa dentro del Distrito Capital, tal como lo define el artículo 66 del Código de Régimen Municipal (Decreto 1333 de 1986).

Secretaria Distrital de Hacienda

La Secretaría de Hacienda tiene por objeto “Orientar y liderar la formulación, ejecución y seguimiento de las políticas hacendarias y de la planeación y programación fiscal para la operación sostenible del Distrito Capital y el financiamiento de los planes y programas de desarrollo económico, social y de obras públicas”.

Secretaria Distrital de Movilidad

[4] Estas funciones fueron tomadas de la página web del Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

El Decreto Distrital 567 de 2006 determina que la Secretaría de Movilidad es la autoridad de transporte dentro del Distrito Capital, siendo su objeto "Orientar y liderar la formulación de las políticas del Sistema de Movilidad para atender los requerimientos de desplazamiento de pasajeros y de carga en la zona urbana, tanto vehicular como peatonal y de su expansión en el área rural del Distrito Capital en el marco de la interconexión del Distrito Capital con la red de ciudades de la región central, con el país y con el exterior".

Instituto de Desarrollo Urbano (IDU)

El Instituto de Desarrollo Urbano es un establecimiento público adscrito a la Secretaría de Movilidad encargado de la "Ejecución integral y el mantenimiento de los Proyectos de infraestructura de los sistemas de movilidad y de espacio público construido del Distrito Capital, contemplados dentro del Plan de Ordenamiento Territorial, el Plan de Desarrollo Económico y Social y de Obras Públicas del Distrito Capital y los planes y programas sectoriales, así como las operaciones necesarias para la distribución, asignación y cobro de las contribuciones de valorización y de pavimentación"
El IDU es la entidad del Distrito encargada de i) adelantar la construcción integral de todas las obras que componen la infraestructura distrital afectadas a la prestación del servicio de transporte y a los sistemas complementarios asociados a la movilidad de pasajeros, incluyendo las demás actividades relacionadas la ejecución de las obras (estructuración de Proyectos, gestión predial, gestión ambiental, traslado de redes, entre otros) ii) mantener, en conjunto con la Unidad de Mantenimiento Vial, dicha infraestructura y iii) realizar las operaciones de captura de valor para el Distrito asociadas a dicha infraestructura.

Transmilenio S.A.

La Empresa de Transporte del Tercer Milenio – Transmilenio S.A. es una sociedad entre entidades públicas cuyo objeto consiste en "La gestión, organización y planeación del servicio de transporte público masivo urbano de pasajeros en el Distrito Capital y su área de influencia, bajo la modalidad de transporte terrestre automotor, en las condiciones que señalen las normas vigentes, las autoridades competentes y sus propios estatutos"

Transmilenio es el ente gestor de todo el sistema de transporte masivo del Distrito, sistema que incorpora tanto a la red troncal de BRT, a la operación de buses zonales, a las líneas de metro y tranvías y, en general, a los demás medios masivos de transporte que componen el sistema de transporte del Distrito.

Empresa Metro de BOGOTÁ

La EMB es una sociedad entre entidades públicas sujeta al régimen de contratación aplicable a las empresas industriales y comerciales del estado según indica la Ley 489 de 1998, de la cual son accionistas los siguientes:

a) BOGOTÁ Distrito Capital -Secretaría Distrital de Hacienda - SDH, noventa y dos por ciento, (92%).
b) Empresa de Transporte del Tercer Milenio - Transmilenio S.A., dos por ciento, (2%).
c) Instituto de Desarrollo Urbano -IDU, dos por ciento. (2%).
d) Empresa de Renovación y Desarrollo Urbano de BOGOTÁ D.C. –ERU, dos por ciento. (2%).
e) Instituto Distrital de Turismo, dos por ciento. (2%).

El Acuerdo 642 de 2016 a través del cual el Concejo autorizó al Alcalde Mayor de BOGOTÁ a participar, en conjunto con otras entidades descentralizadas del Distrito, de la constitución y el capital accionario de la EMB también indicó que: "*Corresponde a la empresa METRO DE BOGOTÁ S.A. realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de BOGOTÁ, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento, y administración del material rodante. También hace parte del objeto social de la entidad, liderar, promover, desarrollar y ejecutar Proyectos urbanísticos, en especial de*

renovación urbana, así como la construcción y el mejoramiento del espacio público en las áreas de influencia de las líneas del metro, con criterio de sostenibilidad."

De acuerdo con lo anterior, la EMB es la entidad ejecutora del proyecto L2MB. y las demás líneas de metro que hagan parte del SITP en todos sus componentes (estructuración, construcción, operación, mantenimiento de la obra y del material rodante).

Secretaria Distrital de Ambiente (SDA)

La Secretaría Distrital de Ambiente es la autoridad que promueve, orienta y regula la sostenibilidad ambiental de BOGOTÁ; controlando los factores de deterioro ambiental y promoviendo buenas prácticas ambientales, como garantía presente y futura del bienestar y calidad de vida de la población urbana y rural.

Dentro de las funciones[5] de la SDA aquellas que tienen incidencia en el Proyecto, son:

1. Formular y orientar las políticas, planes y programas tendientes a la investigación, conservación, mejoramiento, promoción, valoración y uso sostenible de los recursos naturales y servicios ambientales del Distrito Capital y sus territorios socio ambientales reconocidos.
2. Promover planes, programas y proyectos tendientes a la conservación, consolidación, enriquecimiento y mantenimiento de la Estructura Ecológica Principal y del recurso hídrico, superficial y subterráneo del Distrito Capital.
3. Diseñar y coordinar las estrategias de mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y corrección de la contaminación auditiva, visual y electromagnética, así como establecer las redes de monitoreo respectivos.
4. Realizar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y desechos o residuos peligrosos y de residuos tóxicos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y complementar la acción de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de BOGOTÁ - EAAB- para desarrollar proyectos de saneamiento y descontaminación, en coordinación con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.
5. Aprobar el plan de arborización urbano de la ciudad cuya formulación estará a cargo del Jardín Botánico José Celestino Mutis.
6. Expedir los permisos y autorizaciones ambientales necesarias para la ejecución del Proyecto

Secretaria Distrital de Planeación (SDP)

La Secretaría Distrital de Planeación tiene por objeto "Orientar y liderar la formulación y seguimiento de las políticas y la planeación territorial, económica, social y ambiental del Distrito Capital, conjuntamente con los demás sectores".

En ese orden, tiene a su cargo la administración del Banco Distrital de Programas y Proyectos y el seguimiento al Plan Distrital de Desarrollo; adicionalmente, es miembro del CONFIS a través del cual se aprueban las vigencias futuras excepcionales del Distrito según conforme a los estipulado en la Ley 1438 de 2011 y el Decreto 2767 de 2012.

Empresas de Prestadoras de Servicios Públicos

Las empresas que actualmente prestan servicios públicos domiciliarios o son prestadores de redes y servicios TIC que utilizan las redes físicas instaladas en el Distrito.

- **Organismos de Control según orden nacional y distrital**

[5] Estas funciones de la Secretaría Distrital de Ambiente fueron tomadas de la página web oficial de la entidad.

Los organismos de control no tienen poder decisorio sobre la ejecución del proyecto pero se presentan como actores de importancia alta dentro del mismo ya que de acuerdo con sus funciones ejercen vigilancia y control en todas las etapas de la L2MB.

Congreso de la República

El Congreso de la República es la entidad que integra la Rama Legislativa del poder público.

Además de la elaboración de leyes y reformas a la constitución, el congreso ejerce funciones de control político sobre los funcionarios públicos a medida que requiera indagar acciones u omisiones de dichos funcionarios.

Procuraduría General de la Nación

La Procuraduría General de la Nación es un ente autónomo de control y vigilancia de la función pública de todos los funcionarios, empleados y entidades del Estado; así como de la representación de los intereses de los ciudadanos ante el Estado.

La Procuraduría ejerce funciones preventivas, de intervención y disciplinaria. La función preventiva se encuentra encaminada a vigilar el actuar de los servidores públicos y contratistas con el fin de advertir cualquier hecho que pueda ser violatorio de las normas vigentes en la gestión administrativa y la contratación estatal.

De acuerdo con lo anterior y en el marco del Proyecto, la Procuraduría cuenta con poder de vigilancia en la estructuración del Proyecto y sus observaciones pueden influir de forma directa en un posterior proceso disciplinario.

Contraloría Distrital

La Contraloría Distrital de BOGOTÁ es la entidad encargada de ejercer el control fiscal a la gestión de la administración y de los particulares en el manejo de fondos y bienes del Distrito.

Personería Distrital

La Personería Distrital se encarga de “Vigilar el cumplimiento de la Constitución, las leyes, las decisiones judiciales y los actos administrativos”, en ejercicio de lo cual ejerce funciones preventivas, de intervención y disciplinaria. Dentro de las funciones preventivas se encuentra la vigilancia de la actuación de los servidores públicos y contratistas, con el fin de advertir cualquier hecho que pueda ser violatorio de las normas vigentes en la gestión administrativa y la contratación estatal.

En este sentido, las observaciones de este ente de control pueden influir de forma directa en un posterior proceso disciplinario y los documentos producidos en ejercicio de las funciones preventivas pueden activar directamente otras instancias de control tales como el fiscal, penal o político.

4.3.3.4. Institucionalidad que participa en el desarrollo del Proyecto

Durante la estructuración del Proyecto, se han identificado las entidades del orden nacional, regional y distrital que inciden o incidirán en el desarrollo del proyecto de la L2MB, y se señalan las principales responsabilidades que ellas deben acometer en las diferentes fases o etapas del Proyecto (pre-construcción, construcción y operación). El resultado de este análisis se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Instituciones que participan en el desarrollo del proyecto

Instituciones		Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
		Estructuración	**Preconstrucción**	**Construcción**	**Operación**
DEL ORDEN NACIONAL	**Ministerio de Hacienda**	Suscribir el "Convenio de Cofinanciación para el Sistema de servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de BOGOTÁ"	Realizar los aportes pactados en el Convenio de Cofinanciación en los montos y fechas señaladas en el mismo Realizar los desembolsos de los recursos de la Nación al encargo fiduciario de conformidad con las cláusulas establecidas en el Convenio de Cofinanciación Realizar todos los trámites para la incorporación de las partidas en los presupuestos anuales		
	Ministerio de Transporte	Suscribir el "Convenio de Cofinanciación para el Sistema de servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de BOGOTÁ"	Solicitar al Ministerio de Hacienda y Crédito Público realizar los desembolsos de los recursos de la Nación al Encargo Fiduciario Realizar a través de la UMUS (Unidad de Movilidad Urbana Sostenible), el seguimiento de los compromisos del Convenio conforme con los componentes de trabajo previstos en la Resolución 269 de 2012 o en las normas que la modifiquen, complementen o adicionen		
	Departamento Nacional de Planeación	Emitir concepto previo de favorabilidad del que trata el literal d) del artículo 1 de la Ley 1483, para el trámite de las vigencias futuras.	Inscribir proyectos en el RUAPP (Registro Único de Asociaciones Público Privadas		
	Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones			Puede requerir la inclusión de ciertas obras para la provisión de redes públicas para la prestación de los servicios de telecomunicaciones	
	Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH	Adelantar la fase de Registro del Programa de Arqueología Preventiva (PAP) Adelantar la fase de Diagnóstico y Prospección Adelantar la fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico Adelantar las actividades de la fase de Implementación del Plan de Manejo Arqueológico que correspondan a la		- Adelantar las actividades de la fase de Implementación del Plan de Manejo Arqueológico que correspondan	

	Instituciones	Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
		Estructuración	**Preconstrucción**	**Construcción**	**Operación**
		fase de preconstrucción (eventuales rescates arqueológicos) y de construcción (monitoreo) Adelantar la fase de Arqueología Pública		a la fase de Construcción (Excavación de posibles contextos identificados como parte de la fase anterior y Monitoreo arqueológico, todo de acuerdo con el Plan de Manejo Arqueológico que se apruebe para el PAP) - Adelantar la fase de Arqueología Pública - Elaborar el Informe Final y dar cierre al PAP.	
DEL ORDEN DISTRITAL	**Alcaldía Mayor de BOGOTÁ**	Suscribir el "Convenio de Cofinanciación para el Sistema de servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de BOGOTÁ"			
	Concejo de BOGOTÁ	Aprobar de cualquier compromiso de vigencias futuras excepcionales con cargo al presupuesto del Distrito así como aprobar los cupos de endeudamiento para los proyectos	Ejercer el control político del avance de la L2MB		

Instituciones	Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
	Estructuración	**Preconstrucción**	**Construcción**	**Operación**
	que adelante el Distrito Capital			
Secretaría de Hacienda Distrital	Suscribir el "Convenio de Cofinanciación para el Sistema de servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros de BOGOTÁ"	Realizar las gestiones correspondientes para incluir en cada año las apropiaciones presupuestales requeridas que le permitan al Distrito asumir los compromisos establecidos en el Convenio		
Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital	Brindar insumos necesarios para la estructuración y diseño de diversos componentes de la L2MB.	Elaborar avalúos comerciales de los inmuebles que serán objeto de adquisición.		
Secretaría Distrital de Planeación	Dar lineamientos de política y de intervención sobre el corredor. Participar, como miembro del CONFIS en la aprobación de las vigencias futuras excepcionales del Distrito según conforme a los estipulado en la Ley 1438 de 2011 y el Decreto 2767 de 2012			

<table>
<tr><th rowspan="2" colspan="2">Instituciones</th><th colspan="4">Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB</th></tr>
<tr><th>Estructuración</th><th>Preconstrucción</th><th>Construcción</th><th>Operación</th></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Brindar apoyo para la toma de decisiones en los diseños en aspectos relacionados con urbanismo, paisajismo, espacio público, arquitectura de las estaciones e inserción de las mismas en el entorno urbano.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Secretaría Distrital de Ambiente</td><td rowspan="2">Dar lineamientos de política y de intervención sobre los medios biótico y físico afectados por la L2MB.</td><td colspan="3">Realizar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y desechos o residuos peligrosos y de residuos tóxicos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y complementar la acción de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de BOGOTÁ - EAAB- para desarrollar proyectos de saneamiento y descontaminación, en coordinación con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td rowspan="2">Expedir actos administrativos - permisos y autorizaciones ambientales - necesarias para la ejecución del Proyecto en el suelo urbano.

Realizar el control y seguimiento ambiental en suelo urbano</td><td>Expedir actos administrativos - permisos y autorizaciones ambientales - necesarias para la operación de la Línea en el suelo urbano.
Realizar el control y seguimiento ambiental en suelo urbano.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Jardín Botánico</td><td>Dar lineamientos sobre la intervención del medio biótico, particularmente del componente paisajístico y forestal de la L2MB.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático - IDIGER</td><td>Emitir conceptos relacionados con valoración de la condición de amenaza y riesgo del Proyecto</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Instituciones	Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
	Estructuración	**Preconstrucción**	**Construcción**	**Operación**
Secretaría Distrital de Movilidad	Dar lineamientos de política y de intervención sobre el corredor.		Aprobar el Plan de Manejo de Tránsito Brindar apoyo, junto con ETB en la atención de contingencias sobre la red de semaforización.	Hacer control a la efectiva prestación del servicio público de transporte.
Instituto de Desarrollo Urbano - IDU		Apoyar la gestión socio predial del primer grupo de inmuebles a ser adquiridos en el marco del Convenio 1021 de 2017, suscrito entre EMB e IDU.	Promover la coordinación y armonía en las intervenciones que sobre el espacio público y corredores viales estarán a cargo de la EMB y del IDU.	
TRANSMILENIO				Gestionar la interfaz requerida para ejecución de las actividades de recaudo, control de flota, integración de la información y servicio al usuario del sistema
Secretaría de Cultura Recreación y Deporte	Brindar insumos para la identificación de los BIC presentes en el área de influencia de la L2MB. Brindar apoyo para la toma de decisiones en lo relacionado con el traslado del Monumento a Los Héroes; BIC afectado por el trazado de la L2MB.	Dar lineamientos sobre el diseño e implementación de estrategia de cultura ciudadana alrededor del Metro, y apropiación del espacio público.		
Instituto Distrital de Patrimonio Cultural		Definir los criterios y parámetros a seguir para sobre los BIC		

Instituciones	Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
	Estructuración	**Preconstrucción**	**Construcción**	**Operación**
Empresa de Energía de BOGOTÁ	Brindar apoyo para la toma de decisiones en los diseños en aspectos relacionados con el traslado de redes matrices y principales de servicios públicos.	Proveer información sobre la confiabilidad del sistema nacional de distribución de energía	Brindar apoyo en la atención de contingencias que sobre sus redes se presenten en esta etapa	
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de BOGOTÁ S.A ESP – EAAB Codensa S.A ESP		Ejecutar estudios y diseños atendiendo los términos y condiciones técnicas, jurídicas y económicas definidas en los Acuerdos Marco suscrito con Codensa, ETB, ETB, GN y Telefónica Ejecutar el traslado, reposición o reubicación anticipada de las redes matrices y principales de servicios públicos que estén interfiriendo con el trazado.		
Codensa S.A ESP				
Empresa de Teléfonos de BOGOTÁ - ETB				
Gas Natural				
Telefónica				
Prestadores de redes y servicios de tecnologías de la información y comunicaciones.		Coordinar, a través de Codensa, el traslado, reposición o reubicación anticipada de las redes a cargo.		
Secretaría Distrital de Desarrollo Económico		Brindar apoyo en el diseño de acciones de mitigación de los impactos generados sobre las actividades económicas formales presentes en el área de	Brindar apoyo en la implementación de acciones de mitigación de los impactos generados sobre las actividades económicas	

Instituciones	Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
	Estructuración	**Preconstrucción**	**Construcción**	**Operación**
		influencia directa de la L2MB.	formales presentes en el área de influencia directa de la L2MB.	
Instituto para la Economía Social		Brindar apoyo en el diseño de Plan de Reasentamiento, en su componente de manejo de vendedores informales en el espacio público.	Brindar apoyo en la implementación del Plan de Reasentamiento o en su componente de manejo de vendedores informales en el espacio público diseñado para esta fase.	Brindar apoyo en la implementación del Plan de Reasentamiento en su componente de manejo de vendedores informales en el espacio público diseñado para esta fase.
Secretaría Distrital del Hábitat		Brindar apoyo en la implementación del Plan de Reasentamiento.		
Secretaría de Educación Distrital				
Secretaría Distrital de Salud				
Secretaría Distrital de la Mujer				
Secretaría Distrital de Integración Social				
Alta consejería para la víctimas, la paz y la reconciliación				
Secretaría de Gobierno		Brindar apoyo en el diseño de protocolos de gestión de crisis y en su implementación		

Instituciones		Fases o etapas de desarrollo del proyecto L2MB			
		Estructuración	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Instituto Distrital para la Participación y Acción Comunal		Brindar lineamientos y apoyo en la implementación de acciones de fortalecimiento de la participación ciudadana,		
	Departamento Administrativo de la Defensoría del espacio público		Adelantar el saneamiento jurídico de los predios afectos al espacio público.		
DE TODOS LOS ÓRDENES	**Entes de Control**	Control y seguimiento a la gestión pública			

Fuente: Proporcionado por la EMB-Primera Línea del Metro de BOGOTÁ

4.4. PERMISOS, AUTORIZACIONES Y SOLICITUDES

Con respecto a la necesidad de licencia ambiental en el proyecto, el Distrito por intermedio de la Secretaría Distrital de Ambiente realizó consulta a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en cuanto a la competencia y exigibilidad de licencia ambiental para el proyecto de Metro Pesado según oficio radicado con el consecutivo. SDA No. 2012ER119395, y de la cual se expidió respuesta mediante oficio ANLA No. 4120-EI-43062, 14 de agosto de 2012, según el cual:

"*De igual manera expone como quiera que el proyecto del Metro Pesado no se encuentra establecido expresamente como un proyecto, obra o actividad que requiera de Licencia Ambiental dentro del Decreto 2820 de 2010, el proyecto no requiere licencia pero advierte que cualquier posibilidad de licenciamiento futuro estaría bajo la competencia de la Secretaría Distrital de Ambiente (...)", así mismo indica que la "Exigibilidad y Competencia, de acuerdo al contenido del artículo 52, numeral 6*

de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el numeral 8.1 del artículo 8 del Decreto 2820 de 2010, se prevé que la construcción de vías férreas y variantes de la red férrea nacional, requieren licencia ambiental y son de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales conforme al Decreto 3573 de 2011, es así como en el numeral 9 del artículo 9 del Decreto 2820 de 2010, se establece que la construcción de vías férreas de carácter regional y/o variantes de éstas tanto públicas como privadas requieren Licencia Ambiental, la cual será otorgada o negada por las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002", y define que la "*Solicitud de Trámite Ambiental, El procedimiento para la obtención de la licencia ambiental se encuentra consagrado en los artículos 58 de la Ley 99 de 1993 y 24 y 25 del Decreto 2820 de 2010. De igual manera cabe resaltar que para determinar si el proyecto se encuentra acorde con los usos del suelo legalmente establecidos, es necesario consultar la ley 388 de 1997 y los planes de ordenamiento territorial que hayan sido debidamente expedidos por el respectivo municipio donde se vaya a desarrollar el proyecto*. " y "*No es la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales quien debe conocer del Licenciamiento Ambiental de los proyectos para la construcción del Metro Ligero y el Metro pesado en la ciudad de BOGOTÁ o.e, toda vez que no son proyectos de carácter nacional* (...)"

Con base en la anterior respuesta, el INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU mediante comunicación No. MADS 4120-EI-28921 del 24 de octubre de 2014 solicitó a la ANLA concepto técnico referente a los criterios para la elaboración del estudio de calidad del aire para la primera línea del Metro de BOGOTÁ en el componente atmosférico. La ANLA mediante oficio No. 20145281791212 del 24 de octubre de 2014, confirma la no necesidad de licencia ambiental del proyecto, en los siguientes términos: "(...) *Como primera medida es importante aclarar que, de acuerdo con lo definido en el Título VI 11 de la Ley 99 de 1993 y el Decreto 2820 de 2010 "Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales", la construcción del metro de BOGOTÁ no requiere licencia ambiental {...)*".

Adicionalmente, mediante Oficio con radicado No 2-2016-15883 del 15 de abril de 2016 el entonces Gerente del Proyecto Metro de BOGOTÁ de la Alcaldía Mayor de BOGOTÁ, solicitó al Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitir concepto referente al requerimiento de licencia ambiental para la construcción de la primera línea del Metro de BOGOTÁ, solicitud que fue atendida por el Ministro con oficio No. REG.Salida:MIN-8000-E2-2016-010605 del 6 de mayo de 2016 en el cual se indicó:

"(. . .) El Decreto No. 1008 de 2015 "Por medio del cual se reglamenta el Servicio de Transporte Público Masivo de Pasajeros por metro ligero, tren ligero, tranvía y tren-tram" define el Sistema de Metro o Metrovía como un sistema ferroviario urbano destinado al servicio de transporte masivo de pasajeros que se caracteriza por tener derechos exclusivos, de vía, sistemas de control avanzados y con capacidad de pasajeros mayor a la ofrecida por el metro ligero.

Con base en la definición anterior y debido a la magnitud de la obra de construcción de la primera línea del Metro de BOGOTÁ, para el caso en particular se tienen los siguientes escenarios:

Escenario 1

Si la construcción y operación de la Línea férrea tiene carácter regional y/o variantes de estas, tanto públicas como privadas, de acuerdo con el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 Capitulo 3 del Decreto 1076 de 2015 requiere de licencia ambiental y es competencia de la Secretaría Distrital de Ambiente y/o la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca otorgar o negar el respectivo trámite.

Escenario 2

Si la construcción de la línea férrea del Metro de BOGOTÁ interviene alguna área protegida pública regional de los que trata el Decreto 2372 de 2010 distintas a las áreas de Parques Regionales Naturales, siempre y cuando su ejecución sea compatible con los usos definidos para la categoría de manejo respectiva, de acuerdo con el numeral 21 del Artículo 2.2.2.3.2.3, Capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015 requiere de licencia ambiental y es competencia de la Secretaría Distrital de Ambiente y/o la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca otorgar o negar el respectivo trámite.

Escenario 3

Si no se cumplen las condiciones descritas en los dos escenarios anteriores la construcción de la primera línea del Metro de BOGOTÁ y la construcción del patio taller en el municipio de Mosquera, tomando como referencia las actividades listadas en los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015, no requieren de licenciamiento ambiental.

No obstante lo anterior, debido a que el mencionado proyecto puede generar durante su construcción y operación una serie de impactos ambientales que pueden repercutir en el bienestar de la población circunvecina y en la estructura ecológica urbana de la ciudad, es necesario que en el marco de su planeación y ejecución se cuenten con las autorizaciones ambientales requeridas para el uso de los recursos naturales y las autorizaciones requeridas para este tipo de construcciones en el marco de lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial así como las demás normas aplicables en la materia.

Finalmente, como quiera que el proyecto se desarrollará en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente dicha entidad deberá conceptuar de manera específica sobre los requerimientos ambientales para la ejecución de las obras y de operación del mismo.

Quedamos atentos a solucionar cualquier inquietud al respecto(...)"

Sin embargo, en el marco de los estudios de factibilidad de la L2MB se consultó nuevamente a la SDA y ANLA sobre la necesidad de Licencia Ambiental para el proyecto.

Por lo anterior y teniendo en cuenta los conceptos antes citados emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la ANLA y lo definido en la normatividad ambiental vigente (Decreto 2041 de 2014 que derogó el Decreto 2820 de 2010 y Decreto 1076 de 2015), hasta la fecha, el Distrito Capital ha entendido que el desarrollo del proyecto Metro de BOGOTÁ no requerirá a la obtención de una Licencia Ambiental ni Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

De acuerdo con la consulta realizada a la ANLA para la Extensión de la PLMB, no se requiere del trámite de licencia ambiental.

Adicionalmente se radicó a la SDA, a través de la comunicación UTES-C033-PROY-008-2021 del 17 de febrero de 2021, radicado SDA 2021ER31557 del 18 de febrero de 2021, se solicitó pronunciamiento bajo lo dispuesto en los artículos 7 y 39 de la Ley 1682 de 2013 y demás normas concordantes, en relación con los programas, planes e instrumentos de gestión, control y manejo ambiental aplicables al proyecto Extensión de la PLMB.

A través de la comunicación UTES-C033-PROY-018-2021 del 12 de marzo de 2021, radicado SDA 2021ER47948 del 15 de marzo de 2021, se dio alcance al radicado SDA 2021ER31557.

La SDA dio respuesta a través del oficio con numero de radicado 2021EE60895 del 06 de abril del 2021, en la cual precisa:

"(…) A través del radicado 2017ER184685 del 21/09/2017, la empresa Metro de BOGOTÁ solicitó información a esta entidad en relación con los requisitos ambientales asociados con el proyecto "Primera Línea Metro de BOGOTÁ - PLMB", donde se requiere confirmar la necesidad o no del trámite de una licencia ambiental para el desarrollo de dicho proyecto. Mediante oficio 2017EE207058 del 18/10/2017, la SDA remitió respuesta a dicho radicado, en donde, con base en la revisión de las actividades que se encuentran sujetas al desarrollo y otorgamiento de una licencia ambiental, establecidas en la normatividad aplicable, se indicó lo siguiente: "Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, el proyecto objeto de consulta no requiere licencia ambiental, no obstante, lo anterior y dada la envergadura del proyecto a acometer, el

manejo y control se realizará por esta Autoridad Ambiental, a través de otro tipo de instrumentos administrativos de carácter ambiental, como a continuación se mencionará." (…)" (negrilla y subrayado fuera de texto).

Adicionalmente a través de la comunicación con radicado SDA 2022ER101579, se solicitó pronunciamiento a la Secretaría Distrital de Ambiente en los siguientes términos .. *"solicitamos comedidamente el pronunciamiento de esta autoridad, en el sentido de confirmar que el proyecto de Línea 2 del Metro de BOGOTÁ, requiere o no de licencia ambiental y de presentar diagnóstico ambiental de alternativas."*

La SDA dio respuesta a través del oficio con numero de radicado 2022EE150539 del 17 de junio del 2022, en la cual precisa:

"(…) Cómo se puede ver, de acuerdo con la información suministrada por la UT MOVIUS, la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ se desarrollará únicamente dentro del perímetro de BOGOTÁ D.C., específicamente entre la Calle 72 y el barrio Fontanar por la Avenida transversal de Suba, razón por la cual se concluye que el proyecto objeto de consulta no requiere licencia ambiental debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.

Adicionalmente, en cuanto al Diagnóstico Ambiental de Alternativas, se tiene que la Artículo 56 de la Ley 99 de 1993 establece que "En los proyectos que requieran de Licencia Ambiental, el interesado deberá solicitar en la etapa de factibilidad a la autoridad ambiental competente que ésta se pronuncie sobre la necesidad de presentar o no un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.". Considerando que el objetivo del Diagnóstico Ambiental de Alternativas es presentar información para que la Autoridad Ambiental pueda seleccionar la alternativa o las alternativas sobre las cuales deberá elaborarse el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, se concluye que el proyecto Línea 2 del Metro de BOGOTÁ (L2MB) no requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas debido a que no requiere de Licencia Ambiental para su desarrollo. " (…)" (negrilla y subrayado fuera de texto).

Con base en los pronunciamientos realizados para el proyecto Metro por parte de la ANLA y la SDA, el proyecto L2MB no requiere licencia ambiental. Sin embargo, la Empresa Metro de BOGOTÁ ha estructurado dentro de los estudios del proyecto, la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS), que cumpla con las mejores prácticas de ingeniería en proyectos de similares condiciones. Asimismo, como resultado del EIAS ha elaborado el Plan de Manejo Ambiental y Social a implementar durante la ejecución de obras y la relación de todos aquellos permisos ambientales requeridos para tal fin. Los trámites y permisos que se requiere desde los componentes ambiental y social se dan en dos momentos, primero durante la ejecución de la asesoría y segundo como parte de la ejecución de las obras del proyecto.

A continuación se presenta la relación de las consultas realizadas a las diferentes entidades gubernamentales, distritales y demás, cuyas facultades tienen injerencia en el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 5. Comunicaciones a Entidades

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
L2MB-EAAB-MOV-CE-TEC-004	Carta	14-10-2021	14-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre el componente predial del contrato de la referencia	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-005	Carta	9-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud recomendaciones técnicas de la EAAB-ESP para el contrato en referencia /alcance radicado E-2021-060938/ comunicación MOVIUS UT SLMB-EAAB-MOV-TEC-001	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-006	Carta	9-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de resolución de alinderamiento de cuerpos de agua que cruzan sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-008	Carta	28-1-2022	27-1-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Complemento solicitud de información técnica de la EAAB-ESP para el contrato en referencia.	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-009	Carta	28-1-2022	27-1-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Complemento solicitud de información técnica de la EAAB-ESP para el contrato en referencia.	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-010	Carta	28-1-2022	27-1-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Complemento solicitud de información técnica de la EAAB-ESP para el contrato en referencia.	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-011	Carta	28-1-2022	27-1-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Complemento solicitud de información técnica de la EAAB-ESP para el contrato en referencia.	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-012	Carta	28-1-2022	27-1-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Complemento solicitud de información técnica de la EAAB-ESP para el contrato en referencia.	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
L2MB-MOV-EAAB-CE-TEC-013	Carta	28-1-2022	27-1-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Complemento solicitud de información técnica de la EAAB-ESP para el contrato en referencia.	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ
SLMB-SDP-MOV-CE-TEC-001	Carta	24-09-2021	23-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información técnica para el contrato en referencia	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
L2MB-SDP-MOV-CE-TEC-002	Carta	05-10-2021	30-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información de instrumentos de planeación y gestión territorial/Normativa vigente/controles ambientales/Bienes de interés Cultural entre otra información que se encuentran en el área de influencia del proyecto de la SLMB.	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
L2MB-SDP-MOV-CE-TEC-003	Carta	05-10-2021	30-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de Norma Urbana vigente para el predio del Patio Taller del proyecto SEGUNDA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ, en BOGOTÁ D.C.	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
L2MB-SDP-MOV-CE-TEC-004	Carta	15-10-2021	14-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información de proyectos estratégicos de integración intermunicipal	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
L2MB-MOV-SDP-CE-TEC-006	Carta	09-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud clasificatoria del suelo y demás del corredor sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
SLMB-SDP-MOV-CE-TEC-008	Carta	28-01-2022	27-01-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre el Decreto 555 de Diciembre del 2021 y su aplicación al presente proyecto.	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
L2MB-MOV-SDP-CE-TEC-009	Carta	22-02-2022	23-02-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición. Solicitud información en formato fuente POT Reverdece 2022-2035	SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
SLMB-SDA-MOV-CE-TEC-001	Carta	06-10-2021	23-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información técnica para el contrato en referencia.	SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-SDA-MOV-CE-TEC-002	Carta	06-10-2021	30-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre elementos de la Estructura Ecológica principal ubicados en el área de influencia del proyecto y normativa vigente.	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-003	Carta	10-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solictud de información sobre el humedal juan amarillo	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-004	Carta	10-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre compensaciones en el distrito capital de BOGOTÁ	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-005	Carta	10-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre centros de recepción y valoración de fauna silvestre en el distrito capital de BOGOTÁ	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-006	Carta	03-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre el permiso de recolección de especímenes de la biodiversidad para la ejecución de planes de manejo ambiental.	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-007	Carta	3-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre especies de flora en veda en el Distrito Capital de BOGOTÁ	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-011	Carta	18-3-2022	18-3-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre especies de flora en veda en el Distrito Capital de BOGOTÁ	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-015	Carta	5-2-2022	05-02-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud concepto de la necesidad o no de licenciamiento ambiental y de necesidad o no de presentación de diagnóstico ambiental de alternativas para el desarrollo de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ (L2MB) desde la calle 72 con carrera 10, hasta el patio taller ubicado en el predio Fontanar del Río, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015.	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-016	Carta	5-2-2022	05-02-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud pronunciamiento bajo lo dispuesto en los artículos 7 y 39 de la Ley 1082 de 2013 y demás normas concordantes, en relación con los determinantes, lineamientos, planes e instrumentos de gestión, control y manejo ambiental aplicables al proyecto de la Linea 2 del Metro De Bogotá (L2MB)	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-017	Carta	15-06-2022	15-06-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre fuentes de emisiones atmosféricas en el Distrito Capital de BOGOTÁ	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-018	Carta	21-06-2022	21-06-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Alcance a Comunicación L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-016 - Solicitud Información, Radicado SDA 2022ER147004 del 15-06-22	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-MOV-SDA-CE-TEC-019	Carta	30-06-2022	30-06-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Respuesta al radicado 2022ER101568 - Solicitud de pronunciamiento en relación con los determinantes, lineamientos, planes e instrumentos de gestión, control y manejo ambiental aplicables al proyecto de la Línea 2 Metro de Bogotá (L2MB)	SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
L2MB-IDIGER-MOV-CE-TEC-001	Carta	06-10-2021	01-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre zonas de riesgo en el área de influencia del proyecto de la SLMB.	INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DEL RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO
L2MB-MOV-IDIGER-CE-TEC-002	Carta	9-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de concepto de permisos de ocupación de cauce-POC-sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DEL RIESGO CAMBIO CLIMÁTICO
L2MB-MOV-IDIGER-CE-TEC-003	Carta	9-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre amenazas naturales, de riesgo tecnológico y social sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DEL RIESGO CAMBIO CLIMÁTICO
L2MB-IDPC-MOV-CE-TEC-001	Carta	04-10-2021	29-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital /Sectores de interés cultural/Monumentos.	INSTITUTO DISTRITAL DE PATRIMONIO CULTURAL

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
L2MB-IDPC-MOV-CE-TEC-002	Carta	15-10-2021	14-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre el componente predial del contrato de la referencia	INSTITUTO DISTRITAL DE PATRIMONIO CULTURAL
L2MB-MOV-IDPC-CE-TEC-003	Carta	04-10-2021	14-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre bienes de interés cultural del ámbito distrital/sectores de interés cultural/monumentos	INSTITUTO DISTRITAL DE PATRIMONIO CULTURAL
L2MB-IDRD-MOV-CE-TEC-001	Carta	08-10-2021	30-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información de parques/escenarios IDRD en el área de influencia de la SLMB.	INSTITUTO DE RECREACIÓN Y DEPORTES
L2MB-MOV-IDRD-CE-TEC-004	Carta	26-04-2022	25-4-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Línea 2 Metro de BOGOTÁ – Patio taller - Parque IDRD 11-368	INSTITUTO DE RECREACIÓN Y DEPORTES
L2MB-MINC-MOV-CE-TEC-001	Carta	06-10-2021	30-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre elementos de valor patrimonial del ámbito nacional en el área de influencia del proyecto de la Línea 1 del metro de BOGOTÁ.	MINISTERIO DE CULTURAL
L2MB-MINC-MOV-CE-TEC-002	Carta	15-10-2021	14-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información sobre el componente predial del contrato de la referencia	MINISTERIO DE CULTURA
L2MB-MOV-ALS-CE-TEC-004	Carta	07-10-2021	07-10-2021	MOVIUS	Fabio A. SÁNCHEZ Camargo	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	ALCALDÍA LOCAL DE BARRIOS UNIDOS
L2MB-MOV-ALOC-CE-TEC-003	Carta	07-10-2021	07-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	ALCALDÍA LOCAL DE CHAPINERO
EPLMB-EML-ALC-CE-22-0003	Carta		15-06-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social sobre el proyecto EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ PLMB.	ALCALDÍA LOCAL DE CHAPINERO
L2MB-MOV-ALOC-CE-TEC-002	Carta	09-10-2021	07-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	ALCALDÍA LOCAL DE ENGATIVÁ
L2MB-MOV-ALOC-CE-TEC-001	Carta	07-10-2021	07-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	ALCALDÍA LOCAL DE SUBA

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
L2MB-GOB-MOV-CE-TEC-001	Carta	20-10-2021	19-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información de proyectos estratégicos de integración intermunicipal	GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA
L2MB-UAECD-MOV-CE-TEC-001	Carta	20-10-2021	14-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de Información sobre el componente predial del contrato de la Referencia.	UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL
L2MB-MOV-UAECD-CE-TEC-001	Carta	21-12-2021	21-12-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información técnica para el contrato en referencia	UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL
L2MB-MOV-UAECD-CE-TEC-003	Carta	25-03-2022	25-03-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL
L2MB-MOV-CAR-CE-TEC-001	Carta	12-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud sobre compensaciones	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
L2MB-MOV-CAR-CE-TEC-002	Carta	12-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre el permiso de recolección de especímenes de la biodiversidad para la ejecución de planes de manejo ambiental	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
L2MB-MOV-CAR-CE-TEC-003	Carta	12-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre especies de flora en veda	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
L2MB-MOV-CAR-CE-TEC-004	Carta	12-11-2021	03-11-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información sobre ZMPA y RH Río BOGOTÁ	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
L2MB-MOV-CAR-CE-TEC-005	Carta	23-3-2022	22-03-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información de usos y usuarios	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
L2MB-MOV-CAR-CE-TEC-006	Carta	4-4-2022	04-01-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitudes de autorización para uso de áreas en proximidades del río BOGOTÁ	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA
L2MB-IPES-MOV-CE-TEC-001	Carta	01-10-2021	01-10-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	INSTITUTO PARA LA ECONOMÍA SOCIAL
L2MB-MOV-IPES-CE-TEC-002	Carta	28-12-2021	21-12-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información técnica para el contrato en referencia.	INSTITUTO PARA LA ECONOMÍA SOCIAL
L2MB-IPES-MOV-CE-TEC-003	Carta	28-1-2022	28-1-0202	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de	INSTITUTO PARA LA ECONOMÍA SOCIAL

REFERENCIA	TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE RECIBIDO	FECHA DEL DOCUMENTO	DOCUMENTO FIRMADO POR		ASUNTO	ENTIDAD
				ENTIDAD	Nombre y apellido / Cargo		
						Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	
L2MB-MOV-ICANH-CE-TEC-001	Carta	27-12-2021	21-12-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud información técnica para el contrato en referencia.	INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA BOGOTÁ
L2MB-SM-MOV-CE-TEC-001	Carta	04-10-2021	28-09-2021	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Derecho de petición - Solicitud de información para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y social del proyecto LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ.	SECRETARIA DISTRITAL DE LA MUJER
SLMB-SDH-MOV-CE-TEC-001	Carta	28-01-2022	27-01-2022	MOVIUS	FABIO SÁNCHEZ	Solicitud de información respecto a la actuación estratégica ciudadela educativa del ciudadano	SECRETARIA DISTRITAL DEL HÁBITAT
L2MB-MOV-ANLA-CE-TEC-001	Carta	18-03-2022	18-03-2022	MOVIUS	FABIO A. SÁNCHEZ	Solicitud información sobre especies de flora en veda en el Distrito Capital de BOGOTÁ	ANLA
L2MB-MOV-ANLA-CE-TEC-002	Carta	02-05-2022	02-05-2022	MOVIUS	FABIO A. SÁNCHEZ	Solicitud concepto de la necesidad o no de licenciamiento ambiental y de necesidad o no de presentación de diagnóstico ambiental de alternativas para el desarrollo de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ (L2MB) desde la calle 72 con carrera 10, hasta el patio taller ubicado en el predio Fontanar del Rio, de conformidad con los establecido en el Decreto 1076 de 2015.	ANLA
L2MB-MOV-ANLA-CE-TEC-003	Carta	18-10-2022	18-10-2022	MOVIUS	FABIO A. SÁNCHEZ	Solicitud información sobre humedales RAMSAR en el Distrito Capital de BOGOTÁ	ANLA

Fuente: U.T MOVIUS, 2023

A continuación se listan los trámites y permisos ambientales y la solicitud de la información requerida para la estructuración de la L2MB.

Tabla 6. Trámites y permisos ambientales y solicitud de información requeridos para la estructuración de la L2MB

Etapa	Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
Estructuración				
X	Trámite de solicitud de Certificado de Procedencia y	Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa	Asesor	1,5

Etapa Estructuración	Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
	Oportunidad de la Consulta Previa			
X	Certificación de bienes muebles y inmuebles en el área de proyecto	Ministerio de Cultura Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura Secretaria Distrital de Cultura	Asesor	1,5
X	Registro ante el ICANH del Programa de Arqueología Preventiva (PAP) [3]	ICANH	Asesor etapa de factibilidad	1 (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Aprobación por parte del ICANH del Plan de Manejo Arqueológico como parte de la Fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico del PAP [3]	ICANH	Asesor etapa de factibilidad	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud información sobre elementos de la Estructura Ecológica principal ubicados en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	SDA	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud información sobre compensación a realizar las estimaciones de las compensaciones ambientales que se deriven por la demanda de recursos naturales, por la afectación de zonas verdes y blandas susceptibles de endurecimiento, y por la afectación paisajística	SDA	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud información sobre centros de recepción y valoración de fauna silvestre en el	SDA	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)

Etapa Estructuración	Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
	Distrito Capital de BOGOTÁ			
X	Solicitud información sobre el permiso de recolección de especímenes de la biodiversidad para la ejecución de planes de manejo ambiental.	SDA	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud Clasificación del suelo y demás del corredor sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	SDP	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud de información sobre proyectos de infraestructura vial sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente.	IDU	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud Concepto Permisos de Ocupación de Cauce – POC sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente	SDA	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud de información sobre amenazas naturales, de riesgo tecnológico y social sobre el corredor en el área de influencia del proyecto y normativa vigente.	IDIGER	Asesor	1 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	Solicitud de Resolución de alinderamiento de cuerpos de agua que cruzan sobre el corredor en el área de	EAAB	Asesor	1,5 como mínimo (sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)

Etapa Estructuración	Requerimiento	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
	influencia del proyecto y normativa vigente			

Fuente: U.T MOVIUS, 2022

A partir de los permisos y autorizaciones requeridos en el desarrollo de los estudios ambientales, en la Tabla 7, se presentan los permisos necesarios para la etapa de construcción y operación.

Tabla 7. Permisos y trámites ambientales requeridos para la construcción y operación de la L2MB

Etapa		Requerimiento	Alcance	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
Construcción	Operación					
X		Permiso de Tratamientos Silviculturales	Trámite ante la Autoridad Ambiental, para la obtención del permiso que permita la manipulación del arbolado urbano que se encuentra dentro del AID del proyecto. (Ver Anexo 5.3 - 8.1 y Anexo 5.3 - 8.2)	SDA	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X		Permiso de levantamiento de veda	Trámite ante la Secretaría Distrital de Ambiente, para obtener el permiso de aprovechamiento sobre la flora silvestre considerada como especie amenazada.(Ver Capítulo 7 Numeral 7.5. Levantamiento de flora en veda)	ANLA-Autoridad Ambiental competente	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X	X	Permiso de colección de especímenes de la biodiversidad (Indispensable para el PMAS Fauna)	Trámite ante la ANLA, para la recolección de especies silvestres de la diversidad biológica con fines para la elaboración de estudios ambientales, asociados al área del proyecto.	ANLA-Autoridad Ambiental competente	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X		Acta de revisión y aprobación del diseño paisajístico [3] y balance de zonas verdes	Trámite ante el Jardín Botánico, para la aprobación del diseño paisajístico y el balance de zonas verdes del proyecto. Anexo	Jardín Botánico José Celestino Mutis (JBB) - SDA	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X		Salvoconducto de movilización de madera	Trámite ante la Autoridad Ambiental, para la obtención del permiso que permita la movilización de madera.	SDA	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X		Acta de entrega de árboles trasladados al JBB	Trámite ante el Jardín Botánico, para la entrega física e inventariada de los árboles que fueron objeto de traslado, de acuerdo con la autorización otorgada	JBB	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad

Etapa		Requerimiento	Alcance	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
Construcción	Operación					
			por la Autoridad Ambiental.			
X		Acta de entrega de árboles plantados al JBB	Trámite ante el Jardín Botánico, para la entrega física e inventariada de los árboles que fueron plantados, de acuerdo con la autorización otorgada por la Autoridad Ambiental.	JBB	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X		Salvoconducto para la movilización de flora y arbolado	Trámite ante la Autoridad Ambiental, para la obtención del permiso que permita la movilización de las especies de flora y fauna, y de arbolado urbano.	SDA	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X	X	Plan de manejo de Tráfico (PMT)	Permiso tramitado ante la Secretaría de Movilidad, en el cual se establecen las estrategias y alternativas para minimizar el impacto generado a las condiciones de movilidad y usuarios de las vías, asociados a las actividades del proyecto. (Ver Plan de Manejo de Tráfico)	SDM	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X	X	Registro de Publicidad Exterior	Trámite ante la Secretaría Distrital de Ambiente, para hacer uso de la publicidad exterior en el área del Distrito.	SDA	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X	X	Certificado de gases y emisiones vehiculares	Certificado establecido para todos los vehículos automotores, en el cual se verifican las condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad del automotor.	Ministerio de Transporte - CDA	Concesionario o Constructor	Certificación anual y depende del estado del vehículo

Etapa		Requerimiento	Alcance	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
Construcción	Operación					
X		Permiso de emisiones atmosféricas	En caso que el contratista requiera instalar plantas de concreto, asfalto y trituradoras.	SDA	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad
X		Autorización para trabajo nocturno	Trámite ante la Alcaldía local, para realizar las obras del proyecto, en horario nocturno, dominical y/o festivo.	Alcaldías Locales Distritales	Concesionario o Constructor	1 como mínimo (Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X		Conexión temporal de servicios públicos	Trámite adelantado ante la Empresa de Servicio Público, para realizar la conexión temporal de servicios públicos en obras en construcción no permanentes u otros servicios no residenciales de carácter ocasional.	Empresas de Servicios Públicos	Concesionario o Constructor	2,5 como mínimo (Depende de la entidad prestadora de servicios públicos)
X		Inscripción de Reportes y Manejo de RCD en Obras Públicas (Obtención PIN proyecto) - Presentar Plan de gestión de RCD	Trámite ante la Secretaría Distrital de Ambiente para realizar el Registro de grandes generadores de residuos de construcción y demolición – RCD en BOGOTÁ, para obtener el respectivo PIN, mediante el cual se declaran los RCD generados durante el proyecto.	SDA	Concesionario o Constructor	1 como mínimo (Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad)
X	X	Registro como generadores de RESPEL	Trámite ante la Secretaría Distrital de Ambiente, para solicitar inscripción en el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos y así reportar periódicamente, los que se generen con ocasión del proyecto.	SDA	Concesionario o Constructor	1 como mínimo (Depende de la entidad prestadora de servicios públicos)

Etapa		Requerimiento	Alcance	Entidad	Responsable del Trámite	Duración aproximada del Trámite (meses)
Construcción	Operación					
X		Compensación por endurecimiento de zonas verdes	Trámite ante la Secretaría Distrital de Ambiente, para establecer las compensaciones asociadas (pérdida de zonas blandas) a la afectación de zonas verdes generadas por el proyecto.(Ver capitulo 7 Numeral 7.4.5.2. Balance de zonas verdes)	SDA	Concesionario o Constructor	1 como mínimo (Depende de la entidad prestadora de servicios públicos)
X		Permiso para Operación de Equipos de Construcción, Demolición y Reparación de Vías, Generadores de Ruido Ambiental en Horarios Restringidos	Trámite adelantado ante la Alcaldía Local, para obtener la autorización de operación de los equipos Construcción, Demolición y Reparación de Vías, Generadores de Ruido Ambiental para el proyecto, en horario nocturno, dominical y/o festivo.	Alcaldías Locales Distritales	Concesionario o Constructor	1 como mínimo (Depende de la entidad prestadora de servicios públicos)
X		Programa de Arqueología Preventiva en sus fase de Registro / Diagnóstico y Prospección / Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico	Trámite adelantado ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia para obtener el permiso en el cual se identifican y caracterizan bienes y contextos arqueológicos presentes en el área del proyecto y que puedan generar impactos sobre el patrimonio arqueológico.	ICANH	Concesionario o Constructor	Sujeto a los tiempos de trámite de la entidad y de la obra

Fuente: UT MOVIUS 2022

Nota: Durante la etapa de factibilidad no se identifican necesidades de tramitar permisos de ocupación de cauce, vertimientos, capacitación., emisiones por plantas de concreto o asfalto, sin embargo si por efectos de ajustes de los diseños definitivos se identifica ésta necesidad, estos deberán ser tramitados por el Concesionario, soportados con las gestiones de seguimiento y evaluación por parte de la autoridad

4.5. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL

En este apartado se describen los estándares internacionales o políticas de salvaguardia ambiental y social que se consideran aplicables al proyecto:

4.5.1. Normas de desempeño IFC. International Finance Corporation (Corporación Financiera Internacional)

Las Normas de Desempeño de IFC son consideradas como un marco de referencia internacional, la cual permite la identificación del riesgo ambiental y social y su gestión, estas normas han sido adoptadas por varias organizaciones como un elemento para la gestión en el marco de los proyectos en desarrollo desde los aspectos ambientales y sociales.

- Norma de desempeño 1: Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales:

  Objetivo:
  (i) Identificar riesgos e impactos ambientales y sociales de un proyecto
  (ii) Adoptar una jerarquía de medidas de mitigación Anticipar, evitar Minimizar Compensar
  (iii) Mejorar la performance a través de un Sistema de Gestión Ambiental y Social (SGAS)
  (iv) Relacionamiento con Comunidades Afectadas, otros actores sociales - A lo largo del ciclo del proyecto Incluye comunicación, mecanismo de quejas

- Norma de desempeño 2: Trabajo y condiciones laborales
  Objetivo:
  (i) Trato justo, no discriminatorio, igualdad de oportunidades
  (ii) Relación entre los trabajadores y la gerencia
  (iii) Cumplir con la legislación y regulación nacional sobre empleo y trabajo
  (iv) Proteger a los trabajadores, en particular aquellos en categorías vulnerables
  (v) Promover la seguridad y la salud
  (vi) Prevenir el uso de trabajo forzoso y trabajo infantil

- Norma de desempeño 3: Eficiencia del uso de los recursos y prevención de la contaminación
  Objetivo:
  (i) Evitar o minimizar la contaminación relacionada al proyecto y proteger la salud humana y el medio ambiente
  (ii) Promover el uso más sostenible de los recursos, entre ellos la energía y el agua
  (iii) Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el proyecto

- Norma de desempeño 4: Salud y seguridad en la comunidad
  Objetivo:

(i) Anticipar y evitar impactos adversos en la salud y seguridad de las Comunidades Afectadas
(ii) Garantizar la salvaguardia del personal y propiedad de acuerdo con los principios relevantes de derechos humano

- Norma de desempeño 5: Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario
  Objetivo
  (i) Evitar, minimizar impactos sociales y económicos adversos derivados de la adquisición o restricciones al uso de la tierra. Evitar, minimizar el desplazamiento (mediante diseños alternativos del proyecto) Evitar el desalojo forzoso
  (ii) Mejorar o restablecer los medios de subsistencia y los niveles de vida de las personas desplazadas
  (iii) Mejorar las condiciones de vida de las personas desplazadas físicamente Vivienda adecuada Seguridad de tenencia

- Norma de desempeño 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos
  Objetivos

  (i) Proteger y conservar la biodiversidad
  (ii) Mantener los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos
  (iii) Fomentar el manejo sostenible de los recursos naturales vivos
  (iv) Integrar las necesidades de conservación con las prioridades de desarrollo

- Norma de desempeño 7: Pueblos indígenas
  Objetivos
  (i) Asegurar el respeto pleno de los pueblos indígenas Derechos humanos, dignidad, aspiraciones Medios de subsistencia Cultura, conocimiento, prácticas
  (ii) Evitar, minimizar impactos adversos Beneficios y oportunidades de desarrollo sostenibles y culturalmente apropiados
  (iii) Consentimiento previo, libre e informado en ciertas circunstancias

- Norma de desempeño 8: Patrimonio cultural
  Objetivos
  (i) Proteger y preservar el patrimonio cultural
  (ii) Fomentar una distribución equitativa de los beneficios derivados del uso del patrimonio cultural

4.5.2. Guia sobre medio ambiente, salud y seguridad Ferrocarriles

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria de ferrocarril[6]. A continuación se relacionan de manera general los impactos y las medidas de manejo propuestas por el IFC.

[6] CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad. Ferrocarriles. 30-04-2007

- Manejo de impactos específicos de la industria: Las cuestiones ambientales asociadas con la construcción y el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria, así como con la operación del material rodante (por ejemplo locomotoras y vagones), pueden incluir las siguientes:

  • Alteración y fragmentación del hábitat: La construcción y mantenimiento del trazado ferroviario puede provocar la alteración o perturbación de hábitats terrestres y acuáticos.

  • Emisiones a la atmósfera: Los motores de locomotora pueden contribuir a cantidades significativas de contaminación en el aire en las zonas urbanas, especialmente en la proximidad de los patios ferroviarios. El transporte y transferencia de materiales granulados secos (por ejemplo, minerales y grano) puede ocasionar emisiones de polvo, mientras que el almacenamiento y la transferencia de combustibles o sustancias químicas volátiles pueden generar emisiones fugitivas.

  • Manejo de combustible: Las operaciones ferroviarias con motores diesel de locomotora dependen de las estaciones de combustible estratégicamente situadas a lo largo de la red ferroviaria. Las estaciones de combustible suelen consistir en tanques de almacenamiento en superficie, tuberías y equipos de carga que puedan contaminar los recursos del suelo y el agua a causa de fugas y vertidos.
  Las aguas pluviales que caigan sobre las áreas de llenado de combustible y los sistemas de contención secundaria pueden contener residuos oleosos procedentes de vertidos accidentales.

  • Aguas residuales: Las operaciones ferroviarias pueden generar aguas residuales sanitarias procedentes de las terminales de pasajeros y del servicio de trenes de pasajeros. Las aguas residuales procedentes de todo tipo de fuentes deben ser manejadas

  • Residuos: Dependiendo del número de pasajeros implicado y de los servicios provistos, los trenes y las terminales de trenes de pasajeros pueden generar residuos alimentarios sólidos, no peligrosos, procedentes de los establecimientos de comida, además de envases procedentes de los establecimientos comerciales minoristas, papeles, periódicos y una amplia gama de contenedores de comida desechables procedentes de los trenes y de zonas comunes de pasajeros. El mantenimiento y mejora de la infraestructura ferroviaria también pueden generar residuos peligrosos y no peligrosos, incluidos lubricantes de los equipos de mantenimiento de campo y acero y madera procedentes de vías y traviesas.

  • Ruido: El ruido asociado con los ferrocarriles procede de distintas fuentes, cada una de las cuales contribuye a la producción total de ruido. Las fuentes incluyen el ruido de balanceo generado por el contacto entre la ruedas y las vías durante el movimiento normal del tren y durante el frenado; el ruido aerodinámico generad por el empuje del aire del tren (especialmente en los trenes de alta velocidad); y el ruido de tracción generado por el motor y por los ventiladores de refrigeración

4.5.3. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad IFC

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la Buena Práctica Internacional para la Industria (GIIP)[7]. Las guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden alcanzarse en instalaciones nuevas, con la tecnología existente y a costos razonables. La aplicación de las guías sobre medio ambiente, salud y

[7] CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad.30-04-2007

seguridad debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de evaluaciones ambientales

Las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad están divididas en las siguientes secciones:

- Medio Ambiente
  - Emisiones al aire y calidad del aire al ambiente
  - Conservación de la energía
  - Aguas residuales y calidad del agua ambiente
  - Conservación del agua
  - Manejo de materiales peligrosos
  - Manejo de residuos
  - Ruido
  - Suelos contaminados

- Salud y seguridad ocupacional
  - Aspectos generales del diseño y funcionamiento de las plantas
  - Comunicación y formación
  - Riesgos físicos
  - Riesgos químicos
  - Riesgos biológicos
  - Riesgos radiológicos
  - Equipos de protección personal
  - Entorno de riesgos especiales
  - Seguimiento

- Salud y seguridad de la comunidad
  - Calidad y disponibilidad del agua
  - Seguridad estructural de la infraestructura del proyecto
  - Seguridad humana y prevención de incendios
  - Seguridad en el tráfico
  - Transporte de materiales peligrosos
  - Prevención de enfermedades
  - Plan de prevención y respuesta para emergencias

- Construcción y desmantelamiento
  - Medio ambiente
  - Salud y seguridad ocupacional
  - Salud y seguridad de la comunidad

4.5.4. Marco ambiental y social Banco Mundial

El Marco Ambiental y Social del Banco Mundial establece el compromiso del Banco Mundial con el desarrollo sostenible a través de una política y un conjunto de estándares ambientales y sociales diseñados para respaldar los proyectos de los Prestatarios, con el objetivo de poner fin a la pobreza extrema y promover la prosperidad compartida.

Este Marco comprende lo siguiente:

- Una visión para el desarrollo sostenible, que establece las aspiraciones del Banco respecto de la sostenibilidad ambiental y social.
- La Política Ambiental y Social del Banco Mundial para el Financiamiento de Proyectos de Inversión, que establece los requisitos obligatorios que se aplican al Banco.
- Los Estándares Ambientales y Sociales, con sus anexos, que establecen los requisitos obligatorios que se aplican al Prestatario y a sus proyectos.
- Los Estándares Ambientales y Sociales establecen los requisitos que deben cumplir los Prestatarios en relación con la identificación y evaluación de los riesgos e impactos ambientales y sociales asociados con los proyectos respaldados por el Banco a través del financiamiento para proyectos de inversión. El Banco considera que la aplicación de estos estándares, al centrarse en la identificación y la gestión de riesgos ambientales y sociales, respalda a los Prestatarios en su objetivo de reducir la pobreza y aumentar la prosperidad de manera sostenible para beneficio del ambiente y sus ciudadanos. Los estándares permitirán a
  a) ayudar a los Prestatarios a alcanzar buenas prácticas internacionales relacionadas con la sostenibilidad ambiental y social
  b) ayudar a los Prestatarios a cumplir sus obligaciones ambientales y sociales nacionales e internacionales
  c) mejorar las acciones dirigidas a la no discriminación, la transparencia, la participación, la rendición de cuentas y la gobernanza, y
  d) mejorar los resultados de desarrollo sostenible a través de la participación continua de las partes interesadas.

EAS 1: Evaluación y Gestión de Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales, este estándar tiene como objetivo que los proyectos financiados por el Banco Mundial, garanticen que se realice la identificación, gestión seguimiento a los riesgos e impactos ambientales con el objetivo de estos no afecten a la población vulnerable y lograr resultados coherentes con los Estándares Ambientales y Sociales (EAS).

EAS 2: Trabajo y Condiciones Laborales, este estándar está orientado a promover las relaciones adecuadas entre los trabajadores y sus empleadores buscando un trato justo y condiciones laborales seguras y saludables. Teniendo en cuenta la importancia en la generación de empleo y con ello el crecimiento económico.

EAS 3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.

EAS 4: Salud y Seguridad de la Comunidad: 1. Este estándar está enfocado en proteger a las comunidades de los efectos que se pueden presentar, intensificar o acelerar con la presencia del proyecto y que afecten la salud o seguridad.

EAS 5: Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario. El estándar está orientado a evitar el impacto y cuándo se requiera la compra de predios o el reasentamiento involuntario su implementación debe ser de forma planificada y dando cumplimiento a las medidas que mitiguen los efectos.

EAS 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales vivos.

EAS 7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana: Este estándar de acuerdo con lo que señala el BM " contribuye a la reducción de la pobreza y al desarrollo sostenible garantizando que los proyectos respaldados por el Banco mejoren las oportunidades de los pueblos indígenas/comunidades locales tradicionales históricamente desatendidas de África subsahariana de participar en el proceso de desarrollo".(Banco Mundial, 2017)

EAS 8: Patrimonio Cultural el estándar está enfocado en la protección del patrimonio cultural durante el ciclo del proyecto, considerándolo como un elemento integral del desarrollo sostenible.

EAS 10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información: este estándar tiene como fin garantizar la participación y el diálogo entre el ejecutor del proyecto y los diferentes actores presentes en el territorio, así como crear un

relacionamiento temprano desde la información, participación, vinculación y consulta del proyecto, con el objetivo de crear un proyecto sostenible que cuente con aceptación.

En la tabla a continuación se observa la relación entre los estándares del IFC y su corresponsabilidad con el nuevo Marco Ambiental y Social.

Tabla 8. Relación estándares IFC - marco Ambiental y Social

Banco mundial . Norma aplicada en L2MB	**Marco Ambiental y social**
Norma de Desempeño 1 Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales	Estándar Ambiental y Social 1: Evaluación y Gestión de Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales
Norma de Desempeño 2 Trabajo y condiciones laborales	Estándar Ambiental y Social 2: Trabajo y Condiciones Laborales
Norma de Desempeño 3 Eficiencia del uso de los recursos y prevención de la contaminación	Estándar Ambiental y Social 3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación
Norma de Desempeño 4 Salud y seguridad de la comunidad	Estándar Ambiental y Social 4: Salud y Seguridad de la Comunidad
Norma de Desempeño 5 Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario	Estándar Ambiental y Social 5: Adquisición de tierras, restricciones sobre el uso de la tierra y reasentamiento involuntario.
Norma de Desempeño 6 Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos Hábitats naturales - OP 4.04 Bosques -OP 4.36	Estándar Ambiental y Social 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos.
Norma de Desempeño 7 Pueblos indígenas - OP 4.10	Estándar Ambiental y Social 7: Pueblos indígenas/comunidades locales tradicionales históricamente desatendidas de África subsahariana
Norma de Desempeño 8 Patrimonio cultural Recursos físicos y culturales - OP 4.11	Estándar Ambiental y Social 8: Patrimonio cultural
N.A	Estándar Ambiental y Social 9: Intermediarios financieros.
N.A	Estándar Ambiental y Social 10: Participación de las partes interesadas y divulgación de información

Fuente: Banco Mundial

4.5.5. Estándar de Desempeño Ambiental y Social del Banco Interamericano de Desarrollo - BID

El Marco de Política Ambiental y Social del Banco Interamericano de Desarrollo, se plantea como objetivo la hacer parte de la sostenibilidad Global específicamente en América Latina y el Caribe, y a través de un marco normativo y sólido su aplicabilidad aumentar la sostenibilidad de los proyectos financiados por el BID. El Marco normativo está conformado por 10 normas de desempeño en su última versión publicada en septiembre de 2020. A continuación, se relacionan las normas y los objetivos establecidos por el BID para cada uno de ellos.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 1 : Evaluación y Gestión de los Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales.

- Determinar y evaluar los riesgos y los impactos ambientales y sociales del proyecto.
- Adoptar una jerarquía de mitigación y un enfoque prudente para prever y evitar, o en su defecto, minimizar esos riesgos y, cuando existan impactos residuales, medidas de resarcimiento o compensación por los riesgos e impactos para los trabajadores, las personas afectadas por el proyecto y el medio ambiente.
- Promover un mejor desempeño ambiental y social de los prestatarios mediante el empleo eficaz de sistemas de gestión.
- Asegurarse de que las quejas de las personas afectadas por el proyecto y las comunicaciones externas de otras partes interesadas reciban respuesta y se manejen de manera adecuada.
- Promover una participación adecuada de las personas afectadas por el proyecto y de otras partes interesadas, y suministrar los medios para ello, durante el ciclo de vida del proyecto en los asuntos que pudieran afectarlos y asegurarse de que se dé a conocer y divulgue la información ambiental y social pertinente.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 2: Trabajo y Condiciones Laborales.

- Promover el trato justo, la no discriminación y la igualdad de oportunidades de los trabajadores.
- Establecer, mantener y mejorar las relaciones entre los trabajadores y el empleador.
- Asegurar el cumplimiento de la legislación nacional sobre empleo y trabajo.
- Proteger a los trabajadores, incluidos aquellos en situación vulnerable, tales como las mujeres, las personas de diversas orientaciones sexuales e identidades de género, las personas con discapacidad, los niños (en edad de trabajar, de conformidad con la presente Norma de Desempeño) y los trabajadores migrantes, los trabajadores contratados por terceros y los trabajadores de la cadena de suministro principal.
- Promover condiciones de trabajo seguras y saludables, y fomentar la salud de los trabajadores. y Prevenir el uso de trabajo infantil y de trabajo forzoso (según los define la OIT).

Norma de Desempeño Ambiental y Social 3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención de la Contaminación

- Evitar o minimizar los impactos adversos para la salud humana y el medio ambiente evitando o minimizando la contaminación generada por las actividades del proyecto.
- Promover un uso más sostenible de los recursos, entre ellos la energía y el agua.
- Evitar o minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el proyecto.
- Evitar o minimizar la generación de desechos.
- Minimizar y gestionar los riesgos e impactos relacionados con el uso de pesticidas.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 4: Salud y Seguridad de la Comunidad

- Prever y evitar los impactos adversos para la salud y la seguridad de las personas afectadas por el proyecto durante el ciclo de vida de este, derivados tanto de circunstancias habituales como no habituales.
- Asegurarse de que la salvaguardia del personal y los bienes se realice de acuerdo con los principios pertinentes de derechos humanos y de modo de evitar o minimizar los riesgos para las personas afectadas por el proyecto.

- Prever y evitar impactos adversos para el proyecto derivados de amenazas naturales y el cambio climático durante el ciclo de vida de la operación.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 5: Adquisición de Tierras y Reasentamiento Involuntario

- Evitar el desplazamiento o, cuando ello no resulte posible, reducirlo al mínimo mediante la exploración de diseños alternativos del proyecto.
- Evitar el desalojo forzoso.
- Prever y evitar o, cuando no resulte posible, reducir al mínimo los impactos sociales y económicos adversos derivados de la adquisición de tierras o restricciones al uso del suelo (i) indemnizando por la pérdida de bienes al costo de reposición y brindando compensación por las penurias transitorias; (ii) reduciendo al mínimo el trastorno de las redes sociales y otros activos intangibles de los afectados; y (iii) asegurándose de que las actividades de reasentamiento se lleven a cabo con una apropiada divulgación de información, consulta y participación informada de las personas afectadas.
- Mejorar o restablecer los medios de subsistencia y los niveles de vida de las personas desplazadas.
- Mejorar las condiciones de vida de las personas desplazadas físicamente, brindándoles vivienda adecuada con seguridad de tenencia y seguridad física en los lugares de reasentamiento.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de Recursos Naturales Vivos.

- Proteger y conservar la biodiversidad terrestre, costera, marina y de cursos y reservas de agua dulce.
- Mantener las funciones ecosistémicas para asegurar los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos.
- Fomentar la gestión sostenible de los recursos naturales vivos mediante la adopción de prácticas que integren las necesidades de conservación con las prioridades de desarrollo.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 7: Pueblos Indígenas

- Asegurarse de que el proceso de desarrollo fomente el pleno respeto de los derechos humanos de los pueblos indígenas, así como sus derechos colectivos, dignidad, aspiraciones, cultura y medios de subsistencia dependientes de los recursos naturales.
- Prever y evitar que los proyectos tengan impactos adversos en comunidades de pueblos indígenas o, cuando no sea posible evitarlos, minimizarlos o resarcir dichos impactos.
- Promover beneficios y oportunidades de desarrollo sostenible para los pueblos indígenas de una manera congruente con su cultura.
- Establecer y mantener una relación continua con los pueblos indígenas afectados por un proyecto durante el ciclo de vida de este, que se base en la consulta y participación informada llevadas a cabo de manera culturalmente adecuada.
- Asegurar el consentimiento libre, previo e informado de las comunidades de pueblos indígenas afectadas por el proyecto, cuando se den las circunstancias descritas en esta Norma de Desempeño.
- Respetar y preservar la cultura, los conocimientos (incluidos los tradicionales) y las prácticas de los pueblos indígenas.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 8: Patrimonio Cultural

- Proteger el patrimonio cultural de los impactos adversos de las actividades del proyecto y apoyar su conservación.
- Fomentar una distribución equitativa de los beneficios derivados del uso del patrimonio cultural.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 9: Igualdad de Género

- Prever y prevenir riesgos e impactos adversos por razones de género, orientación sexual e identidad de género, y cuando no sea posible evitarlos, mitigarlos y brindar compensación al respecto.
- Establecer medidas para evitar o mitigar riesgos e impactos debidos al género a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.
- Lograr la inclusión en los beneficios derivados del proyecto de las personas de todo género, orientación sexual e identidad de género.
- Prevenir la exacerbación de la violencia sexual y de género, incluidos el acoso, la explotación y el abuso sexuales, y cuando ocurran incidentes de violencia sexual y de género, responder a ellos con celeridad.
- Promover una participación segura y equitativa en los procesos de consulta y participación de partes interesadas sin perjuicio del género, la orientación sexual o la identidad de género.
- Cumplir los requisitos de las correspondientes leyes nacionales y compromisos internacionales relacionados con la igualdad de género, lo que incluye adoptar medidas para mitigar y prevenir los impactos relacionados con el género.

Norma de Desempeño Ambiental y Social 10: Participación de las partes interesadas y Divulgación de la información.

- Establecer un enfoque sistemático de participación de las partes interesadas que ayude al prestatario a identificar dichas partes, especialmente las personas afectadas por el proyecto, y establecer y mantener una relación constructiva con ellas.
- Evaluar el nivel de interés de las partes interesadas en el proyecto y su apoyo y permitir que sus puntos de vista se consideren en el diseño y el desempeño ambiental y social de la operación.
- Promover y facilitar los medios para una interacción efectiva e incluyente con las personas afectadas por el proyecto, a lo largo de su ciclo de vida, sobre temas que podrían afectarlas o beneficiarlas.
- Asegurarse de que a las partes interesadas se les suministre información adecuada sobre los riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto, de manera oportuna, comprensible, accesible y adecuada.
- Proporcionar a las partes interesadas medios accesibles e incluyentes para formular preguntas, propuestas, preocupaciones y reclamaciones y permitir a los prestatarios darles respuesta y gestionarlas de manera adecuada.

4.5.6. Banco Europeo De Inversiones - BEI

El Marco de Política Ambiental y Social del Banco Europeo de Inversiones, otorga financiación para proyectos que contribuyan a lograr los objetivos de la UE, tanto dentro como fuera de ella. También, apoya al desarrollo sostenible de "países candidatos y candidatos potenciales" ubicados al sur y al este de la UE, y países asociados en el resto del mundo.

El BEI es la institución financiera multilateral más grande del mundo y uno de los mayores proveedores de financiamiento climático. Para tal fin, el BEI establece un marco normativo que busca respaldar la sostenibilidad de los proyectos financiados así como el Pacto Verde Europeo, de igual modo enruta las próximas etapas en el viaje hacia la inversión sostenible y proporciona un marco para contrarrestar el cambio climático y proteger el medio ambiente durante la década crítica que se avecina. El Marco normativo está conformado por 11 normas de desempeño en su última versión publicada en febrero de 2022[8]. A continuación, se relacionan las normas y los objetivos establecidos por el BEI.

Norma 1 – Impactos y riesgos ambientales y sociales: Esta norma describe las responsabilidades del promotor con respecto al proceso de evaluación de los posibles impactos y riesgos ambientales, climáticos y/o sociales asociados con el proyecto, y al desarrollo y aplicación de procedimientos para la gestión y el seguimiento de estos impactos y riesgos a lo largo del ciclo del proyecto del BEI.

[8] The EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025

Norma 2 – Participación de las partes interesadas: Esta Norma reconoce la importancia de la participación de las partes interesadas, como medio para garantizar el respeto de los derechos a: (i) acceso a la información; ii) la participación del público en los procesos de adopción de decisiones; y iii) el acceso a la justicia.

Norma 3 – Eficiencia de los recursos y prevención de la contaminación: Esta norma describe las responsabilidades del promotor para garantizar un enfoque integrado de la eficiencia de los recursos, la prevención de la contaminación y el control de las emisiones a la atmósfera, el agua y la tierra, la contaminación acústica, la radiación, la prevención de accidentes, así como la gestión de residuos y el uso seguro de sustancias peligrosas y plaguicidas, evitando el desplazamiento de la contaminación de un medio ambiental a otro.

Norma 4 – Biodiversidad y Ecosistemas: Esta Norma describe las responsabilidades de los promotores con respecto a la identificación, evaluación, gestión y seguimiento de los impactos y riesgos que afectan a la biodiversidad y los ecosistemas, garantizando coherencia con el principio 4 de «No causar daños significativos» y que contribuye a situar la biodiversidad europea y mundial en la senda de la recuperación de aquí a 2030.

Norma 5 – Cambio climático: Esta Norma establece las responsabilidades de los promotores con respecto a la mitigación y adaptación al cambio climático 1 y, por lo tanto, a la lucha contra el cambio climático. Promueve la armonización de los proyectos apoyados por el BEI con los objetivos y principios de: (i) el Acuerdo de París y (ii) el Plan de Acción de Finanzas Sostenibles. Lo hace estipulando que las consideraciones de mitigación y adaptación al cambio climático deben ser abordadas e incorporadas explícitamente por los promotores.

Norma 6 – Reasentamiento involuntario: Esta Norma describe las responsabilidades del promotor para gestionar los riesgos e impactos del reasentamiento involuntario.

Norma 7 – Grupos vulnerables, pueblos indígenas y género: Esta Norma describe las responsabilidades de los promotores en términos de evaluar, gestionar y monitorear los impactos, riesgos y oportunidades del proyecto relacionados con los Pueblos Indígenas, así como con las personas o grupos que son vulnerables, marginados o discriminados debido a sus características socioeconómicas. También pide que se consideren los impactos y riesgos diferenciados por género de los proyectos del BEI.

Norma 8 – Derechos laborales: Esta Norma describe las responsabilidades del promotor con respecto a la evaluación, gestión y seguimiento de los impactos y riesgos relacionados con el trabajo asociados con los proyectos. Reconoce a los trabajadores y empleadores como titulares de derechos y obligaciones.

Norma 9 – Salud, seguridad y protección: Esta norma, si bien reconoce el papel de las autoridades pertinentes en la protección y promoción de la salud y la seguridad de los trabajadores y del público, describe las responsabilidades del promotor en la evaluación, gestión y seguimiento de los riesgos para la salud, la seguridad y la protección en el trabajo y la seguridad asociados a los proyectos apoyados por el BEI.

Norma 10 – Patrimonio Cultural: Esta norma describe las responsabilidades del promotor con respecto a la identificación, evaluación, gestión y seguimiento de los impactos y riesgos relacionados con el patrimonio cultural asociados con los proyectos para los que se solicita financiación del BEI.

Norma 11 – Finanzas intermediadas: Establece cómo se identificarán, evaluarán y supervisarán los impactos y riesgos ambientales, climáticos y sociales derivados; por su importancia, gestionados y supervisados, de conformidad con los requisitos aplicables y acordes con el tamaño, la naturaleza, el contexto socioeconómico, la ubicación y la sensibilidad.

4.5.7. CAF Normas Ambientales y Sociales

Dentro de los estándares del Banco de Desarrollo de América Latina se enmarca la Estrategia de Sostenibilidad Ambiental y de Cambio Climático, la cual plantea como uno de sus ejes esenciales: facilitar a los países miembros el acceso a los recursos financieros para el cumplimiento de la Agenda 2030, generar y difundir conocimiento para el logro de estos objetivos y fortalecer la capacidad de los países para acceder a financiamiento verde.

CAF se asegura de que todas las operaciones que cuentan con su financiación, cumplan con la legislación nacional, y así mismo todas las operaciones y actividades deberán estar acorde con los más altos estándares internacionales en la gestión de riesgos ambientales y sociales y el cambio climático. Para esto, las instituciones que acceden a los recursos de CAF deben aplicar un conjunto de salvaguardas ambientales y sociales que integran los principios postulados por CAF en materia de sostenibilidad social y ambiental y cambio climático.

A continuación, se relacionan las normas y los objetivos establecidos por el CAF, extraídos del documento “Anexo 6: Marco de Gestión Ambiental y Social de la CAF 2016”.

S01: Evaluación y gestión de impactos ambientales y sociales: CAF establece la necesidad de llevar a cabo i) evaluaciones ambientales y sociales de las operaciones, ii) la evaluación de los riesgos derivados del cambio climático, iii) el diseño, implementación y seguimiento de las medidas de gestión ambiental y social asociadas con la operación, y iv) fortalecimiento de la participación informada, activa y oportuna de los habitantes de las áreas de influencia en las operaciones que apoya. Todos los proyectos financiados por CAF se ajustan a la legislación ambiental del país donde se ejecuta el proyecto, así como a los acuerdos y compromisos internacionales suscritos por los países miembros. No obstante, CAF puede solicitar la aplicación de precauciones adicionales o referentes técnicos aceptados internacionalmente, en los casos en que lo considere necesario. Si bien todos los riesgos relevantes y los posibles impactos ambientales y sociales deben considerarse en el contexto de la evaluación, las salvaguardas 2-8 describen los posibles riesgos e impactos ambientales y sociales que requieren atención especial y que resultan en procesos complementarios relacionados con la evaluación, la gestión y el monitoreo.

S02: Utilización de recursos naturales renovables: CAF promueve y vela por el uso sostenible de los recursos naturales, y gestiona mecanismos para i) prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales negativos (por ejemplo, contaminación, pérdida de tierras cultivables, sequías severas o desertificación, entre otros), y ii) promover el medio ambiente positivo impactos/beneficios colaterales. Por esta razón, CAF requiere que el cliente establezca e implemente medidas y herramientas que garanticen el uso sostenible y efectivo de los recursos y la aplicación de buenas prácticas de conservación.

S03: Conservación de la diversidad biológica: CAF promueve la conservación de áreas protegidas, hábitats críticos y otras áreas sensibles, de acuerdo con la legislación pertinente del país en el que se lleva a cabo la operación y las normas internacionales que se aplican, financiando proyectos en estas áreas en la medida en que esto garantice que el proyecto no ponga en peligro el objetivo de creación del área protegida, ni la sostenibilidad de hábitats críticos y áreas sensibles. CAF considera esencial que todas las operaciones de crédito consideren los posibles impactos negativos de las inversiones sobre la biodiversidad y que se apliquen las medidas apropiadas para prevenir, mitigar, controlar y compensar dichos impactos.

S04: Prevención y gestión de la contaminación: CAF reconoce que la contaminación es un factor crítico que deteriora las condiciones de vida de las personas y contribuye a la degradación de los recursos naturales y la pérdida de biodiversidad en la región. Por lo tanto, es esencial que todas las operaciones de crédito incluyan medidas de prevención, mitigación y control de la contaminación en todos los componentes ambientales, y promueva en sus operaciones la introducción de medidas orientadas en este sentido. Asimismo, en las operaciones industriales, CAF se asegura de que dichas medidas estén integradas en el proceso de producción, incluyendo la reducción de la contaminación y el consumo de recursos naturales, y el uso de energías limpias o renovables que contribuyen a la reducción de GEI, en el marco de la producción limpia y la eficiencia energética. CAF aplica el principio de precaución, es decir, se solicita la aplicación de medidas de protección ante la sospecha de que ciertos productos o tecnologías crean un riesgo grave para la salud pública o el medio ambiente, en los casos en que se considere necesario.

S05: Patrimonio cultural: CAF reconoce la importancia del patrimonio cultural para las comunidades y, en algunos casos, para la población mundial. Por lo tanto, cuando existe un patrimonio cultural físico o intangible en el área de influencia del proyecto, CAF solicita la presentación de planes para la protección de sitios arqueológicos, históricos o sagrados, que deben ser aprobados por las instituciones científicas y/o culturales competentes y legislación relevante del país respectivo. En las operaciones que se desarrollarán en áreas donde haya presencia de sitios arqueológicos, históricos o sagrados de pueblos indígenas y/o afrodescendientes, el cliente debe garantizar la protección de estos y evitar acciones que directa o indirectamente puedan causar daños.

S06: Grupos étnicos: CAF reconoce la importancia de la diversidad cultural humana en la región y asegura su preservación y fortalecimiento. En este contexto, para los casos de proyectos cuya área de influencia incluye grupos étnicos o lugares sagrados importantes, CAF solicita la preparación de un plan específico para dichos grupos con el fin de salvaguardar su integridad física, territorial, social, cultural y económica, garantizar un proceso participativo de Consentimiento Libre, Previo e Informado (CLPI), y para proporcionar beneficios que sean culturalmente apropiados.

S07: Reasentamiento: En operaciones que requieran la adquisición o utilización de tierras y esto provoque el desplazamiento físico o económico de las personas que allí residen y/o ganan su sustento, y por tanto el reasentamiento y/o la reubicación de grupos humanos, CAF solicita la elaboración de un Plan de Reasentamiento y/o un Plan de Restablecimiento de Condiciones Socioeconómicas, con el fin de mejorar, o por lo menos restablecer, las condiciones de vida de las personas desplazadas. Cualquier organización o entidad que desarrolle un proyecto o actividad en un territorio que cause desplazamiento obligatorio debe eliminar el riesgo de empobrecimiento de 40 los desplazados y el deterioro en la calidad de vida de las personas que continúen viviendo en el lugar y la población receptora.

S08: Condiciones de trabajo y capacitación: CAF vela por el trabajo voluntario, digno y justo de las personas, y por que los trabajadores de los proyectos cuenten con condiciones de trabajo seguras y saludables, gracias a la prevención y el control de enfermedades y accidentes, y a la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. CAF no financia proyectos que impliquen la explotación directa o indirecta a menores de edad. Asimismo, CAF promueve la capacitación de los trabajadores de las operaciones que financia.

S09: Equidad de género: CAF vela por la equidad de género en las operaciones que financia. Por ello exige que en las operaciones que financia no exista discriminación por género, se propicie el acceso de las mujeres a puestos de decisión y con remuneración igualitaria para hombres y mujeres en cargos similares, así como también exige la diferenciación positiva para las mujeres que se encuentren en situación de vulnerabilidad, riesgo o desigualdad acentuadas.

4.6. PROCESO DE CONSULTA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

Durante el marco de la elaboración del EIAS, se inició el proceso participativo mediante el cual se desarrolló este estudio. Estos espacios de participación se adelantan en dos momentos: el primer momento, está enfocado en la socialización del alcance, actividades, cronogramas, empresas responsables de la estructuración de la línea 2 del Metro de BOGOTÁ, Estudio de Impacto Ambiental y Social, canales de comunicación y atención a la comunidad, programas de participación, encuesta de percepción ciudadana y diálogo con la comunidad (respuesta a las inquietudes), y el segundo momento de participación, consistió en la presentación de resultados del Estudio de Impacto ambiental y social y la consulta de los mismos con los actores sociales del AI, estuvo orientado a la consulta del EIAS; es decir, se buscó la retroalimentación de cada uno de los capítulos del estudio, relacionados con los impactos, planes de manejo y recomendaciones, con el fin de obtener un documento construido a través de la participación, y colaboración.

Dicha participación, se realizó teniendo en cuenta los diferentes niveles e intereses frente al Proyecto; las socializaciones se adelantaron con autoridades locales, convocando a las alcaldías, JAL, personerías y concejos de las localidades de

Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba; con entidades del Distrito con agendas o temas asociados al desarrollo de infraestructura, movilidad, patrimonio cultural, seguridad, sector económico y temas de género, así como los entes de control (personería, contraloría y veeduría).

Las reuniones se realizaron teniendo en cuenta el marco normativo vigente para la prevención del contagio de la COVID 19 y empleando diferentes mecanismos como el uso de plataformas virtuales; Zoom, Google meet y Youtube, que permitieran la comunicación en tiempo real y en doble vía; adicionalmente, se dio cumplimiento a los protocolos de bioseguridad establecidos en cada uno de los salones o auditorios, requeridos para este primer momento.

En total se adelantaron 47 reuniones entre encuentro de inicio, de refuerzo, reuniones extraordinarias y mesas de trabajo con entidades, 38 encuentros de los comités de participación, y 11 reuniones de carácter socio predial en el primer momento de participación, con los diferentes grupos de interés y comunidades del corredor y patio taller, con cobertura en las cuatro localidades y cerca de 10.000 personas que hicieron uso de los medios presenciales y virtuales.

Se evidenció una mayor asistencia y cobertura en los medios virtuales, como YouTube. A través de esta plataforma se establece comunicación directa con las comunidades y grupos de interés del área de influencia del Proyecto.

A manera de estrategia, dada la longitud total del trazado que corresponde a 15.5 Km, las cuatro localidades que hacen parte del área de influencia (Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba) y los 56 barrios objeto de estudio, se organizaron ocho sectores o tramos para realizar cada una de las reuniones de inicio y conformar los comités de participación, de acuerdo con su ubicación geográfica.

En la Tabla 9, se presenta como se organizó el AID para las convocatorias y desarrollo de las reuniones del primer momento por tramos conformados.

Tabla 9. Área de influencia AID

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
Chapinero	97	Chicó Lago	Porciúncula
			Quinta Camacho
Barrios Unidos	98	Los Alcázares	San Felipe
			Concepción Norte
			Colombia
			Alcázares
			Alcázares Norte
			La Aurora
			La Merced Norte

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
			Once de Noviembre
			12 de octubre
			San Fernando
			San Fernando Occidental
	22	Doce de octubre	José Joaquín Vargas
	26	Las Ferias	Metrópolis
	26	Las Ferias	Las Ferias
	26	Las Ferias	Bellavista Occidental
	26	Las Ferias	Simón Bolívar
	26	Las Ferias	Las Ferias Occidental
	26	Las Ferias	La Estrada
	26	Las Ferias	Bonanza
	26	Las Ferias	Palo Blanco
			Santa María del Lago
			Boyacá
			Tabora
			Santa Helenita
Engativá	30	Boyacá real	Florencia

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
			Almería
			Soledad Norte
			París
			La Granja
			Los Cerezos
			París Gaitán
			La Española
	29	Minuto de Dios	La Serena
	25	Floresta	Club Los lagartos
	28	El Rincón	Rincón Altamar
	27	Suba	Rincón de Suba
	28	El Rincón	Japón
	28	El Rincón	Santa Teresa de Suba - Humedal Juan Amarillo
	28	El Rincón	San Cayetano
	71	Tibabuyes	Lech Walesa / Nuevo Corinto
Suba	71	Tibabuyes	Aures II

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
	71	Tibabuyes	Nueva Tibabuyes
	28	El Rincón	Villamaría
	28	El Rincón	Villamaría I
	71	Tibabuyes	Gaitana Oriental
	28	El Rincón	Puerta del sol
	71	Tibabuyes	Sabana de Tibabuyes
	28	El Rincón	Lombardía
	71	Tibabuyes	Sabana de Tibabuyes Norte
	71	Tibabuyes	Tibabuyes Universal
	71	Tibabuyes	Tibabuyes II (sectores caminos de Esperanza y Quintas de Santa Rita

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
	71	Tibabuyes	Tibabuyes Occidental
	71	Tibabuyes	Bilbao
	71	Tibabuyes	Tibabuyes

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

La convocatoria se realizó a lo largo del corredor una manzana aferente y en zonas de ubicación de estaciones y pozos tres manzanas alrededor, mediante la entrega de volantes de convocatoria predio a predio, afiches informativos en lugares de mayor concurrencia de población como tiendas, juntas de acción comunal, colegios, conjuntos residenciales, y entrega de comunicación de manera personalizada.

Al respecto de la entrega de piezas de divulgación, la actividad se soporta mediante registro fotográfico de entrega, no se exigió la firma de la planilla como protocolo de bioseguridad ante la pandemia.

En la Tabla 10, se detalla el proceso de entrega de volantes en el área de influencia del proyecto en la que se invitó a participar en las reuniones de inicio de consulta y otra información relevante en la estructuración del EIAS,

Tabla 10. Piezas de divulgación

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
Información geotécnica Ver Anexo 13-1/Primer momento/Registro fotográfico/37-39, 42-44, 49				
Volante	20/12/21	Inicio actividades geotécnicas	Predio a predio en el separador central de la Calle 72 entre carreras 5 y 20	2000
Volante	27/12/21	Reinicio actividades geotécnicas. Inició el Plan de investigaciones geotécnicas el lunes 27 de diciembre de 2021, el cual incluye: señalización, instalación de equipos, excavaciones de 1m por 1 m cada 150 m, retiro de equipo y adecuación del lugar	Calle 72 Av Caracas hasta ciudad de Cali AV. Ciudad de Cali desde Calle 72 hasta Cra 92 ALO desde Calle 130 hasta calle 143 Extensión de la Av Transversal Suba (Av Suba con Cra 145)	2000
Volante	7 y 8 de febrero 2022	Divulgación de información segunda	A lo largo de la calle 72 desde la carrera 6 hasta avenida Ciudad	300

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
		fase investigaciones geotécnicas	de Cali y desde la avenida Ciudad de Cali hasta Avenida Suba, hasta el sector de Fontanar del Río.	
Volante	Del 18/02/22 al 04/03/2022	Refuerzo II fase de exploraciones geotécnicas. La UT Movius adelantará el Plan de investigaciones geotécnicas, de acuerdo con la siguiente descripción: señalización del sitio de trabajo. Instalación de equipos. Excavaciones de un metro por un metro. Excavación cada 150 m o cuadra y media. Retiro de equipos y adecuación del lugar	La Calle 72 y Calle 73 (desde la Cra 9 hasta la Av. Ciudad de Cali). Avenida Ciudad de Cali (desde la Cll 72 hasta la Carrera 92). Avenida Longitudinal de Occidente - ALO (Reserva ALO con Cll 130 hasta reserva ALO con Cll 143). Extensión de la Avenida Transversal de Suba (Av Suba con Cra 145).	1000
Volante	16/05/2022	Inicio de la fase dos de exploraciones geotécnicas en el corredor que está previsto a lo largo de la Calle 72 desde la Avenida Caracas a Avenida Ciudad de Cali con carrera 91.	Estaciones de servicio ubicadas en la zona de andén en puntos específicos en el corredor que está previsto a lo largo de la Calle 72 desde la Avenida Caracas a Avenida Ciudad de Cali con carrera 91	100. En cinco estaciones de servicio de las 12 programadas
Volante	Del 20 al 24/05/2022	Inicio de la fase dos de exploraciones geotécnicas en el corredor que está previsto a lo largo de la Calle 72 desde la Avenida Caracas a Avenida Ciudad de Cali con carrera 91.	Estaciones de servicio ubicadas en la zona de andén en puntos específicos en el corredor que está previsto a lo largo de la Calle 72 desde la Avenida Caracas a Avenida Ciudad de Cali con carrera 91	100
Volante	Del 31/05/2022 al 3/6/2022	Inicio de la fase dos de exploraciones geotécnicas en el corredor que está previsto a lo largo	Estaciones de servicio ubicadas en la zona de andén en puntos específicos	30

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
		de la Calle 72 desde la Avenida Caracas a Avenida Ciudad de Cali con Carrera 91	en el corredor que está previsto en la Avenida Ciudad de Cali entre Calle 80 y Calle 74	
Volante	4/07/2022	Realización de apiques de pavimentos que consiste en excavaciones de 1,5 m X 1,5 m X 1,5 m de profundidad para la toma de muestras de suelos y estructura de pavimento existente. Inicia actividad sábado 2 de julio y finaliza el 25 de julio	Predio a predio en La Calle 72 (Av. Caracas hasta la Av. ciudad de Cali). Avenida Ciudad de Cali (Desde la Calle 72 hasta la Carrera 92). Extensión de la Av. transversal de Suba (Av. Suba con Cra. 145). Avenida longitudinal de Occidente - ALO (Reserva ALO con Cll. 130 hasta reserva ALO con Cll. 134).	200
Sub total Volantes geotecnia				**5460**
Convocatoria Reunión de inicio Ver Anexo 13-1/Primer momento/Registro fotográfico/29-36				
Volante	12/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el martes 18 de enero de 2022 en Salón Comunal Lago de Suba. Carrera 102 A # 129 D - 40	Predio a predio Desde la Carrera 102 hasta Carrera 136 A por la ALO	3000
Volante	12/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el miércoles 19 de enero en el salón comunal de Suba Rincón San Cayetano. CL 127 D # 95 - 24	Predio a predio Por la Av Ciudad de Cali desde el canal del arzobispo hasta la Carrera 102	3000
Volante	13/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el jueves 20 de enero de	Predio a predio. Por la Av Ciudad de Cali desde la Av Calle 76 hasta el canal del	3000

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
		2022 en el Salón Comunal La Serena. Calle 90 A # 85 - 70	Arzobispo límite con la localidad de Suba	
Volante	14/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el lunes 24 de enero de 2022 en el Salón Comunal Soledad San José Norte. CL 74 Bis # 84 - 73	Predio a predio Por la calle 72 desde la AV 68 a la Av. Ciudad de Cali. con calle 76	4000
Volante	17/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el martes 25 de enero de 2022 en Salón Comunal del barrio San Fernando ubicado en Calle 73 No. 57A - 10	Predio a predio Desde la Carrera 30 hasta la Carrera 68 por la calle 72	3000
Volante	18/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el Martes 1 de febrero en el Gimnasio Moderno	Predio a predio Desde la Av. Caracas hasta la Carrera 30 por la calle 72 y Desde la carrera 7 hasta la Av. caracas por la calle 72	5000
Volante	25/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el miércoles 2 de febrero de 2022 en el auditorio del Centro la Felicidad de Fontanar del Rio.	Predio a predio Desde Carrera 136 hasta el predio del patio taller	4000
Volante	1/02/2022	Invitación a participar en la reunión inicio Virtual por canal de Youtube de la empresa Metro de BOGOTÁ - Localidad Barrios Unidos y Chapinero	Predio a predio en ambos costados del trazado desde la Av. carrera 30 hasta la carrera 6 sobre el corredor de calle 72 y en un área de 300 m en las estaciones	4000
Volante	Del 31/08/2022 al 2/09/2022	Invitación a participar en la reunión presencial	Comercio a comercio desde la Carrera 10	5000

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
		con comerciantes a realizarse en la alcaldía de Engativá	hasta la Av. Ciudad de Cali por la Calle 72	
Subtotal volantes convocatoria primer momento				**34000**
Convocatoria segundo momento de participación y Consulta Ver Anexo 13-3/Segundo momento/Registro fotográfico/1-4				
Volante	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Barrios Unidos a realizarse de manera presencial el 15 de septiembre en el IDRD de la Calle 63	Localidad de Barrios Unidos, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	6300
Volante	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Engativá a realizarse de manera presencial el 19 de septiembre en el Teatro del Minuto de Dios	Localidad de Engativá, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	9000
Volante	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Suba a realizarse de manera presencial el 20 de septiembre en el Polideportivo de Tibabuyes	Localidad de Suba, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	9000
Volante	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Chapinero a realizarse de manera presencial el 15 de septiembre en el auditorio del CC Av. Chile	Localidad de Chapinero, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	700
Subtotal Convocatoria segundo momento				**25000**
Información de refuerzo Ver Anexo 13-2/Encuentros de participación/convocatoria/15-19				

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
Volante	1,2,3,y 4/03/2022	En la etapa de factibilidad no se va realizar la adquisición de predios. No suministrar información de los predios a terceros	El volante se entregó a los asistentes del Comité de participación de Barrios Unidos, Suba y Chapinero	49
Volante	Del 28/03/2022 al 5/04/2022	Canales de atención de la EMB. Metro de BOGOTÁ le responde a la ciudadanía. Canales de atención EMB	Correo electrónico a los miembros de los comités de participación de las localidades de Engativá, Barrios Unidos y Suba y toda vez que se presentó un encuentro participativos	137
Subtotal volantes de refuerzo				**186**
Afiches de inicio Ver Anexo 13-1/Primer momento/Registro fotográfico/29-36				
Afiches	12/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el martes 18 de enero de 2022 en Salón Comunal Lago de Suba. Carrera 102 A # 129 D - 40	Puntos de mayor concurrencia de población y/o estratégicos por su ubicación para visualizar piezas de divulgación, como tiendas. Salones comunales Entidades educativas. Conjuntos residenciales desde la Carrera 102 hasta Carrera 136 A por la ALO	50
Afiche	12/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el miércoles 19 de enero en el salón comunal de Suba Rincón San Cayetano. CL 127 D # 95 - 24	Por la Av Ciudad de Cali desde el canal del arzobispo hasta la Carrera 102	50
Afiche	13/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el jueves 20 de enero de 2022 en el Salón	Por la Av Ciudad de Cali desde la Av Calle 76 hasta el canal del Arzobispo límite con la localidad de Suba	50

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
		Comunal La Serena. Calle 90 A # 85 - 70		
Afiche	14/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el lunes 24 de enero de 2022 en el Salón Comunal Soledad San José Norte. CL 74 Bis # 84 - 73	Por la calle 72 desde la AV 68 a la Av. Ciudad de Cali. con Calle 76	100
	17/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el martes 25 de enero de 2022 en Salón Comunal del barrio San Fernando ubicado en Calle 73 No. 57A - 10	Desde la Carrera 30 hasta la Carrera 68 por la calle 72	100
Afiche	18/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el Martes 1 de febrero en el Gimnasio Moderno	Desde la Av. Caracas hasta la Carrera 30 por la calle 72 y Desde la carrera 7 hasta la Av. caracas por la calle 72	100
Afiche	25/01/2022	Invitación inicio de factibilidad. Reunión a realizarse el miércoles 2 de febrero de 2022 en el auditorio del Centro la Felicidad de Fontanar del Rio.	Predio a predio Desde Carrera 136 hasta el predio del patio taller	100
Sub total Afiches primer momento				**550**
Invitación segundo momento de participación y consulta Ver Anexo 13-3/Segundo momento/Registro fotográfico/1-4				
Afiche	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Barrios Unidos a realizarse de manera presencial el	Localidad de Barrios Unidos, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	100

Tipo de Pieza	Fecha	Asunto	Sector	Cantidad
		15 de septiembre en el IDRD de la Calle 63		
Afiche	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Engativá a realizarse de manera presencial el 19 de septiembre en el Teatro del Minuto de Dios	Localidad de Engativá, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	180
Afiche	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Suba a realizarse de manera presencial el 20 de septiembre en el Polideportivo de Tibabuyes	Localidad de Suba, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	200
Afiche	12/09/2022	Invitación a segundo momento de participación en la localidad de Chapinero a realizarse de manera presencial el 15 de septiembre en el auditorio del CC Av. Chile	Localidad de Chapinero, manzana aferente del trazado de la Línea 2 del Metro de BOGOTÁ y tres cuadras alrededor en zonas de estaciones	20
Subtotal afiches segundo momento				**500**
Total volantes				64646
Total Afiches				1050
Total piezas entregadas				**65649**

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

En total se distribuyeron 65.649 piezas de divulgación, de las cuales 29.650 corresponden a volantes y afiches de inicio y 34.500 a volantes y afiches del segundo momento de consulta

En cuanto al comité de participación para facilitar la comunicación y garantizar que la información sea clara, se conformaron ocho grupos: Uno en la localidad de Chapinero, dos en la localidad de Barrios Unidos, dos en la localidad de Engativá y

tres en la localidad de Suba; el criterio para definir estos ocho grupos, fue la territorialidad(ubicación geográfica y de esta manera entre otras coasa facilitar el desplazamiento de las personas.

La inscripción a los comités de participación se hizo en las reuniones de inicio. No obstante, con el avance de cada comité se iban integrando personas interesadas en el proyecto por invitación de los miembros del comité y porque el equipo de profesionales del proyecto iba robusteciendo los directorios de manera que en cada encuentro, agregaba los nuevos actores incluídos en el directorio.

En la Tabla 11, se presenta el resultado en términos de cantidades en las inscripciones a los comités de participación por reunión realizada.

Tabla 11. Total inscritos comité de participación

Fecha	Localidad	Sector	Total inscritos
18 de enero de 2022	Suba	Dos	16
19 de enero de 2022	Suba	Uno	18
20 de enero de 2022	Engativá	Dos	15
24 de enero de 2022	Engativá	Uno	14
25 de enero de 2022	Barrios Unidos	Dos	22
28 de enero de 2022	Engativá	Barrio la Española (Reunión extraordinaria)	4
1 de febrero de 2022	Chapinero y Barrios Unidos	Uno	2
2 de febrero de 2022	Suba	Tres	53
Total			144 personas inscritas

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

En total se realizaron 38 reuniones de comités de participación; es decir cinco comités con los grupos conformados en las localidades de Chapinero, Engativá y Suba y cuatro comités con Barrios Unidos. En Total a estos 38 encuentros asistieron 1139 personas.
Los temas desarrollados por encuentro fueron

1) Caracterización del AI
2) Servicios ecosistémicos y paisaje
3) Recomendaciones ciudadanas
4) Impactos y medidas de manejo
5) Cultura ciudadana

Finalmente, en el segundo momento de participación y consulta se realizaron seis encuentros; para autoridades, entidades, academia y ONGs las reuniones se hicieron virtuales, mientras que para los demás actores sociales, se realizó una reunión por localidad presencial con transmisión en vivo por el canal Youtube. En total se contó con la participación de 1955 personas asistentes o conectadas en directo con el canal YouTube y 5789 visualizaciones a la fecha de corte del presente documento.

4.7. VARIACIONES ECONÓMICAS EN LAS CONDICIONES DEL PAÍS

Colombia generó un PIB corriente de US$314,5 millones en 2021, un 2,7% inferior a los niveles prepandemia de 2019. El PIB per cápita corriente en 2021 fue cerca de US$6.158, valor superior en US$790 millones al registrado el año anterior.

El sector primario de la economía representó el 14,1% del PIB en 2021. Entre los principales productos agropecuarios de Colombia se encuentran: café, banano, flores, caña de azúcar, ganado, arroz. Por otra parte, en los recursos minero-energéticos se destaca la producción de carbón, petróleo, gas natural, mineral de hierro, ferroníquel y oro. El sector secundario participó del 18%; en industria resalta la producción de textiles, productos químicos, metalurgia, cemento, envases de cartón, resinas plásticas y bebidas. El sector terciario representó el 68% del PIB con importancia de los servicios, en especial, de la dinámica del turismo.

El año 2019 se registró la cifra más alta de visitantes no residentes (4,5 millones). Sin embargo, en 2020 por causa de la pandemia las cifras de turismo se vieron afectadas y se redujeron 69,2% llegando a 1,4 millones de visitantes. El año 2021 mostró signos de recuperación alcanzando 2,1 millones de visitantes, lo que representa un incremento de 52,1% frente a 2020. En 2019 el PIB de Colombia creció 3%, pero como resultado de las medidas de aislamiento y el cierre de actividades productivas para contener el COVID-19, la economía colombiana se redujo en 7% en 2020. Adicionalmente, impactada en un ambiente de caída de los precios internacionales de los productos mineros, en especial, del petróleo y la caída de la demanda externa e interna. La recuperación fue inmediata y el PIB real se incrementó 10,6% en 2021. Para el 2022, el FMI estima un crecimiento de 5,8%.

Entre otras causas, el bajo ritmo de la actividad económica condujo al aumento de la tasa de desempleo, la cual pasó de 8,9% a 10,4% y 15,7% entre 2015, 2019 y 2020, respectivamente. Este último año, afectado por los efectos negativos de la pandemia sobre el aparato productivo. En 2021, por efectos de la reactivación de la economía, la tasa de desempleo se redujo y se ubicó en 13,4%. La inflación mantuvo una tendencia decreciente entre 2015-2018 cuando se redujo de 6,8% a 3,2%. No obstante, en 2019 se aumentó a 3,8%, producto del aumento de los precios de los alimentos, factores climáticos, cierre de la vía al Llano y por la mayor devaluación de la moneda. Para 2020, en un entorno de contracción de la demanda interna, la inflación se situó en 1,6%, por debajo de la meta objetivo puntual del 3%. En 2021, la inflación cerró en 5,6%. Con una tendencia creciente, desde el mes de mayo, debido a los bloqueos viales desde ese mes que generaron un aumento de los precios en los alimentos perecederos. La inflación en 2021 también se afectó por el incremento en los precios internacionales de los bienes básicos y materias primas. Así mismo, por los cierres de algunos puertos, las demoras en los despachos y, en general, los problemas logísticos mundiales.

Todo este entorno reforzado por una mayor depreciación del peso. En términos nominales, la tasa representativa de mercado correspondió a US$3.744,2 en promedio en 2021, el valor más alto registrado en la historia de Colombia y equivalió a una devaluación nominal de 1,4% respecto a la cotización promedio de 2020.

Por su dependencia de los bienes minero-energéticos, sus exportaciones se afectaron; en 2012 superaban los US$62 mil millones. Por efectos de la pandemia y cierres de los mercados externos, en 2020, las ventas se ubicaron en US$31.056 millones, para una caída de 21,4%. Durante el 2021, en un ambiente de recuperación de la demanda externa, las ventas crecieron 33,3% ascendiendo a US$41.387 millones. Desde 2014, Colombia registra déficit comercial de bienes, el cual se ubicó en US$15.262 millones en 2021. En servicios, el déficit se ubicó en US$6,5 mil millones (2,1% del PIB) en este último año, ampliándose en cerca de 52% respecto a 2020. Las exportaciones aumentaron 30,9% y las importaciones aumentaron en 39,9%. Durante 2021, registró un déficit de US$17.833 millones en la cuenta corriente de la balanza de pagos, superior en US$8.626 millones respecto al año anterior. Como proporción del PIB, el déficit fue 5.7%, mayor en 2.3 p.p. al de 2020. La IED se situó en US$9.402 millones en 2021, y aumentó 26,1% respecto a igual período de 2020. Hacia los sectores no extractivos, la IED fue de US$7.587 millones (80,7% del total) aumentado en 15,6%.

En 2019 el déficit fiscal del gobierno central era de 2,5% del PIB, pero con el impacto recibido por la pandemia y los mayores egresos presupuestales, registró un déficit fiscal equivalente al 7,8% del PIB en 2020. El déficit fiscal preliminar para 2021 fue 7,1% del PIB[9].

[9] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. CONTEXTO MACROECONÓMICO DE COLOMBIA. 2022-04-06

METRO BOGOTÁ

¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

5. LÍNEA BASE



0 RESUMEN EJECUTIVO
1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS
2 INTRODUCCIÓN
3 DESCRIPCIÓN DE PROYECTO
4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL
5 LÍNEA BASE

6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL
7 DEMANDAS, USO Y/O APROVECHAMIENTO
8 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Evaluacion de Impactos
Riesgos ambientales y sociales
Impactos acumulativos

Emisiones atmosféricas
Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad
Levantamiento de flora en veda
Permiso de emisión de ruido en horiraio nocturnno, dominical
Materiales de construccion
Residuos sólidos
Aprovechamiento forestal

Medio Físico
Medio Socioeconómico
Medio Biótico
Área de influencia

Geología
Geomorfología
Paisaje
Hidrología
Calidad del agua
Usos del agua
Hidrogeología
Geotécnica
Atmósfera
Aire
Ruido
Vibraciones

Dimensión demográfica
Dimensión espacial
Dimensión cultural
Dimensión Económica
Dimensión Política-Organizativa
Bienes inmuebles y muebles declarados de interés cultural
Arqueología

Estructura Ecológica Principal
Flora
Flora en veda
Fauna

Ecosistemas acuáticos
Área de influencia Directa
Área de influencia Indirecta
Servicios ecosistémicos

9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL
10 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
11 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO
12 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO
13 INFORME DE PARTICIPACIÓN
14 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

15 PLAN DE COMPENSACIÓN
16 PRESUPUESTO
17 CRONOGRAMA
18 CONCLUSIONES
19 BIBLIOGRAFÍA
20 OTROS

Reasentamiento
Partes Interesadas

FDN Financiera de Desarrollo Nacional

BOGOTÁ que estamos construyendo

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

METRO BOGOTÁ

BOGOTÁ

Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero

Capítulo 5.1 Línea Base
Áreas de Influencia

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VD

Elaborado por:

Financiera de Desarrollo Nacional

U.T. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

TABLA DE CONTENIDO

5. LÍNEA BASE 11
5.1. ÁREA DE INFLUENCIA 11
5.1.1. Consideraciones Generales 11
5.1.1.1. Definiciones. 12
5.1.2. Área de Influencia preliminar 13
5.1.2.1. Desarrollo Metodológico. 13
5.1.2.1.1. Identificación preliminar de impactos. 16
5.1.2.1.2. Taller de especialistas. 16
5.1.2.1.3. Resultados - Área de Influencia Preliminar Identificada 16
5.1.3. Áreas de Influencia preliminar del Proyecto por medios 16
5.1.3.1. Medio Abiótico 17
5.1.3.1.1. Geología 17
5.1.3.1.1.1. Área de Influencia directa e Indirecta 17
5.1.3.1.2. Geomorfología 18
5.1.3.1.2.1. Área de Influencia directa e indirecta 18
5.1.3.1.3. Paisaje 19
5.1.3.1.3.1. Criterios para la identificación del área de influencia 20
5.1.3.1.3.2. Aspectos metodológicos para la identificación y delimitación del área de influencia 20
5.1.3.1.3.3. Área de influencia directa e indirecta de paisaje 21
5.1.3.1.4. Suelos 23
5.1.3.1.4.1. Área de Influencia directa e Indirecta 23
5.1.3.1.5. Hidrología 24
5.1.3.1.5.1. Área de Influencia directa e Indirecta 24
5.1.3.1.6. Calidad del agua 24
5.1.3.1.6.1. 1 Área de Influencia directa e Indirecta 24
5.1.3.1.7. Hidrogeología 24
5.1.3.1.7.1. Área de Influencia directa 24
5.1.3.1.7.2. Área de Influencia Indirecta 25
5.1.3.1.8. Geotecnia 27
5.1.3.1.8.1. Área de Influencia directa 27
5.1.3.1.8.2. Área de Influencia Indirecta 29
5.1.3.1.9. Atmósfera - Calidad del Aire 31
5.1.3.1.9.1. Área de Influencia Directa 31
5.1.3.1.9.2. Área de Influencia Indirecta 32
5.1.3.1.10. Atmósfera - Ruido 34
5.1.3.1.10.1. Área de Influencia Directa 42
5.1.3.1.10.2. Área de Influencia Indirecta 44
5.1.3.1.11. Atmósfera - Vibraciones 44

5.1.3.1.11.1. Área de Influencia directa 45
5.1.3.1.11.2. Área de Influencia Indirecta 56
5.1.3.1.12. Área de influencia directa preliminar del Medio Abiótico 56
5.1.3.1.13. Área de influencia indirecta preliminar del Medio Abiótico 56
5.1.3.2. Medio Biótico 57
5.1.3.2.1. Área de Influencia Directa 59
5.1.3.2.1.1. Componente de vegetación - flora 59
5.1.3.2.1.2. Componente de fauna 60
5.1.3.2.1.3. Componente hidrobiota 61
5.1.3.2.1.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles - EEP 62
5.1.3.2.1.5. Área de influencia directa preliminar del medio biótico 63
5.1.3.2.2. Área de Influencia Indirecta 63
5.1.3.2.2.1. Componente de vegetación - flora 64
5.1.3.2.2.2. Componente de fauna 64
5.1.3.2.2.3. Componente de hidrobiota 65
5.1.3.2.2.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles - EEP 65
5.1.3.2.3. Área de influencia Indirecta preliminar del Medio Biótico 66
5.1.3.3. Medio Socioeconómico 67
5.1.3.3.1. Metodología 67
5.1.3.3.1.1. Apropiación y reconocimiento de las áreas requeridas para el proyecto. 68
5.1.3.3.1.2. Revisión documental de información de fuentes oficiales 68
5.1.3.3.1.3. Revisión de Información Cartográfica 68
5.1.3.3.1.4. Revisión de información en Campo 69
5.1.3.3.2. Área de Influencia Directa 69
5.1.3.3.2.1. Criterios para la definición del AID 69
5.1.3.3.3. Área de Influencia Indirecta 80
5.1.3.3.4. Características de las localidades 81
5.1.3.3.4.1. Localidad de Chapinero. 81
5.1.3.3.4.2. Localidad de Barrios Unidos. 83
5.1.3.3.4.3. Localidad de Engativá 84
5.1.3.3.4.4. Localidad de Suba 85
5.1.4. Área de influencia final 86
5.1.5. Desarrollo metodológico. 86
5.1.5.1. Identificación definitiva de impactos 86
5.1.5.2. Taller de expertos Área de Influencia Definitiva 88
5.1.6. Resultados - Área de Influencia Definitiva 88
5.1.6.1. Medio abiótico 88
5.1.6.1.1. Geología 88
5.1.6.1.1.1. Área de Influencia Directa e Indirecta 88
5.1.6.1.2. Geomorfología 90
5.1.6.1.2.1. Área de Influencia Directa e Indirecta 90

5.1.6.1.3. Paisaje 92
5.1.6.1.3.1. Criterios para la identificación del área de influencia 92
5.1.6.1.3.2. Área de influencia directa e indirecta de paisaje 93
5.1.6.1.4. Suelos 95
5.1.6.1.4.1. Área de Influencia directa e Indirecta 95
5.1.6.1.5. Hidrología 96
5.1.6.1.6. Calidad del Agua 97
5.1.6.1.6.1. Área de Influencia Directa e Indirecta 97
5.1.6.1.7. Hidrogeología 97
5.1.6.1.7.1. Área de Influencia Directa 101
5.1.6.1.7.2. Área de Influencia Indirecta 103
5.1.6.1.8. Geotecnia 105
5.1.6.1.8.1. Área de Influencia Directa e Indirecta 105
5.1.6.1.9. Atmósfera - Aire 110
5.1.6.1.9.1. Área de Influencia Directa 111
5.1.6.1.9.2. Área de Influencia Indirecta 111
5.1.6.1.10. Atmósfera - Ruido 112
5.1.6.1.10.1. Área de Influencia Directa e indirecta 121
5.1.6.1.10.2. Área de Influencia Indirecta 122
5.1.6.1.11. Atmósfera Vibraciones 122
5.1.6.1.11.1. Área de Influencia Directa e Indirecta 123
5.1.6.1.11.2. Área de Influencia Indirecta 124
5.1.6.1.12. Área de Influencia definitiva Directa e Indirecta medio Abiótico 124
5.1.6.1.12.1. Área de Influencia Directa 125
5.1.6.1.12.2. Área de Influencia Indirecta 125
5.1.6.2. Medio biótico 126
5.1.6.2.1. Área de influencia directa 126
5.1.6.2.1.1. Componente de vegetación - flora 127
5.1.6.2.1.2. Componente de fauna 128
5.1.6.2.1.3. Componente de hidrobiota 129
5.1.6.2.1.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles y EEP 129
5.1.6.2.1.5. Área de influencia directa final o definitiva del medio biótico 130
5.1.6.2.2. Área de influencia indirecta 132
5.1.6.2.2.1. Componente de vegetación - flora 133
5.1.6.2.2.2. Componente de fauna 133
5.1.6.2.2.3. Componente de hidrobiota 134
5.1.6.2.2.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles y EEP 134
5.1.6.2.2.5. Área de influencia indirecta final o definitiva del medio biótico 135
5.1.6.3. Medio socioeconómico 138
5.1.6.3.1. Área de influencia Directa 138
5.1.6.3.1.1. Criterios evaluados para la definición el AID final 139

5.1.6.3.2. Área de influencia Indirecta 152
5.1.6.4. Área de Influencia final 153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de definición de áreas de influencia

Figura 2. Plazo del contrato

Figura 3. Área de influencia directa e indirecta del componente

Figura 4. Área de influencia directa e indirecta del componente

Figura 5. Diagrama de flujo metodológico para definición del área de influencia de paisaje preliminar

Figura 6. Área de influencia de Paisaje para el área del proyecto L2MB

Figura 7. Área de influencia directa e indirecta de componente suelos

Figura 8. Área de influencia indirecta del componente Hidrogeológico

Figura 9. Área de influencia directa del componente Hidrogeológico

Figura 10. Área de proyección de Obras patio taller

Figura 11. Detalle de la delimitación del área de influencia del componente geotécnico para el tramo aéreo

Figura 12. Área de influencia Indirecta y Directa componente Geotecnia

Figura 13. Área de influencia directa preliminar componente atmósfera - aire.

Figura 14. Resultados modelo predictivo dispersión atmosférica en suelo urbano y suburbano

Figura 15. Área de influencia indirecta preliminar componente atmósfera - aire.

Figura 16. Ubicación de receptores

Figura 17. Escenario de construcción sin tráfico vehicular

Figura 18. Escenario 3D de construcción sin tráfico vehicular

Figura 19. Escenario de construcción con tráfico vehicular

Figura 20. Escenario 3D de construcción con tráfico vehicular

Figura 21. Área de influencia directa e indirecta componente de ruido

Figura 22. Límites asociados con confort en función de la frecuencia del registro

Figura 23. Niveles máximos de vibraciones para evitar daños estructurales según EUROCODE 3 (estándar europeo)

Figura 24. Relación velocidad de partícula y VdB

Figura 25. Curva base estimación de niveles de vibración

Figura 26. Curva de estimación de niveles de vibración ajustada

Figura 27. Área de influencia directa e indirecta componente de vibración

Figura 28. Área de Influencia directa preliminar medio abiótico

Figura 29. Área de Influencia Indirecta preliminar medio abiótico

Figura 30. AID preliminar del componente de vegetación durante la etapa de construcción del proyecto L2MB

Figura 31. AID preliminar del componente de fauna durante la etapa de construcción del proyecto L2MB

Figura 32. AID preliminar del componente preliminar de la EEP durante la etapa de construcción de L2MB

Figura 33. AID preliminar del medio biótico

Figura 34. Área de influencia indirecta preliminar del componente de fauna

Figura 35. Área de influencia indirecta preliminar del componente de áreas sensibles - EEP

Figura 36. Área de influencia indirecta preliminar del medio biótico

Figura 37. Área de proyecto o intervención

Figura 38. AID del medio socioeconómico del proyecto L2MB

Figura 39. AII del medio socioeconómico del proyecto L2MB

Figura 40. Área de influencia definitiva componente de geología

Figura 41. Planta y perfil longitudinal del viaducto elevado y planteamiento de pilas

Figura 42. Modelo de elevación y configuración del territorio urbano sobre la ortofoto, la distribución de las intervenciones del proyecto en fucsia

Figura 43. Área de influencia directa e indirecta definitiva componente de geomorfología

Figura 44. Ejemplo de inclusión de criterios espaciales para la delimitación del AIP.

Figura 45. Diagrama de flujo metodológico para definición de área de influencia de paisaje final

Figura 46. Área influencia de paisaje final

Figura 47. Área de influencia directa e indirecta definitiva del componente suelos

Figura 48. Sección transversal - Sector Cerros de Suba - escenario actual, Fila 252 del modelo.

Figura 49. Sección transversal - Sector Cerros de Suba - escenario de operación (con proyecto), fila 252 del modelo.

Figura 50. Ubicación en planta sección transversal - Sector Cerros de Suba , fila 252 del modelo.

Figura 51. Sección Longitudinal - escenario actual, Columna 70 del modelo.

Figura 52. Sección longitudinal - escenario de operación (con proyecto), Columna 70 del modelo.

Figura 53. Ubicación en planta sección longitudinal - Sector Calle 72 , Columna 70 del modelo.

Figura 54. Área de influencia directa - hidrogeología

Figura 55. Área de influencia indirecta - hidrogeología

Figura 56. Sección transversal. Estación 1

Figura 57. Sección transversal, estaciones 2 a 10.

Figura 58. Excavación de pantalla preexcavadas. Cut & Cover. Método invertido

Figura 59. Valores típicos de permeabilidad para suelos(Casagrande, Fadum, 1940)

Figura 60. Vista en planta. Junta doble sello en pantallas (SMMS,2002)

Figura 61. Área de influencia directa definitiva componente Geotecnia

Figura 62. Área de influencia directa definitiva componente atmósfera - aire.

Figura 63. Área de influencia indirecta definitiva componente atmósfera - aire.

Figura 64. Ubicación de receptores

Figura 65. Escenario de construcción sin tráfico vehicular

Figura 66. Escenario 3D de construcción sin tráfico vehicular

Figura 67. Escenario de construcción con tráfico vehicular

Figura 68. Escenario 3D de construcción con tráfico vehicular

Figura 69. Área de influencia directa componente de ruido

Figura 70. Área de influencia indirecta componente de ruido

Figura 71. Área de influencia directa e indirecta definitiva componente de vibración

Figura 72. Área de Influencia directa definitiva medio abiótico

Figura 73. Área de Influencia Indirecta definitiva medio abiótico

Figura 74. Área de influencia directa final del componente de vegetación durante construcción

Figura 75. Área de influencia directa final del componente de fauna durante la construcción y operación del proyecto

Figura 76. Identificación final de los impactos sobre los componentes bióticos en el AID

Figura 77. Procedimiento para la identificación y delimitación del AID final del medio biótico

Figura 78. Área de influencia directa final del medio biótico del proyecto L2MB

Figura 79. Área de influencia indirecta final del componente de fauna

Figura 80. Área de influencia indirecta final del componente de áreas sensibles - EEP

Figura 81. Identificación final de los impactos sobre los componentes bióticos en el AII

Figura 82. Procedimiento para la identificación y delimitación del AII final del medio biótico

Figura 83. Área de influencia indirecta final del medio biótico del proyecto L2MB

Figura 84. Barrios del AID

Figura 85. Área de Influencia Directa de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Figura 86. Bienes de interés Cultural en el AID socioeconómico

Figura 87. Áreas de concentración de comercio y AID medio socioeconómico

Figura 88. AID del medio socioeconómico del proyecto L2MB

Figura 89. AII del medio socioeconómico del proyecto L2MB

Figura 90. Área de influencia directa del proyecto

Figura 91. Área de influencia indirecta del proyecto

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actividades para el análisis de impactos del proyecto

Tabla 2. Definición impactos Geotecnia Superficial

Tabla 3. Maquinaria escenario de construcción

Tabla 4. Resultados escenario de construcción sin tráfico vehicular

Tabla 5. Resultados escenario de construcción con tráfico vehicular

Tabla 6. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto

Tabla 7. Valores Máximos de Velocidad de partícula (mm/s) para evitar daños

Tabla 8. Valores Máximos de Velocidad de partícula establecidos en la referencia

Tabla 9. Maquinaria escenario de construcción

Tabla 10. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Tabla 11. Bienes de interés cultural en el área del trazado.

Tabla 12. Localidades

Tabla 13. Impactos generados por el Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá

Tabla 14. Valores máximos de asentamientos diferenciales, en función de la distancia entre apoyos o columnas l. NSR-10 Tabla H.4.9-1

Tabla 15. Maquinaria escenario de construcción

Tabla 16. Resultados escenario de construcción sin tráfico vehicular

Tabla 17. Resultados escenario de construcción con tráfico vehicular

Tabla 18. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Tabla 19. Bienes de interés cultural en el área del trazado.

Tabla 20. Localidades

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Nivel de velocidad

Ecuación 2. Proyección nivel de vibración

5. LÍNEA BASE

El presente capítulo de caracterización ambiental de línea base avanza en el cumplimiento de los estándares y normas de desempeño establecidos por la Banca Multilateral, generando el conocimiento necesario para el entendimiento del estado actual del ambiente, en sus tres medios de análisis (Abiótico, Biótico y socioeconómico), de manera que en capítulos posteriores (Evaluación Ambiental y Social, Planes de Manejo, Planes de Seguimiento y subsiguientes) se desarrolla la evaluación ambiental y social requerida para identificar impactos directos e indirectos y los potenciales riesgos ambientales asociados al proyecto, su manejo y su control, así como las acciones contingentes para el control de los riesgos identificados y los lineamientos de participación con las partes interesadas.

Se abordan en el análisis de línea base, en línea con los requerimientos de la Banca Multilateral., temas como Conservación de la biodiversidad, Reasentamiento involuntario de población, Cambio Climático, población objeto de Reasentamiento Involuntario, Grupos Vulnerables, Pueblos Indígenas e Igualdad de género.

5.1. ÁREA DE INFLUENCIA

5.1.1. Consideraciones Generales

Siguiendo los Términos de Referencia que rigen el presente Estudio[1] y en línea con lo establecido por la Banca Multilateral[2], se establecen para el proyecto dos áreas de influencia: Directa e Indirecta, con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el Proyecto. Se define como área de influencia directa aquella área en donde se manifiestan los impactos directos del proyecto, es decir, aquellos impactos ocasionados por el proyecto y que surgen contemporáneamente en el lugar del mismo, por lo que están circunscritos al área de intervención del proyecto. Esta área de influencia directa se analiza con información primaria.

Bajo los mismos lineamientos, como área de influencia indirecta se establece un territorio complementario al definido en el área de influencia Directa, el cual se extiende hasta donde llegan los impactos indirectos, entendidos estos últimos como aquellos impactos ocasionados por el proyecto y que trascienden el área del impacto directo. Esta área se analiza con información primaria y secundaria.

El Área de Influencia Indirecta desde lo social se analizó como un territorio en donde no trascienden los impactos del proyecto, considerada como un área complementaria sobre la cual se mantendrá un acompañamiento permanente durante construcción y adicionalmente realizando monitoreos ambientales periódicos, con el fin de identificar a tiempo algún cambio no previsto en las condiciones del territorio y que estén asociadas a los procesos operativos o constructivos del proyecto.

El abordaje de este capítulo se realiza a partir de las consideraciones técnicas del proyecto, las cuales van a permitir definir por medios y componentes los impactos asociados a las actividades del proyecto, así como las unidades de análisis socioambientales involucradas para facilitar la delimitación cartográfica del área de influencia (directa e indirecta), por componente.

Tal como es sugerido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA[3], para la delimitación de las áreas de influencia del proyecto se surten etapas asociadas a actividades pre-campo, campo y post-campo que involucran análisis de información secundaria, recorridos en el territorio, información suministrada por los actores sociales e institucionales

[1] FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL (2021). Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021. ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS).

[2] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2020). Marco de Política Ambiental y Social.

[3] AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (2018). Guia para la definición, identificación y delimitación de área de influencia. Bogota D.C.

.

vinculados al proyecto y resultados de la evaluación de impactos. Inicialmente se realiza una identificación preliminar del área de influencia, para luego, después de capturada y analizada la información primaria y hacer las iteraciones necesarias, llegar a la definición definitiva de las Áreas de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto. Estos procesos metodológicos se presentan en el capítulo 2 de Generalidades.

5.1.1.1. Definiciones.

El Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.1.1, define el área de influencia como *el Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios*. Debido a que las áreas de extensión de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecruzan entre sí.

Ahora bien, atendiendo las consideraciones de los Términos de Referencia emitidos por la Financiera de Desarrollo Nacional para este estudio, la definición de las áreas de influencia del proyecto parte de la integración de diferentes elementos de análisis identificados en el medio físico, biótico y socioeconómico sobre los cuales se manifiestan y trascienden los riesgos e impactos ambientales generados por las actividades de preconstrucción, construcción y operación del proyecto, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada, como se representa en la Figura 1.

A continuación, se describen las fases que se han tenido en cuenta para la definición de las áreas de influencia para cada uno de los medios (componentes) sobre el cual interviene el proyecto:

- Identificación de actividades a ejecutar durante la etapa de construcción y operación del proyecto, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada.
- Identificación de las áreas ambientalmente sensibles por cada uno de los componentes.
- Identificación y definición de los elementos de análisis para cada uno de los medios y sus componentes
  - Medio físico: suelos, geotecnia, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología y atmósfera.
  - Medio biótico: flora, fauna terrestre y elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal.
  - Medio socioeconómico: Dimensiones demográficas, espacial, económica, cultural, arqueológica (línea base, prospección), política-organizativa necesarias para la caracterización del área de influencia y comunidad.
- Construcción cartográfica del área de influencia directa e indirecta

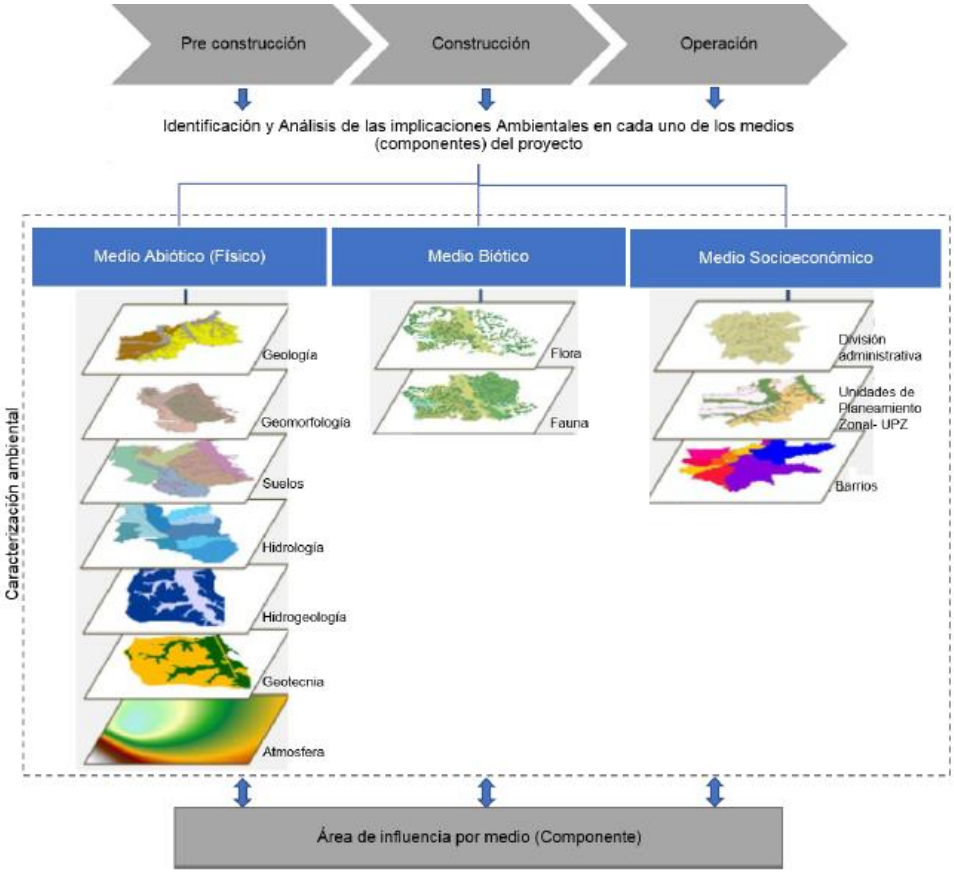


Figura 1. Esquema de definición de áreas de influencia
Fuente: MinAmbiente y ANLA, 2014. Esquema modificado por la UT MOVIUS, 2021.

5.1.2. Área de Influencia preliminar

5.1.2.1. Desarrollo Metodológico.

Tal como se establece la metodología para la definición de área de influencia (Ver capítulo 2 Generalidades) , el primer paso para la definición del área de influencia preliminar del proyecto consistió en el entendimiento del territorio desde la información secundaria disponible y de las implicaciones asociada a las obras y actividades propias del proyecto para identificar los potenciales impactos que se podrían generar con ocasión del mismo.

A continuación, en la Tabla 1 se presenta un resumen de las principales obras y actividades en armonía con la descripción técnico operativa que se presenta en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto y los impactos preliminarmente identificados asociados a su incorporación en el territorio, impactos que son analizados con detalle en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Social y a partir de los cuales se ajusta el Área de Influencia Directa e Indirecta; y en la Figura 2 se presenta el tiempo de duración de cada etapa.

Tabla 1. Actividades para el análisis de impactos del proyecto

Etapa	Actividad
Preliminar	Estudios de ingeniería de detalle para la construcción
	Acercamiento con comunidades e instituciones
	Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
	Traslado anticipado de redes primarias
Construcción	Traslado de redes y servicios interceptados o secundarios
	Desvío y Manejo de tráfico (PMT)
	Descapote y remoción de la cobertura vegetal
	Aprovechamiento forestal
	Excavaciones y rellenos
	Adecuación de vías de acceso
	Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
	Acopio temporal de materiales
	Construcción de patios y talleres
	Construcción de estaciones del metro
	Construcción de edificios laterales de acceso
	Puesto central de control - OC
	Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial
	Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia subterránea
	Conformación pozo de entrada y salida de túnel
	Transporte y manejo de suelo excavado
	Pre-fabricación dovelas (anillos de concreto)

Etapa	Actividad
	Construcción de pozos de evacuación y bombeo (chimeneas)
	Instalación de instrumentación geotécnica
	Construcción de Túneles
	Superestructura de vía
	Viaducto
	Espacio público y urbanismo
	Material rodante
	Señalización y control de trenes
Operación	Funcionamiento de la línea
	Funciones de estaciones y patio taller
	Mantenimiento de la línea y trabajos de conservación estructural
	Manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos
	Manejo de residuos líquidos y/o sustancias químicas
	Manejo y control de señalización
	Operación del puesto central de control
	Manejo de aguas de infiltración
	Mantenimiento zonas verdes
	Mantenimiento de sistema de puertas de andén
	Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billetaje

Fuente: UT MOVIUS, 2022

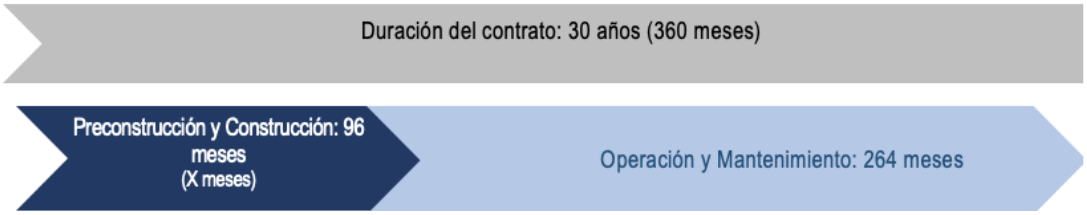


Figura 2. Plazo del contrato
Fuente: UT MOVIUS, 2022

5.1.2.1.1. Identificación preliminar de impactos.

A partir del conocimiento del territorio y del entendimiento de las obras y actividades asociadas al proyecto L2MB, se realizó la identificación preliminar de los impactos que afectarán a los diferentes componentes del ambiente. Para esto, cada profesional realizó, desde su temática específica, una evaluación de la información disponible, tomando como insumo el estudio de Estructuración Técnica del 2019 y 2021, información primaria y secundaria y la implantación del proyecto, se especializa las diferentes elementos de análisis (componentes) como son áreas directas a intervenir, cuencas hidrográficas, ronda hidráulica de los diferentes cuerpos de agua que se sobreponen al proyecto, espacialización de la coberturas vegetales, límites político administrativos o barriales y modelos predictivos (aire, ruido), entre otros, se especializan en una capa digital (*shape*) con el programa ArcGis y se identifican lo impactos preliminares que generará el proyecto.

5.1.2.1.2. Taller de especialistas.

Una vez identificados desde cada componente los potenciales impactos a generar por el proyecto se realizó un taller de especialistas, en el cual se hizo una primera aproximación conjunta a su espacialización en el territorio; se discutió su posible implicación sobre los atributos ambientales propios de otros componentes y/o medios y a partir de allí se ajustó el área preliminar de afectación del impacto. Las áreas resultantes se digitalizaron en ArcGis, en el cual se homologaron áreas con interés de evaluación desde diferentes componentes, se establecieron las variables o aspectos más representativos o sensibles que puedan tener mayor relevancia en el desarrollo del proyecto a la hora de evaluar los impactos, se identificaron los impactos que en este nivel de avance de los estudios se consideran como los más significativos por sus efectos, se obtuvo la espacialización de la extensión en el territorio, y se avaló por todos los participantes el área de influencia preliminar (directa e indirecta).

5.1.2.1.3. Resultados - Área de Influencia Preliminar Identificada

El análisis de los impactos identificados preliminarmente y la espacialización de su extensión permitió establecer un área preliminar para cada uno de los atributos, componentes o grupo de componentes potencialmente afectado, la cual se presenta a continuación.

5.1.3. Áreas de Influencia preliminar del Proyecto por medios

5.1.3.1. Medio Abiótico

5.1.3.1.1. Geología

5.1.3.1.1.1. Área de Influencia directa e Indirecta

Considerando que se trata de una línea principalmente subterránea, se ha tenido especial consideración desde los estudios de diseño, evitar afectaciones en superficie como consecuencia de la obra en la etapa de construcción y de operación de la L2MB. Para la definición de las áreas de influencia del componente, se tiene en cuenta las características de la tipología de las obras proyectadas, las cuales incluyen un alineamiento a nivel vertical de un túnel profundo (entre 25 y 40 m), para aislarlo de la superficie y minimizar las posibles afectaciones en el componente geológico – hidrogeológico y geotécnico.

Se considera además en la definición del área de influencia directa para el componente, la tipología que aunque predomina el trazado de la L2MB es en túnel, incluye también intersecciones, estaciones y galerías de acceso, cola de maniobras, un tramo aéreo que incluye un viaducto elevado y un patio taller. A nivel vertical, se estiman variaciones del tope del riel que se encuentra en la cota 2 526,8 m, con profundidad variable con respecto al terreno porque el terreno reduce su altura en sentido de oriente a occidente, con una variación en la vertical a una cota al nivel 2 513,7 m. Las previsiones desde el componente geológico, están enfocadas a posibles cambios a nivel de volumen y deformaciones de los materiales, que de acuerdo con las estimaciones de los diseños, son admisibles y no se extenderán de la huella de intervención proyectada en superficie. Las estimaciones no consideran afectaciones que se extiendan en áreas adicionales a la huella de intervención de las obras proyectadas, por consiguiente,el área de influencia directa e indirecta es la misma.

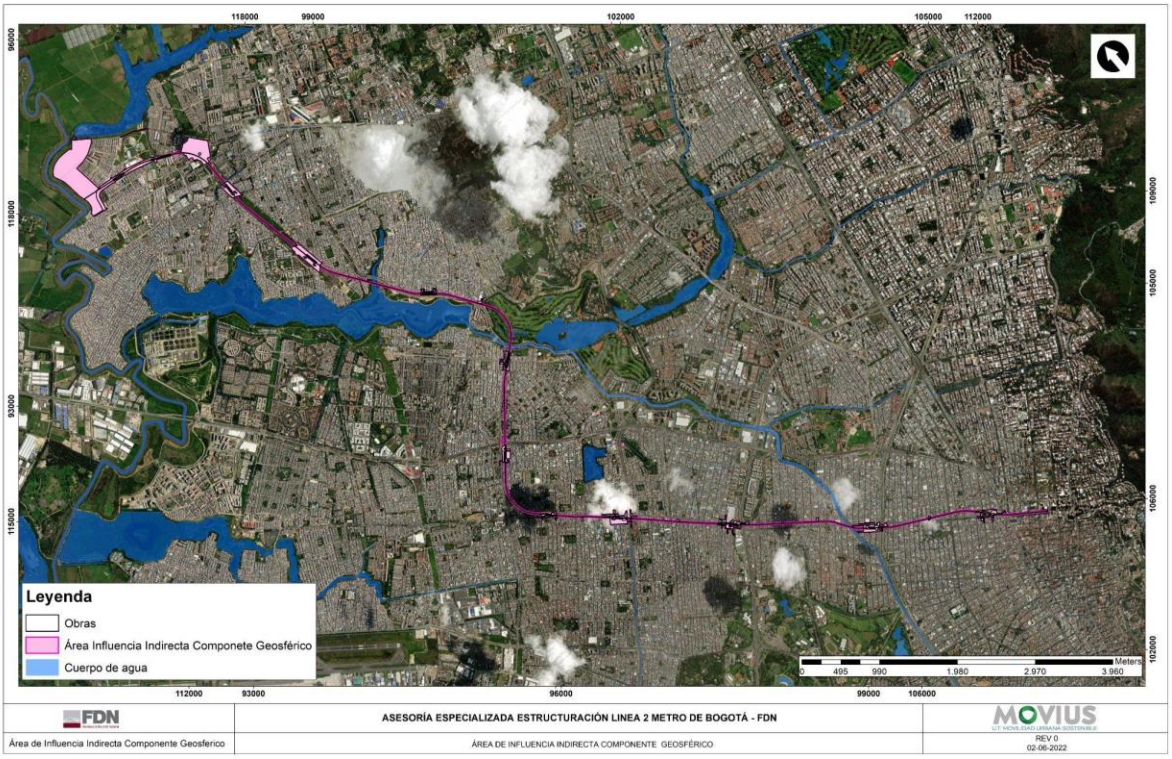


Figura 3. Área de influencia directa e indirecta del componente
Fuente: UT MOVIUS 2022

5.1.3.1.2. Geomorfología

5.1.3.1.2.1. Área de Influencia directa e indirecta

Considerando que se trata de una línea subterránea, se ha tenido especial revisión y análisis desde los estudios de diseño para evitar afectaciones en superficie, como consecuencia de la obra en la etapa de construcción y de la operación de la L2MB. Bajo la configuración del proyecto que contempla un alineamiento a nivel vertical de un túnel profundo (entre 25 y 40 m), para aislarlo de la superficie y de esta manera se minimizan las posibles afectaciones en superficie que en este caso a nivel de las geoformas asociadas al componente geomorfológico.

Por consiguiente, se considera en virtud de las condiciones del territorio a nivel de las geoformas naturales y artificializadas donde el AID de geomorfología, se limita al área de intervención del proyecto, se resalta que las actividades proyectadas se asocian directamente sobre las coberturas urbanas que incluyen los territorios artificializados continuos, sin intervenciones sobre los cuerpos naturales. Las intervenciones de acuerdo con la tipología del trazado de la L2MB en túnel, incluye también intersecciones, cola de maniobras, pozos, estaciones, y para el tramo elevado, un viaducto elevado y la infraestructura asociada al patio taller, las cuales no involucran afectaciones o cambios a nivel de las geoformas existentes o a nivel de la morfología del terreno en superficie que se extiendan más allá de la huella; por lo anterior, se determina que tanto el área de influencia directa como el área de influencia indirecta para el componente geomorfológico es la misma, Figura 4.

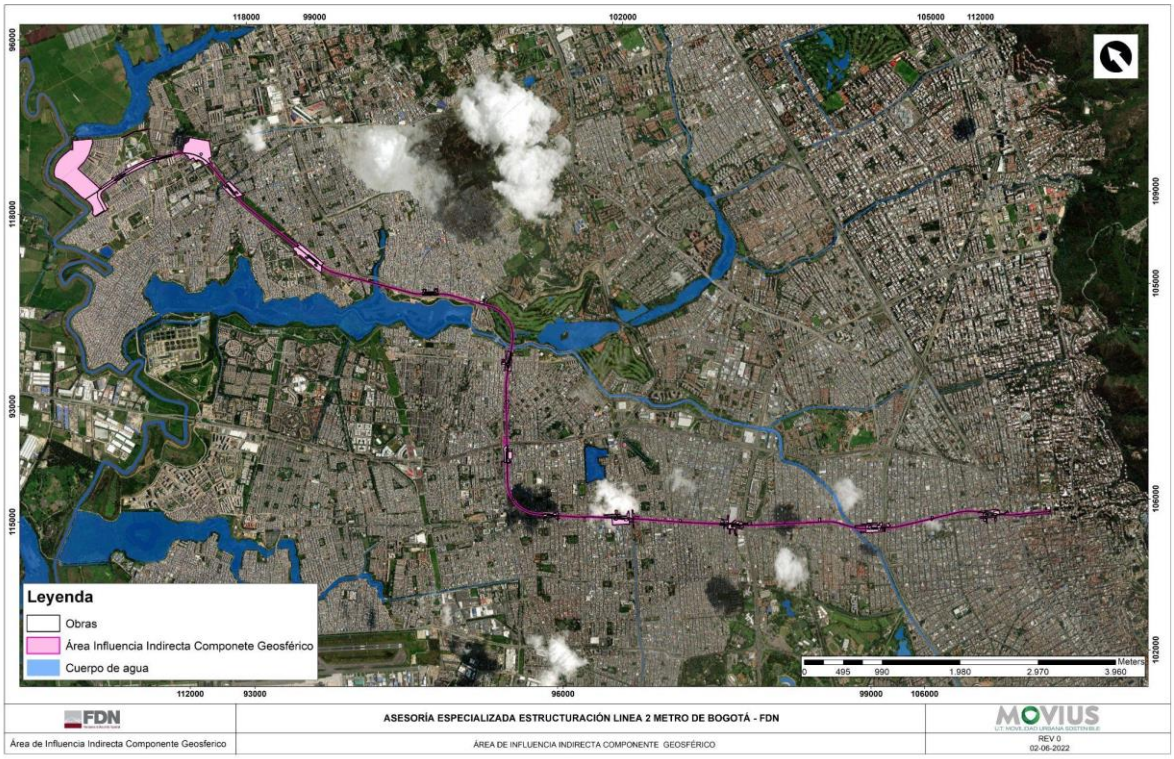


Figura 4. Área de influencia directa e indirecta del componente
Fuente: UT MOVIUS 2022

5.1.3.1.3. Paisaje

El ET05 para L2MB define al AID así: *" El **área de influencia directa** del proyecto es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada". Igualmente para el AII menciona: "..... definir el **área de influencia indirecta** del Proyecto teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos."* (el resaltado en negrilla es nuestro).

Las definiciones anteriores del Área de Influencia Directa - AID y el Área de Influencia Indirecta -AII, fueron consideradas en la identificación y delimitación del Área de Influencia de Paisaje - AIP. Como resultado de los criterios establecidos y los análisis correspondientes, se unificaron las áreas de influencia directa e indirecta en una sola área de influencia de paisaje, considerando que los criterios que enmarcan al Área de Influencia Directa quedan inmersos espacialmente en los del Área de Influencia Indirecta.

Para el componente del paisaje se contempla la manifestación de un impacto denominado "Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje". A continuación, se presentan los criterios que se establecieron para la definición del área de influencia directa e indirecta del componente paisaje.

5.1.3.1.3.1. Criterios para la identificación del área de influencia

Los criterios para la identificación del Área de influencia durante la etapa de construcción, son los siguientes:

- Área visual de los observadores, donde se consideran a los observadores a pie cercanos a la zona de desarrollo de la obra, y también, a posibles observadores en puntos altos aledaños a la obra en edificaciones superiores a los 3 pisos de altura. De esta manera se pueden identificar los cambios visuales y su efecto en la calidad y belleza paisajística.
- Identificación de los efectos en el componente paisajístico en las áreas en donde se construirán las obras superficiales del proyecto como lo son, los campamentos, las vías de acceso, la cola de maniobras a nivel superficial, las 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de bombeo y/o de ventilación y emergencia, el tramo con tipología elevada y el Patio taller. Las obras subterráneas como lo son las requeridas para la construcción del túnel no afectan al componente paisajístico.
- Evaluación de los cambios del paisaje en los lugares de mayor calidad paisajística en las zonas urbanas como lo son los parques y las coberturas con vegetación. De igual forma, se contemplaron los lugares de los cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto y en donde se adelantarán las obras superficiales.
- La localización de los sitios de interés paisajístico que estén relacionados con el desarrollo de la obra y que estén directamente asociados, entre estos sitios se encuentran los parques, zonas verdes, monumentos o sitios de interés cultural y socioeconómico.
- Identificación del relieve mediante el modelo digital de elevación, donde también se considera la altura de edificios cercanos a la obra como se mencionó anteriormente, esto, como aspecto fundamental para el análisis de la fragilidad del paisaje.

Los criterios de análisis para la identificación del área de influencia durante la etapa de operación, son los mismos considerados para la etapa de construcción y teniendo en cuenta la identificación de los efectos asociados a la operación del proyecto. Las repercusiones sobre el paisaje en operación, se generan en los lugares de las obras superficiales construidas de las estaciones, los accesos satelitales, las vías de acceso, los pozos de ventilación y evacuación, el tramo con tipología elevada y el patio taller, y también en cualquier parte visible del proyecto, como en los sitios de interés paisajístico.

5.1.3.1.3.2. Aspectos metodológicos para la identificación y delimitación del área de influencia

A partir de la capa de las coberturas de la tierra fotointerpretadas para el proyecto L2MB se desarrolló una nueva capa del área de influencia de paisaje, en donde se procedió a fusionar dichas capas en ArcGIS 10.5 junto con las capas de la obras superficiales: zona de patio taller, campamento, estaciones, prolongaciones de las vías, trincheras, pozos de ventilación, además de considerar los límites de urbanismo, todo esto como insumos que apoyan la elaboración del Área de Influencia de Paisaje. Los polígonos elaborados a partir de estas capas y de la revisión manual apoyada con imágenes satelitales que provienen del programa ArcGis, se contrastaron con los criterios anteriormente mencionados, siendo estas las herramientas principales para asociar la calidad y belleza paisajística.

Para estimar la visibilidad del proyecto se partió del AIP establecida, la cual se contrastó con un Modelo Digital de Elevación (DEM) que permite evidenciar la pendiente del terreno del área circundante al proyecto a través de un análisis por medio de la herramienta viewshed en ArcGIS 10.5, a partir de la capa del DEM. Sobre la base de las áreas de intervención del proyecto en formato polyline, especificando la altura de las construcciones con una medida de 3 pisos para las edificaciones, se estimó de esta forma la visibilidad, teniendo en cuenta la altura que tendrán las estaciones, el viaducto

de ingreso al patio taller y los accesos satelitales. No se consideró en los análisis la variable de la pendiente en el área de influencia porque no hay grandes variaciones en la pendiente a lo largo del área de estudio.

Se consideraron los insumos de las encuestas obtenidas con los integrantes de los comités de participación de la Línea 2 del Metro de Bogotá, conformados por los ciudadanos que están ubicados en el AID del proyecto, con el fin de interpretar la influencia de los sitios de interés paisajístico en la AIP, donde se contrastaron los lugares que estaban cercanos de las capas mencionadas anteriormente, descartandose los más distantes que no tienen visibilidad directa al proyecto. Entre las zonas que se incluyeron dentro del área de paisaje, se encuentran los parques del sector de Fontanar del río, el costado norte del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y la zona empresarial del sector de la iglesia de la Porciúncula.

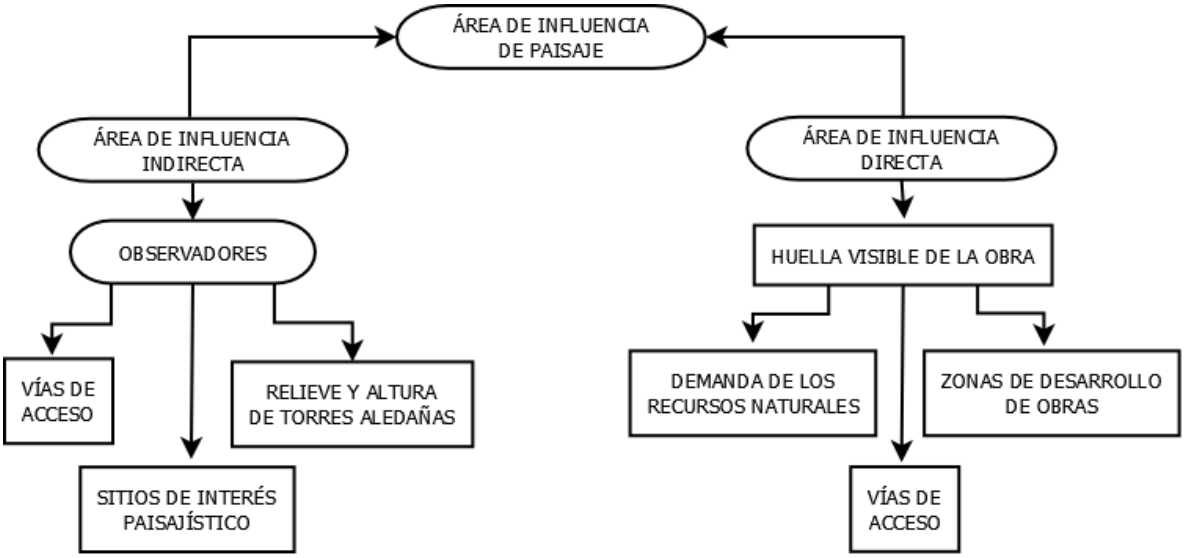


Figura 5. Diagrama de flujo metodológico para definición del área de influencia de paisaje preliminar
Fuente: UT MOVIUS, 2022

5.1.3.1.3.3. Área de influencia directa e indirecta de paisaje

Para la definición del área de influencia de paisaje se tienen en cuenta de forma integral varios ejes, los cuales vinculan el área de intervención, la visibilidad del proyecto, los observadores y su percepción del paisaje como se muestra a continuación en la Figura 6, donde se denota que hay una segmentación entre las zonas del proyecto correspondientes a los lugares de las partes subterráneas de la obra, y por lo tanto, no se involucran en los análisis del paisaje y el área de influencia delimitada. El área de influencia de paisaje unifica las áreas indirecta y directa indicadas en la Figura 5 mediante el esquema que unifica los criterios metodológicos que se tienen en cuenta para construir el AIP.

Los observadores juegan un papel importante en la delimitación del área de influencia ya que estos son los que se encontrarán con el proyecto de forma frecuente en su entorno. Se tendrá en cuenta un área no mayor al equivalente a una manzana residencial, mientras que posterior a esta distancia la percepción del paisaje comienza a ser más general y menos específica. Se considera que los lugares poblados donde visiblemente hay más densidad poblacional, habrá un aumento de observadores que en las zonas más amplias y con menos construcciones.

Las afectaciones que tendrá el proyecto durante la construcción en el AID en áreas con coberturas vegetales y en los lugares de los cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto, como lo son el río Salitre, el canal Salitre y el canal

Cafam, implican demanda de los recursos naturales, que en su orden corresponden a la remoción de la vegetación y la afectación temporal del recurso hídrico lo que repercute en afectación del componente del paisaje.

Otro factor considerado fue el relieve de la zona dado por el DEM, ya que dependiendo de la forma y altura de la superficie del terreno los observadores pueden tener mayor o menor facilidad para ver el proyecto. Por lo tanto, el área de influencia de paisaje se definió donde el proyecto es más evidente, en donde se encuentran las zonas densamente pobladas y en las áreas de las avenidas principales que atraviesa el proyecto, y a diferencia de otras zonas con presencia de zonas verdes y zonas más despejadas de construcciones, sin embargo cabe resaltar que en estas zonas se tiene en cuenta nuevamente la presencia de edificaciones considerablemente altas que a pesar de estar distantes tienen visibilidad al proyecto. Con base en lo anterior, el área de influencia de paisaje delimitada (Figura 6), comprende un área total de 182,42 ha.

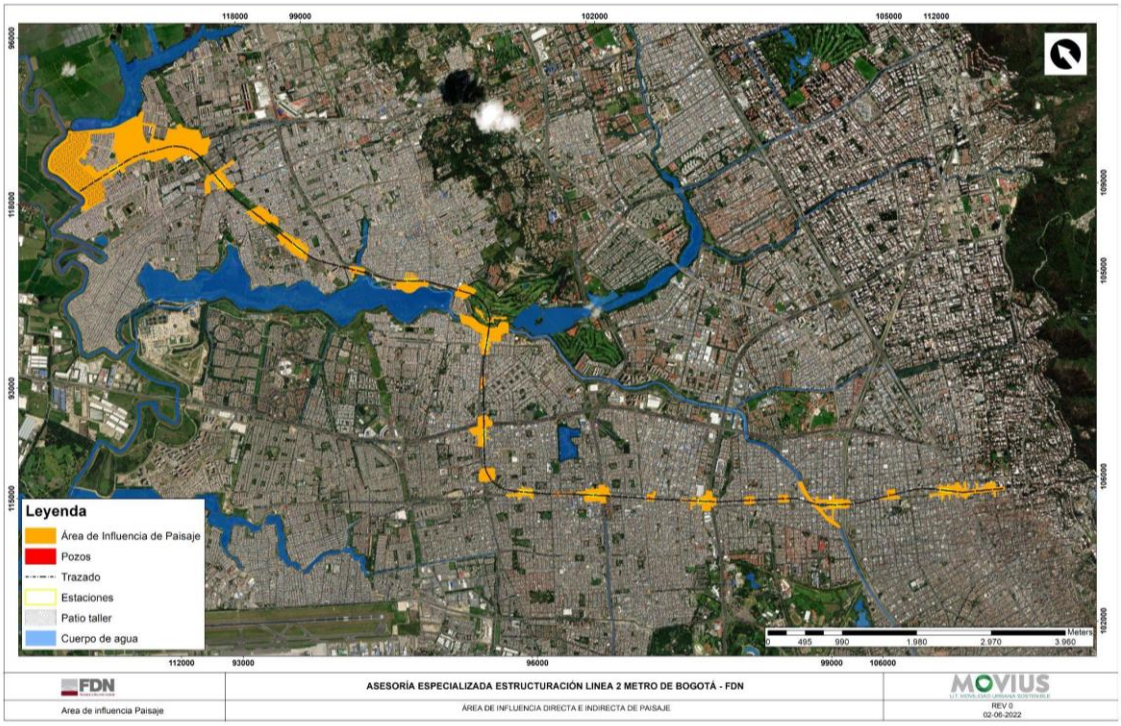


Figura 6. Área de influencia de Paisaje para el área del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.4. Suelos

5.1.3.1.4.1. Área de Influencia directa e Indirecta

Teniendo en cuenta las características del proyecto se establece un área de influencia directa e indirecta para el componente de suelos, basado en lo siguiente:

Para el área de influencia directa se considerarán las unidades cartográficas de suelos susceptibles de intervención por las actividades del proyecto de forma directa como el retiro de cobertura y el retiro parcial o total del suelo. Dichas actividades serán ejecutadas en áreas dispuestas para el patio taller, estaciones y en áreas con infraestructura asociada. Es de aclarar que el área de influencia indirecta coincidirá con el área de influencia directa, dado que no se prevén impactos que trascienden el espacio físico del Proyecto al ser una intervención puntual para el componente.

Por lo anterior un impacto que se manifestara por las actividades de construcción y operación será la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo. Dicho impacto indica los cambios en las características físicas como: textura, permeabilidad, estructura entre otros. Para las características químicas se consideran parámetros como: pH y relaciones catiónicas. Un segundo impacto asociado a las actividades de construcción y operación será el cambio en el uso actual del suelo, dado que se presentan cambios en las superficies ocupadas para la construcción de patio taller, estaciones y áreas de infraestructura asociada pues su desarrollo implicara la pérdida o alteración de coberturas de usos actuales.

A continuación, en la Figura 7 se presenta el AID y AII para el componente suelos:

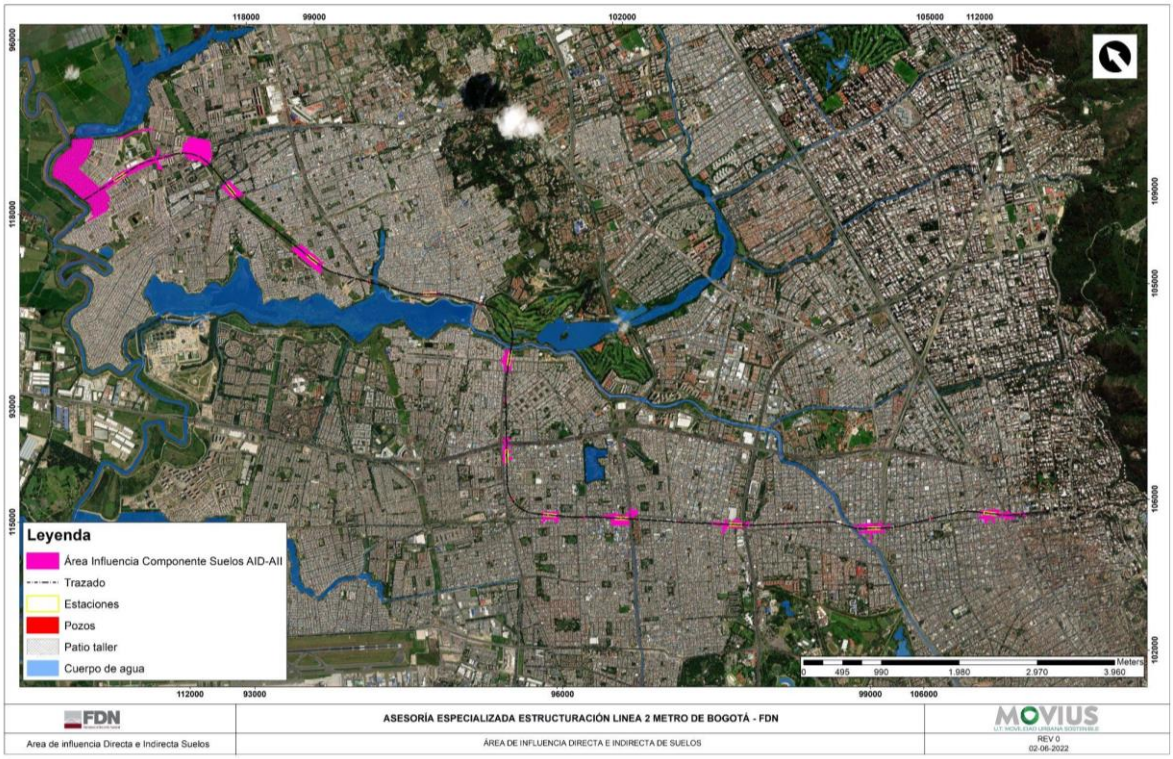


Figura 7. Área de influencia directa e indirecta de componente suelos
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.5. Hidrología

5.1.3.1.5.1. Área de Influencia directa e Indirecta

El área de influencia directa para el componente de hidrología es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación del proyecto; en este sentido, por las condiciones particulares del proyecto, es decir, teniendo en cuenta que gran parte del trazado proyectado para la Línea 2 del Metro de Bogotá es subterráneo, no se presentan cruces a nivel de terreno entre la red hídrica y el alineamiento del proyecto ni intervenciones en los cuerpos de agua asociadas a ocupaciones de cauce. Por lo anterior, al no existir impactos para el componente hidrológico, no se define área de influencia ni directa ni indirecta para este componente.

Se resalta que, aunque no se tienen cruces superficiales de la red hídrica con el proyecto, para efectos de los análisis hidrológicos e hidráulicos, se realizará la caracterización de los cuerpos de agua identificados (canal Salitre, rio Salitre, brazo Juan Amarillo, canal Cafam y rio Bogota).

5.1.3.1.6. Calidad del agua

5.1.3.1.6.1. 1 Área de Influencia directa e Indirecta

El área de influencia directa para el componente de calidad de agua es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; en este sentido y teniendo en cuenta la descripción del proyecto realizada en el Capítulo 3 - Descripción del Proyecto, en donde se indica que no se presentaran intervenciones en los cuerpos de agua asociados a vertimientos o captaciones. Tampoco presentan cruces a nivel de terreno entre la red hídrica y el alineamiento del proyecto ni intervenciones en los cuerpos de agua asociadas a ocupaciones de cauce. Por lo anterior, al no existir impactos para el componente de calidad de agua, no se define área de influencia ni directa ni indirecta para este componente.

Adicionalmente se aclara que se realizan monitoreos con el fin de verificar las condiciones en las que se encuentran los cuerpos de agua y se cuente con una línea base que permita dar respuestas a la comunidad en caso de peticiones, quejas o reclamos generadas por la comunidad.

5.1.3.1.7. Hidrogeología

5.1.3.1.7.1. Área de Influencia directa

El impacto considerado se denomina “Afectación al componente de aguas subterráneas” y está relacionado de manera específica al abatimiento de los niveles freáticos por efecto de las excavaciones a realizar como parte del proyecto.

Las excavaciones a realizar para la conformación del túnel se realizarán aplicando una máquina TBM bajo la tecnología EPB en la que se balancean las presiones en la parte delantera en la máquina tuneladora y el frente de excavación. Esta tecnología está orientada a evitar la ocurrencia de flujos de infiltración en el frente de excavación. Asimismo, la estructura lateral o revestimiento del túnel también está orientada a evitar la ocurrencia de infiltraciones hacia el interior del mismo. Dadas estas condiciones, no se esperan procesos de infiltración significativos hacia el túnel ni durante construcción ni durante operación; esto aplica tanto a los tramos cercanos al humedal Juan Amarillo (aquellos localizados entre las estaciones 7 y 9) como en los demás tramos de túnel a lo largo de su trazo. Teniendo en cuenta estas consideraciones no se incorpora dentro del AID hidrogeológica del proyecto un área relacionada a la construcción o a la operación del túnel.

Además de la excavación del túnel -a realizar aplicando una tecnología EPB - el proyecto involucra el desarrollo de excavaciones para conformar las estaciones del sistema. El procedimiento básico para la conformación de las excavaciones para las estaciones incluye la conformación de pantallas en el perímetro de la estación con profundidades del orden de 50 m, las cuales se van conformando por tramos. Teniendo en cuenta los materiales de las pantallas (concreto reforzado) así como la instalación prevista de sellos hidráulicos entre los distintos tramos de pantalla, no se esperan flujos de infiltración hacia la zona de excavación. Se considera también que los materiales de los suelos a excavar -y en los cuales quedará conformada confinada la estructura- tienen una permeabilidad muy baja (valores del orden de 1x10-9 m/s, de acuerdo a las exploraciones realizadas), lo que hace muy improbable la ocurrencia de flujos a través de los mismos que pudieran llegar a generar flujos de infiltración. Sin embargo, considerando la eventualidad de que, por una parte se presentará alguna deficiencia temporal en la impermeabilización de la estructura (pantallas) y que, al mismo tiempo, durante construcción se encontraran -puntual o localmente- suelos diferentes a aquellos encontrados en el marco del programa de exploraciones desarrollado como parte del presente estudio (el cual incluyó un número importante de perforaciones y ensayos a lo largo del trazado del proyecto), en las estaciones y pozos localizados en cercanías del humedal Juan Amarillo - Tibabuyes se prevé la conformación de barreras de baja permeabilidad de manera que se evite la ocurrencia de flujos de infiltración hacia los frentes de obra que pudieran llegar a generar algún efecto en dicho cuerpo de agua. En las demás estaciones esta medida es innecesaria ya que los eventuales abatimientos serían locales y temporales (los niveles se restablecerá una vez se atendiera la deficiencia en la impermeabilización de pantallas) y no generarían ninguna afectación a cuerpos de agua. Las barreras de baja permeabilidad corresponden básicamente a zanjas profundas (en este caso tendrían una profundidad mayor a 50 m) con un espesor del orden de 2 m, las cuales son rellenadas con una mezcla fluida que impida el flujo de agua a través de las mismas; usualmente se utilizan mezclas de suelo - bentonita o de cemento - bentonita, las cuales ofrecen por un lado la fluidez apropiada para su conformación y por otro una conductividad hidráulica muy baja que impide el flujo de agua a través de la zanja.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, en la definición del AID hidrogeológica del proyecto se incluyen las áreas asociadas a las estaciones y pozos y alrededor de ellas un búfer de 100 m, distancia asociada a la consideración de que en caso de que los abatimientos de nivel freático llegaran a presentarse estos (que serían temporales y sólo asociados a la etapa de construcción) serían mayores a 1 m y quedarían circunscritos en el área así definida. En las estaciones o pozos localizados en cercanías del humedal Juan Amarillo - Tibabuyes los búfers correspondientes se han ajustados para tener en cuenta la eventual medida correspondiente a las barreras de baja permeabilidad arriba mencionadas, considerando una franja de protección de 50 m del cuerpo de agua que podría ser afectado.

5.1.3.1.7.2. Área de Influencia Indirecta

Aplicando los mismos conceptos presentados en el numeral anterior para la definición preliminar del AID, en la definición preliminar del AII se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- En lo correspondiente a la conformación del túnel y a su operación no se considera ningún área de influencia debido a que no se prevé la ocurrencia de ningún impacto;
- En lo correspondiente a la conformación de estaciones y pozos en general se considera el área de conformación de dicha infraestructura más un búfer de 200 m a la redonda, teniendo en cuenta la eventualidad de que pudieran presentarse abatimientos y considerando que estos (que serían temporales y sólo asociados a la etapa de construcción) serían mayores a 0,5 m y que quedarían inscritos en dicha área;
- En lo correspondiente a la conformación de estaciones y pozos localizados en cercanías del humedal u otros cuerpos de agua, se aplica el mismo concepto recién presentado pero el AII se ajusta teniendo en cuenta la eventual conformación de barreras de baja permeabilidad en caso de requerirse, de manera que se garantice una franja de protección del cuerpo de agua de por lo menos 50 m.

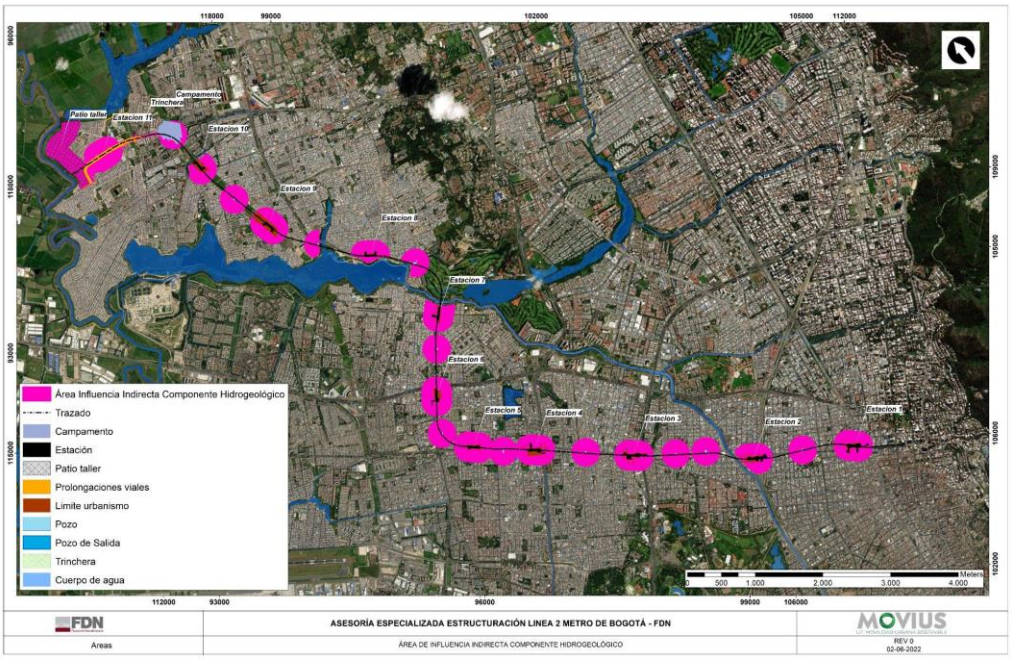


Figura 8. Área de influencia indirecta del componente Hidrogeológico
Fuente:UT MOVIUS, 2022.

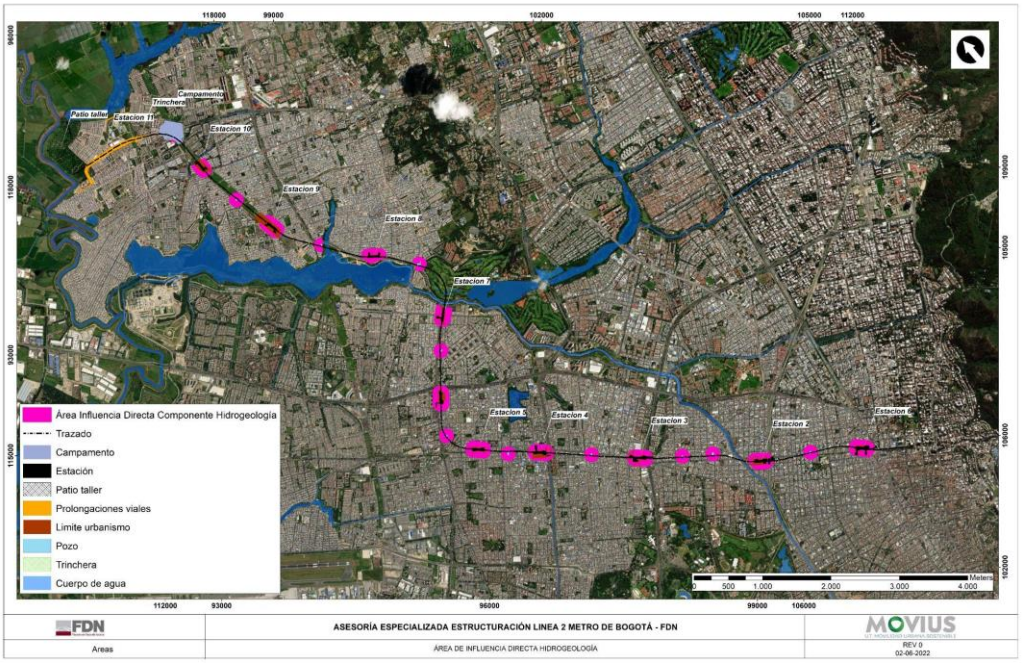


Figura 9. Área de influencia directa del componente Hidrogeológico
Fuente:UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.8. Geotecnia

5.1.3.1.8.1. Área de Influencia directa

Considerando la tipología de las obras proyectadas que incluye un tramo subterráneo y al final un tramo elevado, la definición del área de influencia directa del componente se establece de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Desde el punto de vista de la geotecnia subterránea,

- Se estima como posible afectación"*Asentamientos en superficie asociadas a las estaciones*"; de acuerdo con las estimaciones, la construcción de las pantallas en las estaciones, puede generar fenómenos de deformaciones laterales y asentamientos puntuales, lo cual, depende principalmente del método constructivo y de los tiempos de instalación del sistema de puntales durante la etapa de construcción. Los asentamientos considerados, están conformados por los asentamientos inmediatos y por consolidación; (i) los asentamientos inmediatos dependen de las propiedades elásticas de los suelos y (ii) los asentamientos por consolidación se producen por la migración del agua hacia afuera de los suelos saturados como respuesta a una sobrecarga externa (consolidación primaria). Bajo estas condiciones se establece como área de influencia directa para el tramo subterráneo, el área asociada a la huella de intervención que incluye los límites de intervención urbanístico a nivel de las estaciones y su conexión con el túnel.
- Se contempla en la configuración del proyecto, para que la máquina EPB tenga un ingreso y salida seguro a la entrada y salida de las estaciones subterráneas, se ha establecido a los lados de doble muros pantalla sin refuerzos para controlar posibles flujos de agua hacia el interior de las estaciones cuando se pase con la máquina

tuneladora. Como complemento a las pantallas de mortero en las culatas de las estaciones para facilitar el ingreso y salida de la máquina EPB de forma estanca, existen en el mercado especializado sistemas de sellos anulares de impermeabilización los cuales se instalan alrededor del hueco del túnel.

- Teniendo en cuenta los anteriores aspectos como, baja permeabilidad del suelo a excavar, juntas impermeables en los módulos de las pantallas, impermeabilidad del concreto y profundidad de empotramiento, el nivel freático no debe presentar mayores afectaciones durante la etapa de construcción de las estaciones subterráneas debido a que no se esperan flujos importantes de agua hacia el interior de la estación.
- A largo plazo, una vez construída la losa de fondo en concreto reforzado que actúa como un elemento impermeable, se impide el flujo de agua freática hacia el interior de la estación.

Dentro de la geotecnia superficial, se contempla estructuras como el Patio Taller, que está ubicado en el sector noroccidental de la ciudad de Bogotá sobre el predio denominado *Fontanar del río;* este está delimitado al sur por la Diagonal 151 entre transversal 141 A bis y la carrera 147, al este por la carrera 147 entre la diagonal 151 a calle 145 y limitado al norte y occidente por el jarillón del río Bogotá. El jarillón posee una cota máxima de 2546,5 y el terreno se emplaza aproximadamente en la cota 2542 msnm. El terreno cuenta con un área útil de aproximadamente 33 ha y en su interior se ubica un pondaje de la Empresa de Acueducto y Alcantarillados de Bogotá (EAAB), como se puede observar en la Figura 10.



Figura 10. Área de proyección de Obras patio taller
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

El sitio está sectorizado dentro de la microzonificación sísmica de Bogotá como tipo de suelo Lacustre 500, (Suelo lacustre blando: Arcillas limosas o limos arcillosos, en algunos sectores con intercalaciones de lentes de turba) con periodo fundamental entre 4,5 s y 6,5 s, velocidades de onda de corte menores a 175 m/s y humedades superiores a 80%. Por otra parte para la clasificación geotécnica el patio taller se encuentra en llanura A, Suelo de llanura-lacustre descrita como una composición de Arenas sueltas y arcillas limosas blandas, de moderada capacidad portante y compresibles, susceptibles a licuación.

El sector está clasificado con una alta amenaza de inundación al estar ubicado en cercanías del margen del río Bogotá, por otra parte para el IDIGER no se encuentra ninguna amenaza importante de deslizamiento, teniendo en cuenta la topografía relativamente horizontal.

Esta alternativa constructiva contempla inicialmente el mejoramiento del suelo por medio de inclusiones rígidas (columnas de módulo controlado) y rellenos conformados por una mezcla entre material granular convencional y ceniza volante. De acuerdo con estas precisiones se establece los criterios que sustentan la definición del área de influencia directa desde el componente para el tramo elevado:

- Los importantes asentamientos totales generados son controlados a través de columnas de módulo controlado, dichos elementos proporcionan una mejora en la capacidad portante del suelo, así como una menor deformabilidad.
- Con la evaluación de asentamientos diferenciales se generó la necesidad de implantar una pantalla de pilotes en la frontera del terraplén los cuales podrán generar una barrera de aislamiento frente a las deformaciones causadas por el terraplén.

De acuerdo con lo anterior, el área de influencia directa obedece a la huella de intervención directa por las obras superficiales proyectadas y enmarca una envolvente que se ilustra en la Figura 12.

5.1.3.1.8.2. Área de Influencia Indirecta

Teniendo en cuenta las características del proyecto se establece un área de influencia indirecta preliminar para el componente de geotecnia, la cual se sustenta principalmente en las intervenciones superficiales principalmente a nivel del tramo elevado, debido a que la tipología subterránea y el método constructivo para este tramo no se estiman afectaciones adicionales a las áreas de intervención directa.

Tabla 2. Definición impactos Geotecnia Superficial

Impacto	Carácter	Componente	Descripción	Significancia
Afectación por asentamientos en el patio Taller	Negativo	Suelo	Durante el proceso de construcción se generan asentamientos debido a las cargas permanentes de las estructuras y las cargas continuas de los vehículos que interactúan con la zona se generan unos leves asentamientos locales que no generan ningún impacto sobre las vecindades del sector.	Durante la etapa constructiva y operativa: BAJO O TIPO A Durante la etapa preliminar: BAJO O TIPO A

Fuente:UT MOVIUS, 2022.

A continuación la Figura 11, indica el detalle del área de influencia indirecta de la Geotecnia superficial para el tramo elevado:

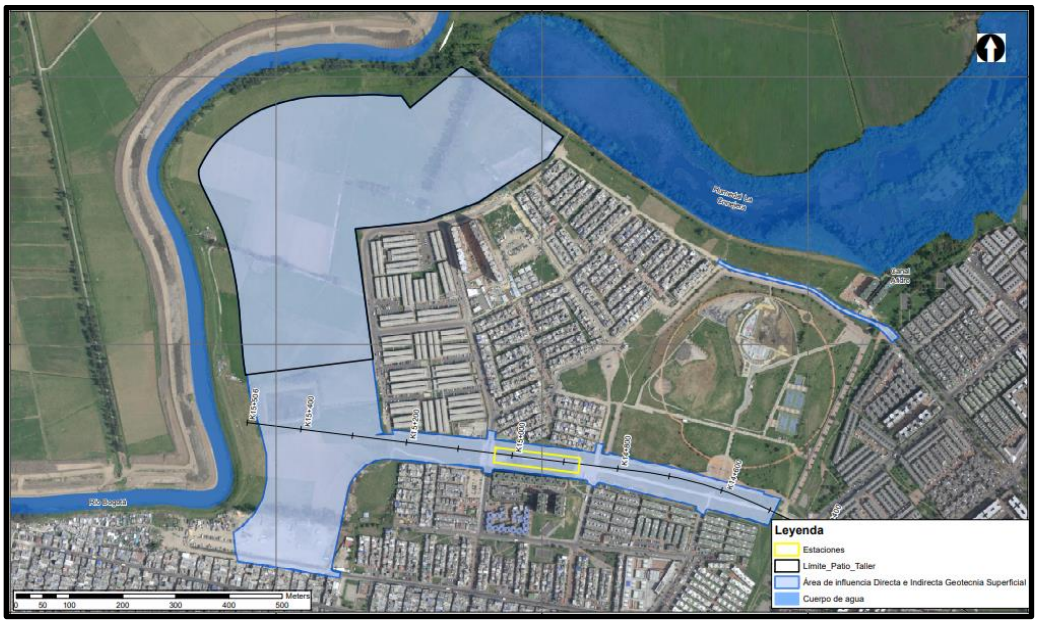


Figura 11. Detalle de la delimitación del área de influencia del componente geotécnico para el tramo aéreo
Fuente:UT MOVIUS, 2022

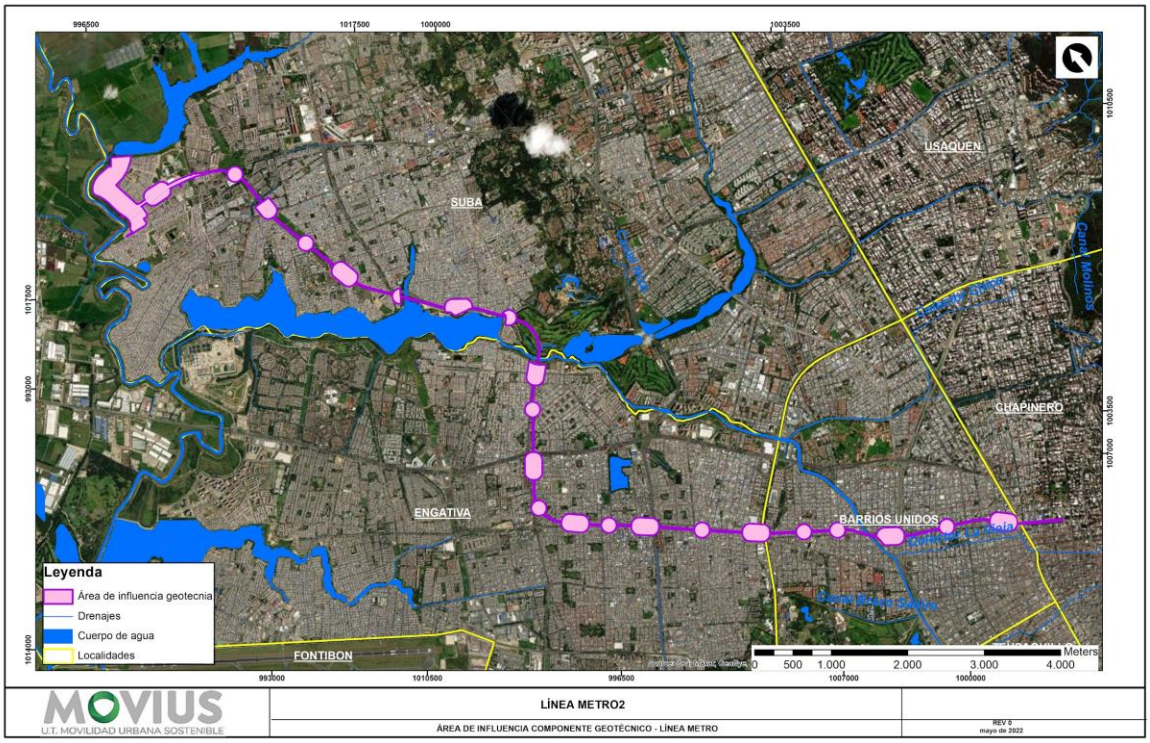


Figura 12. Área de influencia Indirecta y Directa componente Geotecnia
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.9. Atmósfera - Calidad del Aire

En un análisis de pre campo, se evaluó la configuración técnica del proyecto y su potencial desarrollo e interacción con el territorio. Este ejercicio permitió concebir un primer acercamiento al área de influencia directa e indirecta (preliminarmente) del proyecto desde el componente atmosférico. En donde, se contempla la manifestación del impacto: Alteración de calidad de aire.

5.1.3.1.9.1. Área de Influencia Directa

Teniendo en cuenta que el área de influencia directa (AID) corresponde a aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación, relacionado con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. En este sentido, se establece como AID las áreas sujetas a intervención por parte del proyecto como patio taller, accesos, estaciones y en áreas con infraestructura asociada o de apoyo. El impacto generado se presenta principalmente en la etapa constructiva dado que en esta se ejecutarán las principales actividades generadoras de material particulado y emisión de gases.

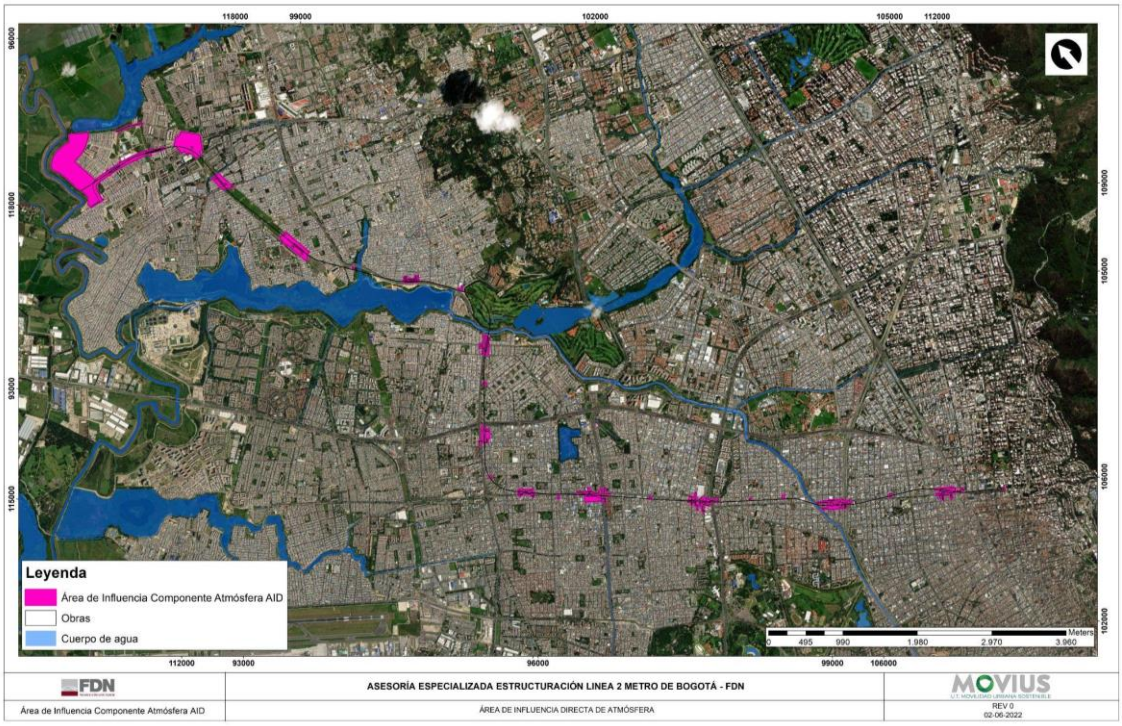


Figura 13. Área de influencia directa preliminar componente atmósfera - aire.
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.9.2. Área de Influencia Indirecta

Teniendo en cuenta que el área de influencia indirecta (AII) corresponde a aquella donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa del área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan dichos impactos. Se consideró información técnica y ambiental de proyectos lineales con características similares a las del proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá, en donde se realizó una simulación predictiva para áreas urbanas con la finalidad de determinar el comportamiento preliminar de la dispersión de contaminantes atmosféricos. Como resultado se obtuvo la distancia máxima (100 m), en donde se puede presentar incumplimiento normativo a PM_{10} (el cual es el contaminante con mayor impacto en proyectos de infraestructura) para un tiempo de exposición de 24 horas.

Haciendo uso de modelaciones predictivas, se cuantificó la magnitud y cobertura de la contaminación atmosférica, producto de las diferentes actividades, procesos u obras asociadas al proyecto de estudio que generan emisiones. La metodología de cálculo utilizada fue la establecida en el documento Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Source s de la Environmental Protection Agency - EPA, de los Estados Unidos (EPA, 1992). La modelación predictiva se desarrolló utilizando el software SCREEN3 con la interfaz SCREEN VIew. El modelo fue desarrollado por la EPA con el objeto de proporcionar una estimación de concentración de contaminantes atmosféricos de una fuente, bajo condiciones meteorológicas y topográficas clasificadas. Se tuvieron los siguientes criterios para la modelación predictiva:

- El área de influencia se delimitó por la distancia desde la fuente de emisión, dada por la máxima concentración alcanzada frente a los límites máximos normativos establecidos en la Resolución 2254 de 2017.
- Solo se evaluó el contaminante PM_{10}, siendo este el de mayor impacto en proyectos de infraestructura.
- No es posible establecer concentraciones de fondo en el análisis predictivo.
- Se analizaron condiciones urbanas y suburbanas, debido a las modificaciones de los coeficientes de dispersión en cada tipo de suelo.
- Las concentraciones se analizaron a nivel de suelo y con terreno simple, dada la topografía presente en el área de estudio.
- Las distancias de análisis fueron equitativas entre 50 y 1000 m desde la fuente de emisión.
- Se evaluaron todas las condiciones meteorológicas posibles (clases de estabilidad y rosa de vientos), de acuerdo con la clasificación de estabilidad atmosférica de Pasquill y Gifford (1963).
- Las emisiones fueron estimadas con la experiencia de proyectos de infraestructura lineales de similar magnitud en la ciudad de Bogotá. La tasa de emisión varió entre 0,3 y 0,5 g/s.

A continuación, se ilustran los resultados de la simulación construida (ver Figura 14) . Vale resaltar que el software Screen view reporta los resultados en periodo de exposición horaria y la tasa de conversión de concentraciones horarias a anuales es de 1:10.

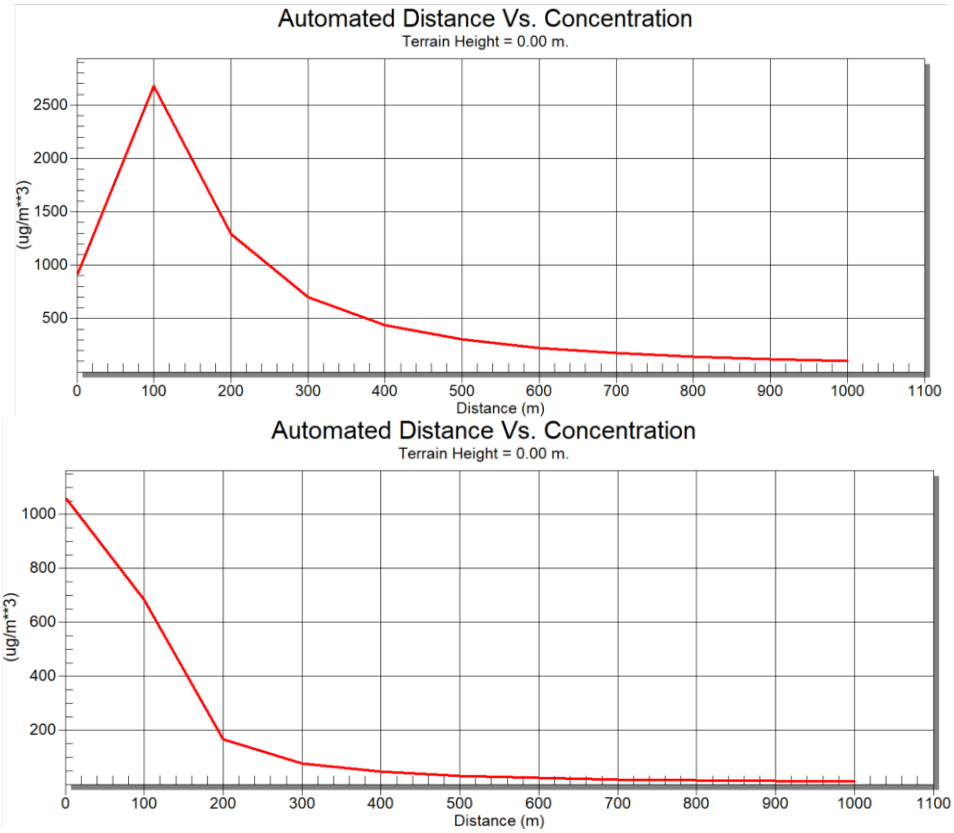


Figura 14. Resultados modelo predictivo dispersión atmosférica en suelo urbano y suburbano
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Como resultado de este trabajo, se obtuvo que la distancia máxima en donde se puede presentar incumplimiento normativo a PM10 24 horas en las áreas urbanas es de 100 m y en las áreas suburbanas de 300 m. Se optó por mantener 300 m en las estaciones y campamentos o patio talleres teniendo en cuenta la operación robusta de la maquinaria.

El impacto asociado a la definición del área de influencia indirecta preliminar del componente atmosférico - aire, corresponden a la alteración de la calidad del aire. Estos se estiman fundamentalmente en la etapa constructiva por el movimiento de tierras asociado a las obras de demolición, construcción de infraestructura y facilidades requeridas por el proyecto. En la etapa operativa, se prevé la ocurrencia del impacto de calidad del aire es baja o poco significativa. En la Figura 15 se presenta la espacialización de área de influencia indirecta preliminar del componente aire.

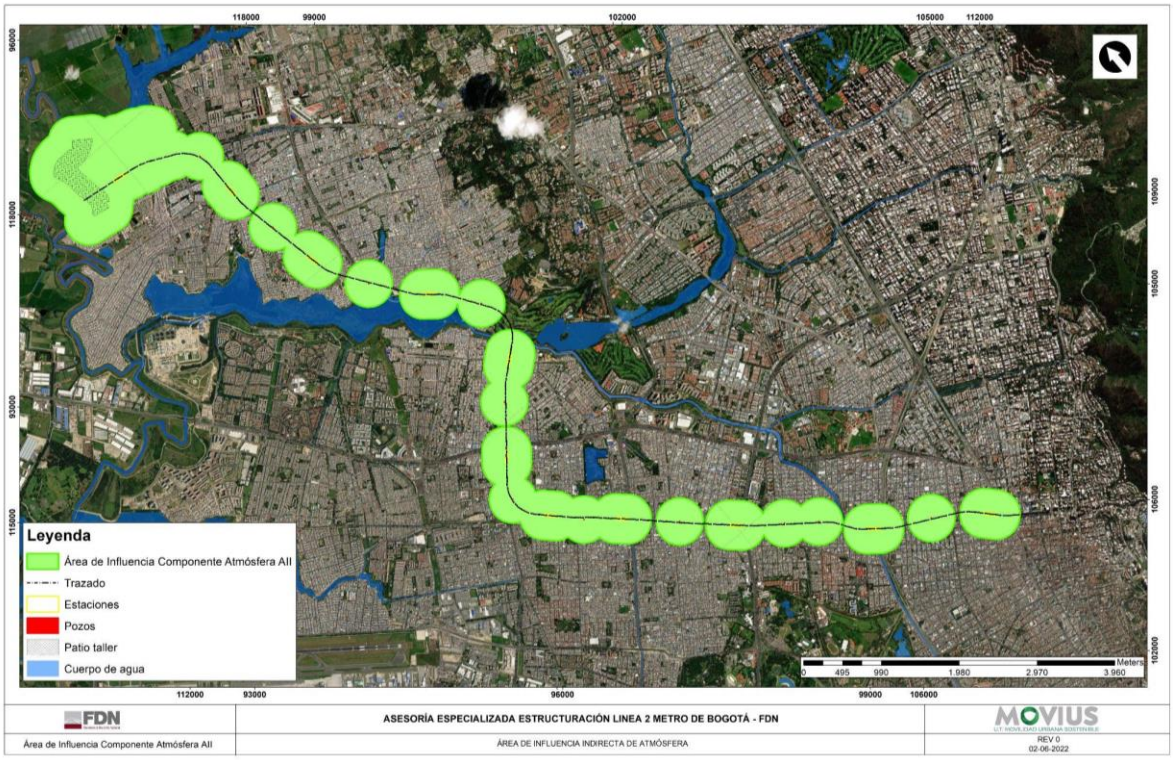


Figura 15. Área de influencia indirecta preliminar componente atmósfera - aire.
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.10. Atmósfera - Ruido

Para la elaboración del área de influencia directa la cual se desarrolla bajo los lineamientos establecidos por los ET05 - Estudios de impacto ambiental y social y entendiéndose como AID los impactos generados por las actividades de construcción. operación y mantenimiento; en relación con la localización del proyecto y su infraestructura asociada, a continuación, se estipula el área de influencia bajo los criterios de ruido.

En primera instancia, se establece como escenario de mayor emisión o más crítico el escenario de construcción ya que es el escenario que contempla el mayor uso de maquinaria a cielo abierto y el cual tendrá una mayor incidencia en los cambios de presión sonora de ruido ambiental en la zona de estudio. De esta manera, los receptores circundantes a cada frente de obra percibirá este cambio, y es por medio de la sectorización o uso del suelo el cual permitirá establecer los límites máximos permisibles de ruido ambiental y los que darán la envergadura del contorno de decibeles al cual se deberá ajustar el área de influencia directa. Para este caso se toma como escenario más crítico los límites máximos permisibles más restrictivos los cuales se dan para el sector A con un límite de 55 dB(A) para el periodo diurno.

En una modelación preliminar donde se proyectaron las actividades de construcción, más específicamente la excavación de las estaciones, se modeló este escenario de tal manera que se pudiera establecer las condiciones más críticas de las actividades de excavación. Es decir, que la maquinaria asociada a esta actividad, se ubicó dentro de las áreas de intervención con el fin que las edificaciones aledañas pudieran percibir el momento donde estas operen lo más cercano posible a sus viviendas y estableciendo así el escenario más crítico que se pueda desarrollar a lo largo de las actividades

de construcción. Adicionalmente, se emplearon lo que podría ser el mayor número de maquinaria operando al mismo tiempo, para obtener la mayor emisión de ruido y entender este escenario más crítico.

A continuación, se presenta la maquinaria empleada para este escenario de construcción.

Tabla 3. Maquinaria escenario de construcción

Tipo de maquinaria	Cantidad
Bulldozer	2
Carrotanque	1
Volqueta	2
Mixer	1

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Por otra parte, para llevar a cabo esta modelación se empleó como modelo preliminar la estación 1 la cual se encuentra ubicada entre la carrera 19 y la Avenida Caracas. Esta modelación se desarrolló para actividades de construcción únicamente para un periodo diurno el cual se establece desde las 7:00 am y hasta las 9:00 pm, periodo establecido por la Resolución 0627 del 2006 del MADS. Del mismo modo, la maquinaria empleada fue homologada dentro del módulo de la biblioteca de fuentes de emisión del Software Sound Plan 8.1. Es de suma importancia entender que el proyecto presenta la misma tendencia en cuanto a los procesos de construcción en cada estación, como también las características de las zonas residenciales, las cuales presentan similitud en la densidad de edificaciones, es por esto que los resultados de la modelación de la estación 1 presentarán la misma tendencia en todas sus estaciones y patio taller.

Para entender la dinámica de propagación de ruido asociada a las actividades de construcción se establecieron dos modelaciones las cuales permiten establecer la propagación puntual de ruido del proyecto y el escenario de construcción con la dinámica actual de línea base asociada a la propagación del tráfico vehicular. Asimismo, para entender cómo las edificaciones más cercanas al proyecto percibirán la emisiones asociadas a las actividades de construcción, se ubicaron en ciertas fachadas receptores, con el fin de registrar puntualmente los niveles de ruido.

A continuación, se presenta la ubicación de los receptores que permitieron la evaluación puntual de la emisión de ruido asociada a los escenarios de construcción.



Figura 16. Ubicación de receptores
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el escenario de construcción sin tráfico vehicular.



Figura 17. Escenario de construcción sin tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

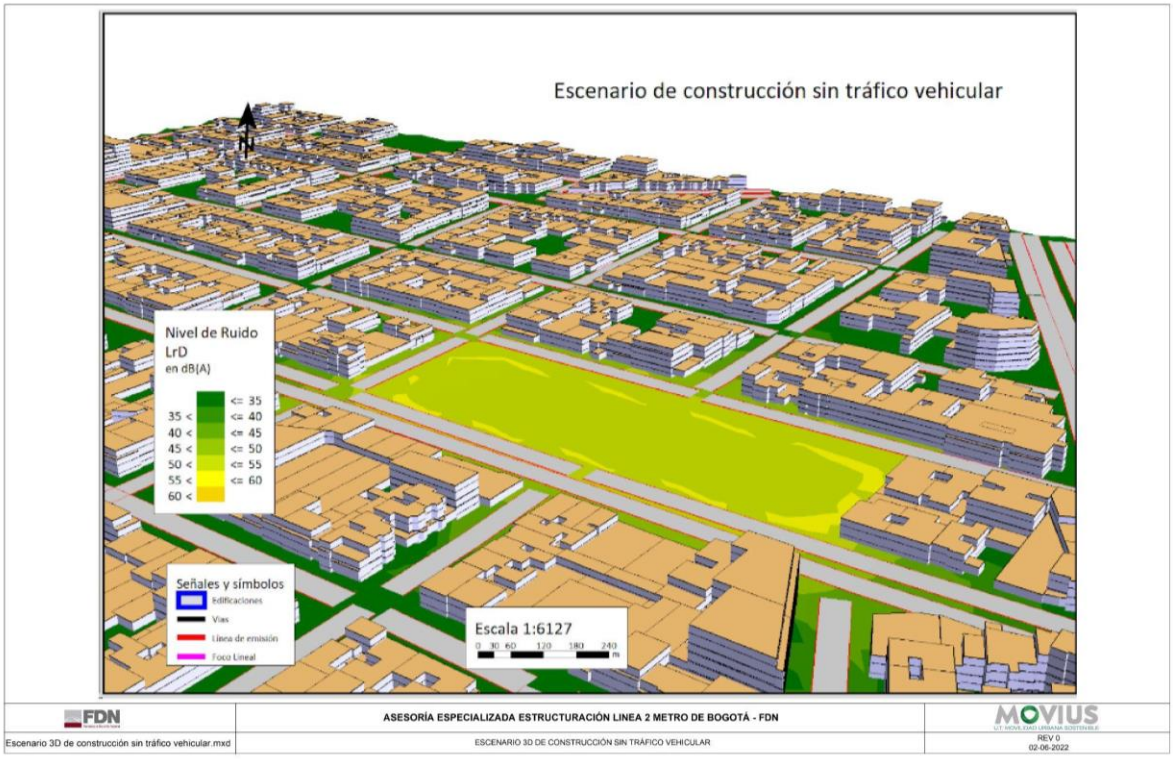


Figura 18. Escenario 3D de construcción sin tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Tabla 4. Resultados escenario de construcción sin tráfico vehicular

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r1 piso 1	49,4	65
r1 piso 2	49,1	65
r2 piso 1	49,3	65
r3 piso 1	50,9	65
r4 piso 1	58,2	65
r5 piso 1	51,2	65
r6 piso 1	50,5	65
r6 piso 1	50,2	65
r6 piso 3	50,1	65

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r7 piso 1	39,9	65
r7 piso 2	40,1	65
r7 piso 3	39,4	65
r8 piso 1	43,6	65
r8 piso 2	43	65
r9 piso 1	39	65
r9 piso 2	38,4	65
r10 piso 1	40,6	65
r11 piso 1	27,7	65
r11 piso 2	29,8	65
r12 pisos 1	26,6	65
r13 piso 1	22,9	65
r14 piso 1	21,4	65
r15 piso 1	31,2	65
r16 piso 1	19,1	65
r17 piso 1	25,6	65

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

En una primera instancia, esta modelación nos permite entender los verdaderos aportes de ruido asociados a las actividades de construcción de las estaciones del proyecto. Como se puede observar, en la anterior tabla todos receptores ubicados en cercanías al proyecto presentaron cumplimiento normativo. Los resultados registrados en cada uno de los receptores fueron comparados con límites máximos permisibles de ruido ambiental establecidos por la resolución 0627 del 2006 del MADS. De esta manera, se estableció como límite de referencia el sector B (tranquilidad y ruido moderado) el cual establece como límite máximo permisible para el periodo diurno 65 dB(A). Este sector establece las condiciones para zonas residenciales las cuales predominan a lo largo del proyecto. Cabe resaltar que, aunque pueden haber receptores que presentan mayores exigencias en cuanto a los límites máximos permisibles, que pueden llegan hasta los 55 dB(A), ningún receptor superó este límite por lo que al hacer una comparación más estricta, los niveles de emisión asociados a las actividades de construcción, siguen cumpliento con lo establecido por la norma.

Esto permite afirmar que la percepción de ruido, dadas las actividades de construcción, para los diferentes receptores no generarán impacto en los niveles de ruido. Asimismo, se puede estimar que el área de influencia directa del proyecto, la cual está asociada a los impactos generados por las actividades de construcción, no sobrepasará las áreas de intervención.

A continuación, se presentan los resultados de la modelación para el escenario de construcción con tráfico vehicular.

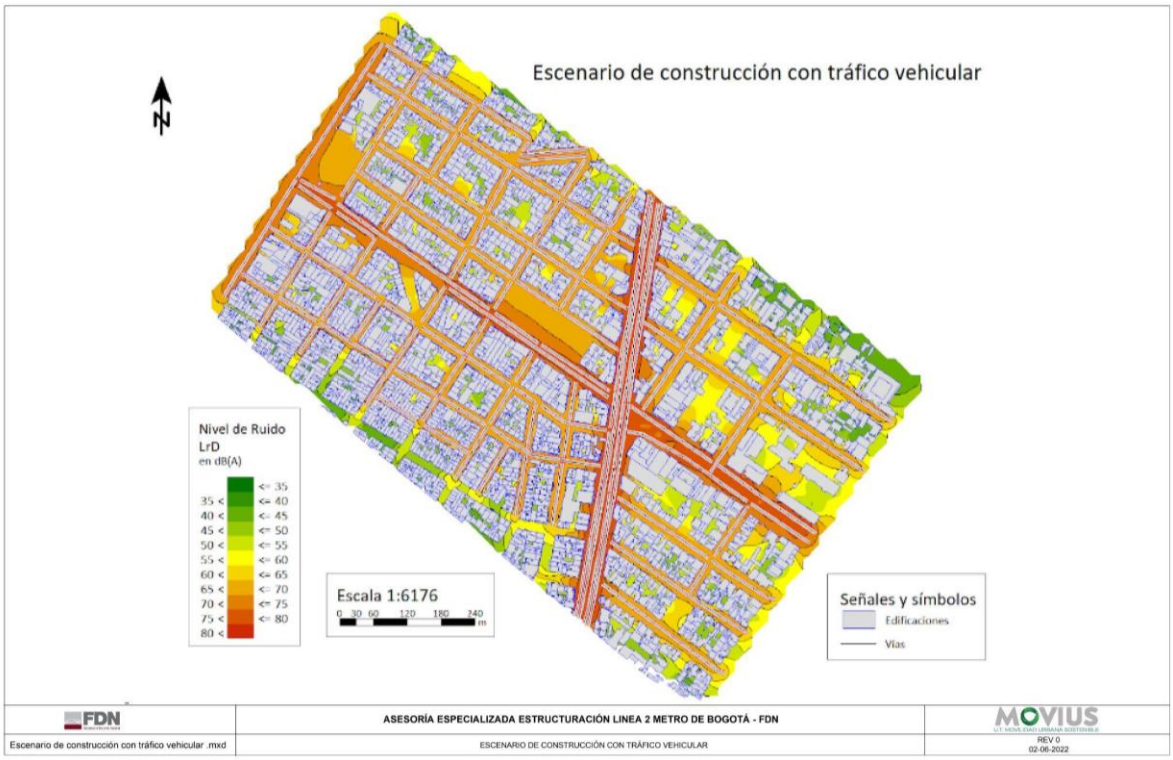


Figura 19. Escenario de construcción con tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

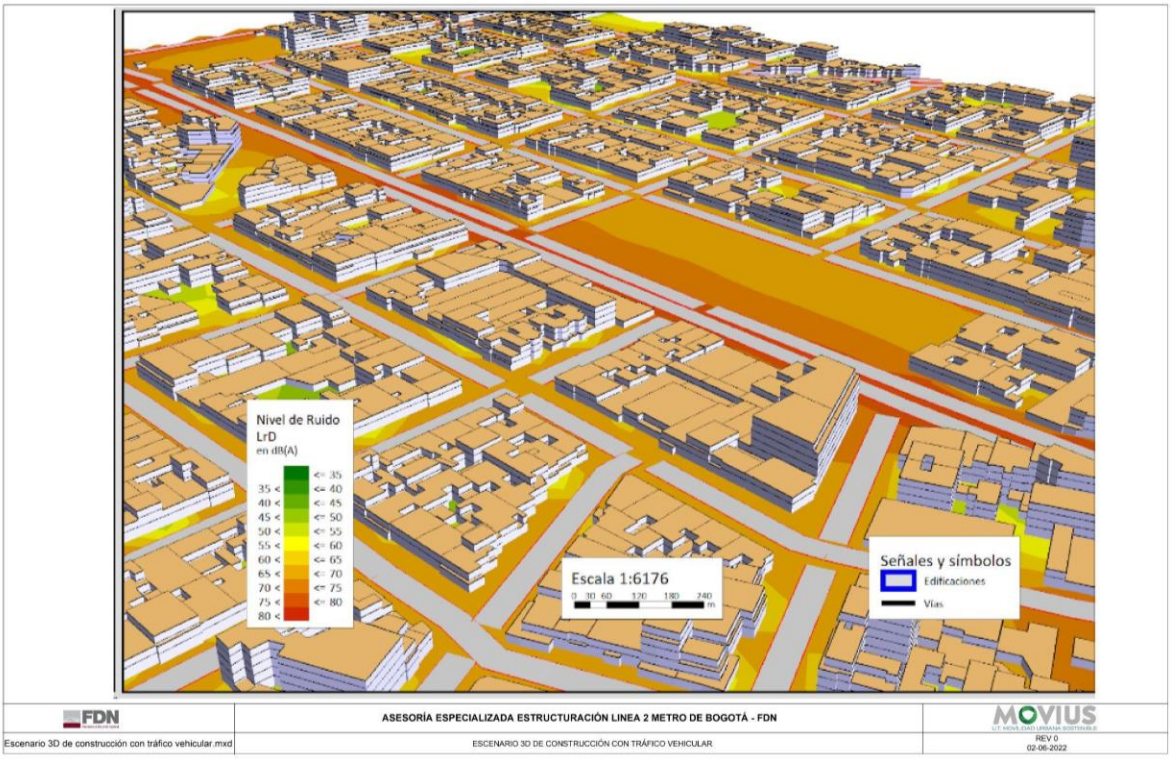


Figura 20. Escenario 3D de construcción con tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

A continuación, se presentan los resultados de ruido obtenidos en cada uno de los receptores:

Tabla 5. Resultados escenario de construcción con tráfico vehicular

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r1 piso 1	75,4	65
r1 piso 2	75,6	65
r2 piso 1	74,7	65
r3 piso 1	70,1	65
r4 piso 1	70,5	65
r5 piso 1	70,5	65
r6 piso 1	69,8	65
r6 piso 1	70,2	65

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r6 piso 3	70,1	65
r7 piso 1	67,7	65
r7 piso 2	68,2	65
r7 piso 3	68,1	65
r8 piso 1	67,7	65
r8 piso 2	68	65
r9 piso 1	68,2	65
r9 piso 2	68,5	65
r10 piso 1	67,3	65
r11 piso 1	66,3	65
r11 piso 2	66,7	65
r12 pisos 1	66,6	65
r13 piso 1	68	65
r14 piso 1	66,9	65
r15 piso 1	79,2	65
r16 piso 1	69,6	65
r17 piso 1	69,4	65

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Como se puede observar en la anterior tabla, todos los receptores sensibles ubicados en las cercanías del proyecto muestran incumplimiento normativo. Esta excedencia se da por la dinámica actual de tráfico vehicular el cual se asocia por sus altos números de vehículos tanto pesados como livianos que transitan por las vías aledañas al proyecto. Es de suma importancia entender que Bogotá presenta un problema notable en su movilidad asociada al uso del automóvil debido a la falta de transportes públicos eficientes lo que incide en el aumento de la cantidad de vehículos que entran en circulación año a año. Claramente, el aumento de vehículos en las calles genera un impacto en los niveles de presión sonora, presentando así incumplimientos de la norma. De esta manera, el ejercicio de modelar el escenario de construcción sin vías y posteriormente con vías, permite identificar que las emisiones de ruido asociadas al tráfico vehicular generan mayores aportes de ruido actualmente que los que generarían las actividades de construcción. Es decir, la envergadura de las isófonas emitidas por el paso vehicular envuelven las emisiones de las actividades de construcción del proyecto.

5.1.3.1.10.1. Área de Influencia Directa

Por medio de la modelación anteriormente mencionada, se presentaron los resultados detallados de dos modelaciones que permitieron establecer tanto el aporte independiente de las emisiones de las actividades de construcción, como el aporte unificado de las actividades de construcción con las emisiones de ruido de tráfico vehicular existentes en la zona de estudio. De esta manera se pudo entender, en primer lugar, que los aportes de ruido asociados a las actividades de construcción no superan los límites máximos permisibles dentro del área de intervención, por lo que el área de influencia directa queda acotada al área de intervención de cada estación.

Para entender la magnitud de la envergadura de las isófonas a continuación se presenta la maquinaria asociada a las modelaciones que dan como resultado el cálculo del área de influencia directa.

Tabla 6. Listado de maquinaria a utilizar por el proyecto

EQUIPO	Cantidad media	TRAMOS			
		TÚNEL	VIADUCTO / PATIO-TALLER	ESTACIONES	POZOS
Retroexcavadora CAT 330 o similar	10	1	3	4	2
Minicargador CAT 242B2 o similar	8	2	2	3	1
Retroexcavadora menor - CAT 215 o similar	8		2	4	1
Bulldozer capacidad 8 t - CAT D4K XL o similar	5		4	1	
Carrotanque 5000 litros	4		1	2	1
Compactador manual Capacidad 0,5 t - CAT CB14	10		3	7	
Compactador neumatico - Potencia 100 HP - CAT PF300C o similar	5		2	3	
Compactador Rodillo Capacidad 4 t - CAT CB13 o similar	8		3	4	
Motoniveladora CAT 160H o similar	2			2	
Volqueta doble troque - Potencia 360 hp - Capacidad 15 m3	29	12	4	11	2
Volqueta capacidad 6 M3	12		4	6	2
Mixer concreto capacidad 8 m3	25		8	15	2
Finisher potencia 14 hp - CAT AP600D o similar	4		1	3	
Equipo de perforación	14	2	3	6	1
Camionetas 4x4 2000 cc o similar	28	3	11	11	3
Camion estacas capacidad min 5 t - Foton FPR CUMMINS o similar	15	2	4	8	1
Compactador tipo canguro - MEGAPAC MR68H o similar	11		3	8	

EQUIPO	Cantidad media	TRAMOS			
		TÚNEL	VIADUCTO / PATIO-TALLER	ESTACIONES	POZOS
Viga lanzadora - Luz de trabajo 40 m	1		1		
Posicionadora de carriles - Plasser & Theurer PA 1-20 ES o similar	2		2		
Fijadora de riel	2		2		
Robot de soldadura - Plasser & Theurer APT 1500 RL o similar	2		2		
Piloteadora Liebherr LB 25 o similar	6		6		
Grúa telescópica capacidad 50t - Liebherr LTM 1050-3.1 o similar	6	1	1	3	1
Grúas fijas capacidad min. 4 t - Liebherr 42 K.1 o similar	12	2	2	7	1
Vibrador de concreto Potencia min 3 hp - Bosch GVC 22 EX o similar	25	3	6	13	3
Equipo soldadura capacidad 600 AMP	15	2	4	8	1
Grua con almeja capacidad min 100 t - Liebherr HS8100.1. o similar	2			2	
Grúa con almeja Capacidad 50 -70 t - Liebherr HS 8070.1 o similar	4			1	1
Tuneladora y equipos asociados Diámetro 10,5 m	1	1			
Planta de dovelas	1	1			

Fuente: UT MOVIUS 2022

A continuación, se presenta el área de influencia directa para cada estación y para la zona del patio taller.

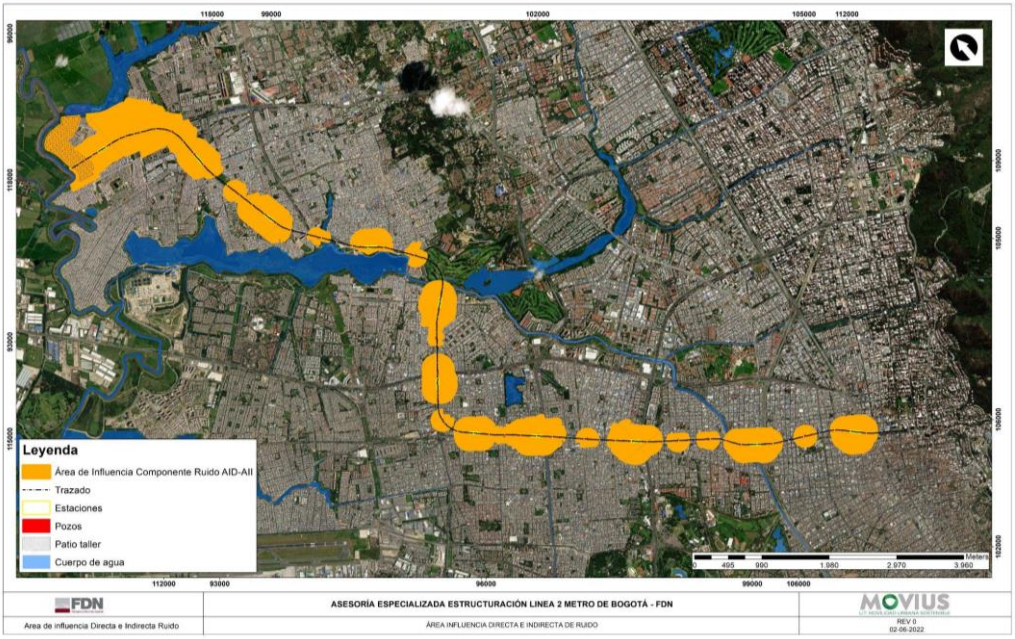


Figura 21. Área de influencia directa e indirecta componente de ruido
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.10.2. Área de Influencia Indirecta

En primer lugar, se debe entender el área de influencia indirecta como los impactos que trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada. Es decir, los impactos que se extienden más allá del área de influencia directa. Entonces, basándose en los argumentos establecidos en el numeral anterior, se puede afirmar que el área de influencia indirecta queda acotada al área de influencia directa de ruido.

5.1.3.1.11. Atmósfera - Vibraciones

En un ambiente urbano o cercano a vías de importancia alta a intermedia el tránsito de vehículos pesados o de transporte público genera vibraciones que son transmitidas a través del terreno y que dependiendo de la cercanía del receptor a la fuente de vibraciones pueden superar los límites de percepción humana y en algunos casos generar molestias para personas, en particular durante el horario nocturno para el caso de viviendas muy cercanas a la vía.

A lo largo del corredor férreo se adelantaron análisis preliminares para definir los niveles de vibración teniendo en cuenta las características de los trenes, las vías férreas y de la configuración del sistema con un tramo subterráneo y un tramo a nivel. Para el tramo subterráneo se encuentra que la distancia a superficie es suficiente para generar atenuación de los niveles de vibración a niveles por debajo de los umbrales de percepción humana. Por lo anterior, la definición del área de influencia para el sector subterráneo corresponde al área contigua a las estaciones y se define con base en las proyecciones de aumento de niveles de vibración durante la etapa de construcción.

Para la zona con baja cobertura (cobertura al nivel del riel menor a 16 m de profundidad), el tramo en trinchera de aproximadamente 300 m y el tramo elevado, se estima que los niveles de vibración proyectados por el paso de los trenes pueden llegar a ser considerados como fácilmente perceptibles para el ser humano. Como se presenta a continuación la definición del área de influencia directa para este tramo es adelantada siguiendo las recomendaciones de la Administración de Tránsito Federal de los Estados Unidos (FTA por sus siglas en inglés), en particular el manual para la evaluación de impactos de ruido y vibraciones por tránsito férreo.

Es importante anotar que, dada la tecnología con la cual se está especificando el material rodante (trenes), los niveles de vibración máximo proyectados están muy por debajo de los umbrales de daño dando cumplimiento a estándares estrictos internacionales, en particular la norma DIN 4150 que ha sido una de las normas internacionales adoptadas a nivel nacional para el análisis y control de niveles de vibración en Estudios de Impacto Ambiental de proyectos férreos en un entorno urbano. Por lo anterior los criterios de análisis están asociados principalmente a límites de percepción humana.

5.1.3.1.11.1. Área de Influencia directa

La definición del área de influencia por vibraciones requiere establecer los umbrales sensibilidad humana y afectación a estructuras. Como parte de los análisis presentados, en este documento se presenta la definición de los umbrales de vibración asociados tanto con daño a estructuras como de percepción humana. Los umbrales de percepción humana se utilizan como parámetro de comparación en zonas residenciales para horario nocturno y corresponden a los valores más restrictivos de umbral. Por otro lado, los umbrales de daño a infraestructura se tienen que evaluar para la zona del proyecto sin importar el uso y el horario de trabajo.

En Colombia no existen normas para el control de vibraciones, razón por la cual tradicionalmente se han utilizado normas o recomendaciones europeas (en particular DIN 4150) y de Estados Unidos (USBM RI8507) con el fin de limitar y proponer medidas de mitigación en proyectos que incluyan equipos que inducen altos niveles de vibración y vehículos pesados.

El umbral de percepción para personas tradicionalmente se ha definido con base en la velocidad de partícula (PPV). La ISO 2631 define que velocidades de partícula entre 2 a 3 mm/s, en el rango de frecuencias entre 8 y 80 Hz (ISO 2631) son perceptibles para el ser humano. El estudio desarrollado por Wiss (1974) concluye que velocidades de partícula de 6 mm/s, 23 mm/s y 51 mm/s son clasificados como fácilmente perceptible para personas, intenso para personas y severo para personas respectivamente, en el caso de niveles de vibración generadas por fuentes transientes. En términos estructurales se diferencian dos niveles de daño el primero asociado con daños en elementos no estructurales y el segundo con niveles de atención de estructuras en donde los elementos estructurales principales se pueden ver afectados. En el presente caso la definición de los umbrales de daño están asociados con la primera condición, teniendo en cuenta que la comunidad se siente afectada aun cuando los daños correspondan a fisuramiento menor que no pone en riesgo la estabilidad de la estructura.

La amplitud de deformación y por consiguiente el potencial de generación de daños inducida en una estructura por una fuente que genera vibraciones del terreno, depende principalmente de las frecuencias fundamentales de la estructura y de la amplitud y frecuencia de la vibración incidente. Cuando la frecuencia fundamental de vibración coincide con una de las frecuencias fundamentales de la estructura, se presenta amplificación dinámica de las solicitaciones inducidas lo cual normalmente se ve reflejado en daños estructurales, cuando las amplitudes de vibración superan valores umbral. En el caso estudiado las frecuencias fundamentales de las edificaciones se encuentran entre 1 y 15 Hz (rango estimado utilizando las fórmulas de cálculo de periodo estructural, presentadas en la NSR-10 para edificaciones entre uno a seis pisos), teniendo en cuenta el uso de aisladores con el fin de disminuir las cargas y los niveles de vibración inducidos por el material rodante, no se espera que se presenten cambios significativos en los niveles de vibración actuales del proyecto; sin embargo, es posible que en las zonas cercanas a las vías principales que atraviesa el corredor de la L2MB se presenten niveles de vibración cercanos a los niveles de umbral de comportamiento.

Existen otras variables que deben ser consideradas en la evaluación del potencial de daño por vibraciones tales como: la duración de las vibraciones, la cantidad de ciclos de alta amplitud, la resistencia de los materiales que conforman la estructura, la calidad de la construcción, los esfuerzos estáticos preexistentes (incrementados por ejemplo por asentamientos del suelo), el nivel de mantenimiento y conservación de la estructura. Una evaluación rigurosa del potencial de daños por vibración en una serie de estructuras no es económicamente justificable en la mayoría de los casos. Por esta razón, se recurre generalmente a normas y recomendaciones que relacionan características de la estructura y del suelo de cimentación con el tipo de vibración, o con los niveles de vibración (velocidad de partícula, frecuencia dominante, número de ciclos). La Tabla 6 y Tabla 7 que se presentan a continuación muestran recomendaciones típicas presentadas en las Normas DIN 4150 e ITME (1985) que para los rangos de frecuencias de vibración asociados con el tráfico (entre 10 a 50 Hz) definen rango de velocidad de partícula máxima entre 3 a 8 mm/s, aún para edificios muy sensibles a la vibración.

Es importante anotar que a la par que se deben evaluar los niveles de vibración en función de su capacidad de generar afectación a la estructura, también es importante adelantar una caracterización de los niveles de vibración en términos de sensibilidad humana. La Figura 22 resume diferentes criterios o límites de comportamiento ante niveles de vibración (Vacca, Rodríguez, y Ruiz, 2011).

En relación con los umbrales de percepción humana se destaca referencias como la norma AS 2670.2-1990 (estándar de Australia), en donde se define que los niveles de vibración pueden ser clasificados de acuerdo con criterios de percepción humana como límite de percepción para valores de velocidad de partícula de 0,15 mm/s, apenas perceptibles para velocidades de partícula de 0,35 mm/s, perceptibles para velocidades de partícula de 1,0 mm/s, fácilmente perceptibles para velocidad de partícula de 2,2 mm/s y vibraciones severas para personas para niveles de velocidad de partícula de 6,0 mm/s.

Por otro lado, la norma ISO 2631-1 define que el límite de percepción es función de la frecuencia de vibración y que para frecuencias en el rango entre 10 Hz a 50 Hz (rango de frecuencias asociadas con el tráfico de vehículos y trenes) se considera que niveles de vibración entre 0,17 mm/s y 0,26 mm/s corresponden al límite de percepción humana, valores del orden de 0,75 mm/s son perceptibles para seres humanos y velocidades de partícula superiores a 2,3 mm/s son perturbadoras para el ser humano.

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente mencionados y la propuesta del Laboratorio de Investigación en Transporte y Vías (TRRL por sus siglas en inglés) para la evaluación de los niveles de vibración asociados con percepción humana se define que el límite de percepción humana corresponde a 0,15 mm/s y por lo tanto niveles de vibración iguales o inferiores a este valor se espera que no generen molestias en personas o quejas.

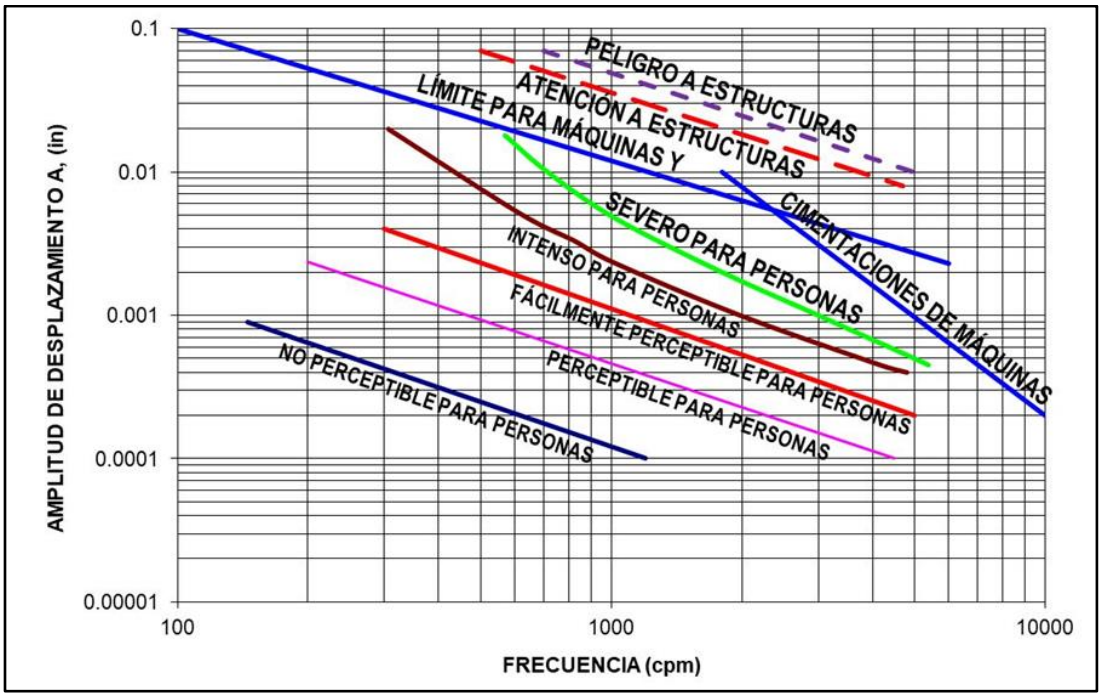


Figura 22. Límites asociados con confort en función de la frecuencia del registro
Fuente: Vacca et al., (2011)

Tabla 7. Valores Máximos de Velocidad de partícula (mm/s) para evitar daños

Tipo de Edificación / Type of Building	Frecuencia / Frequency		
	< 10 Hz	10-50Hz	50-100 Hz
Estructuras delicadas, muy sensibles a la vibración / Weak buildings, highly sensitive to vibrations	3	3-8	8-10
Viviendas y Edificios / Housing and buildings	5	5-15	15-20
Comercial e Industrial / Commercial and Industrial	20	20-40	40-50

Fuente: Norma DIN 4150

Tabla 8. Valores Máximos de Velocidad de partícula establecidos en la referencia

Tipo de Edificación Type of Building	Velocidad máxima de partícula Particle peak velocity
Para edificaciones en muy mal estado de construcción o edificios en madera o mampostería For buildings under poor construction conditions, wooden or masonry buildings	12 mm/s
Edificios muy sensibles a las vibraciones Building highly sensitive to vibrations	0 a 10 Hz → 3 mm/s 10 a 50 Hz → 3 a 8 mm/s 50 a 100 Hz → 8 a 10 mm/s

Fuente: ITME,(1985)

Por otro lado, tal y como lo muestra la Figura 23 los niveles de vibración según EUROCODE 3 (estándar europeo) para sitios con uso residencial son iguales a 10 mm/s.

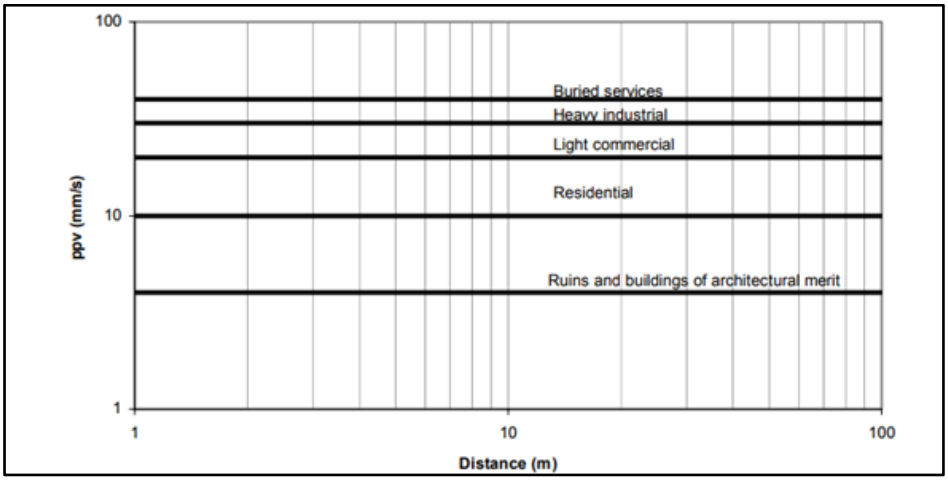


Figura 23. Niveles máximos de vibraciones para evitar daños estructurales según EUROCODE 3 (estándar europeo)
Fuente: EUROCODE 3, (1992)

Con base en la caracterización del corredor de las fuentes emisoras de vibraciones y el tipo de edificaciones encontradas en el corredor de análisis y la comparación de las recomendaciones de la DIN 4150 (2016), AS2187.2 (1993) y CALTRANS (2013) se define umbrales de vibración en términos de velocidad de partícula para afectación estructuras antiguas construidas en mampostería a 12,7 mm/s (0,5 in/s) en el caso de fuentes de vibraciones transientes (poco frecuentes) y de 7,6 mm/s para el caso de fuentes de vibración continuas. De manera conservadora se asume que las fuentes de vibración asociadas con la construcción y la operación del proyecto son de carácter continuo, por lo que se define un umbral de vibración de velocidad de partícula máxima de 7,6 mm/s para edificaciones convencionales.

Con el fin de tener en cuenta la mayor vulnerabilidad que presentan las edificaciones patrimoniales que se encuentren cerca del corredor férreo, en particular las estaciones del tren, se define un umbral local de vibración igual a 3 mm/s para estas estructuras. Es claro que en la medida que las estructuras analizadas presentan un mayor detallamiento y un cumplimiento estricto de los requerimientos de construcción sismorresistente, el nivel de velocidad de partícula tolerable aumenta, sin embargo, de manera conservadora se definió un nivel umbral que corresponde a estructuras sin tanto detallamiento.

Se considera importante anotar que aunque la práctica de registro y definición de impacto asociados con cambios en los niveles de vibración se ha utilizando como unidad de medida la velocidad de partícula (en mm/s), existen referencias como el Manual de medidas acústicas y control de ruido de Cyril M. Harris que utilizan como parámetro de análisis la aceleración de partícula (en m/s^2), y otras referencias como el Manual para la evaluación del impacto del tránsito asociado con ruido y vibraciones (FTA, 2018) que utilizan como parámetro de análisis las vibraciones en decibeles (VdB). En los análisis desarrollados se utiliza como parámetro de referencia la velocidad de partícula, sin embargo, se utilizan conversiones entre las diferentes unidades de análisis con el fin de definir un marco de referencia robusto para el análisis de las vibraciones en la condición con proyecto y la evaluación de los efectos asociados con la operación del proyecto férreo. El desarrollo de un análisis teniendo en cuenta diferentes tipos de intensidades de análisis está acorde con lo presentado en el Anexo Metodología para la medición de emisión de ruido y vibraciones en el área de influencia de una línea férrea [TDR-03 - Vías Férreas, ANLA, (2016)].

Los valores umbral que son considerados para el análisis de los impactos que puede generar la operación del proyecto es de 3 mm/s para las edificaciones consideradas de carácter patrimonial en particular las estaciones férreas existentes. Para las edificaciones no patrimoniales de mampostería no reforzada con elementos de concreto (vigas y columnas) que se encuentran a lo largo de corredor el umbral de daño ha sido definido como de 7,6 mm/s acorde a los criterios definidos en normas internacionales y en particular la norma DIN 4150.

En conclusión para la definición del área de influencia directa se utiliza el criterio de velocidad de partícula de 0,15 mm/s para zonas residenciales y 0,30 mm/s para otras zonas para el escenario de operación. Para el escenario de construcción se define un valor umbral de 3 mm/s que corresponde al límite más estricto definido en la DIN 4150 para estructuras con muy bajo detallamiento.

Para el escenario de construcción las áreas en donde se espera un aumento de los niveles de vibración corresponden a la zona de estaciones, los puntos de entrada y salida de la máquina tuneladora, la zona de la trinchera y las zonas contiguas a las fundaciones del tramo elevado que se localizan aproximadamente desde la abscisa K14+500 hasta la zona de patio taller.

Teniendo en cuenta que no los niveles de vibración que se sentirán en superficie por la operación de la máquina tuneladora son muy inferiores a los umbrales de percepción humana (velocidad de partícula igual a 0,15 mm/s), la evaluación de la zona de influencia directa para este escenario requiere identificar la maquinaria de construcción que será empleada en superficie. Como ya ha sido presentado para la temática de ruido, la maquinaria de construcción que se proyecta utilizar en las zonas contiguas a las estaciones, los pozos y los puntos de entrada y salida de la máquina tuneladora corresponde a los equipos listados en la siguiente Tabla 8.

Tabla 9. Maquinaria escenario de construcción

Tipo de maquinaria	Cantidad
Bulldozer	2
Carrotanque	1
Volqueta	2

Tipo de maquinaria	Cantidad
Mixer	1

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Utilizando como referencia las relaciones predictivas de vibración propuestas por la FTA (2018) que para la maquinaria prevista a utilizar se esperan niveles de vibración (velocidad de partícula) entre 2,3 mm/s y 1,9 mm/s a una distancia de 7,6 m medida desde la máquina. Tomando el nivel más crítico (2,3 mm/s a 7,6 m) y el umbral de 3 mm/s se encuentra que la distancia del equipo a la edificación más cercana debe ser de superior a 6,3 m con el fin de dar cumplimiento al requerimiento más estricto de la norma DIN 4150. Con base en lo anterior se para el escenario de construcción se define un área de influencia directa para la temática tomando las áreas proyectadas de las estaciones y de la zona de trinchera y generando un corrimiento (offset) de 6,3 m hacia afuera del límite de estas áreas.

Para el escenario de operación se utiliza preliminarmente el umbral más restrictivo correspondiente a zona residencial y horario nocturno es decir una velocidad de partícula máxima de 0,15 mm/s. La evaluación de los niveles de vibración generados por el tránsito del material rodante se establece con base en el manual de la Administración Federal de Tránsito de los Estados Unidos para la evaluación de los impactos por vibraciones de proyectos férreos, en el cual se propone una metodología de evaluación de impactos por vibración que incluye los siguientes pasos (FTA, 2018):

1. Definir la categoría de uso del terreno.
2. Identificar la frecuencia de los eventos en cada segmento del corredor.
3. Aplicar el criterio general de impacto bajo las consideraciones de uso de suelo y frecuencia de los eventos (pasos 1 y 2) lo cual incluye las siguientes subactividades.
    a. Seleccionar la curva base para vibraciones en superficie.
    b. Aplicar ajustes.
    c. Inventario de impactos por vibración.

A continuación se describe el paso a paso de la metodología implementada para la evaluación del impacto de vibraciones en el caso de la L2MB.

Paso 1: Definir la categoría de uso del terreno

En este paso se procede a evaluar el tipo de edificaciones que se encuentran cerca al corredor férreo relacionado con el nivel de sensibilidad de las actividades que se desarrollan en las edificaciones próximas al corredor férreo. En la cercanía al corredor férreo proyectado no se encuentran edificaciones que puedan ser caracterizadas como edificios especiales o edificaciones muy sensibles a vibraciones como es el caso de teatros para conciertos, estudios de grabación y televisión, edificios con equipos de alta precisión óptica (microscopios), hospitales con equipos muy sensibles a vibración entre otros. Por lo que, la clasificación según la FTA (2018) de las edificaciones que se encuentran a lo largo del corredor es residencial o institucional.

Paso 2: Identificar la frecuencia de los eventos en cada segmento del corredor.

Teniendo en cuenta que el impacto asociado con vibraciones, en particular la respuesta o efectos al ser humano está condicionada por el número de eventos que ocurren en un tiempo dado, es necesario considerar la frecuencia de los eventos. Para el caso del sistema de la L2MB y en general para todos los sistemas de metro y tránsito rápido (*subway and rapid transit*) los eventos asociados con la generación de vibraciones son clasificados como frecuentes teniendo en cuenta que hay más de 70 eventos (pasos de tren) al día.

Paso 3: Aplicar el criterio general de impacto bajo las consideraciones de uso de suelo y frecuencia de los eventos

En este paso se identifican los impactos asociados con el paso del material rodante mediante la definición de umbrales de sensibilidad humana dado que, como lo define la Administración Federal de Tránsito de los Estados Unidos, es extremadamente extraño que las operaciones férreas puedan generar daños sustanciales o incluso daños cosméticos a edificaciones. Aún en casos de edificaciones frágiles (edificios históricos) no se espera que pueda ocurrir daño a menos que la vía férrea esté muy cerca del paramento de la edificación.

El manual de la FTA de evaluación de impacto por vibraciones utiliza como unidad de referencia para caracterizar las vibraciones el VdB que se relaciona con la velocidad de partícula mediante la siguiente ecuación:

$$L_v = 20 \log\left(\frac{v}{v_{ref}}\right)$$

Ecuación 1. Nivel de velocidad

En donde,

- Lv: es el nivel de velocidad, en VdB
- v: es la velocidad de partícula cuadrática media (en mm/s o in/s)
- vref: es la velocidad de referencia que para el caso de la FTA (in/s) corresponden a $1x10^{-6}$ in/s.

Como se puede apreciar la escala de niveles de vibraciones que aplica es logarítmica análoga a la empleada en el caso de evaluación y monitoreo de ruido. La Figura 24 muestra la equivalencia entre VdB y mm/s que se obtiene de la ecuación presentada anteriormente.

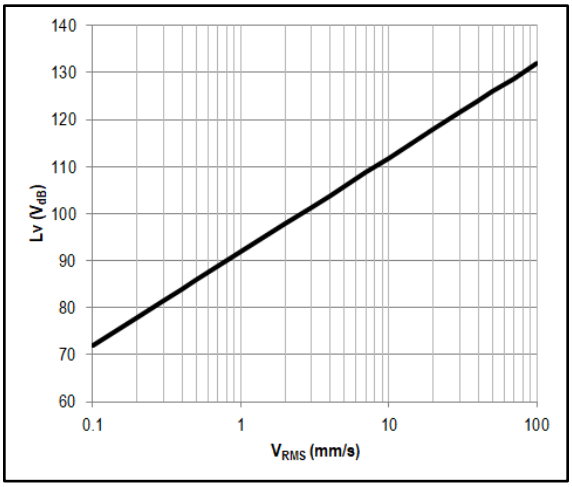


Figura 24. Relación velocidad de partícula y VdB
Fuente: FTA (2018).

En donde se observa que velocidades de partícula de 0,10 mm/s, 0,15 mm/s, 0,30 mm/s, 0,50 mm/s, 1 mm/s, 3 mm/s y 8 mm/s corresponden a 72 VdB, 75 VdB, 81 VdB, 86 VdB, 92 VdB, 101 VdB y 110 VdB, respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, el criterio de la FTA está basado en sensibilidad humana y no daño, lo anterior teniendo en cuenta que para la FTA la ocurrencia de daños en edificaciones por la operación de sistemas férreos livianos, como el caso de la L2MB, es extremadamente inusual. Para el tipo de edificaciones que se encuentran cerca del corredor férreo la situación crítica en relación con el impacto son las edificaciones residenciales en donde el límite de vibración establecido

corresponde a 75 VdB (residencial nocturno) es decir cerca de 0,15 mm/s, lo cual se traduce en cerca del 5,0% del umbral de daño más estricto definido en la norma DIN 4150 (3 mm/s).

Es importante anotar que el límite umbral de nivel de vibraciones propuesto por la FTA (2018) está en función del tipo de uso de las edificaciones (residencial, oficinas, industrial), el horario (diurno o nocturno) y los niveles de vibración presentes en la condición de línea base. La evaluación desarrollada se basa en la condición crítica que corresponde a uso residencial nocturno en donde los criterios de sensibilidad humana son más estrictos.

La siguiente subactividad en la definición del impacto por vibraciones propuesta por la FTA (2018) es la selección de una curva característica de vibraciones para el caso del tipo de material rodante proyectado en el diseño de la L2MB. En este caso la curva base predictiva de vibración es la siguiente:

$$L_v = 85.88 - 1.06\log(D) - 2.32\log(D)^2 \\ -0.87\log(D)^3$$

Ecuación 2. Proyección nivel de vibración

Donde,

- Lv es el nivel de vibración en VdB
- D es la distancia en pies desde la línea férrea en pies (ft)

Convirtiendo las unidades de nivel de vibración y la distancia a metros se obtiene la Figura 25.

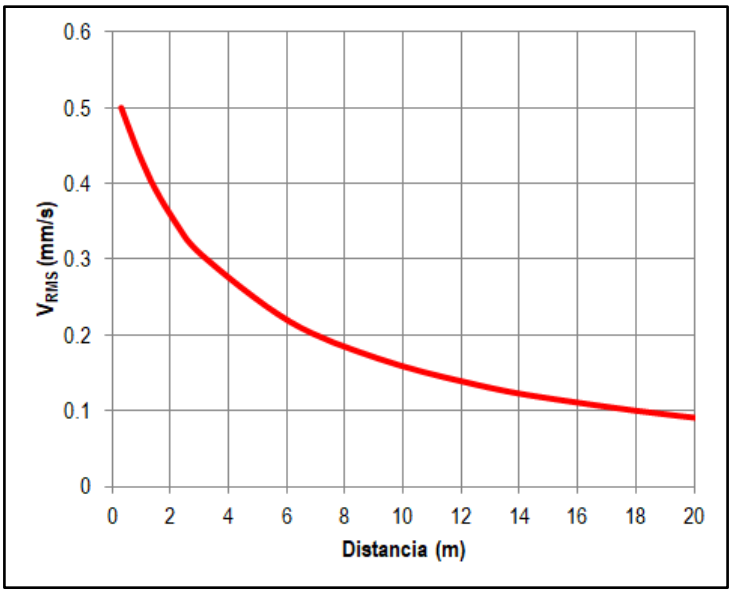


Figura 25. Curva base estimación de niveles de vibración
Fuente: Adaptado de FTA (2008)

En la Figura 25 se muestra que para la curva base de vibraciones, para el tipo de material rodante proyectado en el proyecto L2MB y para distancias inferiores a 1 m, los niveles de vibración esperados generados por el paso del material rodante sería inferior a 0,5 mm/s, es decir 17% del umbral de velocidad de partícula más restrictivo de la norma DIN 4150.

El siguiente paso en la metodología de la FTA es ajustar la curva base de predicción de vibraciones para tener en cuenta las condiciones particulares del sistema diseñado.

Para el caso del sistema de la L2MB se empleará un vehículo eléctrico ligero con una velocidad operacional máxima de 80 km/hr. Teniendo en cuenta que el vehículo proyectado es eléctrico se requieren ajustes en relación con el modo de tránsito en relación con la curva base. La velocidad de referencia de la curva base es de 50 millas/hr (80 km/hr), para una velocidad operacional máxima proyectada de 80 km/hr no se requieren ajustes por la velocidad máxima de operación. Teniendo en cuenta la información de referencia que describe la transmisión y las condiciones esperadas de la vía no se requiere la implementación de ajustes a la curva base.

Los perfiles estratigráficos presentes en la zona de estudio son caracterizados por la presencia de depósitos de suelo principalmente con baja resistencia (arcillas y limos) y un alto espesor (en algunos casos superior a 200 m); por lo anterior, se debe considerar posibles efectos de amplificación dinámica referidos en el manual de la FTA cómo efficient propagation; para estas condiciones el manual de la FTA recomienda ajustar la curva adicionando un valor de nivel de vibraciones de 10 VdB a la curva base. Se anota que este factor de ajuste puede ser muy conservador puesto que implica que se presentará amplificación dinámica a lo largo del corredor férreo. Este efecto deberá ser corroborado con base en los monitoreos de vibraciones que se deberán realizar durante la etapa de marcha blanca (pruebas del sistema).

Por último, considerando que la mayor parte de las estructuras que se encuentran a lo largo del corredor férreo son estructuras de mampostería entre 1 a 2 pisos, el ajuste por efectos de acoplamiento con la cimentación de las edificaciones requieren un ajuste de restar 7 VdB al resultado de la curva base.

Con base en lo anterior, el ajuste a la curva base para tener en cuenta las condiciones particulares del sistema diseñado es sumar 3,00 VdB al estimativo utilizando la curva base. Adicionalmente la FTA (2018) define que para secciones enterradas (sector subterráneo) se debe restar 5 VdB a la curva base y para secciones elevadas restar 10 VdB. Con lo cual la curva de predicción de vibraciones para el caso de la L2MB es la mostrada en la Figura 26.

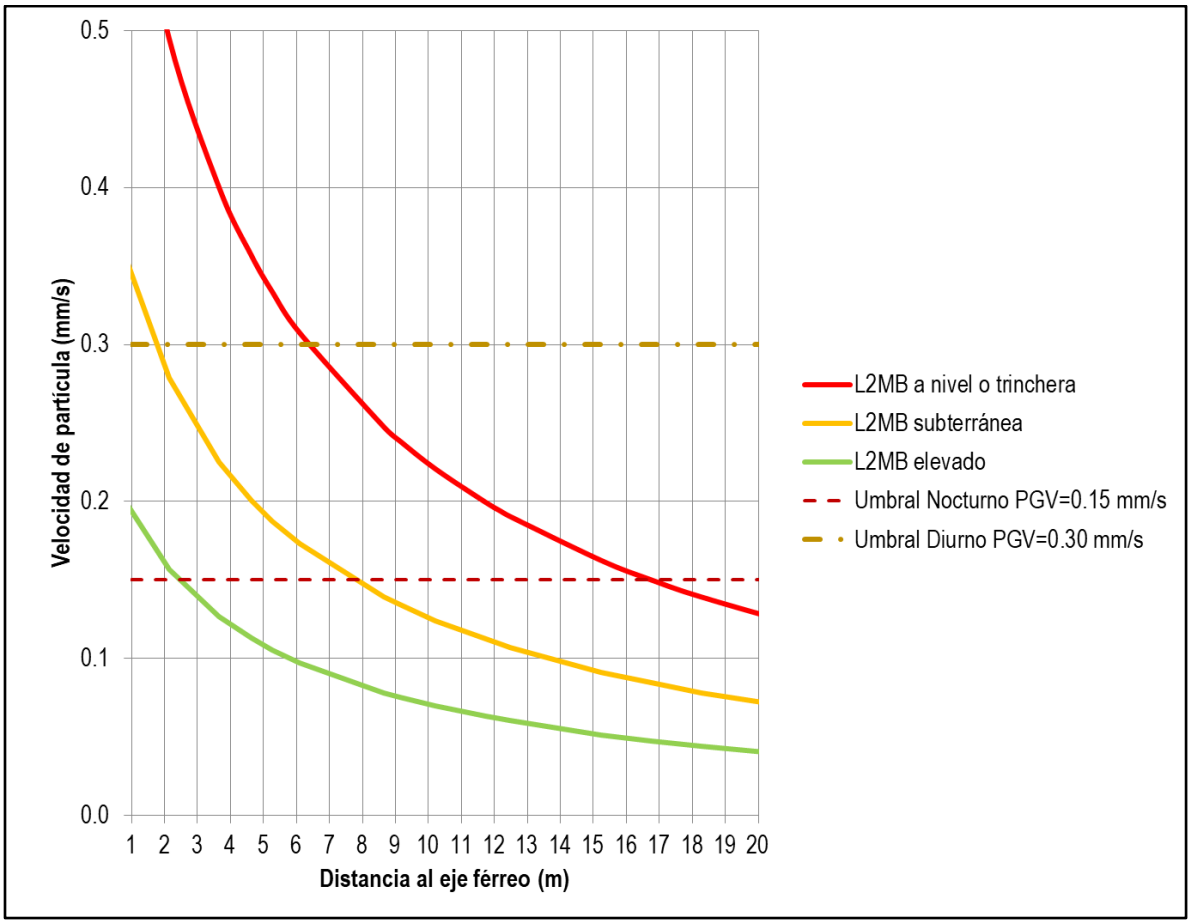


Figura 26. Curva de estimación de niveles de vibración ajustada
Fuente: adaptado de FTA (2008)

Con relación a los umbrales asociados con percepción humana definidos por la FTA (2018), y teniendo en cuenta que la FTA (2018) para eventos frecuentes de vibración y los niveles de vibración existentes permite exceder el nivel de vibraciones en un máximo de 3 VdB, con lo que se obtiene un valor de 75 VdB o 0,15 mm/s como umbral de vibraciones siguiendo criterios de sensibilidad humana para la condición crítica de análisis que corresponde con horario nocturno y uso de edificación residencial. El valor umbral de 0,15 mm/s es consistente con la definición de niveles de umbral de percepción humana propuestos en la norma AS 2670.2-1990, la norma ISO 2631-1 y la propuesta del Laboratorio de Investigación en Transporte y Vías (TRRL por sus siglas en inglés). Utilizando la ecuación ajustada se encuentra que para las condiciones proyectadas para el material rodante del proyecto la distancia para la cual no se esperan impactos asociados con percepción humana es de 16,5 m, 8,0 m y 2,5 m para los sectores a nivel o trinchera, subterráneo y elevado respectivamente. Para el caso del umbral de vibración asociado con un horario diurno (0,30 mm/s) la distancia mínima requerida corresponde a 6,5 m para el tramo a nivel o en trinchera y es menor a 2 m para los casos subterráneo y elevado. Nuevamente se anota que con las estimaciones realizadas los niveles de vibración proyectados por el tránsito del material rodante son muy inferiores a los umbrales de daño (3 mm/s), por lo que el análisis de impactos por aumento de los niveles de vibración está asociado a niveles de percepción humana.

Con base en lo anterior en:

(1) En el tramo subterráneo no se identifican impactos por el tránsito del metro en los sitios en los que la cobertura supera los 8,0 m (asociado al escenario de operación y aún menor en el escenario de construcción).

(2) En el tramo elevado, se define un área de influencia igual a un corredor de 6,3 m medidos a cada lado del riel, asociado a las actividades de construcción, ya que este para la etapa de operación sería de 2,5 m.

(3) En el tramo en trinchera, es decir la zona donde se hace la transición del metro elevado al metro subterráneo, se define un corredor de 33,0 m de ancho (16,5 m medidos a cada lado del eje del corredor) como área de influencia directa. El área de afectación durante la etapa de construcción es inferior (6,3 m).

(4) Finalmente, para el área de influencia de las estaciones y los pozos, se establece durante la etapa de construcción, correspondiente a una área circundante de 6,3 m del límite en planta de estas estructuras.

Se considera importante anotar que el área de influencia tiene un carácter conservador dado que se está utilizando la velocidad máxima de operación y se usa el umbral asociado con horario nocturno y uso residencial, para velocidades menores de operación se estiman menores niveles de vibración y si el umbral es mayor el área de influencia se reduce.

Como se mencionó anteriormente el área de influencia directa de la L2MB para la temática de vibraciones se calcula como la envolvente para los escenarios de construcción y operación. El resultado de este análisis se presenta en la Figura 27.

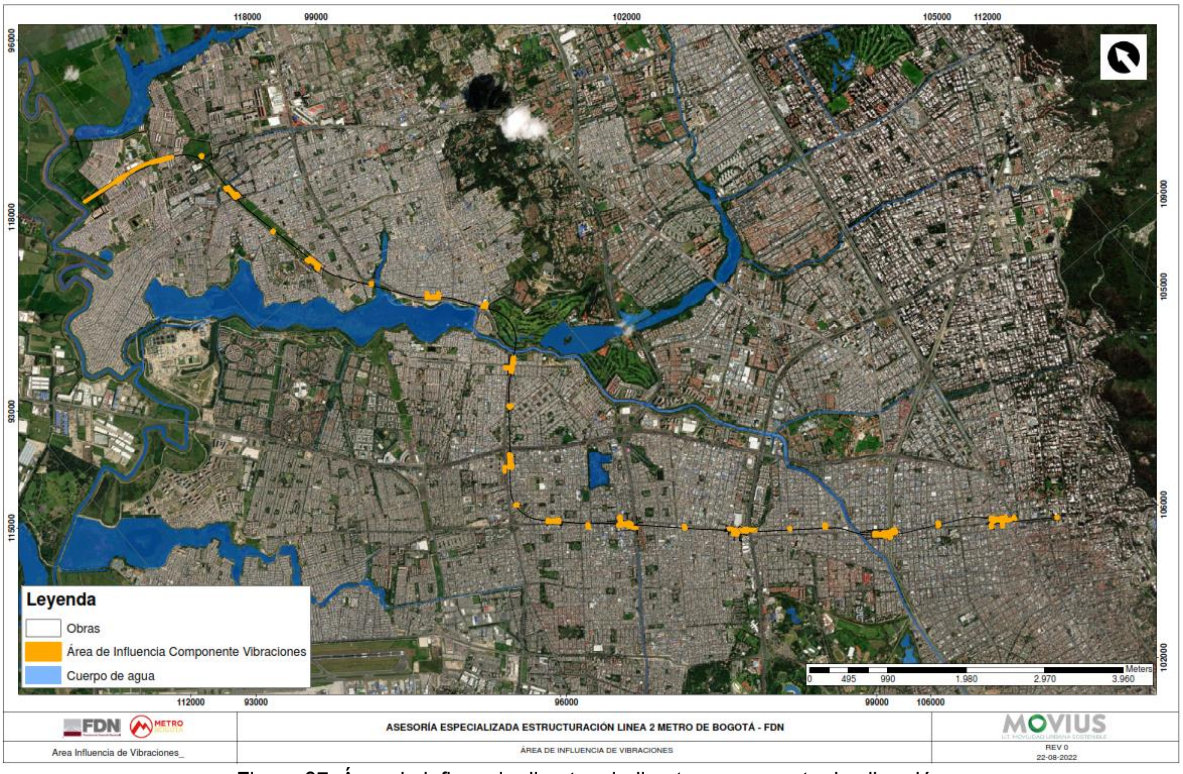


Figura 27. Área de influencia directa e indirecta componente de vibración
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.11.2. Área de Influencia Indirecta

Considerando que el área de influencia indirecta está asociado a los impactos que trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada (los impactos que se extienden más allá del área de influencia directa), considerando los límites o umbrales establecidos de percepción humana y afectación de estructuras, de manera análoga a las evaluaciones del AID y AII de ruido, se puede afirmar que el área de influencia indirecta queda acotada al área de influencia directa de vibraciones.

5.1.3.1.12. Área de influencia directa preliminar del Medio Abiótico

El área de influencia directa del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas definidas para cada componente: suelos, geología, hidrología, paisaje, hidrogeología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 558,35 ha, en donde predomina el área de intervención del proyecto asociada al desarrollo de las obras. La definición y características de cada componente se desglosan desde el numeral 5.1.3.1.1 hasta el numeral 5.1.3.1.11.

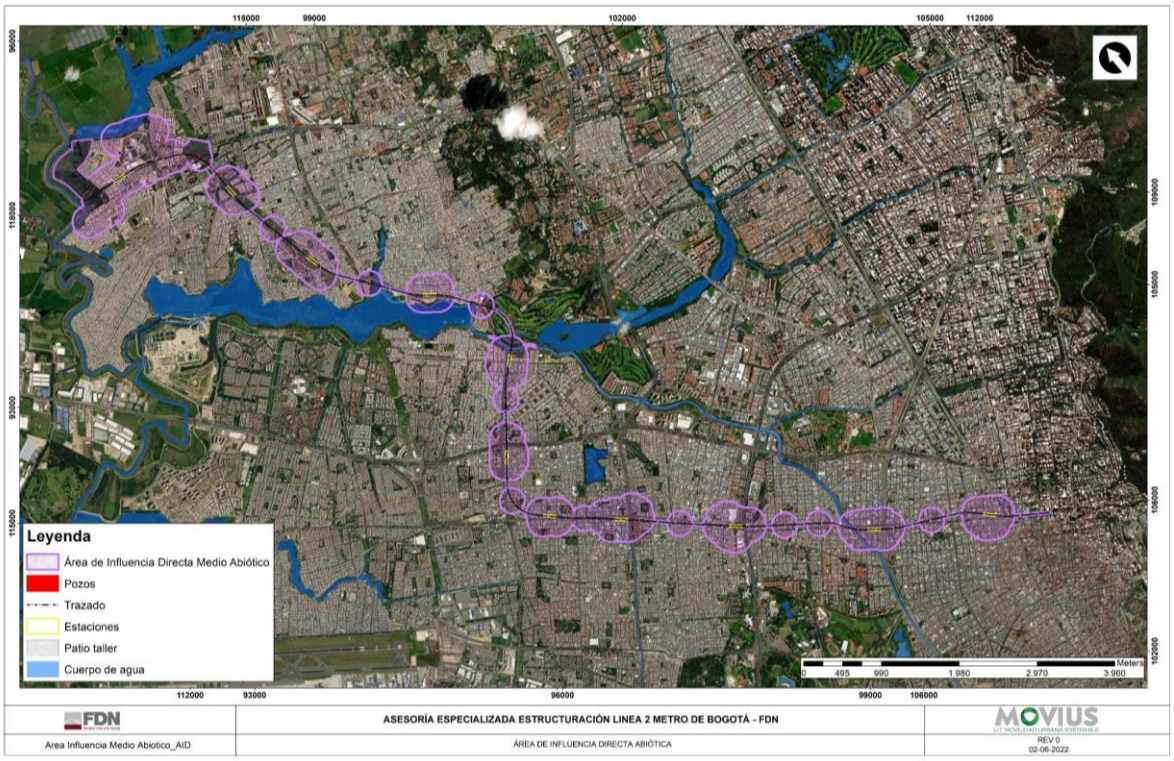


Figura 28. Área de Influencia directa preliminar medio abiótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.1.13. Área de influencia indirecta preliminar del Medio Abiótico

El área de influencia indirecta del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas definidas para

cada componente suelos, geología, hidrología, hidrogeología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 912,59 ha en donde predomina en la zona urbana por el área de influencia definida para la calidad de aire y ruido.

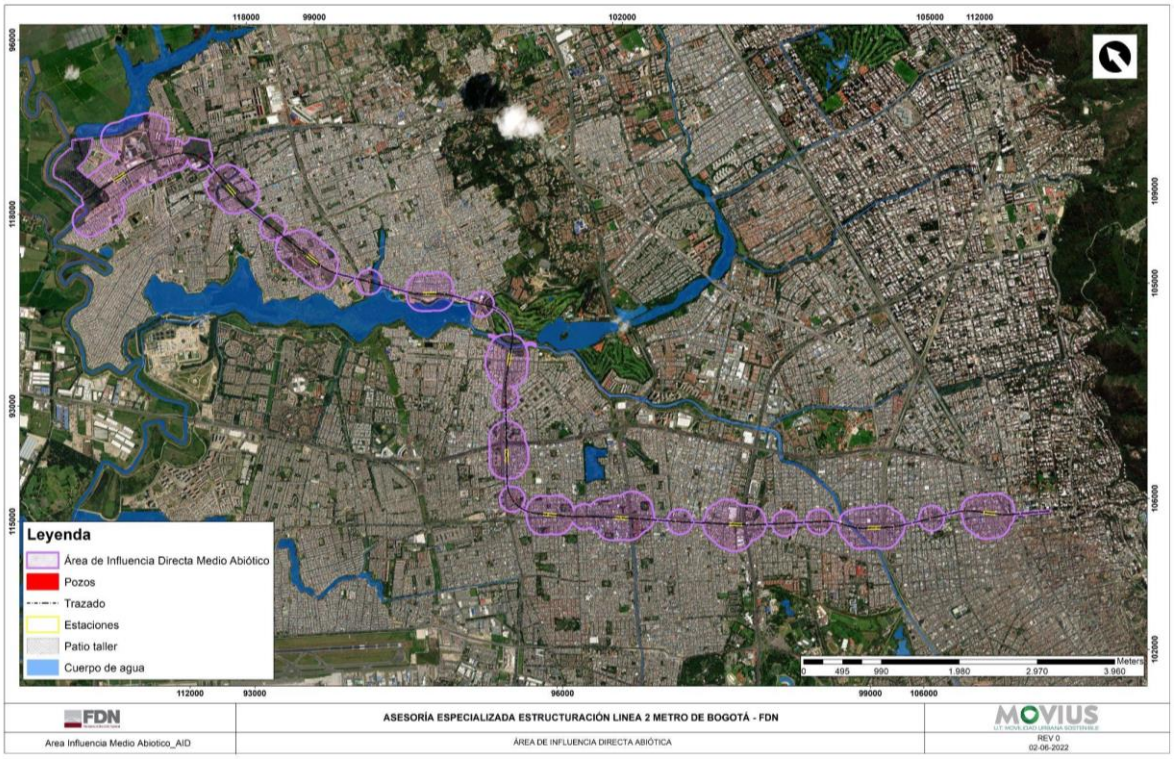


Figura 29. Área de Influencia Indirecta preliminar medio abiótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.2. Medio Biótico

El área de influencia preliminar del medio biótico desarrollada a continuación, considera para su identificación y delimitación los polígonos y las actividades de obra que a nivel preliminar han sido identificadas, de tal forma que a medida que los diseños de ingeniería se consoliden y precisen, se evaluarán con mayor acercamiento las repercusiones que el proyecto genere sobre los diferentes componentes del medio biótico, y se obtendrá de esta manera, la identificación del área final o definitiva del medio biótico.

La identificación y definición de las áreas de influencia preliminar del medio biótico se realiza a partir de lo establecido por la autoridad ambiental y los términos de referencia ET05 Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) para la L2MB donde se considera la delimitación del Área de Influencia Directa - AID y el Área de Influencia Indirecta - AII.

El EIAS de L2MB no requiere de licencia ambiental, por tanto se considera parcialmente el proceso de la identificación del área de influencia establecido por el MADS - ANLA en la “Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia” del 2018. Por lo anterior, se seguirá la definición de las áreas de influencia por componente y medio orientadas hacia la implementación de las medidas de manejo propuestas, en las áreas en las que se manifestaría el impacto a tratar.

Se tiene en cuenta en la identificación del área de influencia lo considerado sobre el tema en el estudio de prefactibilidad de la Línea 2 del Metro de Bogotá - L2MB de mayo de 2021[4].

El ET05 para L2MB define al AID así: *" El **área de influencia directa** del proyecto es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada". Igualmente para el AII menciona: "..... definir el **área de influencia indirecta** del Proyecto teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos."* (el resaltado en negrilla es nuestro).

Las anteriores definiciones las contemplaba el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en los términos de referencia para la elaboración de los EIA para proyectos en proceso de licencia ambiental, sin embargo, son las consideradas para el Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) de la L2MB.

Según los términos de referencia ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) los componentes de flora, fauna terrestre y acuática deben ser considerados, entre otros, necesarios para la caracterización del área de influencia. Para efectos del presente estudio los componentes de análisis de las áreas de influencia del medio biótico son los siguientes:

- Flora - vegetación
- Fauna
- Hidrobiota
- Áreas ecosistémicas sensibles - EEP

Los criterios para la identificación del Área de influencia Directa - AID y el AII durante construcción son los siguientes:

- Identificación de impactos en los componentes bióticos en las áreas en donde se construirán la cola de maniobras subterránea, dos túneles subterráneos de 10.5 m de diámetro cada uno, las 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de bombeo y/o de emergencia, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y el Patio taller. Se parte de la siguiente premisa: El método constructivo de los túneles subterráneos no causan afectaciones a los componentes físico-bióticos. Sin embargo esta premisa será analizada durante el desarrollo de los estudios de geotecnia subterránea.

- Áreas en donde se realizará la demanda de recursos naturales asociada con los permisos ambientales.

- El área de influencia y la delimitación espacial de los impactos sobre la hidrobiota está sujeta a la definición del área del AID y el AII del componente de calidad del agua e hidrología.

- El área de influencia y la delimitación espacial de los impactos sobre la EEP y áreas sensibles como los humedales, está sujeta a la definición de las áreas de influencia hidrogeológica. Se parte de la premisa que las obras superficiales y subterráneas de la L2MB no intervienen Corredores Ecológicos de Ronda - CER, sectores de Zonas de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA, ni Rondas Hidráulicas - RH delimitadas por la autoridad ambiental. A la luz del POT de Bogotá de 2021, estas áreas corresponden a la Ronda hídrica (CER) Faja paralela (RH) y Área de protección o conservación aferente (ZMPA).

- La espacialización de los impactos del medio biótico en las áreas donde se localizará la infraestructura asociada con el proyecto, se definirá en el proceso de identificación del área de influencia final.

[4] FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL - FDN. Segunda Línea Metro de Bogotá - SLMB Producto 5 – Identificación de problemáticas ambientales y sociales | Entregable 9 – Identificación de condiciones ambientales, sociales y prediales. Mayo de 2021.

Los criterios para la identificación del Área de influencia Directa - AID e indirecta - AII durante operación son los siguientes:

- Identificación de impactos en los componentes bióticos que trascienden espacialmente en las áreas en donde funcionarán las 11 estaciones, los pozos de bombeo y/o de emergencia, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y el Patio taller.

- Identificación del radio de acción de las repercusiones que el proyecto genera durante la operación e incide sobre la fauna, principalmente la avifauna. La operación y tránsito de los vagones en el tramo superficial elevado en la llegada al patio taller podría repercutir eventualmente en la movilidad de las aves, dada la cercanía al humedal La Conejera y el río Bogotá.

5.1.3.2.1. Área de Influencia Directa

Se realiza el análisis y evaluación de las afectaciones directas generadas por el proyecto a nivel preliminar sobre los componentes de vegetación, fauna, hidrobiota, y áreas sensibles de importancia ecosistémica - EEP, de acuerdo con el avance que se tiene de las obras del proyecto L2MB, y los impactos identificados preliminarmente de los componentes abióticos que inciden en las afectaciones del medio biótico durante construcción y operación.

5.1.3.2.1.1. Componente de vegetación - flora

El AID del componente de vegetación durante la etapa de construcción corresponde al área en donde se removerán las coberturas vegetales, se talaran los individuos arbóreos y se intervendrán los organismos y los hábitats de las especies de flora en veda.

El AID del componente de vegetación para el proyecto de la L2MB considera los polígonos delimitados por las obras superficiales temporales y permanentes del proyecto: 11 estaciones con los accesos a galerías, lugar de campamentos, pozos de entrada y salida del túnel, los pozos de ventilación, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, y el tramo con tipología elevada. El AID del patio taller corresponde al polígono de la huella del patio taller. El endurecimiento de las zonas verdes es un factor que se considera en la identificación del AID. La extensión del AID preliminar del componente de vegetación es de 64,76 ha. En la Figura 30 se visualiza el AID preliminar del componente de vegetación durante la etapa de construcción del proyecto.

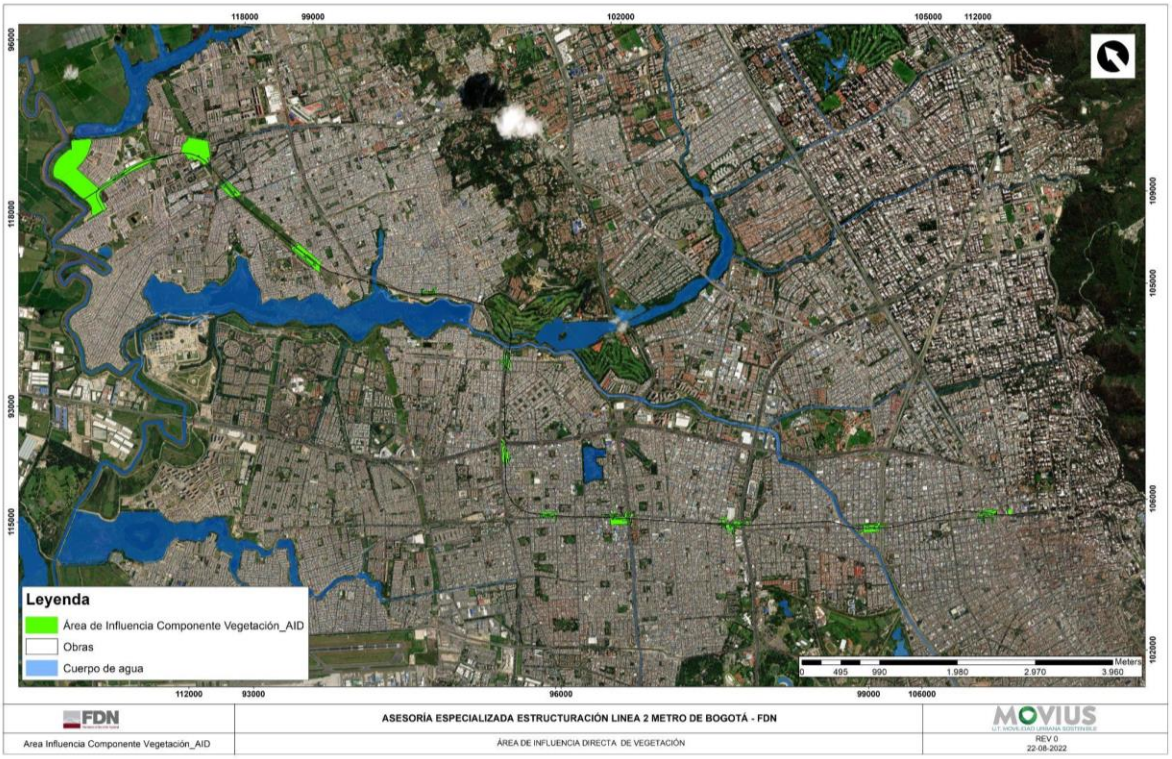


Figura 30. AID preliminar del componente de vegetación durante la etapa de construcción del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

No se identifican preliminarmente impactos sobre el componente de vegetación en el AID durante el funcionamiento o etapa de operación del proyecto de la L2MB.

5.1.3.2.1.2. Componente de fauna

El AID del componente de fauna corresponde al área en donde se removerán las coberturas vegetales, se talaran los individuos arbóreos y se intervendrán los hábitats de las especies de flora en veda, lugares que corresponden a los hábitat para fauna que se intervendrán por el proyecto y repercuten en la composición, abundancia y estructura de las poblaciones de fauna.

El AID preliminar del componente de fauna para el proyecto de la L2MB corresponde al mismo AID del componente de vegetación con una extensión de 64,76 ha. En la Figura 31 se presenta el AID preliminar del componente de fauna durante la etapa de construcción del proyecto.

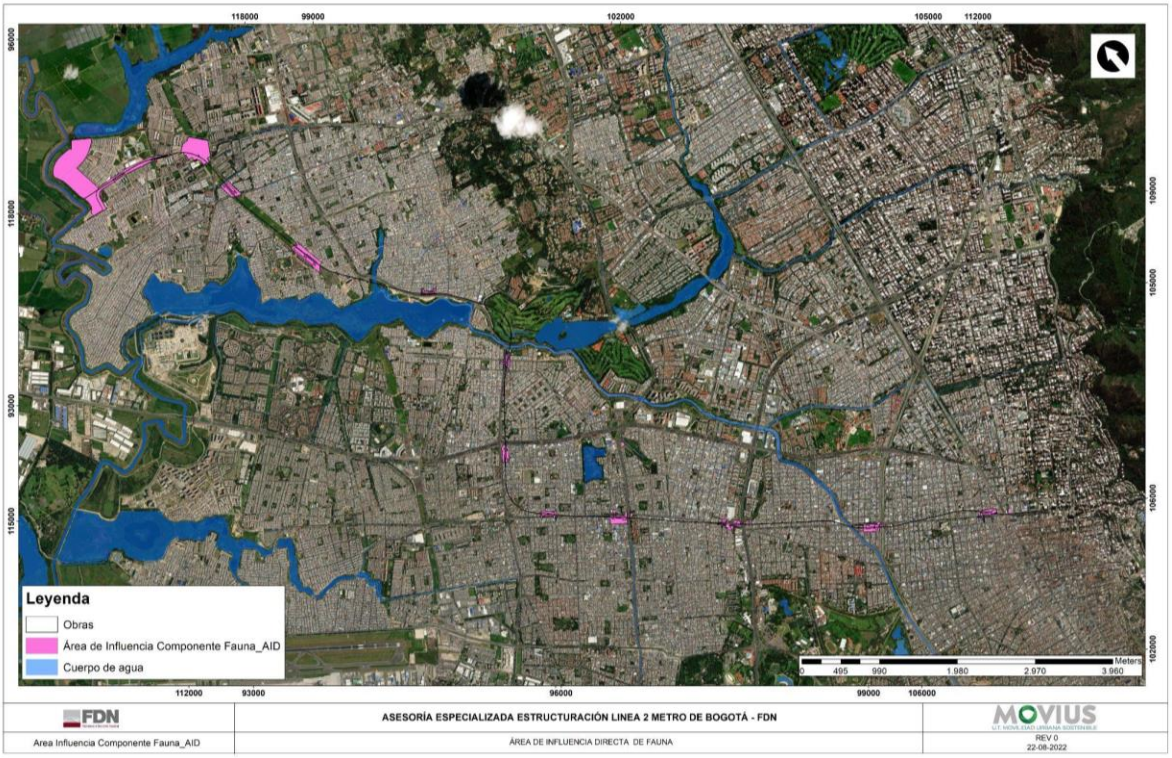


Figura 31. AID preliminar del componente de fauna durante la etapa de construcción del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

El AID preliminar de fauna durante la etapa de operación corresponde a las áreas de las estructuras superficiales en funcionamiento de la L2MB y que por su operación podrían afectar el paso de algunos grupos de la avifauna, y que corresponde al tramo con tipología elevada.

5.1.3.2.1.3. Componente hidrobiota

El AID de la hidrobiota durante construcción, corresponde al AID de calidad del agua que se identifique para el proyecto durante la etapa de construcción en los cuerpos de agua superficiales cruzados por el proyecto, considerando que los cambios de la calidad del agua y espaciales en los cuerpos de agua repercuten en la estructura y funcionamiento de las comunidades hidrobiológicas. Al respecto y a nivel preliminar, no hay afectaciones de calidad del agua durante la etapa constructiva del proyecto, por lo que no se define AID del componente de la hidrobiota.

A nivel preliminar se prevé que durante la etapa de operación del proyecto L2MB no se generen cambios de la calidad del agua de los cuerpos de agua superficial cruzados por el proyecto, y por tanto, no se genera impacto en la estructura y funcionamiento de las comunidades hidrobiológicas.

5.1.3.2.1.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles - EEP

El AID durante la construcción se define a partir de la afectación que se genere sobre los elementos de la EEP con base en los resultados de los análisis hidrológicos, de calidad del agua e hidrogeológicos, además de los componentes bióticos en especial el de la fauna. Los elementos de la EEP y sus respectivas categorías se establecen en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá de 2021[5]. A nivel preliminar se identifica intervención de Parques de la Red Estructurante y Parques contemplativos Metropolitanos o zonales, los cuales ocupan una extensión de 3,19 ha. En la Figura 32 se visualiza el área de influencia preliminar del componente de la EEP durante la etapa de construcción.



Figura 32. AID preliminar del componente preliminar de la EEP durante la etapa de construcción de L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

El AID sobre los elementos de la EEP y los humedales durante la operación del proyecto está relacionada con los efectos potenciales sobre la calidad y cantidad del agua derivados de la potencial modificación de la interacción de las aguas superficiales con las aguas subterráneas.

[5] ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Reverdece 2022 - 2035. Proyecto de Acuerdo. Bogotá, Septiembre de 2021.

5.1.3.2.1.5. Área de influencia directa preliminar del medio biótico

El AID preliminar del medio biótico resulta de la superposición e integración de cada una de las áreas identificadas preliminarmente para los componentes de Flora - vegetación, Fauna y las Áreas ecosistémicas sensibles - EEP, en donde se identifican inicialmente los impactos generados por el proyecto.

El AID preliminar del medio biótico corresponde a los polígonos de las obras superficiales, permanentes y temporales del proyecto de la L2MB, cuya extensión es de 67 ha. En la Figura 33 se presenta el AID preliminar del medio biótico del proyecto L2MB.



Figura 33. AID preliminar del medio biótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.2.2. Área de Influencia Indirecta

El AII del medio biótico comprende las áreas sujetas a modificaciones espaciales y temporales sobre los componentes de vegetación, fauna y las áreas de la EEP y las áreas ecosistémicas sensibles por las repercusiones del proyecto que se generan en el AID. Por lo anterior, el AII durante la etapa de construcción comprende las áreas aledañas al AID donde trascienda los impactos sobre los diferentes componentes bióticos, al igual que los lugares de las áreas ecosistémicas sensibles, hasta donde lleguen las repercusiones generadas por el proyecto: humedal Juan Amarillo, humedal La Conejera y el río Bogotá que hacen parte de la EEP.

Durante la operación del proyecto se identifica preliminarmente para el AII, el área física hasta donde trascienden los impactos en las áreas aledañas a los sitios de operación del proyecto sobre los componentes bióticos: 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de ventilación, el tramo con tipología elevada, y el Patio taller.

5.1.3.2.2.1. Componente de vegetación - flora

El AII preliminar del componente de vegetación durante la etapa de construcción comprende las áreas externas y anexas del AID sujetas a modificaciones espaciales y temporales de la vegetación por las repercusiones del proyecto que se generan en el AID.

No se identifican preliminarmente impactos sobre el componente de vegetación en el AII durante la construcción del proyecto de la L2MB. Lo anterior debido a que no hay afectaciones sobre los componentes físicos que se deriven en afectaciones del componente de vegetación, como lo son la remoción de descapote o intervención del suelo, actividades que están contempladas solamente en las áreas definidas para las obras del proyecto o AID. Es de señalar, que las coberturas predominantes en el AII han sido transformadas y no se encuentran coberturas naturales que conformen corredores ecológicos continuos propiamente dichos.

De igual forma, no se identifican preliminarmente impactos sobre el componente de vegetación en el AII durante el funcionamiento del proyecto de la L2MB.

5.1.3.2.2.2. Componente de fauna

El AII del componente de fauna durante la construcción del proyecto comprende la áreas externas y anexas del AID sujetas a modificaciones espaciales y temporales de la fauna por las repercusiones del proyecto que se generan en el AID.

La delimitación espacial preliminar del AII de fauna está dada por el límite de las coberturas vegetales anexas al AID que ofrecen hábitat a la fauna. Para aquellas coberturas vegetales extensas cuyas repercusiones del proyecto no cubren toda la totalidad del área, se toma como criterio para la delimitación de las coberturas vegetales extensas una distancia de 100 metros desde el límite del AID. A nivel preliminar el AII que se identifica en el humedal La Conejera, ecosistema anexo al Patio Taller, comprende un polígono de ancho variable, el cual será afinado y delimitado en el área de influencia final de acuerdo con los resultados de la caracterización de la fauna a partir de los muestreos.

El AII del componente de fauna durante la etapa de operación del proyecto comprende las áreas externas y anexas del AID que por el funcionamiento del sistema L2MB en el tramo con tipología elevada podrían interferir la movilidad de ciertos grupos de avifauna en el humedal La Conejera y en el río Bogotá. La extensión del área de influencia indirecta preliminar del componente de fauna es de 124,55 ha. En la Figura 34 se presenta el área de influencia indirecta preliminar del componente de fauna.

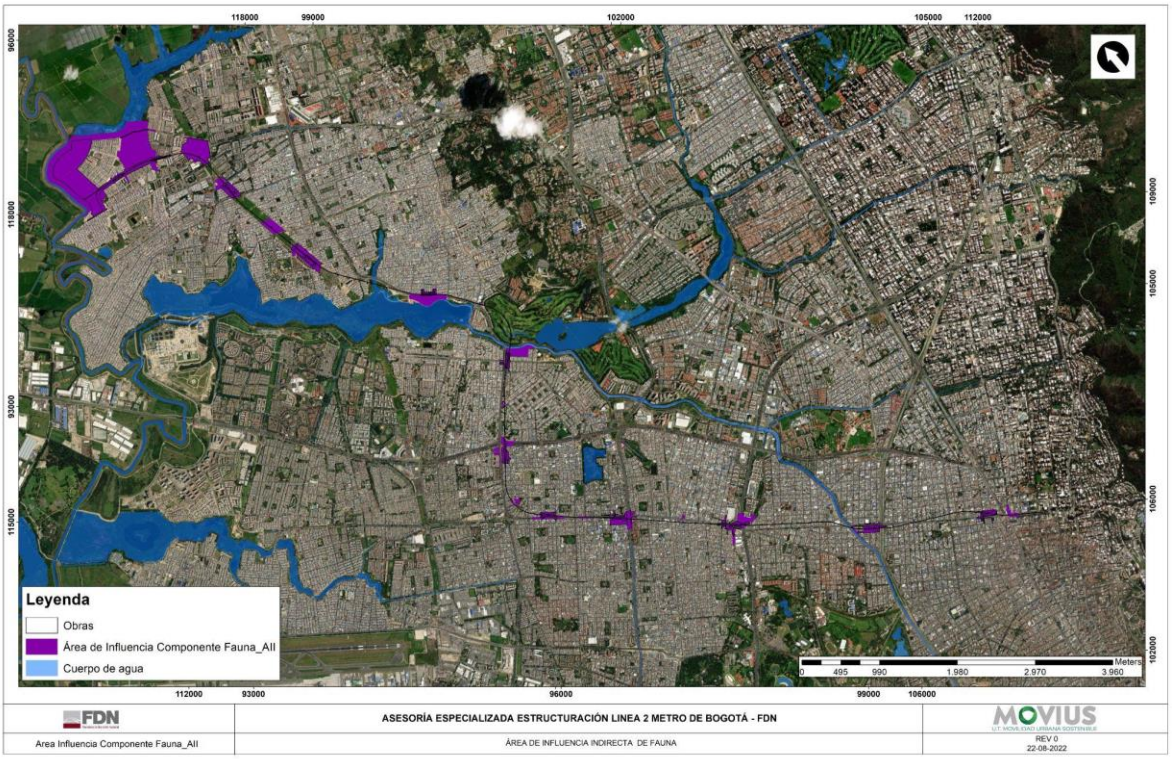


Figura 34. Área de influencia indirecta preliminar del componente de fauna
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.2.2.3. Componente de hidrobiota

El AII de la hidrobiota corresponde al AII de calidad del agua identificada para el proyecto durante la etapa de construcción en los cuerpos de agua superficiales cruzados por el proyecto. Considerando que no se generan afectaciones por parte del proyecto en los cuerpos de agua ni en su calidad fisicoquímica, no hay afectaciones en la hidrobiota existente, y por tanto, no se delimita el AII para este componente biótico.

A nivel preliminar se prevé que durante la etapa de operación del proyecto L2MB no se generen cambios de la calidad del agua de los cuerpos de agua superficial cruzados por el proyecto, y por tanto, no se genera impacto en la estructura y funcionamiento de las comunidades hidrobiológicas.

5.1.3.2.2.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles - EEP

El AII durante la etapa de construcción se delimita hasta donde trascienden los impactos sobre la EEP y las áreas sensibles como los humedales, a partir de las repercusiones generadas por el proyecto sobre el componente hidrogeológico (Geotecnia subterránea). Se consideran otros factores para la identificación del AII, como lo son las áreas que ofrecen

hábitat para la fauna, entre estas las coberturas vegetales y las áreas que se encuentran asociadas con los parques del sistema distrital del espacio público peatonal para el encuentro, conformados por los Parques de la Red Estructurante y los Parques de la Red de Proximidad que hacen parte de la EEP dentro del componente de las Áreas Complementarias para la Conservación, siempre y cuando estos parques, se traslapen con elementos de la EEP.

A nivel preliminar y durante la operación del proyecto, el AII sobre los elementos de la EEP y los humedales está relacionada con los efectos potenciales sobre la calidad y cantidad del agua derivados de la potencial modificación de la interacción de las aguas superficiales con las aguas subterráneas, y aquellas áreas que proveen hábitat o lugares de paso de la fauna especialmente de la avifauna. La superficie del área de influencia indirecta preliminar de las áreas ecosistémicamente sensibles y de la EEP es de 76,58 ha. En la Figura 35 se visualiza el área de influencia indirecta preliminar del componente de las áreas sensibles - EEP.

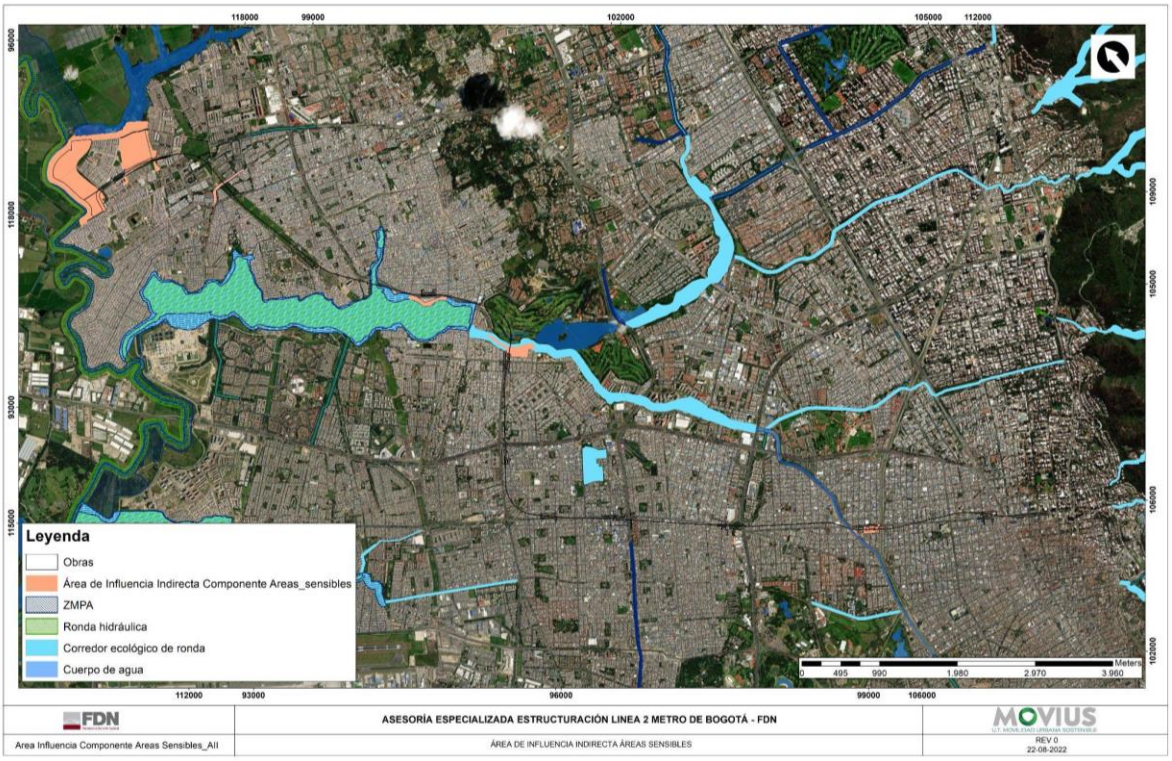


Figura 35. Área de influencia indirecta preliminar del componente de áreas sensibles - EEP
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.2.3. Área de influencia Indirecta preliminar del Medio Biótico

El AII preliminar del medio biótico resulta de la integración de cada una de las áreas identificadas preliminarmente para los componentes de Fauna y las Áreas ecosistémicas sensibles - EEP, en donde se identifican impactos durante las etapas de construcción y de operación del proyecto. La extensión del área de influencia indirecta preliminar del medio biótico es de 130,51 ha. En la Figura 36 se visualiza el área de influencia indirecta preliminar del medio biótico de L2MB.

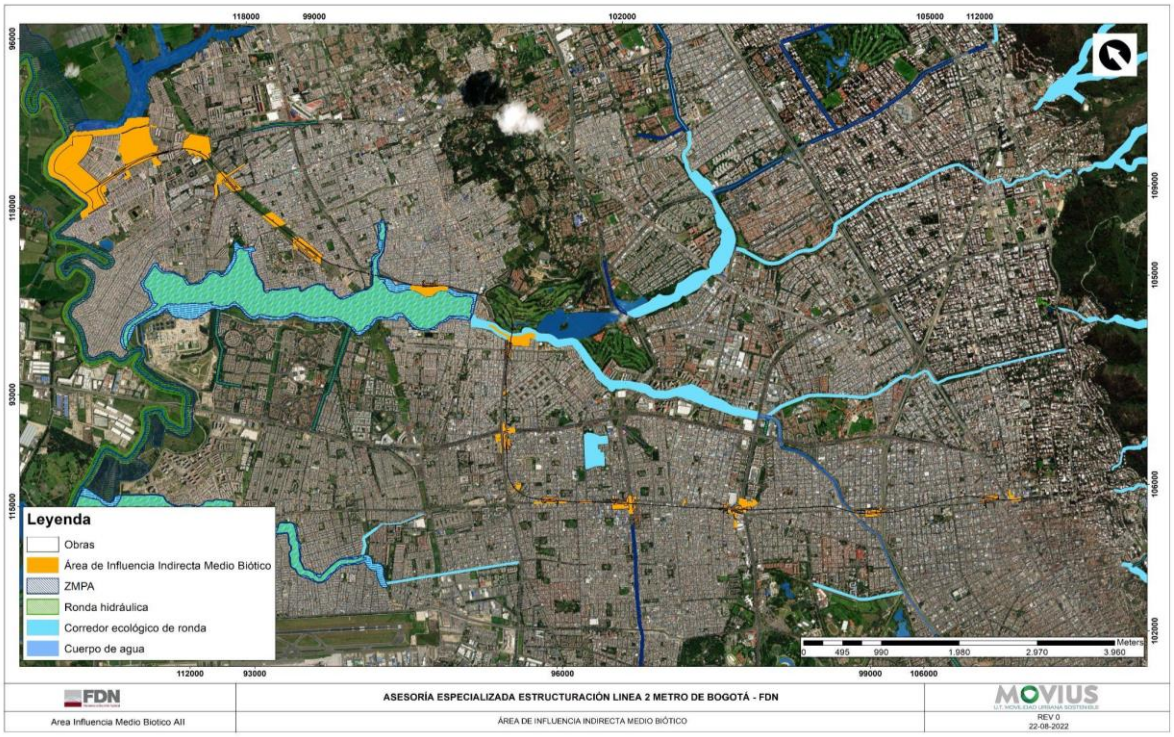


Figura 36. Área de influencia indirecta preliminar del medio biótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.3. Medio Socioeconómico

En este aparte se presentan los criterios y aspectos considerados para la definición, delimitación y determinación del Área de Influencia Directa - AID y el Área de Influencia Indirecta - AII preliminar del medio socioeconómico, considerando lo establecido en las ET05 Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) para la L2MB, para posteriormente con los diseños definitivos que establecerán el área de intervención, las áreas de influencia del medio abiótico en los componentes que pueden tener incidencia sobre el medio socioeconómico, permitan establecer el área de influencia Directa e Indirecta para el medio socioeconómico.

La definición de estas áreas de influencia serán el punto de partida para la elaboración del EIAS en sus diferentes capítulos desde la caracterización, zonificación, identificación de impactos y propuestas de manejo y la implementación de los programas de participación social a implementar en la etapa de factibilidad, construcción y operación.

Por lo cual la definición de las áreas de influencia preliminares para el medio socioeconómico consideran las zonas de obras, las áreas de los componentes físico en sus dimensiones geotecnia, geología, hidrogeología, hidrología, suelo, atmósfera, ruido, vibraciones y paisaje; desde el componente biótico los ecosistemas, la fauna y la flora y desde componente socioeconómico las dimensiones demográfica, espacial, cultural, económica y político organizativa en las localidades de Suba, Engativá, Barrios Unidos y Chapinero, las UPZ, barrios y lo planteado en el Plan de Ordenamiento Territorial.

5.1.3.3.1. Metodología

La metodología empleada para la identificación, delimitación y definición de las áreas de influencia AID y AII, se adelanta desde varios enfoques y etapas que inician desde i) Apropiación y reconocimiento de las áreas requeridas para proyecto, ii) Revisión documental de información de fuentes oficiales,iii) Revisión cartográfica y análisis e identificación de las unidades del territorio en las que se considera se adelantarán las obras y se presentarán los impactos de los diferentes medios y iv) Conocimiento del territorio características, particularidades, y diferencias mediante trabajo de campo en un ejercicio de relacionamiento directo con las comunidades, actores sociales y comprensión del entorno. Esta metodología se articula y complementa de forma estructural y permite una mirada integral de las zonas, poblaciones y entorno, a fin de establecer las áreas donde se presentarán los impactos y con ello el área de estudio o influencia.

5.1.3.3.1.1. Apropiación y reconocimiento de las áreas requeridas para el proyecto.

En esta etapa se localizan las áreas necesarias para el proyecto (constructivas y de infraestructura asociada), así como su ubicación en Bogotá, con respecto a las localidades, UPZ y barrios.

5.1.3.3.1.2. Revisión documental de información de fuentes oficiales

Se realizó revisión de cartografía y documentos emitidos por Alcaldías Locales, así como el POT información que permitió determinar la ubicación del corredor a intervenir. Se identificaron las UPZ que hacen parte del AID con su respectiva localidad y se complementa la información de las características a través de la revisión de diagnósticos locales y páginas Web oficiales de cada una de las Alcaldías locales, Secretaría Distrital de Planeación, Instituto de desarrollo Urbano y Planeación Distrital. De la misma manera se consultó las disposiciones y normatividades planteadas por la Secretaría Distrital de Planeación.

Posteriormente se adelanta la revisión de información en fuentes oficiales como DANE, Planeación Distrital, Secretaría de Salud, Educación, Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura con el objetivo de contar con información que permita identificar elementos que deban ser considerados en la delimitación del área de influencia.

5.1.3.3.1.3. Revisión de Información Cartográfica

Con los resultados de la identificación del área de proyecto y la revisión documental de fuentes secundarias se adelanta la revisión cartográfica con fuente oficiales, con el objetivo de realizar un análisis más profundo y que brinde mayor precisión en la identificación de elementos o aporte a los criterios para la definición del área de influencia directa e indirecta, de igual manera este ejercicio aporta significativamente en la siguiente etapa de revisión de información en campo, la revisión se adelanta mediante la consulta en los siguientes programas o fuentes estructura ecológica SDA, mapas Bogotá de la Secretaría de Planeación, la cual es la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital y la cartografía de las imágenes de aproximación mediante la herramienta Google Earth, y la cartografía relacionada con los resultados de las modelaciones de aire, ruido y vibraciones.

5.1.3.3.1.4. Revisión de información en Campo

Resultado de las fases anteriores realizados se cuenta con un área para la revisión en campo, posteriormente se realizan recorridos de las áreas de proyecto y área aferentes con el objetivo de realizar la identificación y análisis de los aspectos más relevantes para el componente socioeconómico, así como el reconocimiento del espacio público, infraestructura y medio ambiente y en general los elementos que componen las áreas en las que se presentarán los impactos de forma directa e indirecta.
De manera paralela a las fases mencionadas se realizó un análisis multidisciplinario (físico, biótico, técnico y socoeconómicol) de las áreas a intervenir para identificar de manera conjunta las áreas de influencia sus criterios o consideraciones a fin de considerar cada uno de los componentes y su posible afectación al medio socioeconómico.

5.1.3.3.2. Área de Influencia Directa

El Área de Influencia Directa AID de acuerdo con lo definido en el ET05 "*es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada".* De acuerdo con lo anterior, el área de influencia directa para la Línea 2 del Metro de Bogotá para el medio socioeconómico se define como; el área de las obras superficiales de las de las 11 estaciones, así como las áreas de patios de almacenamiento y de obras, Instalaciones de apoyo, galerías, pozos de evacuación y de bombeo, en un buffer de 300 m delimitado por las calles y manzanas, y sobre el trazado en el área de proyecto o túnel una manzana costado y costado, en esta última área es necesario precisar que debido al método constructivo no se prevén afectaciones o impactos en superficie sobre el área del túnel, no obstante, se considerará desde el medio socioeconómico como un área para los procesos de información y participación debido a las expectativas y con el objetivo de adelantar un relacionamiento asertivo.

Para la definición de dichas áreas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, no obstante para la caracterización en temas específicos como demografía y datos de fuentes oficiales, así como el relacionamiento se consideran las unidades territoriales barriales por las que se desarrolla el proyecto.

5.1.3.3.2.1. Criterios para la definición del AID

Para la definición del área de influencia se establecieron los siguiente criterios que permiten identificar el área donde se presentarán los impactos del proyecto en sus diferentes etapas, estos criterios se reflejan espacialmente en áreas geográficas delimitando así el área de influencia directa.

Los criterios consideran aspectos técnicos de construcción y operación, áreas de afectación sobre el suelo, la atmósfera (ruido, Vibraciones), suelo, hidrogeología, estructura ecológica principal y elementos de la fauna y la flora, así como los efectos sobre las condiciones socioeconómicas como la jurisdicción político administrativa, los bienes de interés cultural, la presencia de comunidades étnicas.

Las actividades y método constructivo de cada una de las Etapas del Proyecto.

En este ítem se consideran las áreas requeridas por el proyecto como alineamiento de la Línea 2, áreas de túnel a construir, estaciones y área de intervención sobre el espacio público, áreas de campamentos, zonas de cargue y descargue, patio taller, vías de desviación o acceso las cuales se estiman en esta etapa y serán objeto de aprobación duarte la etapa de

construcción por parte de la Secretaría Distrital de Movilidad y chimeneas o accesos al túnel y toda la infraestructura requerida para su construcción y operación.

De acuerdo con lo anterior el área que ocupa la infraestructura mencionada en el párrafo anterior es considerada en su totalidad, cómo se observa en la Figura 37.

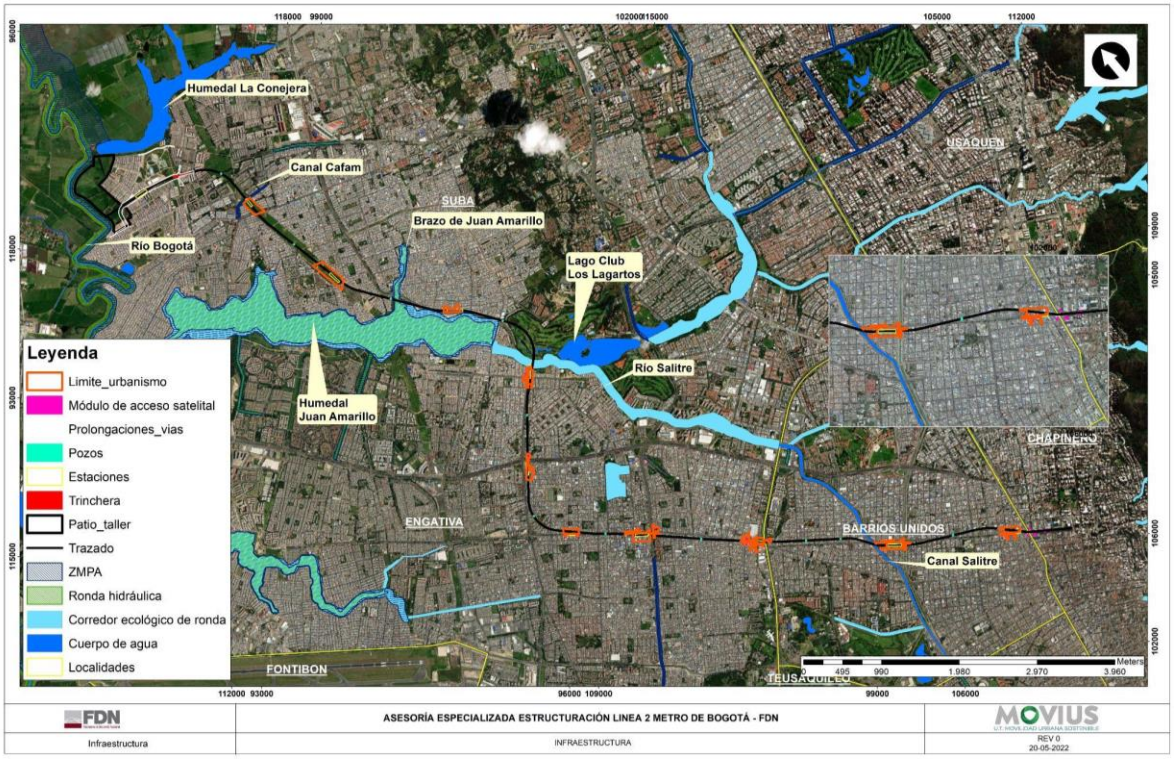


Figura 37. Área de proyecto o intervención
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Otro elemento que se consideró en la definición del área de influencia directa para el medio socioeconómico es el proceso constructivo en cual se adelantará mediante el uso de tuneladoras y sistemas de método invertido para construcción de las estaciones.

En cuanto al proceso constructivo del túnel se utilizará el sistema de máquinas EPB (Earth Pressure Balance) o máquinas con escudos de presión de tierra balanceada. Con dicho sistema se establece un equilibrio entre el empuje del terreno y la presión ejercida por el material excavado que es contenido en la cámara de excavación.

En la cámara de presión, se estará evacuando el material por medio del tornillo sin fin, con solo la cantidad que se excava, manteniendo dentro de la cámara de tierra un volumen prácticamente constante.

En cuanto al sistema de contención o soporte y/o revestimiento se utilizarán dovelas prefabricadas que son analizadas y diseñadas para contener la presión de tierras, así como las presiones que se generan por los empujes de la máquina EPB.

La L2MB se construirá en monotúnel. El pozo de ingreso de la EPB estará localizado entre las estaciones 10 y 11, a la altura de la calle 145 con carrera 136ª. Por su parte, el pozo de salida de la EPB estará localizado en cercanías de la calle 72 con carrera 9, 480 m al occidente de la Av. Caracas.

De acuerdo con el método constructivo descrito, no se adelantarán actividades de obra en superficie en los tramos del alineamiento entre estaciones, por lo cual es posible establecer que en las áreas superficiales del alineamiento no se presentarán impactos.

Sin embargo la construcción de las estaciones, patio taller y pozos se prevén a cielo abierto, por esta razón estás áreas se considerarán como área de influencia directa del medio socioeconómico, adicionalmente se consideran las áreas de intervención de urbanismo las cuales debe contemplar de acuerdo con la ET08 – Urbanismo y paisajismo"... un radio de 150 m, sin que, en ningún caso, sea inferior a una manzana alrededor de la misma"

Jurisdicción político administrativa donde se ubica el proyecto.

La consideración de este criterio permite identificar la ubicación del proyecto con respecto al ordenamiento territorial de Bogotá, de esta forma en el componente socioeconómico es posible establecer las características socio culturales, demográficas y económicas de la población que hace parte del AID.

Con el objetivo de brindar un contexto frente al ordenamiento territorial se presentan algunas definiciones, empleadas en la organización o subdivisión de Bogotá, de acuerdo con el POT adoptado mediante decreto 190 de 2004 la estructura político organizativa de la ciudad estaba dada en localidades, UPZ y barrios.

Las localidades son las divisiones administrativas que presentan condiciones similares en cuanto a aspectos geográficos, culturales, sociales y económicos. Estás fueron establecidas por la ley 768 de 2002, la cual tiene por objeto "consagrar las normas que integran el Estatuto Político, Administrativo y Fiscal de los Distritos Especiales de Bogotá, Barranquilla, Cartagena de Indias y Santa Marta"

Esta organización del territorio es administrada por los alcaldes locales, nombrados por el Alcalde Mayor, para esta elección las correspondientes Juntas Administradoras Locales, presentan ternas en Asambleas Públicas.

Con respecto a las Unidades de Planeamiento Zonal- UPZ, son áreas urbanas más pequeñas que las localidades y más grandes que los barrios, fueron creadas con la función de servir de unidades territoriales o sectores para planificar el desarrollo urbano en el nivel zonal a la fecha cuenta con 112 UPZ, agrupa barrios con características similares que ayudan comprender el tejido territorial y ordenar y regular. De acuerdo con la Secretaría Distrital de Planeación (2014), son la escala intermedia de planificación entre los barrios y las localidades y constituyen un instrumento de planificación para poder desarrollar una norma urbanística en el nivel de detalle que requiere Bogotá, debido a las grandes diferencias que existen entre unos sectores y otros.

Para el momento en el que se adelanta la definición y caracterización de las áreas de influencia (primer semestre del año 2022) la información secundaria oficial disponible se encuentra organizada en localidades, UPZ y barrios, por lo cual, a lo largo del estudio los datos y análisis corresponderán a éstas unidades.

Tabla 10. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
Chapinero	97	Chicó Lago	Porciúncula
			Quinta Camacho
Barrios Unidos	98	Los Alcázares	San Felipe

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
			Concepción Norte
			Colombia
			Alcázares
			Alcázares Norte
			La Aurora
			La Merced Norte
			Once de Noviembre
			12 de octubre
			San Fernando
			San Fernando Occidental
	22	Doce de octubre	José Joaquín Vargas
	26	Las Ferias	Metrópolis
	26	Las Ferias	Las Ferias
	26	Las Ferias	Bellavista Occidental
	26	Las Ferias	Simón Bolívar
	26	Las Ferias	Las Ferias Occidental
	26	Las Ferias	La Estrada
	26	Las Ferias	Bonanza
	26	Las Ferias	Palo Blanco
Engativá	30	Boyacá real	Santa María del Lago

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
			Boyacá
			Tabora
			Santa Helenita
			Florencia
			Almería
			Soledad Norte
			París
			La Granja
			Los Cerezos
			París Gaitán
			La Española
	29	Minuto de Dios	La Serena
	25	Floresta	Club Los lagartos
	28	El Rincón	Rincón Altamar
	27	Suba	Rincón de Suba
	28	El Rincón	Japón
	28	El Rincón	Santa Teresa de Suba - Humedal Juan Amarillo
	28	El Rincón	San Cayetano
	71	Tibabuyes	Lech Walesa / Nuevo Corinto
Suba	71	Tibabuyes	Aures II

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio
	71	Tibabuyes	Nueva Tibabuyes
	28	El Rincón	Villamaría
	28	El Rincón	Villamaría I
	71	Tibabuyes	Gaitana Oriental
	28	El Rincón	Puerta del sol
	71	Tibabuyes	Sabana de Tibabuyes
	28	El Rincón	Lombardía
	71	Tibabuyes	Sabana de Tibabuyes Norte
	71	Tibabuyes	Tibabuyes Universal
	71	Tibabuyes	Tibabuyes II (sectores caminos de Esperanza y Quintas de Santa Rita
	71	Tibabuyes	Tibabuyes Occidental
	71	Tibabuyes	Bilbao
	71	Tibabuyes	Tibabuyes

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2022

Verificación de existencia de comunidades étnicas en el área del proyecto y su territorialidad.

De acuerdo con lo establecido en el ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS), en el numeral 5.2.5.9.3 Dimensión Cultural, Área de influencia Directa AID, se indica que "(…)el Contratista solicitará al Ministerio del Interior la certificación de presencia de comunidades étnicas" De acuerdo con las respuesta de la entidad se revisará el AID para conocer si es necesario considerar otras áreas.

En cuanto a este criterio para la definición del área de influencia del medio socioeconómico se revisó en las bases de datos de fuentes oficiales si el proyecto se encontraba en predios propiedad del Cabildo indígena Muisca de Suba.

En la localidad de Suba se encuentra el Cabildo indígena Muisca de Suba, los cuales se reconocen como habitantes ancestrales del territorio de Bogotá, el cabildo está conformado por 3000 familias indígenas Muiscas ordenadas en 13 macro apellidos/clanes, mencionan que están en el territorio desde antes que Suba fuera localidad en el año 1954 y, antes que Suba fuera municipio en el año 1875, hacen referencia a su presencia en el territorio durante más de 900 años.(Cabildo Muisca de Suba, 1999).

El Cabildo indígena Muisca de Suba fue reconocido por el Ministerio del Interior como entidad pública de carácter especial mediante Decreto 2164 de 1995, la estructura organizacional del cabildo cuenta con autoridades tradicionales, consejos como el de mayores, jóvenes, mujeres, salud, educación y guardia indígena.(Cabildo Muisca de Suba, 1999).

En este criterio se considera el pronunciamiento que realice el Ministerio del Interior sobre la solicitud de determinación de procedencia y oportunidad de la consulta previa para la ejecución de proyectos, obras o actividades para el área de influencia directa en la que se considera se presentarán los impactos.

Alcance o ámbito de incidencia de impactos del medio abiótico y biótico.

Este criterio considera las áreas de influencia directas de los medios biótico y abiótico en componentes cuya incidencia generen impactos sobre las dimensiones o elementos del medio socioeconómico.

Calidad del aire, componente atmósfera.

La calidad de aire se considera como uno de los criterios para la definición del área de influencia socioeconómica, debido a los efectos que esta puede ocasionar sobre el medio socioeconómico, especialmente en la etapa de construcción debido a que en esta se ejecutarán las principales actividades generadoras de material particulado y emisión de gases, específicamente en las áreas sujetas a intervención por parte del proyecto como patio taller, accesos, estaciones y en áreas con infraestructura asociada o de apoyo. El Área de influencia establecida para calidad de aire corresponden a la dispersión de material particulado (PM10), se establece un buffer de alrededor de 300 m en áreas como estaciones, patio talleres y campamentos.Se puede observar en la Figura 13 el área de influencia del componente.

Ruido, componente atmósfera.

Este criterio se considera para la definición del área de influencia del medio socioeconómico desde los resultados de las modelaciones, es decir el margen de cobertura sobre el área en la que se pueda presentar afectaciones en las diferentes etapas: construcción y operación.

Para este aspecto en el numeral 5.1.3.1.10. Atmósfera - Ruido, del presente documento, que hace parte del EIAS, se presentaron los resultados detallados de dos modelaciones, las cuales permitieron establecer tanto el aporte independiente de las emisiones de las actividades de construcción como el aporte unificado de las actividades de construcción con las emisiones de ruido de tráfico vehicular, existente en la zona de estudio.

A partir de los resultados y análisis realizados el área de influencia directa queda definida y acotada al área de intervención de cada estación. El área de influencia definida para ruido se puede observar en la Figura 21.

Componente Geología - Geomorfología e Hidrogeología.

Con respecto a la hidrogeología para el medio socioeconómico se considera el área de influencia directa definida por el componente, la cual involucra las áreas de intervención directa: (i) Frentes de obra del proyecto, (ii) Transporte materiales, (iii) Patios de almacenamiento y de de obras, Instalaciones de apoyo, galerías, pozos de evacuación y de bombeo y el Patio taller, para el AID de este componente se contempla una franja de maniobra y de seguridad con un buffer de 50 m en superficie de la infraestructura proyectada a nivel del túnel y de las estaciones. No se presentará ningún impacto asociado a la conformación del túnel ni a la operación del mismo.

Vibraciones.

Con respecto al componente de vibraciones para el medio socioeconómico se considerará, el área de influencia directa calculada como la superposición de las áreas de influencia determinadas para los escenarios de construcción y de operación del proyecto.

En el caso del escenario de construcción las áreas en donde se espera un aumento de los niveles de vibración corresponden a la zona de estaciones, los puntos de entrada y salida de la máquina tuneladora, la zona de la trinchera y las zonas contiguas a las fundaciones del tramo elevado que se localizan aproximadamente desde la abscisa K14+500 hasta la zona de patio taller.

En la temática de vibraciones se indica que en el tramo subterráneo no se identifican impactos por el tránsito del metro en los sitios que la cobertura supera los 8, m. En el caso del sector elevado se define un área de influencia igual a un corredor de 2,5 m medidos a cada lado del riel. Para la zona en trinchera se define un corredor de 38 m de ancho como área de influencia directa. Se considera importante anotar que el área de influencia tiene un carácter conservador dado que se está utilizando la velocidad máxima de operación y se usa el umbral asociado con horario nocturno y uso residencial. El área de influencia directa para la temática de vibraciones puede observarse en la Figura 27**.**

Paisaje.

Teniendo en cuenta las características técnicas del proyecto que en su mayoría corresponde a una línea subterránea, los cambios en el paisaje se centran en las áreas de estaciones y específicamente en la estación 11 (elevada) y en las áreas de patio taller. Por lo tanto el área de paisaje considerada para el medio socioeconómico estará delimitada como lo define el componente de paisaje por el área de intervención del proyecto, dado el cambio en el componente visual que se dará directamente sobre las coberturas urbanas y suburbanas que serán modificadas.Ver Figura 7

Presencia de Bienes de Interés Cultural.

En la definición del área de influencia directa se consideraron los Bienes de Interés Cultural, inmuebles y muebles del ámbito distrital y nacional, identificados a lo largo del proyecto, con el objetivo de conocer los planes de manejo, área de influencia y otros aspectos que se deban considerar, con respeto a la distancia de las actividades constructivas o de operación que puedan afectar los Bienes de Interés Cultural.

Con respecto al POT Decreto 555 del 29 diciembre del 2021, en el capitulo 4, sub capítulo 2 Estructura Integradora de Patrimonios-EIP, en cual señala:

> *"Es la estructura que integra el patrimonio cultural material, inmaterial y natural en el territorio. Se constituye en la memoria y testimonio de la ciudad históricamente construida y se manifiesta como parte de los procesos de ocupación, transformación, adaptación e interpretación que expresan la diversidad de las identidades de sus habitantes. Esta estructura propende por la gestión integral de los patrimonios, fortaleciendo el vínculo social y la vida productiva de los grupos poblacionales sociales y comunitarios que permanecen, se relacionan y le dan sentido a los paisajes urbanos y rurales emblemáticos del Distrito Capital." (Decreto 555 de 2021. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2021)*

En la Tabla 10 se presentan los Bienes de Interés Cultural identificados en el área de influencia socioeconómica, con relación al proyecto se destaca la afectación al predio ubicado en la CL 72 A 20 93, declarado mediante Oficio SDP 2-2017-17274.

Tabla 11. Bienes de interés cultural en el área del trazado.

<table>
<tr><th>Estación</th><th>Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital</th><th>Monumentos</th><th>Observaciones</th></tr>
<tr><td>1</td><td>CL 72 A 20 93 Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017 y CL 72 A 20 85 Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017.</td><td>1-José Enrique Rodó, Autor: Desconocido. Inauguración: 3 de agosto de 1942. Emplazamiento: Inicial: Avenida Caracas, calle 37. Actual: separador de la calle 72, carrera 12.</td><td>No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
(3) Monumento-José Enrique Rodó</td><td colspan="2"> 
(1) Edificaciones de Patrimonio inmediatas a la intervención</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2-Centro Vicentino Federico Ozanam (Modalidad IIC-Inmueble de interés Cultural ,categoría CI-Conservación Integral), Decreto 606 (26 de julio de 2001). Oficio SDP 2-2017-49940 septiembre 18 de 2017.
3-Parroquia San Fernando Rey (Categoría COIN), Decreto 606 (26 de julio de 2001).Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017.
4-Iglesia Santísima Trinidad. (Categoría COIN), Decreto 606 (26 de julio de 2001).
5-Convento Siervas de Maria (Categoria COIN), Decreto 606 (26 de julio de 2001). Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017.</td><td>1-Rafael Uribe Uribe (Mueble-Escultura Antropomorfa) Cuéllar, Silvano / KR 29 A -CL 71C (Res. 0395 de 2006, Res.SCRD 360 de 31 Julio 2020) / RUPI 4106-2.
2-Primera piedra de la iglesia San Fernando Rey (Mueble-Placa) Arquidiócesis de Bogotá /Andén AC 72/KR 45A.
3-Reloj de la iglesia San Fernando Rey (Mueble-Reloj) Reloj de la iglesia San Fernando Rey (AAA0056OHYX)/Cl 72 No 57A-16.
4-Arquidiócesis de Bogotá (Mueble-placa) (Primera piedra convento Siervas de María). Convento siervas de María (AAA0086TBNN)/CL72 No. 27-10.</td><td>No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
(1)Centro Vicentino Federico Ozanam</td><td colspan="2"> 
(2) Convento Siervas de Maria</td></tr>
</table>

Estación	Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital	Monumentos	Observaciones
 (3) Monumento-Rafael Uribe Uribe		 (4) Monumento Manuela Ayala de Gaitan	
3,5, 6, 9, 11	No se identifican Bienes de Interés Cultural dentro del Área de influencia Urbana.		
4	No se encuentran Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital.	Gustavo Rojas Pinilla (Mueble-Escultura Antropomorfa) Res.SCRD 360 de 31 Julio 2020, KR 70-CL72.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.
10	Club los lagartos, Calle 116 No. 72 A 80, categoría CI, Modalidad IIC. UPZ la Floresta, Localidad:11-Suba,Barrio Catastral:009121-Club de los Lagartos,Código sector:009121, Código manzana 00912112.	No se identifican monumentos.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.
			
8	No se encuentran Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital.	No se identifican monumentos.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional. **Patrimonio Natural**: Humedal Juan Amarillo, Reserva ambiental Natural. Plan de Manejo Ambiental. PMA adoptado por Resolución SDA n.° 3887 de 2010.

Estación	Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital	Monumentos	Observaciones
 (2) Humedal Juan Amarillo			
10	No se encuentran Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital.	Parque Lúdico Puerta del Sol, Calle 139 126C 02, Resolución N/A, Clasificación Conjunto Escultórico, Autor Colmenares, Manolo, MACI (Movimiento Artístico cultural indigena), Localidad 11, Sector CAT Sabana de Tibabuyes.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.

Fuente: Diagnóstico de urbanismo y paisajismo. UT MOVIUS, 2022.

Desarrollo de actividades económicas potencialmente afectables.

El trazado de la Línea 2 del Metro de Bogotá se ubica en un contexto variado y comercial, debido a que tanto el trazado como las estaciones se desarrollan en vías principales de la ciudad que históricamente se han consolidado como núcleos de comercio, estas áreas comerciales se encuentran concentradas sobre la calle 72 específicamente.

En el área de influencia directa del trazado que cruza por la localidad de Barrios Unidos, se identifican talleres automotrices, mecánica para automóviles y motocicletas y venta, otro sector que se destaca es el de elaboración de avisos publicitarios y todo lo relacionado con publicidad.

Encontrando zonas en las que prestan servicios específicos como el sector entre la calle 72 y entre carreras 10 y Av. Caracas que corresponde a la localidad de Chapinero, en el área de influencia directa socioeconómica se identifican parte una parte del sector financiero de la ciudad, presencia de instituciones educativas y un reconocido sector gastronómico, comercio mixto y presencia de vendedores ambulantes.

En la calle 72 hacia en occidente a la altura de carrera 30, se identifica un importante sector de transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería, ebanistería y fábrica y venta, fabricación de Jacuzzi y venta de piscinas, venta de maderas aserraderos, tapicerías y, dos callcenter.

En el tramo de la calle 72 entre la Av. Carrera 68 y la Avenida Boyacá y se presenta comercio mixto y misceláneos con una gran variedad de productos y servicios, es importante mencionar que este comercio se presenta sobre las vía principal, la calle 72 una o dos cuadras tanto al norte como al sur tienen uso residencial.

Las estaciones ubicadas en la Avenida Ciudad de Cali con calle 80, 90 y 93 se caracterizan por la presencia de lubricantes talleres automotrices, reparación de bicicletas, comercio es menor escala, establecimientos que realizan autolavado de motocicletas, almacenes de víveres y se destaca el parque la Serena, el sector residencial y la Universidad Minuto de Dios.

Las estaciones ubicadas en la Avenida Longitudinal de Occidente están rodeadas de zonas verdes, instituciones educativas, zonas de parqueaderos, talleres de mecánica, se identifican también área de acopio de reciclaje, se destaca comercialmente la carrera 139 como una zona comercial con venta de ropa, en la última estación ubicada en la calle 145, se identifica la entrada al patio de los STIP con comercio mixto con presencia significativa de conjuntos residenciales.

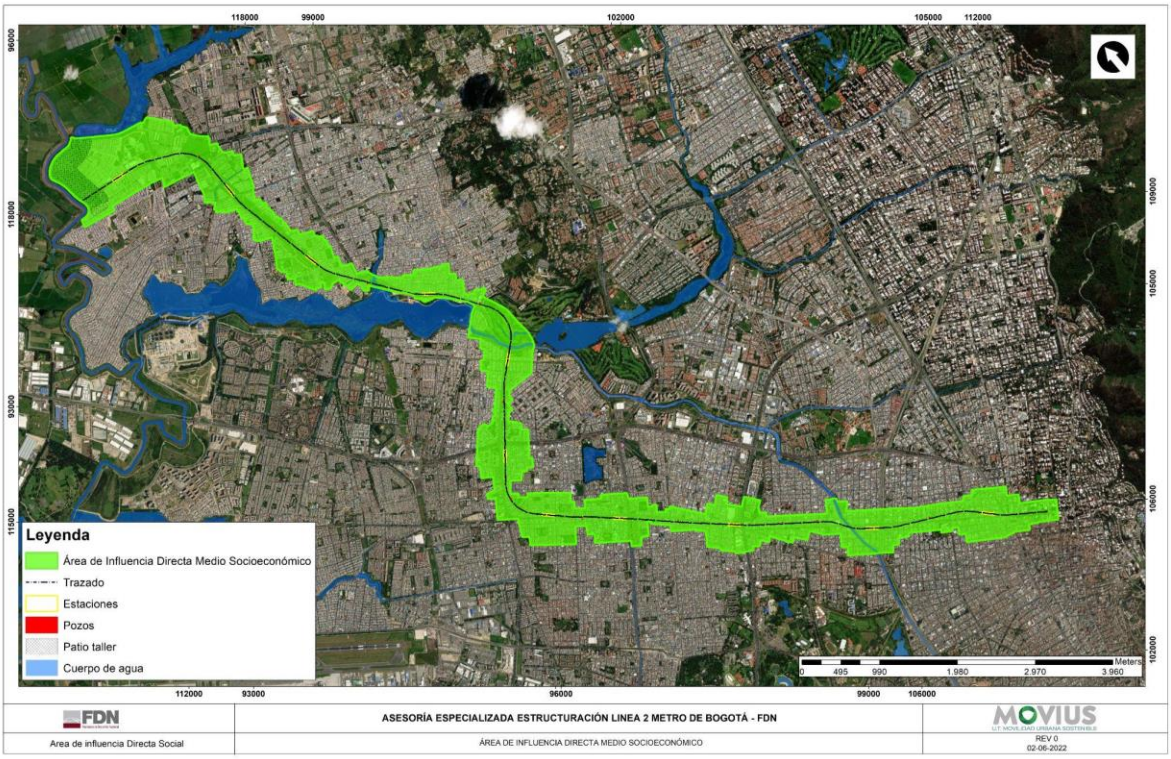


Figura 38. AID del medio socioeconómico del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.3.3. Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta se determina teniendo en cuenta lo establecido en la ET05 Estudio de Impacto Ambiental y Social "*... definir el* ***área de influencia indirecta*** *del Proyecto teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos.*" Para el medio socioeconómico se consideró como el área de contexto y dónde los impactos como generación de empleo, Fortalecimiento de la red interinstitucional en torno a la línea 2 del Metro y fortalecimiento de la cultura ciudad impactos de carácter positivo se presentarán.

A partir de identificación de las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas y las áreas de influencia de los componentes físico y biótico en las que pueden llegar a trascender los impactos, área de influencia Indirecta del medio socioeconómico, está conformada por las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba.

Tabla 12. Localidades

Localidades POT decreto 190 de 2004
Chapinero
Barrios Unidos
Engativá
Suba

Fuente: Secretaria de Planeación Distrital, 2004

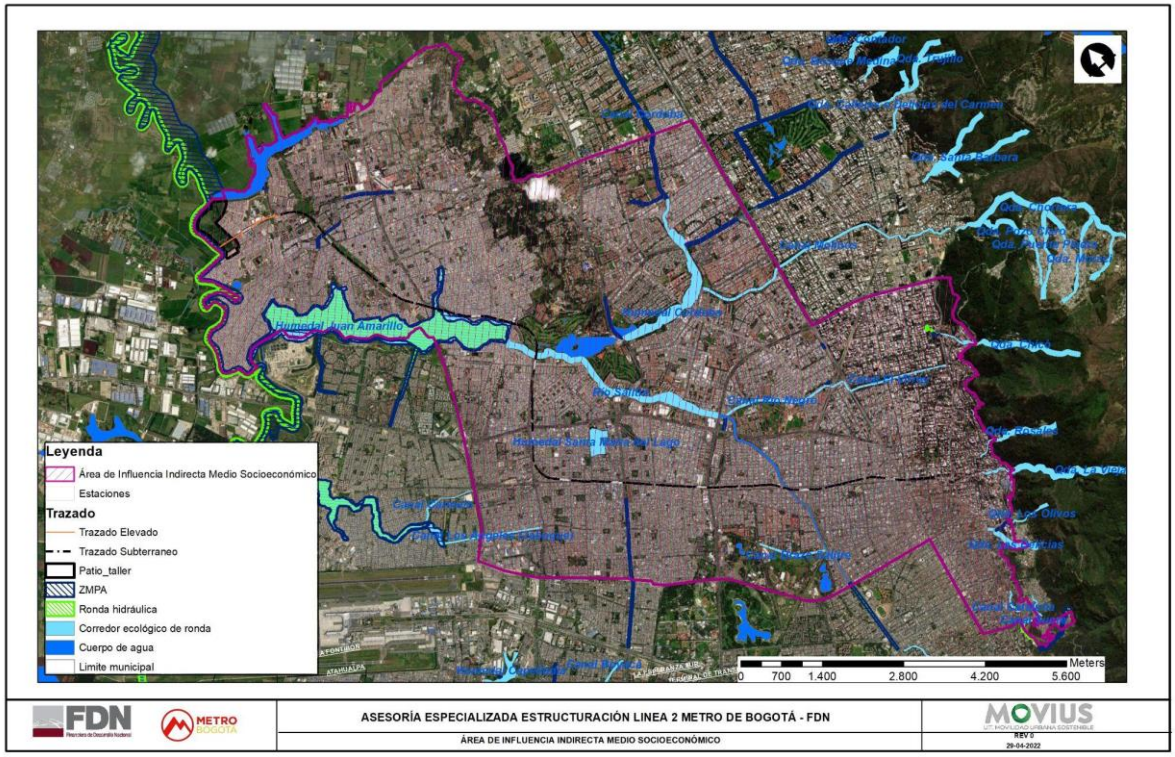
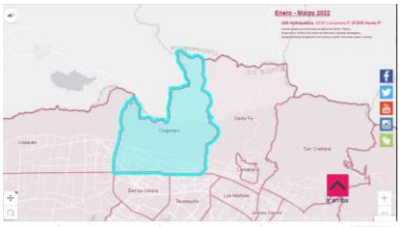


Figura 39. AII del medio socioeconómico del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.3.4. Características de las localidades

A continuación se presenta una descripción consolidada de las localidades de acuerdo con lo establecido en las ET05 Estudio de Impacto Ambiental y Social, no obstante en el capítulo 5.4 Línea base del medio socioeconómico se detalla la información en las dimensiones demográfica, espacial, cultural, económica y político administrativa con los análisis respectivos que dan cuenta de las características y condiciones de los territorios por los cuales se desarrollará el proyecto.

5.1.3.3.4.1. Localidad de Chapinero.

<table>
<tr><td>Chapinero No. 2</td><td>Población 126.591 Habitantes</td><td colspan="2">Ubicación y área 3.8 ha</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
  </td><td colspan="2">Está ubicada en el centro-oriente de la ciudad y limita, al norte, con la calle 100 y la vía a La Calera, vías que la separan de la localidad de Usaquén; por el occidente, el eje vial Autopista Norte-Avenida Caracas que la separa de las localidades de Barrios Unidos y Teusaquillo; en el oriente, las estribaciones del páramo de Cruz Verde, la Piedra de la Ballena, el Pan de Azúcar y el cerro de la Moya, crean el límite entre la localidad y los municipios de La Calera y Choachí.</td></tr>
<tr><td>UPZ Número y Nombre</td><td>Estratos</td><td>Usos</td><td>Dotación</td></tr>
<tr><td>88 El Refugio
89 San Isidro Patios
90 Pardo Rubio
97 Chicó Lago
99 Chapinero</td><td>Número de manzanas por estrato económico.
Sin estrato 158
Estrato 1 124
Estrato 2 178
Estrato 3 55
Estrato 4 205
Estrato 5 126
Estrato 6 337
Fuente: Decreto 394 de Julio de 2017.</td><td>Los usos predominantes en la localidad son los siguientes: uso residencial con el 50,9%, uso de servicios con el 26,7% y el comercial con el 11,8%., uso dotacional con 10,4% .</td><td>3 Colegios Distritales
4 Hospitales
4 Parques
25 Centros comerciales</td></tr>
<tr><td colspan="2">Condiciones de seguridad</td><td>Legalidad y regularización de los barrios</td><td>Fuentes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Datos enero -marzo del 2022 versus febrero de 2021
Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos OAIEE
Ene-Mar 2022 2021
Homicidios 1 2
Lesiones personales 122 148
Hurto a personas 1.433 2.317</td><td>La localidad está conformada por cinco (5) UPZ, una UPR (Unidad de Planeamiento Rural) y cincuenta 50 barrios.

De acuerdo con el diagnóstico por localidades de la Secretaría Distrital de Planeación, 2022, la localidad se encuentra sin desarrollos regularizados en proceso.</td><td>Páginas oficiales de las alcaldías locales.

https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades

https://scj.gov.co/es/oficina-oaiee/boletines

https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades

Diagnóstico por localidades. Secretaría Distrital de Planeación, 2022</td></tr>
</table>

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.3.4.2. Localidad de Barrios Unidos.

<table>
<tr><td>Barrios Unidos No. 12</td><td>Población 273.396 Habitantes (2020)</td><td colspan="2">Ubicación y área 1.190 ha</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">La localidad de Barrios Unidos se ubica en el noroccidente de la ciudad y limita, al occidente, con la avenida carrera 68, vía que la separa de la localidad de Engativá; al sur limita con la calle 63, la cual es divisoria entre la localidad de Teusaquillo; al norte limita con la calle 100, que la separa de la localidad Suba y al oriente con la avenida Caracas, que la separa de la localidad de Chapinero. (Catastro Bogotá, 2014)</td></tr>
<tr><td>UPZ Número y Nombre</td><td>Estratos</td><td>Usos</td><td>Dotación</td></tr>
<tr><td>21 Los Andes
22 12 de Octubre
98 Los Alcázares
103 Parque Salitre</td><td>Número de manzanas por estrato económico.
Sin estrato 141
Estrato 1 -
Estrato 2 -
Estrato 3 133
Estrato 4 694
Estrato 5 48
Estrato 6 -
AFuente: Decreto 394 de Julio de 2017.</td><td>Residencial 41,9% , industrial 0,6%, dotacional 8,9%, comercio y servicios 31,3%, área urbana integral 0,2% , suelo protegido 17,0%.</td><td>9 Colegios Distritales
5 Hospitales
74 Parques
3 Centros comerciales</td></tr>
<tr><td colspan="2">Condiciones de seguridad</td><td>Legalidad y regularización de los barrios</td><td>Fuentes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Datos enero -marzo del 2022 versus febrero de 2021
Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos OAIEE
Ene-Mar 2022 2021
Homicidios 3 0
Lesiones personales 111 177
Hurto a personas 926 1.150</td><td>La localidad está conformada por cuatro (4) UPZ, y cuarenta y cuatro (44) barrios.

De acuerdo con el diagnóstico por localidades de la Secretaría Distrital de Planeación 2022, la localidad se encuentra sin desarrollos regularizados en proceso.</td><td>Páginas oficiales de las alcaldías locales.
https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades
https://scj.gov.co/es/oficina-oaiee/boletines
https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades
Diagnóstico por</td></tr>
</table>

		localidades. Secretaría Distrital de Planeación, 2022

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.3.4.3. Localidad de Engativá

Engativá No. 10	**Población** 815.259 Habitantes	**Ubicación y área** 3.588,1 ha	
		Engativá está ubicada en la zona occidental de la ciudad, limita, al norte, con el río Juan Amarillo que la separa de la localidad de Suba; al sur, con la avenida El Dorado o calle 26 y el antiguo camino de Engativá que la separan de la localidad de Fontibón; al oriente, con la avenida calle 68 y las localidades de Barrios Unidos y Teusaquillo, y al occidente, con el río Bogotá y el municipio de Cota.	
UPZ Número y Nombre	**Estratos**	**Usos**	**Dotación**
26 Las Ferias 29 Minuto de Dios 30 Boyacá Real 31 Santa Cecilia 72 Bolivia 73 Garcés Navas 74 Engativá 105 Jardín Botánico 116 Álamos	Número de manzanas por estrato económico. Sin estrato 595 Estrato 1 35 Estrato 2 1.074 Estrato 3 2.510 Estrato 4 138 Estrato 5 - Estrato 6 - *Fuente: Decreto 394 de Julio de 2017.*	Residencial 54,9%,. industrial 4,4%, dotacional 3,8%, comercio y servicios 9,6%,, área de actividad central 0,3%, área urbana integral 13,9%, suelo protegido 8,3%.	35 Colegios 1 Hospitales 543 Escenarios Públicos Deportivos 18 Centros comerciales
Condiciones de seguridad		**Legalidad y regularización de los barrios**	**Fuentes**
Datos enero -marzo del 2022 versus febrero de 2021 Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos OAIEE Ene-Mar 2022 2021 Homicidios 6 14 Lesiones personales 403 505 Hurto a personas 2612 2.802		La localidad está conformada por nueve (9) UPZ y trescientos treinta y dos (332) barrios. De acuerdo con el diagnóstico por localidades de la Secretaría Distrital de Planeación 2022, la localidad ha negado la legalización urbanística para dos(2) desarrollos ilegales y están en estudio 8 asentamientos de 3,25 has para su legalización y se	Páginas oficiales de las alcaldías locales. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades https://scj.gov.co/es/oficina-oaiee/boletines

	tienen identificados otros seis (6) desarrollos de 1,80 has.	https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades Diagnóstico por localidades. Secretaría Distrital de Planeación, 2022

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.3.3.4.4. Localidad de Suba

Suba No. 11	**Población** 1'252.675Habitantes	**Ubicación y área** 10.056 ha	
		La localidad de Suba está ubicada en el extremo noroccidental de la ciudad y limita por el norte con el municipio de Chía, por el sur con la localidad de Engativá, por el oriente con la localidad de Usaquén y por el occidente con el municipio de Cota. *"Suba está en el norte de Bogotá. Es reconocida por sus amplios espacios naturales como los cerros de Suba y La Conejera o el parque mirador de los Nevados y cuenta con los humedales Juan Amarillo, Córdoba y La Conejera, junto con Bosa son las dos localidades que cuentan con un cabildo indígen". https://bogota.gov.co*	
UPZ Número y Nombre	**Estratos**	**Usos**	**Dotación**
2 La Academia 3 Guaymaral 17 San José de Bavaria 18 Britalia 19 El Prado 20 La Alhambra 23 Casablanca Suba 24 Niza 25 La Floresta 27 Suba 28 El Rincón 71 Tibabuyes	Número de manzanas por estrato económico. Sin estrato 501 Estrato 1 25 Estrato 2 2.148 Estrato 3 1.102 Estrato 4 441 Estrato 5 523 Estrato 6 134 *Fuente: Decreto 394 de Julio de 2017.*	Residencial 50,8%, industrial 0,6%, dotacional 17,0%, comercio y servicios 2,1%, área de actividad central 0,1%, área urbana integral 16,6%, suelo protegido 2,8% (sin información) 10,0%	29 Colegios 5 Hospitales 3 Parques 20 Centros comerciales
Condiciones de seguridad		**Legalidad y regularización de los barrios**	**Fuentes**
Datos enero -marzo del 2022 versus febrero de 2021 Oficina de Análisis de Información y Estudios		La localidad está conformada por doce (12) UPZ , una UPR y 1162 barrios.	Páginas oficiales de las alcaldías locales.

Estratégicos OAIEE Ene-Mar Homicidios Lesiones personales Hurto a personas	 2022 11 496 2337	 2021 14 614 2.940	La Secretaria Distrital de Planeación con respecto a la Legalización señala: Que se han identificado 269 desarrollos informales y se han legalizado 249 barrios que conforman un área de 995, 21 has con 65.797 lotes. Están en estudio dieciséis (16) desarrollos que tiene un área de 19,19 has y se tiene identificados cuatro (4) asentamientos informales de 1,78 has como pre diagnosticados. Con respecto a la regularización. Señala que se tienen registrados 24 asentamientos informales para su regularización urbanística, de los cuales cuentan con acto administrativo de regularización un total de 2 barrios. Así mismo, se están estudiando para regularizar seis (6) desarrollos con 28,62 ha con 1184 lotes y se tienen como pre diagnosticados diez y seis (16) asentamientos que conforman un área de 125,95 ha.	https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades https://scj.gov.co/es/oficina-oaiee/boletines https://bogota.gov.co/mi-ciudad/localidades Diagnóstico por localidades. Secretaría Distrital de Planeación, 2022

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.4. Área de influencia final

5.1.5. Desarrollo metodológico.

5.1.5.1. Identificación definitiva de impactos

A partir de la evaluación ambiental y social (Capítulo 8. Evaluación de Impactos), la cual a su vez es resultado de los análisis de caracterización de la línea base (Capítulo 5. Caracterización del área de influencia), se establecieron los siguientes impactos a generar por las obras y actividades objeto de la solicitud de licencia (Véase Tabla 12).

Tabla 13. Impactos generados por el Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá

Código	Nombre del impacto
Impactos sobre el medio Abiótico	EA-ABI-01 Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición
	EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo
	EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas
	EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire
	EA-ABI-05 Alteración de los niveles de presión sonora.
	EA-ABI-06 Alteración de los niveles de vibración
	EA-ABI-07 Afectación por asentamientos
	EA-ABI-08 Reducción de Gases Efecto Invernadero
Impactos sobre el medio Biótico	EA-BIO-01 Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes
	EA-BIO-02 Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna
	EA-BIO-03 Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal-EEP
	EA-BIO-04 Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje
Impactos sobre el medio socioeconómico	EA-SOC-01 Generación de expectativas y conflictos
	EA-SOC-02 Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad
	EA-SOC-03 Fortalecimiento de la red interinstitucional entorno a la línea 2 del Metro
	EA-SOC-04 Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.
	EA-SOC-05 Afectación a la infraestructura pública y social
	EA-SOC-06 Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción
	EA-SOC-07 Generación temporal de empleo
	EA-SOC-08 Cambio en la dinámica en establecimiento
	EA-SOC-09 Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal

Código	Nombre del impacto
	EA-SOC-10 Cambios en la ocupación y valor del suelo
	EA-SOC-11 Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad
	EA-SOC-12 Afectación al patrimonio arqueológico
	EA-SOC-13 Afectación al Patrimonio Cultural

Fuente: UT MOVIUS 2022

La extensión establecida para estos impactos corresponderá al área de influencia definitiva de cada componente o grupo de componentes en análisis, en cumplimento de lo establecido por la metodología para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

5.1.5.2. Taller de expertos Área de Influencia Definitiva

Una vez realizada la evaluación ambiental y social de impactos, definida la extensión de los mismos y establecida el área de influencia definitiva para los diferentes componentes o grupos de componentes del ambiente se procedió a realizar un taller de expertos, con el objetivo de evaluar posibles implicaciones de las superposiciones e interacciones entre estas áreas identificadas. Los análisis realizados permitieron corroborar -en muchos casos- o redelimitar -en otros- las áreas de influencia definitiva para los diferentes grupos de componentes o componentes del ambiente.

5.1.6. Resultados - Área de Influencia Definitiva

El área de influencia definitiva para cada atributo, componente o grupo de componentes del proyecto es la resultante de los análisis de la información primaria obtenida en campo y como producto de la identificación, cualificación, cuantificación y jerarquización de impactos del proyecto, evaluación que se presenta desarrollada en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Social.

A continuación se presentan los análisis y los resultados obtenidos por medios y componentes, acompañado de sus correspondientes salidas gráficas.

5.1.6.1. Medio abiótico

5.1.6.1.1. Geología

5.1.6.1.1.1. Área de Influencia Directa e Indirecta

La definición y delimitación del área de influencia final o definitiva del componente geológico, involucra el análisis de los criterios establecidos inicialmente en las áreas de influencia preliminar y la definición de los diseños de ingeniería involucrando los resultados de la caracterización a partir de las exploraciones directas en campo y la información de referencia; se define espacialmente las áreas que son impactadas por las actividades del proyecto en el área de estudio de acuerdo con la huella de intervención y se establece que para el componente geológico no se presentan cambios que se extiendan más allá del área de intervención a nivel del túnel, estaciones y las obras del tramo aéreo.

Se han definido zonas homogéneas a lo largo del trazado de la línea 2 del Metro de Bogotá con base en la interpretación geológica a partir de las perforaciones del subsuelo, donde se logran identificar tres tipos de depósitos a lo largo del trazado: Qpd (depósito de pendiente), Qta (terraza alta - Fm Sabana) y Qlla (llanura de inundación). La distribución espacial de estos depósitos permite la identificación de cuatro zonas geológicamente homogéneas, siendo la Formación Sabana, la unidad de mayor extensión a lo largo del proyecto.

La primera zona geológicamente homogénea, se distribuye desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+700 y coincide con el depósito de pendiente (Qcc) y se caracteriza por ser la zona del proyecto donde se presenta la mayor variación de los tipos de suelo por su heterogeneidad, incluye el punto de inicio del trazado hasta aproximadamente la ubicación de la Estación 1.

La segunda zona geológicamente homogénea, se desarrolla desde la abscisa K0+700 hasta la abscisa K14+600 y se caracteriza por el predominio litológico asociado a sedimentos arcillosos-limosos, con variaciones en la humedad de moderada a alta. Constituye la unidad geológica predominante a lo largo del trazado y corresponde a depósitos de origen fluvio lacustre.

La tercera zona, se distribuye desde la abscisa K14+600 hasta la abscisa K15+000 y coincide con el contacto entre la Formación Sabana (Qta) y el depósito de la llanura de inundación del río Bogotá (Qlla), diferenciable por presentar granulometrías arcillo arenosas.

La cuarta zona homogénea va desde la abscisa K14+500 hasta la abscisa K15+530 y coincide con el contacto inferido entre el depósito de la terraza alta (Qta) y el depósito de la llanura de inundación del río Bogotá (Qlla), que fue definido con la identificación de un suelo arenoso.

Las obras del proyecto se compone de tres secciones tipo: i) Un tramo en túnel de 14,4 km de longitud (93% del trazado), ii) Un tramo en trinchera (transición túnel a viaducto) de 135 m de longitud (1% del trazado), iii) Un tramo en viaducto de 1 km de longitud (6% del trazado). La L2MB comienza en el eje de la calle 72 en cercanías de la carrera 10 y finaliza en el predio Fontanar del Río, ubicado al occidente de la ciudad junto al río Bogotá, donde se construirá el patio-taller.

Desde la perspectiva de implantación urbana y teniendo en cuenta los resultados de la caracterización geológica y considerando que se trata de una línea mayoritariamente subterránea, no se prevé afectaciones en superficie como se mencionó que se extiendan por fuera de la huella, no se generarán cambios o modificaciones a nivel de la geometría de las formaciones geológicas o de sus características litológicas en consecuencia de la obra y de la operación del proyecto. Adicionalmente, se ha dispuesto geométricamente un túnel profundo para aislarlo de la superficie lo cual minimiza las afecciones en superficie.

El modelo geológico expone la ocurrencia de tres unidades principales a lo largo del trazado, que dada la configuración del proyecto no se generarán cambios a nivel de su continuidad lateral ni vertical, solo se concentrará en la huella de intervención directa a nivel de las obras subterráneas como superficiales como consecuencia de las excavaciones puntuales en ese medio in situ a artificializado.

La espacialización del área de influencia definitiva se ilustra en la Figura 40, la cual se extiende a lo largo de 89,24 ha.

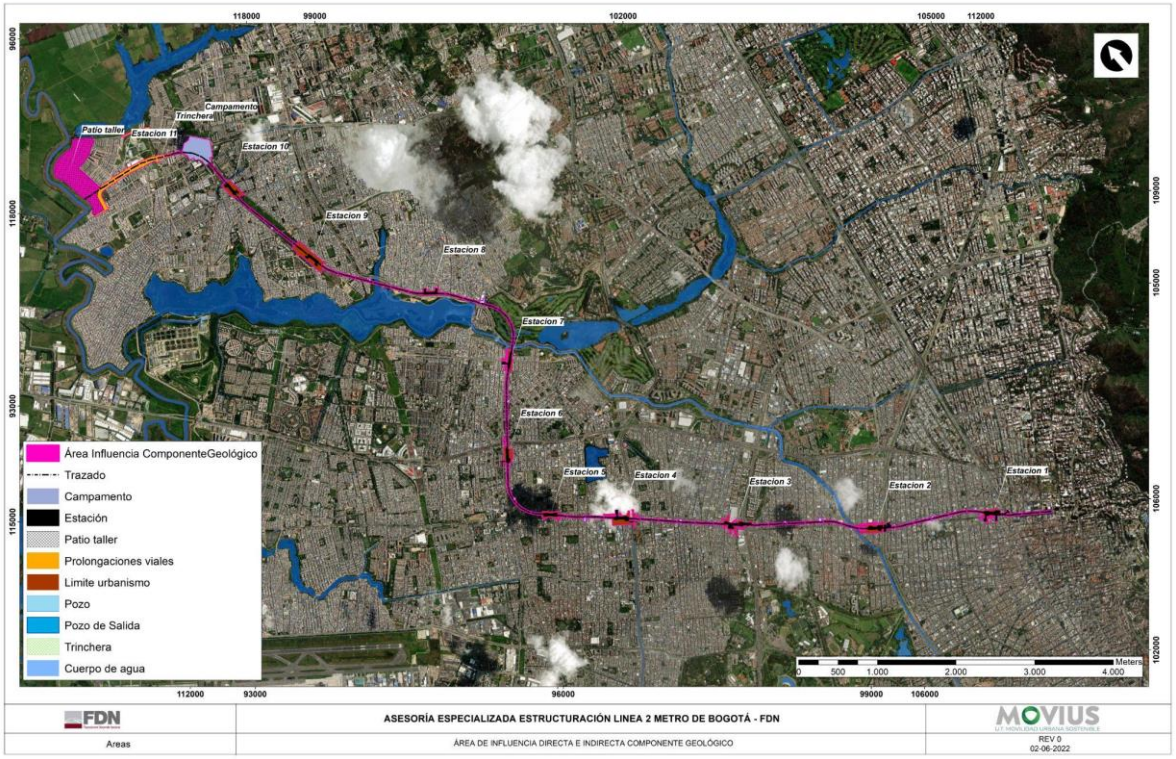


Figura 40. Área de influencia definitiva componente de geología
Fuente: UT MOVIUS 2022

5.1.6.1.2. Geomorfología

5.1.6.1.2.1. Área de Influencia Directa e Indirecta

En el componente geomorfológico las mayores implicaciones estarán asociadas a las obras superficiales y a nivel del tramo subterráneo asociado a los pozos y estaciones que incluye el límite de intervención urbanístico, bajo la consideración que implican áreas de maniobra en superficie y áreas de mejoramiento del terreno.

Para el tramo elevado se incluye el segmento final del trazado del proyecto, que relaciona la propuesta desde el componente estructural que consiste en la construcción de un viaducto, con sección transversal tipo Gran U apoyado en pilas de sección circular.

Durante la transición el pozo de salida ubicado entre las abscisas K14+280 y K14+507, estará protegido por un sistema de pantallas preexcavadas con una placa de cimentación que soporta la vía férrea con una placa superior que soporta las vías vehiculares que pasan sobre el pozo. Las obras implicarán un cambio a nivel de la rasante del terreno, remoción en la cobertura vegetal existente y finalmente en el área del patio taller cambios a nivel de la morfometría del terreno por las actividades de mejoramiento del terreno y la construcción de los terraplenes. Las intervenciones generarán cambios a nivel de las coberturas vegetales existentes y variaciones a nivel de la conformación del terreno, Figura 41 y Figura 42.

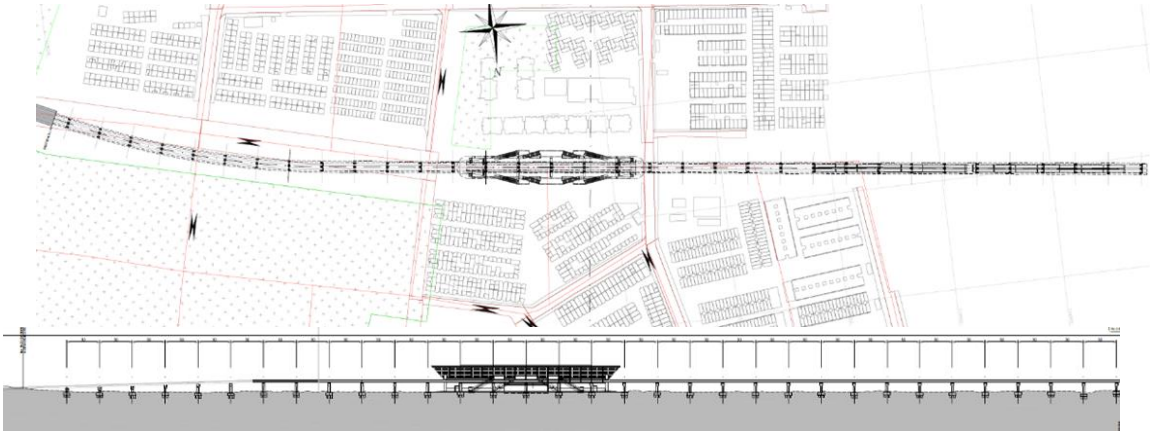


Figura 41. Planta y perfil longitudinal del viaducto elevado y planteamiento de pilas
Fuente: UT MOVIUS 2022

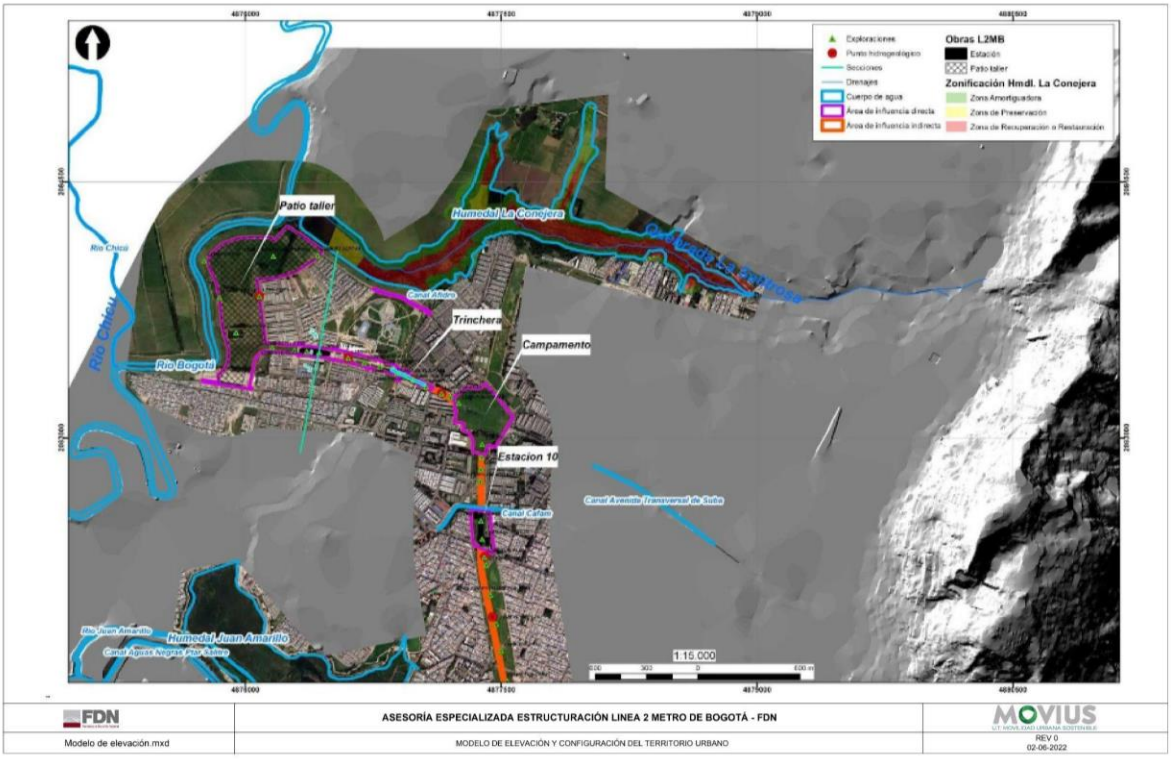


Figura 42. Modelo de elevación y configuración del territorio urbano sobre la ortofoto, la distribución de las intervenciones del proyecto en fucsia
Fuente: UT MOVIUS 2022

La espacialización del área de influencia definitiva se ilustra en la Figura 43, la cual se extiende a lo largo de 70,39 Ha.

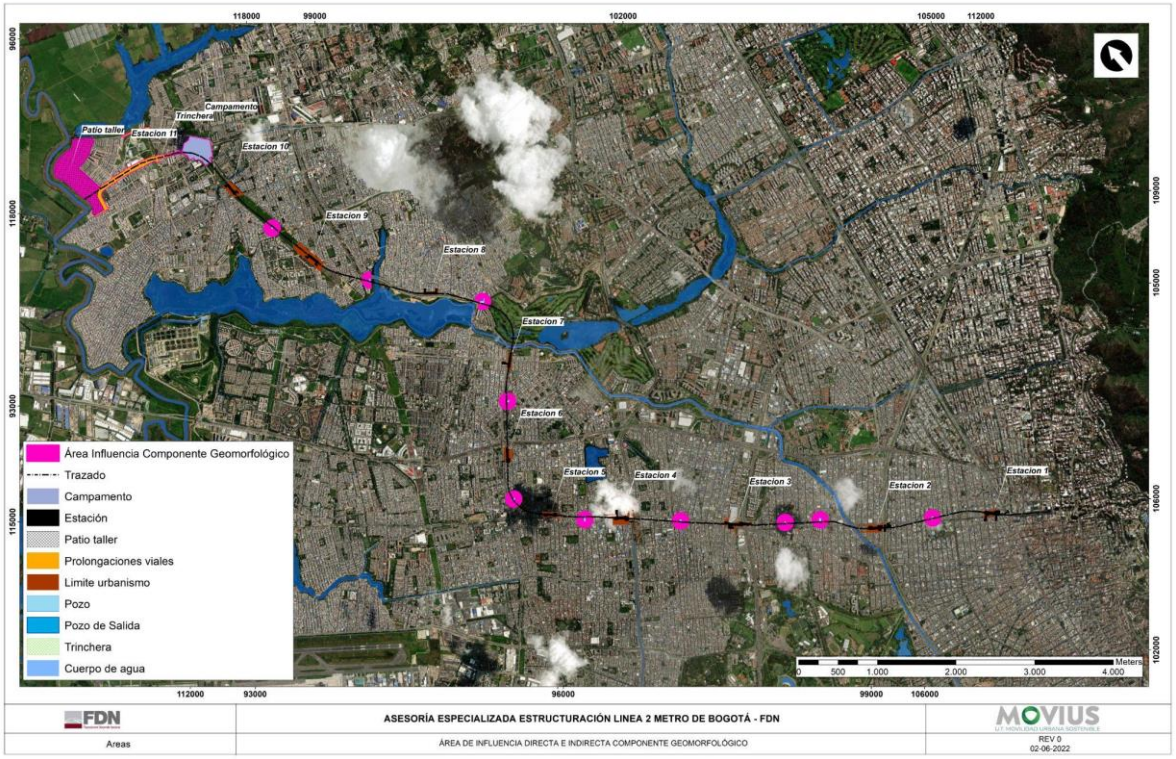


Figura 43. Área de influencia directa e indirecta definitiva componente de geomorfología
Fuente: UT MOVIUS 2022

5.1.6.1.3. Paisaje

A partir de las definiciones anteriores del AID y el AII, sumado a la delimitación del Área de Influencia de Paisaje - AIP Preliminar ya expuesta, se procedió a la definición del AIP final. Como resultado de los criterios establecidos y los análisis correspondientes, se unificaron las áreas de influencia directa e indirecta en una sola área de influencia de paisaje, considerando que los criterios que enmarcan al Área de Influencia Directa quedan inmersos espacialmente en los del Área de Influencia Indirecta.

Para el componente del paisaje se contempla la manifestación de un impacto denominado “Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje". A continuación, se presentan los criterios que se establecieron para la definición del área de influencia directa e indirecta del componente paisaje.

5.1.6.1.3.1. Criterios para la identificación del área de influencia

Los criterios para la identificación del Área de Influencia de Paisaje durante la etapa de construcción y operación son los siguientes, ejemplificados de igual manera en la Figura 44:

- Áreas en donde se construirán las obras superficiales del proyecto como lo son, los campamentos, las vías de acceso, la cola de maniobras a nivel superficial, las 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de bombeo y/o de ventilación y emergencia, el tramo con tipología elevada y el Patio taller. Las obras subterráneas como lo son las requeridas para la construcción del túnel no afectan al componente paisajístico. También están incluidas todas las zonas de intervención urbanística. De igual manera, la delimitación del AIP final se ajustó de manera sustancial a partir de las precisiones en el diseño de las obras que se han adelantado a lo largo del tiempo. Estas áreas de intervención delimitaron directamente el área de influencia directa.
- Visibilidad de los observadores, donde se consideran a los observadores a pie cercanos a la zona de desarrollo de la obra, además de la primera línea de edificaciones aledañas o con visión al proyecto (Figura 44-C) y vías hasta el primer cruce con alguna calle (Figura 44-D). Se aclara que la presencia de observadores es alta en todas las zonas aledañas al Proyecto, con excepción de la zona cercana al Patio Taller hacía el Río Bogotá. Para este criterio también se tomó en cuenta la altura de la infraestructura aledaña a las obras, la cual funcionará como obstáculo visual limitando la visibilidad previamente descrita. En las zonas de pastos que no presentan obstáculos como en la zona del Pozo 10 y la Estación 9, se estableció un límite de 100 m cómo máximo (plano inmediato).
- Lugares de mayor calidad paisajística en las zonas urbanas como lo son los parques y las coberturas con vegetación. De igual forma, se contemplaron los cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto y en donde se adelantarán las obras superficiales (Figura 44-A).
- La localización de los sitios de interés paisajístico que estén relacionados con el desarrollo de la obra y que estén directamente asociados, entre estos sitios se encuentran los parques, zonas verdes, monumentos o sitios de interés cultural y socioeconómico (Figura 44-B).

Se consideraron los insumos de las encuestas obtenidas con los integrantes de los comités de participación de la Línea 2 del Metro de Bogotá con el fin de interpretar la influencia de los sitios de interés paisajístico en la AIP, donde se contrastaron los lugares que estaban cercanos de las capas mencionadas anteriormente, descartándose los más distantes que no tienen visibilidad directa al proyecto. Se mantuvieron los parques del sector de Fontanar del Río, el costado norte del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y la zona empresarial del sector de la iglesia de la Porciúncula.

5.1.6.1.3.2. Área de influencia directa e indirecta de paisaje

De esta manera, se integraron los ejes mencionados en el área preliminar de paisaje, con los ajustes correspondientes a las áreas de intervención y la visibilidad del proyecto de manera detallada, como se menciona en la Figura 45.



Figura 44. Ejemplo de inclusión de criterios espaciales para la delimitación del AIP.
A. Cuerpo de agua como elemento de paisaje de alta importancia incluído en el AIP .B. Sitio de interés paisajístico incluído en el AIP (Parque urbano). C. Viviendas desde donde se logran observar los cambios en el paisaje por el proyecto. D. Vías desde donde se logran observar los cambios en el paisaje por el Proyecto (hasta el cruce con la primera calle).
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

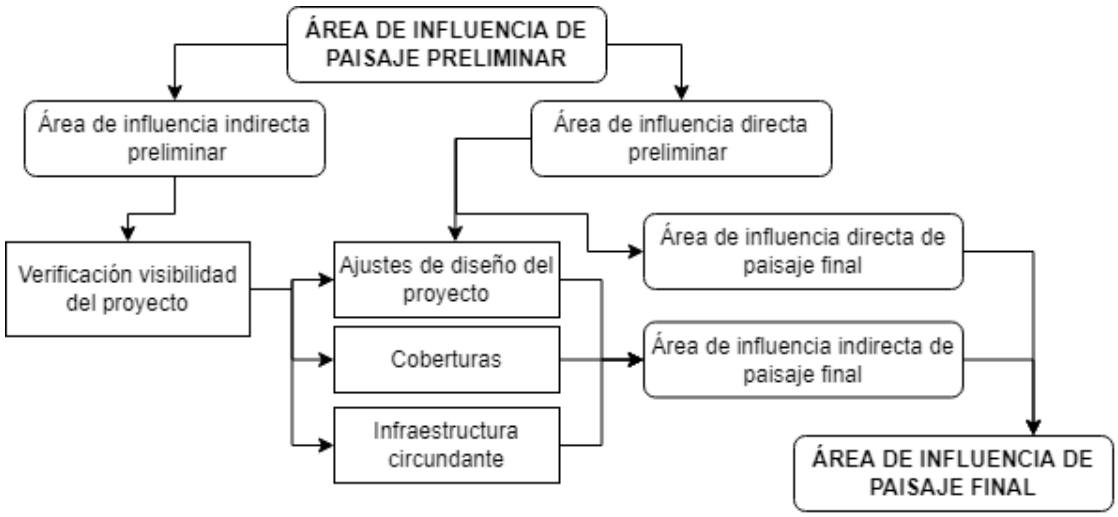


Figura 45. Diagrama de flujo metodológico para definición de área de influencia de paisaje final
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Se resaltan las afectaciones que tendrá el proyecto durante la construcción, en primer lugar en áreas con coberturas vegetales, y en segundo lugar, en áreas cercanas a cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto, como lo son el brazo del humedal Juan Amarillo, el canal Salitre y el canal Cafam, por la posible afectación de las obras cercanas sobre el paisaje adyacente a las coberturas de alta caldiad visual como lo son los cuerpos de agua.

Con base en todos los criterios y aclaraciones anteriores, el área de influencia de paisaje final (Figura 46) comprende un área total de 197,83 ha.

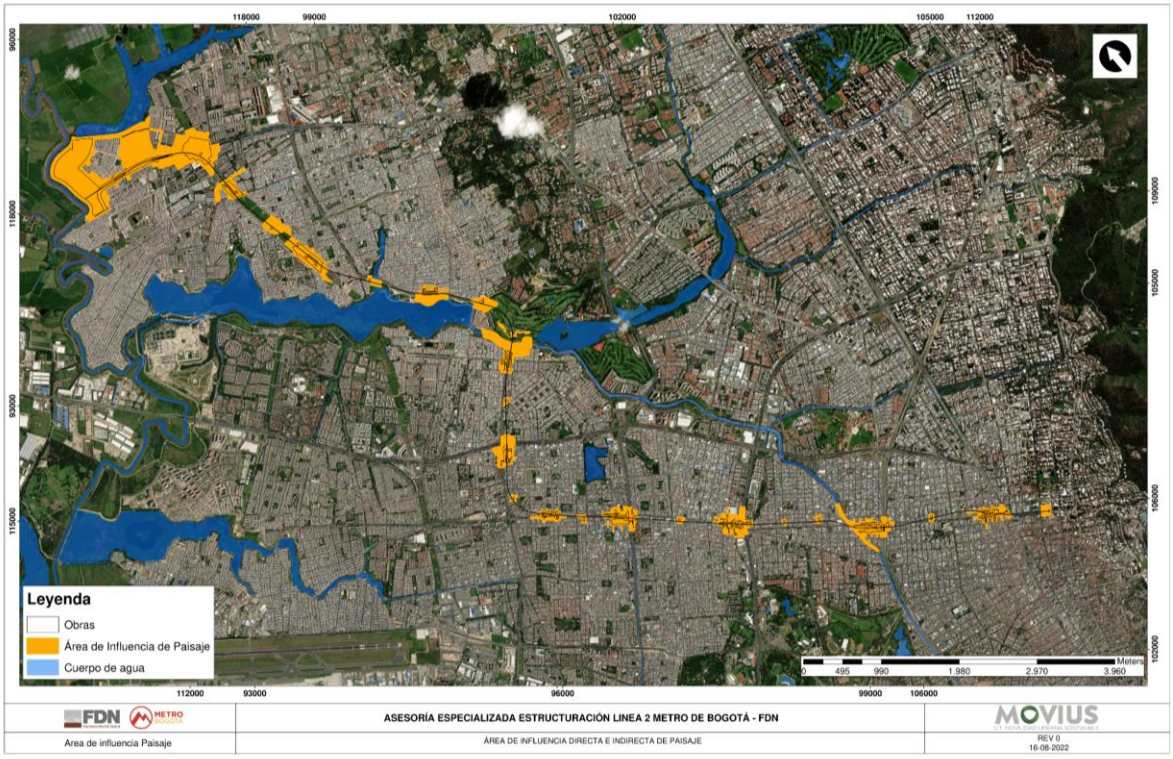


Figura 46. Área influencia de paisaje final
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.1.4. Suelos

5.1.6.1.4.1. Área de Influencia directa e Indirecta

Teniendo en cuenta las características del proyecto se establece un área de influencia directa e indirecta para el componente de suelos, basado en lo siguiente:

Para el área de influencia directa se consideraron las unidades de suelos susceptibles de intervención por las actividades del proyecto de forma directa como el retiro de cobertura y el retiro parcial o total del suelo. Dichas actividades serán ejecutadas en áreas dispuestas para el patio taller, estaciones y en áreas con infraestructura asociada. Es de aclarar que

el área de influencia indirecta coincidirá con el área de influencia directa, dado que no se prevén que los impactos trasciendan el espacio físico del Proyecto al ser una intervención puntual para el componente.

Por lo anterior un impacto que se manifestara por las actividades de construcción y operación será la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo. Dicho impacto indica los cambios en las características físicas como: textura, permeabilidad, estructura entre otros. Para las características químicas se consideran parámetros como: pH y relaciones catiónicas.

A continuación, en la Figura 47 se presenta el AID y AII definitiva para el componente suelos, con un área total de 80,17 ha, que corresponde a la huella del proyecto.

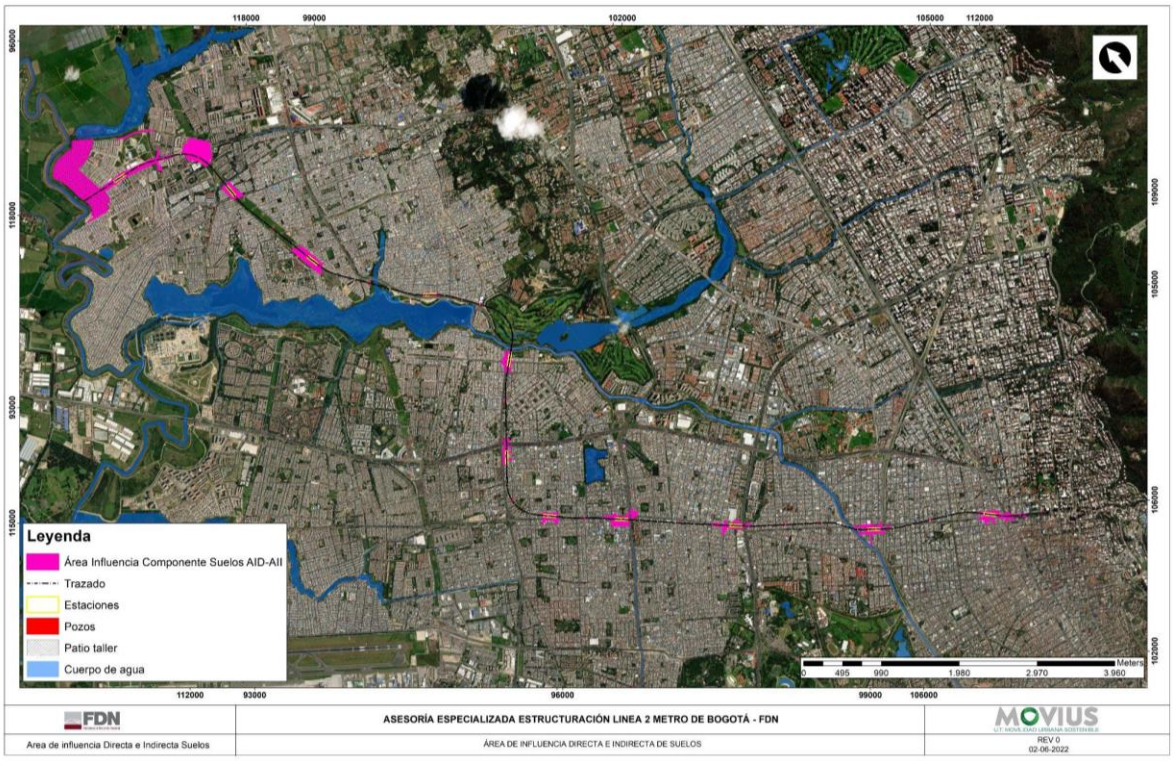


Figura 47. Área de influencia directa e indirecta definitiva del componente suelos
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.1.5. Hidrología

Teniendo en cuenta que el área de influencia es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación del proyecto; en este sentido, por las condiciones particulares del proyecto, es decir, teniendo en cuenta que gran parte del trazado proyectado para la Línea 2 del Metro de Bogotá es subterráneo, no se presentan cruces a nivel de terreno entre la red hídrica y el alineamiento del proyecto ni intervenciones a los cuerpos de agua asociadas a ocupaciones de cauce. Por lo anterior, al no existir impactos para el componente hidrológico, no se genera un área de influencia ni directa ni indirecta para este componente.

Se resalta que, aunque no se tienen cruces superficiales de la red hídrica con el proyecto y por consiguiente no se genera un area de influencia para este componente, para efectos de los análisis hidrológicos, se realizará la caracterización de las cuencas o areas de drenaje asociadas a los cuerpos de agua identificados como lo son el canal Salitre, el rio Salitre, el brazo del humedal Juan Amarillo, el canal Cafam y el rio Bogotá.

5.1.6.1.6. Calidad del Agua

5.1.6.1.6.1. Área de Influencia Directa e Indirecta

El área de influencia directa para el componente de calidad de agua es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; en este sentido y teniendo en cuenta la descripción del proyecto realizada en el Capítulo 3 - Descripción del Proyecto, en donde se indica que no se presentaran intervenciones en los cuerpos de agua asociados a vertimientos o captaciones. Tampoco presentan cruces a nivel de terreno entre la red hídrica y el alineamiento del proyecto ni intervenciones en los cuerpos de agua asociadas a ocupaciones de cauce. Por lo anterior, al no existir impactos para el componente de calidad de agua, no se define área de influencia ni directa ni indirecta para este componente

Adicionalmente se aclara que se realizan monitoreos con el fin de verificar las condiciones en las que se encuentran los cuerpos de agua y se cuente con una línea base que permita dar respuestas a la comunidad en caso de peticiones, quejas o reclamos generadas por la comunidad.

5.1.6.1.7. Hidrogeología

A partir de los conceptos presentados en el numeral de área de influencia preliminar (5.1.3.1.7) y en conjunto con los resultados de la modelación numérica -cuya explicación detallada se presenta en el capítulo de Línea Base- se define el área de influencia definitiva para el componente hidrogeológico.

Las modelaciones numéricas se han desarrollado para dos zonas de interés especial: el sector del humedal Juan Amarillo, localizado entre el K8+000 y K12+500, y el sector de inicio del trazado de la línea, localizado en la Av. Calle 72 entre el K0+000 y K2+500.

En toda el área de estudio, salvo en la zona de la Av. Calle 72 entre el K0+000 y el K2+500, el trazado de la línea se desarrolla por la formación Sabana, que se caracteriza por materiales con permeabilidades muy bajas, mientras que en la zona de la Av. Calle 72 entre el K0+000 y el K2+500 la línea discurre por la formación Complejo de Conos, la cual se caracteriza por permeabilidades más altas, que favorecen el flujo del agua subterránea. En lo que respecta las características particulares del sistema constructivo y de la infraestructura a conformar, estas son básicamente las mismas a todo lo largo del trazado.

Dado este contexto, se ha procedido a modelar de manera detallada por una parte la zona del humedal Juan Amarillo entre el K8+000 y el K12+500, en donde la presencia del humedal hace pertinente desarrollar un análisis detallado del comportamiento hidrogeológico, y en la cual los resultados del ejercicio son además representativos del resto del área de estudio salvo de la zona de la Av. Calle 72 entre el K0+000 y el K2+500. Y, por otra parte, se ha modelado la zona de la Av. Calle 72 entre el K0+000 y el K2+500, en la que pueden presentarse flujos de agua subterránea más significativos.

A continuación se presentan los resultados de los dos MHN recién mencionados en lo relacionado con variación de niveles

freáticos, de manera que se puedan valorar los criterios ya definidos en los análisis de Área de Influencia Preliminar, según los cuales se define el AID como aquella en la que pudieran presentarse abatimientos de niveles freáticos mayores a 1,0 m y el AII como aquella en la que pudieran presentarse abatimientos mayores a 0,5 m por efecto del desarrollo del proyecto.

- Zona del Humedal Juan Amarillo

Análisis de niveles de flujo

Con el objetivo de establecer el nivel de influencia de las obras en cuanto a variación del nivel freático, se ha estimado en referencia a la condición actual el abatimiento para la línea del metro incluyendo pozos y estaciones en escenario de operación (con proyecto). La modelación de la condición proyectada ha considerado la presencia de las obras, para lo cual se ha asignado una conductancia de 1 x 10^{-12} m/s, correspondiente a la conductancia típica del concreto, al contorno de la excavación del túnel así como a las pantallas asociadas a la conformación de las estaciones y pozos del proyecto.

En la Figura 48 y Figura 49 se presenta (a manera de ejemplo) una sección transversal por el eje del túnel para la condición actual y en operación (con proyecto) - en la zona de los cerros de Suba (ver localización en la Figura 50), en conjunto con las direcciones de flujo del sistema. Los resultados de la modelación no muestran ningún tipo de afectación sobre la superficie freática ni distorsión en las direcciones de flujo, con un gradiente que sigue la conformación topográfica del sistema, posicionando a las fuentes de aguas superficiales como puntos de drenaje.

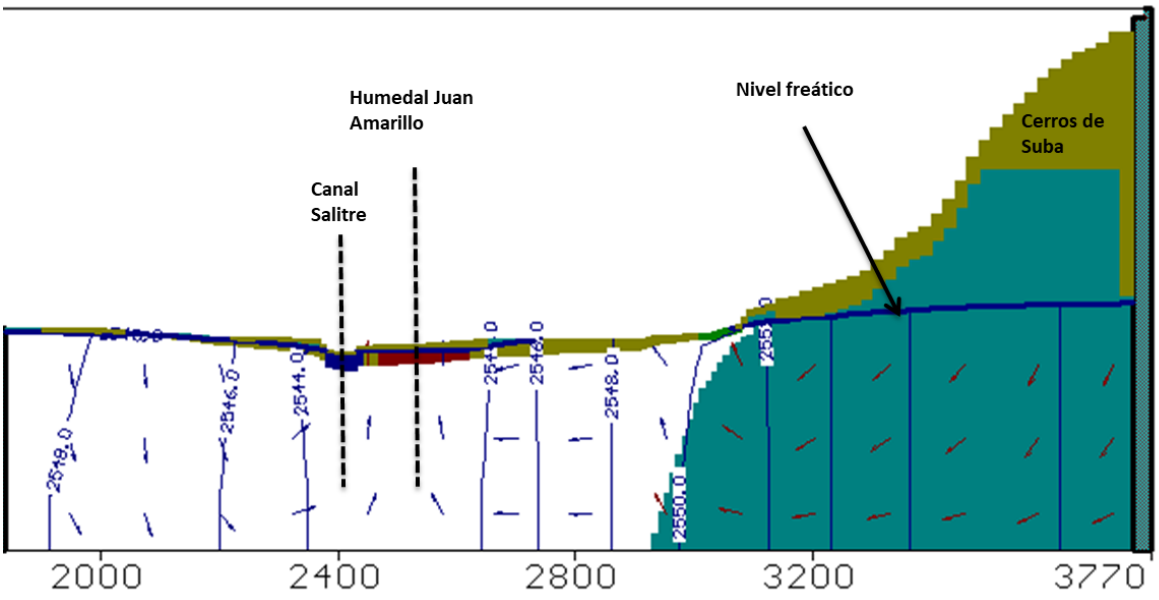


Figura 48. Sección transversal - Sector Cerros de Suba - escenario actual, Fila 252 del modelo.
Fuente: UT MOVIUS 2022

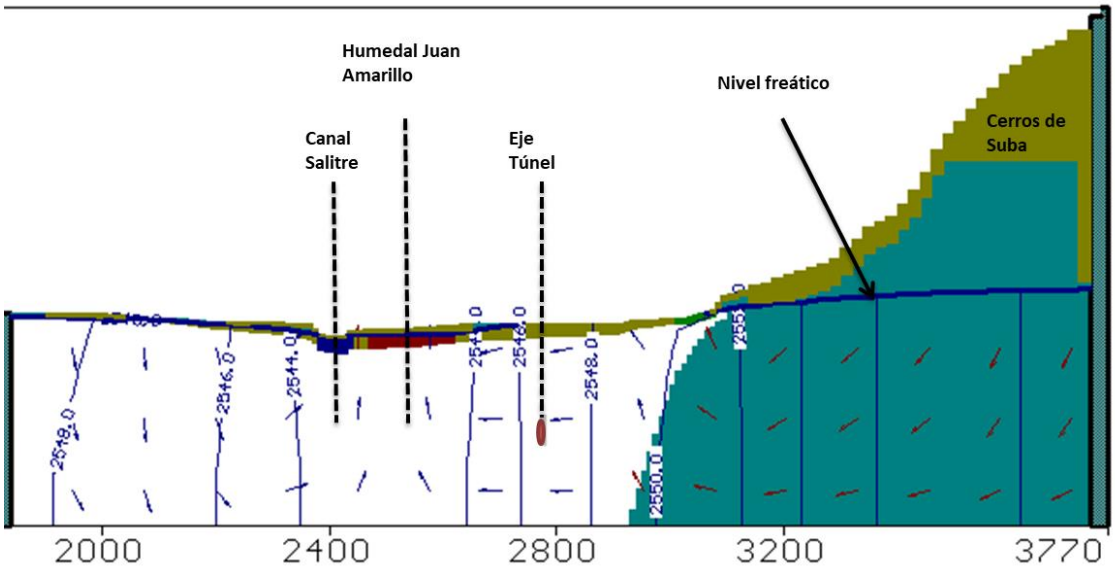


Figura 49. Sección transversal - Sector Cerros de Suba - escenario de operación (con proyecto), fila 252 del modelo.
Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 50. Ubicación en planta sección transversal - Sector Cerros de Suba , fila 252 del modelo.
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Zona Calle 72

Análisis de niveles de flujo

Con el objetivo de establecer el nivel de influencia de las obras en cuanto a variación del nivel freático, se ha estimado en referencia a la condición actual el abatimiento para la línea del metro incluyendo los pozos y estaciones asociados al escenario de operación (con proyecto).

En la Figura 51 y Figura 52 se presenta (a manera de ejemplo) una sección longitudinal E-O (que corta el trazado del túnel - en tres sectores particulares, 1. Zona de complejo de conos, 2. Transición de complejo de conos a formación sabana y 3 Formación Sabana) para la condición actual y en operación (con proyecto) - desde los cerros orientales hasta el canal Salitre (Ver Figura 53), en conjunto con las direcciones de flujo del sistema. Los resultados de la modelación no muestran ningún tipo de afectación sobre la superficie freática ni distorsión en las direcciones de flujo, con un gradiente que sigue la conformación topográfica del sistema, posicionando a las fuentes de aguas superficiales como puntos de drenaje.

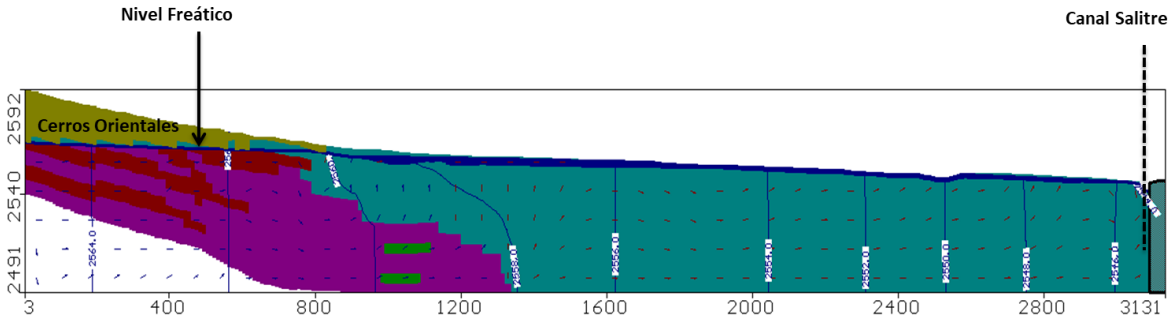


Figura 51. Sección Longitudinal - escenario actual, Columna 70 del modelo.
Fuente: UT MOVIUS 2022

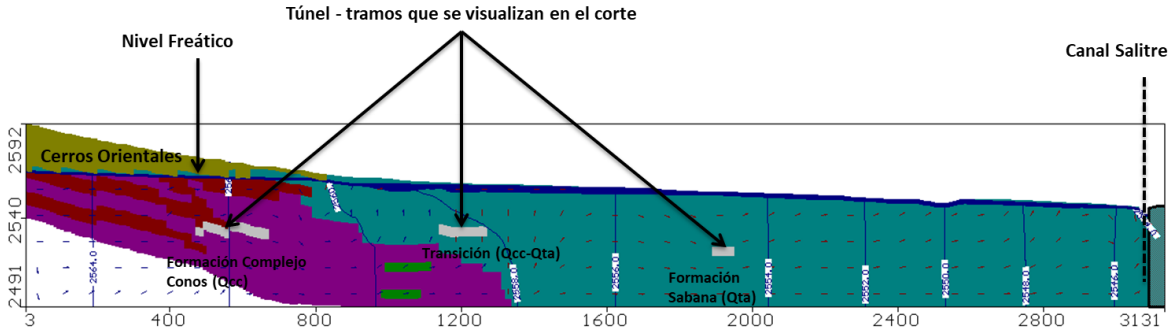


Figura 52. Sección longitudinal - escenario de operación (con proyecto), Columna 70 del modelo.
Fuente: UT MOVIUS 2022

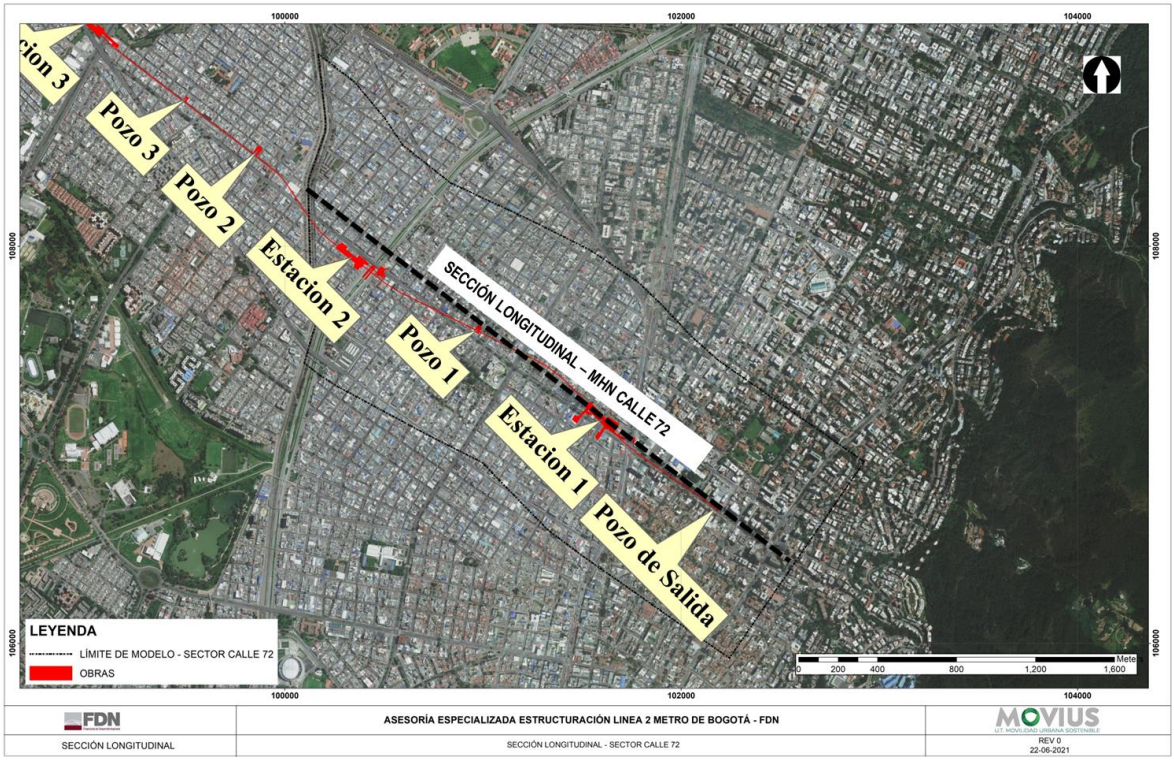


Figura 53. Ubicación en planta sección longitudinal - Sector Calle 72 , Columna 70 del modelo.
Fuente: UT MOVIUS 2022.

En vista de los resultados recién presentados, tanto el área de influencia directa (AID) como el área de influencia indirecta (AII) está definida por los límites de intervención en las estaciones y pozos, siendo estos los sectores en los que por efecto de las excavaciones, remoción de suelos y conformación de estructuras se presentan cambios en el nivel freático; por fuera de estos límites de intervención directa la superficie freática del sistema no está sujeta a cambios perceptibles. Esto está conforme a las particularidades del sistema constructivo planteado -el cual está orientado a generar condiciones de impermeabilidad en frentes de excavación y límites de obras- y a las particularidades hidrogeológicas del área de interés -cuyos suelos son muy poco permeables a lo largo de la zona de estudio salvo en la zona de la Av. Calle 72 entre el K0+000 y el K2+500- y pudo ser corroborado gracias a los resultados de las simulaciones desarrolladas que involucran la operación de la infraestructura para la L2MB.

5.1.6.1.7.1. Área de Influencia Directa

Conforme los resultados de la modelación no reflejan modificación alguna de la superficie freática del sistema una vez entra en operación la L2MB, el área de influencia directa desde el componente hidrogeológico queda definida por los límites de intervención en las estaciones y pozos, entendidos estos para cada estación o pozo como el perímetro de los muros-pantalla asociados a la estructura, el cual está asociado tanto al cuerpo principal de la misma como a los accesos asociados (esto explica que el contorno de las áreas de influencia no sea perfectamente rectangular en el caso de las estaciones). Al interior de estos perímetros, el suelo existente es removido y la superficie freática queda interrumpida. En la Figura 52 se presenta el área de influencia directa bajo las consideraciones antes expuestas, con un área total de 8,80 ha que corresponde a los contornos de muros-pantalla en estaciones y pozos.

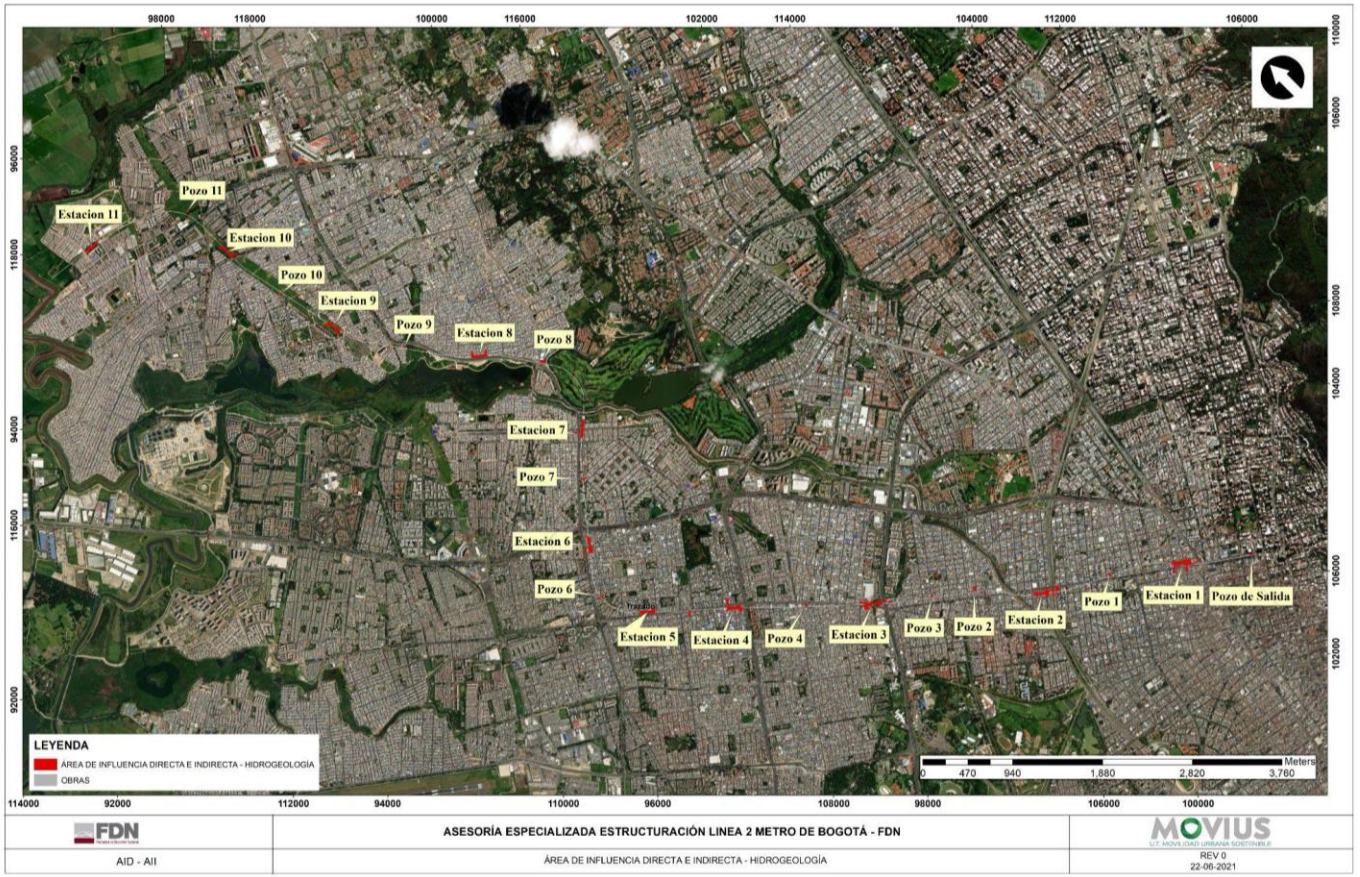


Figura 54. Área de influencia directa - hidrogeología
Fuente: UT MOVIUS 2022

5.1.6.1.7.2. Área de Influencia Indirecta

Tal como se mencionó en el numeral de área de influencia directa la conformación de la línea subterránea del metro, estaciones y pozos no genera modificación alguna en la superficie de agua freática.

De la misma forma que en el caso del AID, la definición del área parte del hecho de que los resultados de la modelación no reflejan modificación alguna de la superficie freática del sistema una vez entra en operación la L2MB, por lo cual el AII desde el componente hidrogeológico queda definida por los límites de intervención en las estaciones y pozos, entendidos estos para cada estación o pozo como el perímetro de los muros-pantalla asociados a la estructura, el cual está asociado tanto al cuerpo principal de la misma como a los accesos asociados (esto explica que el contorno de las áreas de influencia no sea perfectamente rectangular en el caso de las estaciones). Al interior de estos perímetros, el suelo existente es removido y la superficie freática queda interrumpida.

En la Figura 55 se presenta el AII desde el componente de hidrogeología, que, al igual que en el caso del AID, corresponde a 8,80 ha en total.

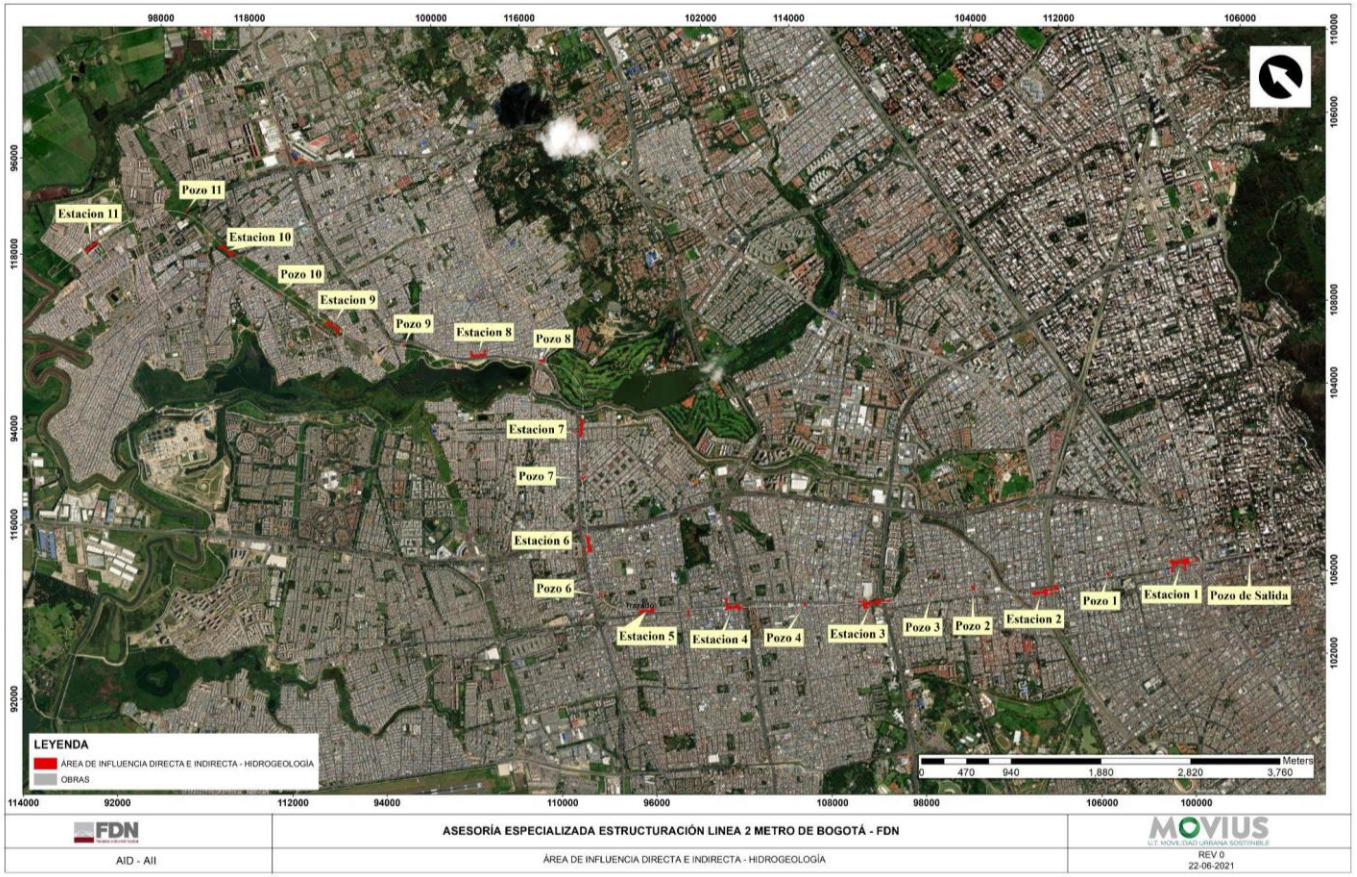


Figura 55. Área de influencia indirecta - hidrogeología
Fuente: UT MOVIUS 2022

5.1.6.1.8. Geotecnia

5.1.6.1.8.1. Área de Influencia Directa e Indirecta

Para la definición del área de influencia directa definitiva del componente, se sustenta en las siguientes consideraciones:

- Criterios asociados a las actividades constructivas del túnel

Con base en la información analizada como las comprobaciones de magnitud de asientos para la profundidad de implantación establecida del túnel a lo largo del trazado, se aplicará la técnica constructiva con una tuneladora tipo EPB (Earth pressure Balance). La máquina estará compuesta por un escudo cerrado, con una cámara donde se aplica presión de agua y tierra, en el frente balanceada con las presiones hidrostáticas y tierra encontradas, con el fin de controlar los desplazamientos. El efecto de soporte y balance de presiones, se logra con el material de la excavación, el cual es mezclado con agua o aditivos condicionantes dependiendo del tipo de material por excavar, para formar un lodo de consistencia suave a muy suave, que se retira a través del tornillo sin fin de sistema ubicado detrás de la cámara y la cabeza cortadora, para luego ser evacuado hasta la zona de depósito. El *"gap"* que deja la cabeza cortadora se rellena con inyecciones de lechada inmediatamente se va avanzado, para reducir el efecto de los desplazamientos y, en consecuencia, la subsidencia o asientos en superficie. Al ser hermético el sistema construcción con máquina TBM con sistema EPB, se elimina la posibilidad de tener infiltraciones hacia el túnel y en consecuencia efectos de consolidación del terreno como de afectaciones a cuerpos de agua en superficie. Este sistema constructivo ha sido implementado en cientos de kilómetros de túneles para metro en áreas urbanas en el mundo, en diámetros y materiales de características a excavar similares a las del L2MB. Un caso muy similar a las condiciones de la Línea 2 del Metro de Bogotá lo constituye la línea 12 del metro de México, que fue construido en suelos lacustres (arcillas principalmente) debajo de edificaciones de patrimonio histórico, como debajo de humedales y ríos, sin problemas o repercusiones en superficie. Además en la ciudad de Bogotá, se tienen ya experiencia de construcción de túneles con el mismo sistema constructivo (TBM con EPB) para varios interceptores de aguas residuales de la EAAB, que a su vez también cruzaron cuerpos de agua en superficie como edificaciones, que si bien son menor diámetro que la L2MB fueron exitosos, sin reportarse problemas.

Por otra parte el sistema con EPB utiliza algunos condicionantes del terreno (espumas, polímeros y/o bentonita), ya sea para garantizar la presión del frente (dependiendo del tipo de material), como para el manejo y extracción de la rezaga. Respecto a este tema es importante aclarar, que el uso de bicomponentes que se utilizan para acondicionar el material de suelo y garantizar la presión del frente, existen en el mercado proveedores de esos productos que garantizan bajo normas que estos elementos no tengan impactos ambientales.

El tipo de revestimiento del túnel, que es colocado en anillos de dovelas dentro del escudo inmediatamente se va avanzando corresponde con elementos prefabricadas de concreto reforzado, los cuales son diseñadas para ser completamente estancas e impermeables y resistir las cargas del terreno el agua como cargas de origen constructivo. El método constructivo como ya se mencionó, permite un contrabalance de presiones del terreno y de las aguas, manteniendo la hermeticidad con los escudos de la máquina, como con los sellos previstos en los segmentos de los anillos de dovela, evitando así que se afecte el nivel freático, el desecamiento de la fuentes hídrica superficiales entre otros.

- Criterios asociados a las actividades constructivas de las estaciones

Para el proyecto, se han previsto dos tipologías de estaciones subterráneas, una para la estación 1, Av. Caracas y otra para las 9 estaciones restantes. La estación 1 tendrá una longitud interior de 160 m y un ancho interior de 31,8 m. Esta estación tendrá una tapa superior, tres mezzanines y una losa de fondo con solera curva. La tipología para las estaciones restantes tendrá una longitud útil de 160 m y 23,2 m de ancho. Estas estaciones tendrán una tapa superior, tres mezzanines y la losa de fondo con solera curva. Todas las estaciones tendrán una profundidad media a riel de 31 m y estarán

conformadas por un muro pantalla perimetral de concreto reforzado de 1,20 m de espesor. En la Figura 56 y en la Figura 57 se muestran las características geométricas de las estaciones subterráneas.

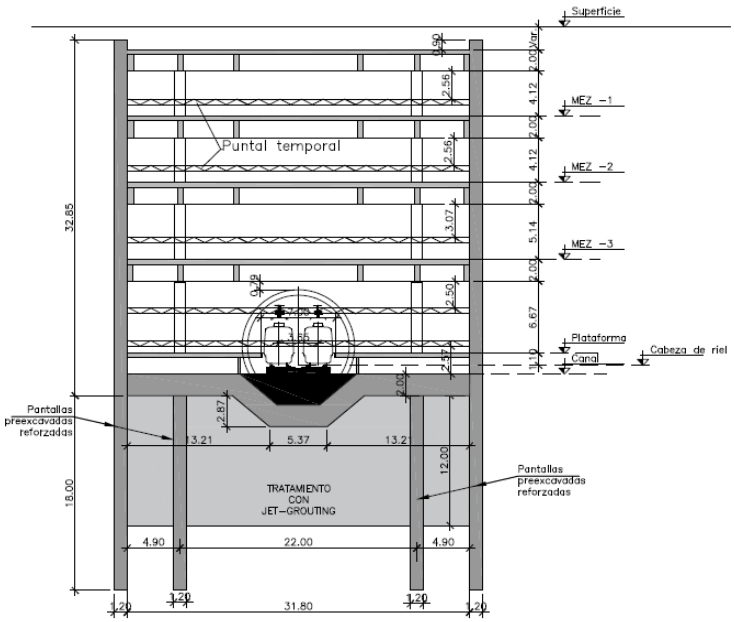


Figura 56. Sección transversal. Estación 1
Fuente: UT MOVIUS 2022

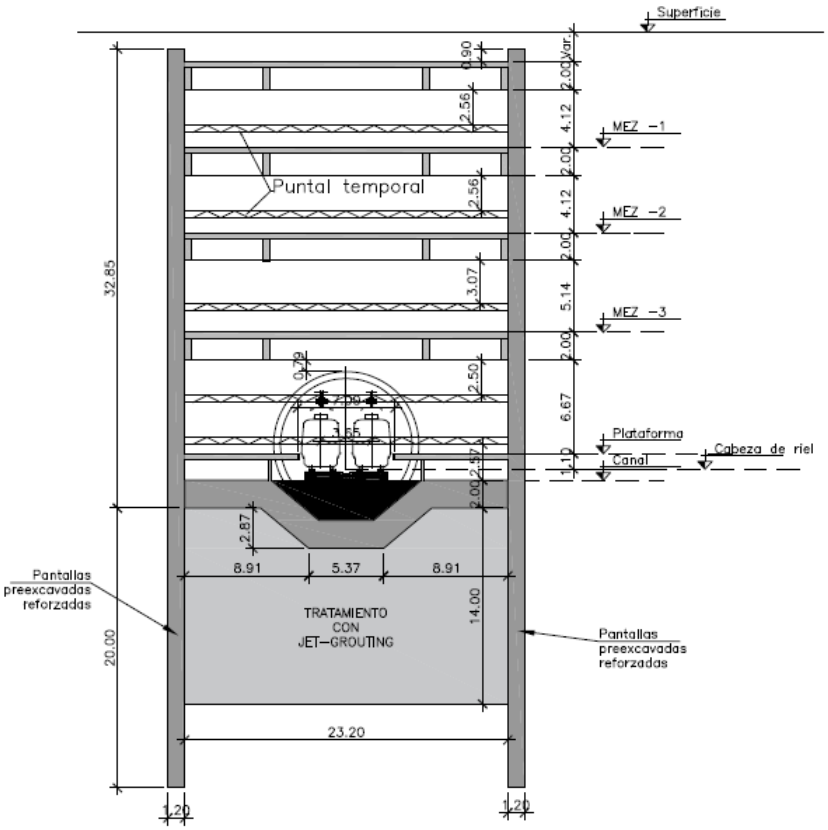


Figura 57. Sección transversal, estaciones 2 a 10.
Fuente: UT MOVIUS 2022

Las estaciones se construirán utilizando el sistema Cut & Cover, método invertido (top down). Este sistema, es usual en la construcción de estaciones subterráneas en líneas de metro. Consiste en la construcción de muros pantalla perimetrales pre excavados desde la superficie hasta la profundidad de empotramiento. 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, apuntalando adecuadamente las pantallas. Se procede de esta manera hasta llegar al nivel del fondo para ejecutar la contrabóveda en concreto. En la Figura 58 se aprecia un esquema de la secuencia constructiva del sistema constructivo Cut & Cover, método invertido (top down).

La construcción de las pantallas, puede generar fenómenos de deformaciones laterales y asentamientos, lo cual depende principalmente de los tiempos de instalación del sistema de puntales durante la etapa de construcción.

Los asentamientos están conformados por los asentamientos inmediatos y por consolidación. Los asentamientos inmediatos dependen de las propiedades elásticas de los suelos. Los asentamientos por consolidación se producen por la migración del agua hacia afuera de los suelos saturados como respuesta a una sobrecarga externa (consolidación primaria).

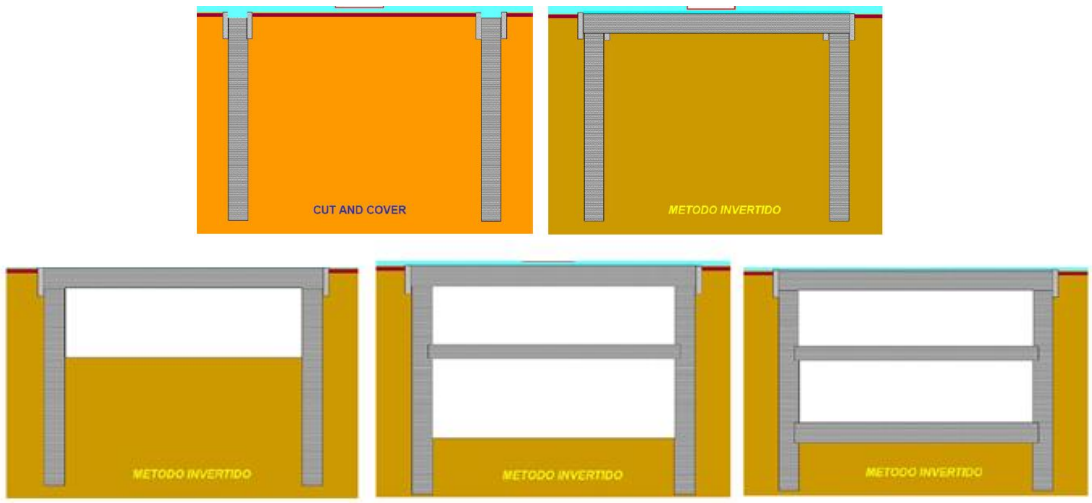


Figura 58. Excavación de pantalla preexcavadas. Cut & Cover. Método invertido
Fuente: UT MOVIUS 2022

Para verificar la interacción suelo estructura, se implementa un modelo computacional de elementos finitos para el análisis de la excavación de las estaciones subterráneas. La modelación considera el análisis de esfuerzos y deformación. La solución numérica permite estimar los desplazamientos y esfuerzos que se generarán tanto en la superficie del terreno como a lo largo de los elementos de contención durante cada etapa de la excavación.

Con respecto a los asentamientos y a las inclinaciones permisibles de las estructuras de contención para evitar la afectación a estructuras vecinas, existen varios criterios al respecto. La NSR-10, muestra los valores máximos diferenciales de los movimientos relativos entre cimentaciones conectadas por un mismo elemento estructural, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas y el tipo de estructura. Los límites de asentamientos diferenciales se presentan en la tabla H.4.9-1 de la NSR-10. (Véase Tabla 13).

Tabla 14. 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		Δmax
(a)	Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$l/1000$
(b)	Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$l/500$
(c)	Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$l/300$
(d)	Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$l/160$

Fuente: UT MOVIUS 2022

A partir de los resultados de desplazamientos obtenidos de la modelación numérica, 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). 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 lo anterior, en el caso de las estaciones subterráneas, estos asentamientos diferenciales se podrían presentar a una distancia de 6,5 m del muro pantalla. Esta franja de deformación está dentro del área prevista para adquisición predial.

Con respecto a la presencia de flujos de infiltración hacia el interior de las estaciones los cuales podrían generar fenómenos de consolidación del suelo, se tienen los siguientes comentarios:

- De acuerdo con las investigaciones geotécnicas, las estaciones serán excavadas en un material arcilloso lacustre blando, plástico, muy húmedo. Según los resultados de los ensayos de campo se tienen valores de permeabilidad de 1,0 x 10^{-7} cm/s a 5,0 x 10^{-8} cm/s, lo cual califica al suelo con una condición de drenaje prácticamente impermeable. Estos valores de permeabilidad implican velocidades de infiltración muy bajas a nulas en el material. Como referencia en la Figura 59, se muestra la escala de valores de permeabilidad en suelos.

- También, el efecto del flujo ascendente hacia el fondo de la excavación de las estaciones se dificulta considerando la longitud de empotramiento prevista para el muro.

- Por otra parte, una vía de penetración de agua a la estación podría ser a través de la sección transversal del muro. Sin embargo, el concreto que se requiere para la construcción de muros pantalla tiene una permeabilidad de 1x10^{-6} cm/s. Adicionalmente, con la adición de aditivos impermeabilizantes o mayor cantidad de cemento en la mezcla se puede aumentar la impermeabilidad de la pantalla.

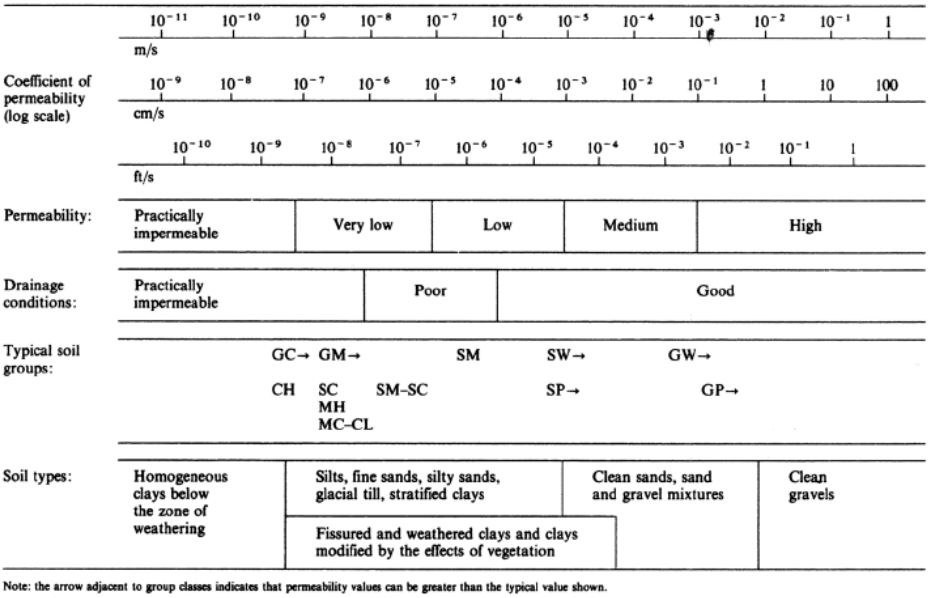


Figura 59. Valores típicos de permeabilidad para suelos(Casagrande, Fadum, 1940)
Fuente: UT MOVIUS 2022

- Otra posibilidad de ingreso de agua al muro es a través de las juntas verticales existentes en los muros pantalla. Para evitar ésto, existen varios sistemas para impermeabilizar las juntas, uno de ellos consiste en la instalación de sellos dobles de pvc como se ilustra en la Figura 60.

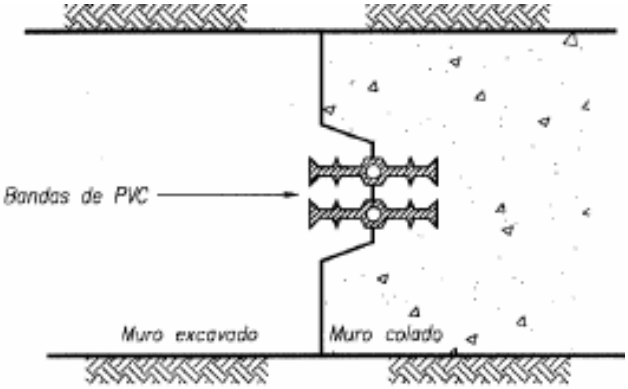


Figura 60. Vista en planta. Junta doble sello en pantallas (SMMS,2002)
Fuente: UT MOVIUS 2022

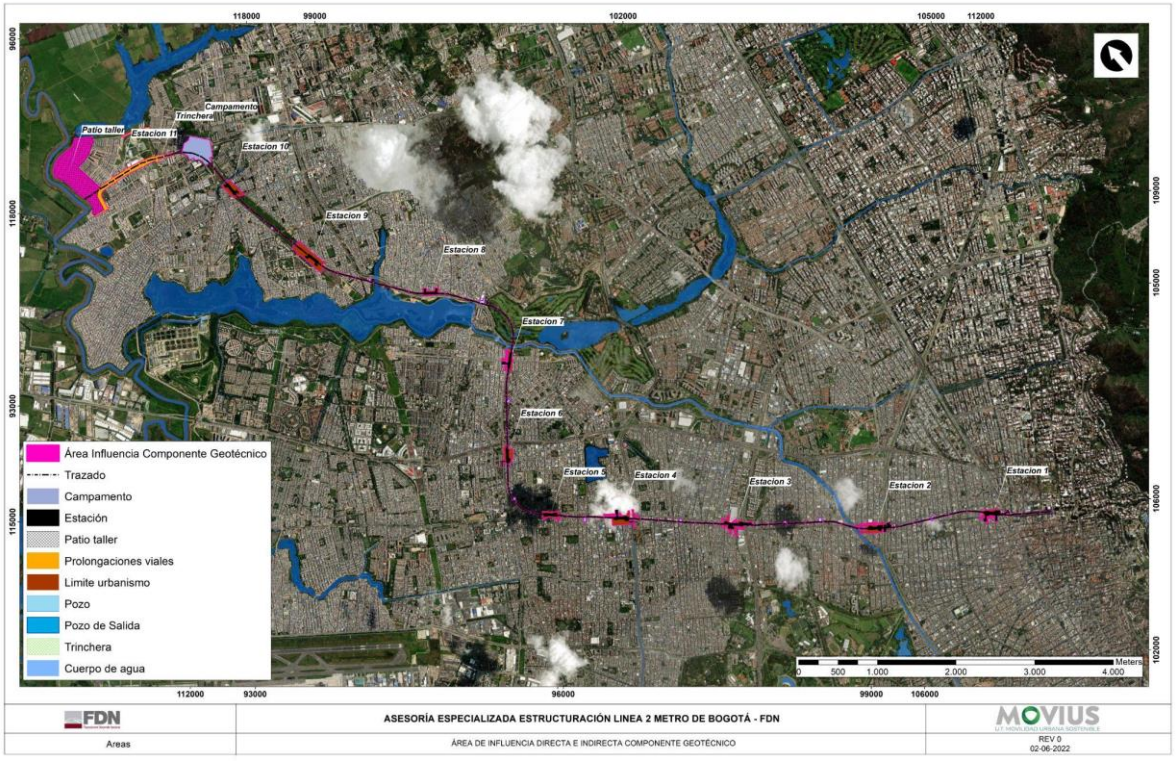


Figura 61. Área de influencia directa definitiva componente Geotecnia
Fuente: UT MOVIUS, 2022

5.1.6.1.9. Atmósfera - Aire

El área de influencia definitiva se determinó a partir de los resultados e interpretación de las simulaciones computacionales de dispersión de contaminantes atmosféricos. En ese sentido, el área de influencia que se presenta a continuación, corresponde a los contornos en superficie donde las concentraciones, tanto de gases como partículas, alcanzaron las

concentraciones promedio más altas en inmediaciones del proyecto, en otras palabras se evaluó la configuración técnica del proyecto y su potencial desarrollo e interacción con el territorio. Este ejercicio permitió concebir el área de influencia directa e indirecta del proyecto desde el componente atmosférico. En donde, se contempla la manifestación del impacto: Alteración de calidad de aire.

5.1.6.1.9.1. Área de Influencia Directa

Teniendo en cuenta que el área de influencia directa (AID) corresponde a aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación, relacionado con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. En este sentido, se establece como AID las áreas sujetas a intervención por parte del proyecto como patio taller, accesos, estaciones y en áreas con infraestructura asociada o de apoyo. El impacto generado se presenta principalmente en la etapa constructiva dado que en esta se ejecutarán las principales actividades generadoras de material particulado y emisión de gases, la cual abarca una extensión de 66,59 ha.

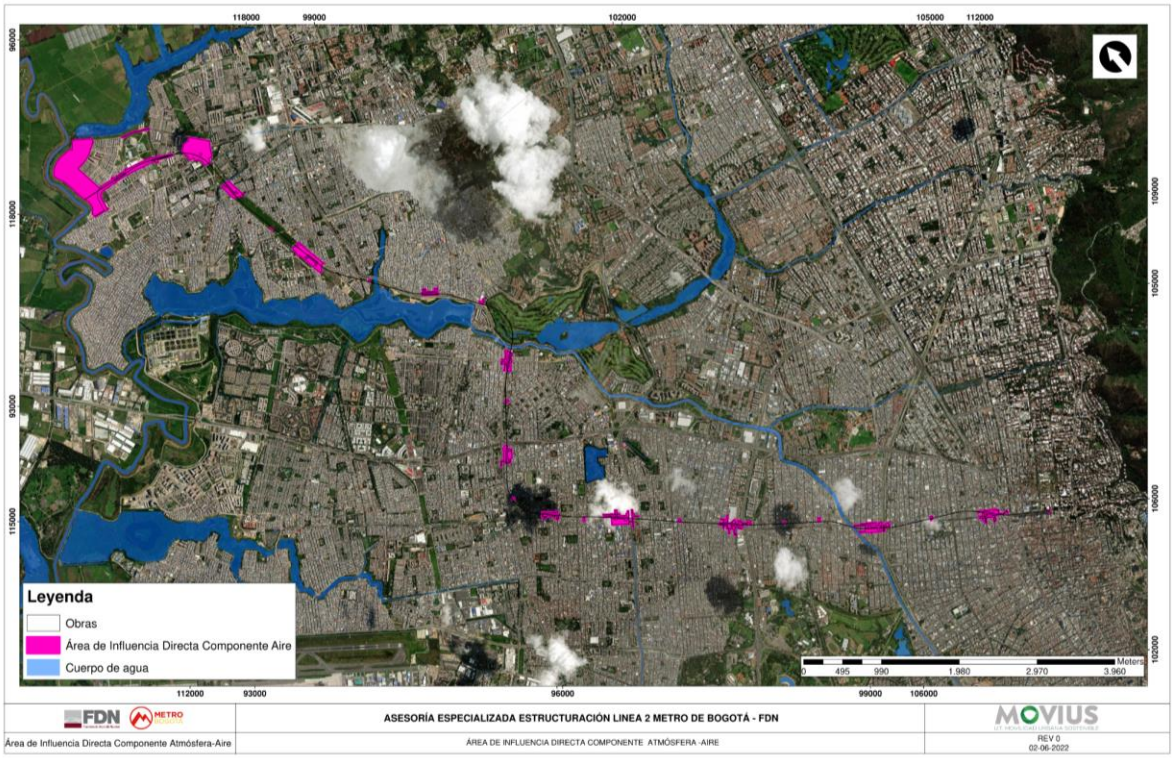


Figura 62. Área de influencia directa definitiva componente atmósfera - aire.
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.1.9.2. Área de Influencia Indirecta

Teniendo en cuenta que el área de influencia indirecta (AII) corresponde a aquella donde los impactos trascienden el

espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa del área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan dichos impactos. La unidad de análisis del elemento calidad del aire corresponde a la superposición de las isopletas de mayor extensión de material particulado (bien sea $PM_{2.5}$ o PM_{10}) a un periodo de exposición anual, considerando los límites normativos y concentraciones de fondo. Las isopletas fueron generadas por ejercicios de modelación numérica, en los que se incluye un análisis de receptores sensibles, concentraciones de fondo de calidad del aire y el escenario crítico del proyecto. La norma que establece los límites máximos permisibles de niveles de inmisión es la Resolución 2254 de 2017, la cual dispone que el límite anual de PM_{10} corresponde a 50 µg/m^3, y el de $PM_{2.5}$ a 25 µg/m^3 a condiciones de referencia. El área de influencia indirecta contempla 72,42 ha.

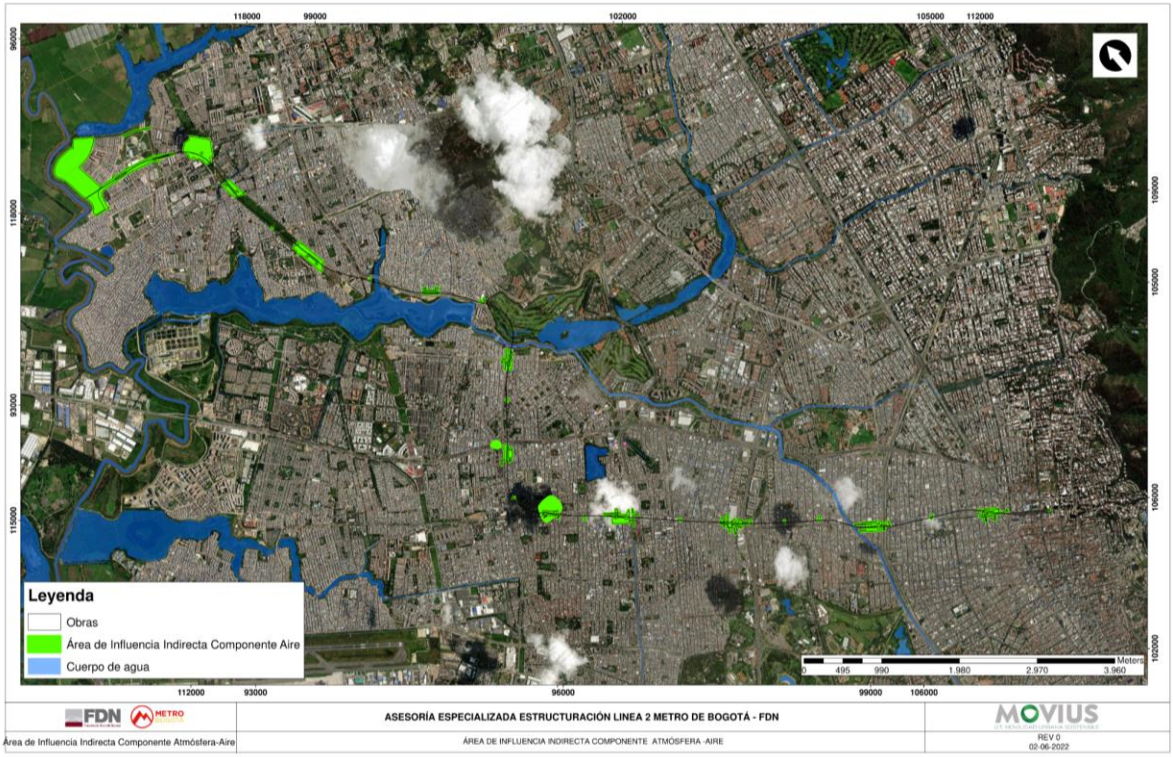


Figura 63. Área de influencia indirecta definitiva componente atmósfera - aire.
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.1.10. Atmósfera - Ruido

Para la elaboración del área de influencia directa la cual se desarrolla bajo los lineamientos establecidos por los ET05 - Estudios de impacto ambiental y social y entendiéndose como AID los impactos generados por las actividades de construcción. operación y mantenimiento; en relación con la localización del proyecto y su infraestructura asociada, a continuación, se estipula el área de influencia bajo los criterios de ruido.

En primera instancia, se establece como escenario de mayor emisión o más crítico el escenario de construcción ya que es el escenario que contempla el mayor uso de maquinaria a cielo abierto y el cual tendrá una mayor incidencia en los cambios de presión sonora de ruido ambiental en la zona de estudio. De esta manera, los receptores circundantes a cada frente de obra percibirá este cambio, y es por medio de la sectorización o uso del suelo el cual permitirá establecer los límites

máximos permisibles de ruido ambiental y los que darán la envergadura del contorno de decibeles al cual se deberá ajustar el área de influencia directa.

En una modelación preliminar donde se proyectaron las actividades de construcción, más específicamente la excavación de las estaciones, se modeló este escenario de tal manera que se pudiera establecer las condiciones más críticas de las actividades de excavación. Es decir, que la maquinaria asociada a esta actividad, se ubicó dentro de las áreas de intervención con el fin que las edificaciones aledañas pudieran percibir el momento donde estas operen lo más cercano posible a sus viviendas y estableciendo así el escenario más crítico que se pueda desarrollar a lo largo de las actividades de construcción. Adicionalmente, se emplearon lo que podría ser el mayor número de maquinaria operando al mismo tiempo, para obtener la mayor emisión de ruido y entender este escenario más crítico.

A continuación, se presenta la maquinaria empleada para este escenario de construcción.

Tabla 15. Maquinaria escenario de construcción

Tipo de maquinaria	Cantidad
Bulldozer	2
Carrotanque	1
Volqueta	2
Mixer	1

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Por otra parte, para llevar a cabo esta modelación se empleó como modelo preliminar la estación 1 la cual se encuentra ubicada entre la carrera 19 y la Avenida Caracas. Esta modelación se desarrolló para actividades de construcción únicamente para un periodo diurno el cual se establece desde las 7:00 am y hasta las 9:00 pm, periodo establecido por la Resolución 0627 del 2006 del MADS. Del mismo modo, la maquinaria empleada fue homologada dentro del módulo de la biblioteca de fuentes de emisión del Software Sound Plan 8.1. Es de suma importancia entender que el proyecto presenta la misma tendencia en cuanto a los procesos de construcción en cada estación, como también las características de las zonas residenciales, las cuales presentan similitud en la densidad de edificaciones, es por esto que los resultados de la modelación de la estación 1 presentarán la misma tendencia en todas sus estaciones y patio taller.

Para entender la dinámica de propagación de ruido asociada a las actividades de construcción se establecieron dos modelaciones las cuales permiten establecer la propagación puntual de ruido del proyecto y el escenario de construcción con la dinámica actual de línea base asociada a la propagación del tráfico vehicular. Asimismo, para entender cómo las edificaciones más cercanas al proyecto percibirán la emisiones asociadas a las actividades de construcción, se ubicaron en ciertas fachadas receptores, con el fin de registrar puntualmente los niveles de ruido.

A continuación, se presenta la ubicación de los receptores que permitieron la evaluación puntual de la emisión de ruido asociada a los escenarios de construcción.



Figura 64. Ubicación de receptores
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el escenario de construcción sin tráfico vehicular.



Figura 65. Escenario de construcción sin tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

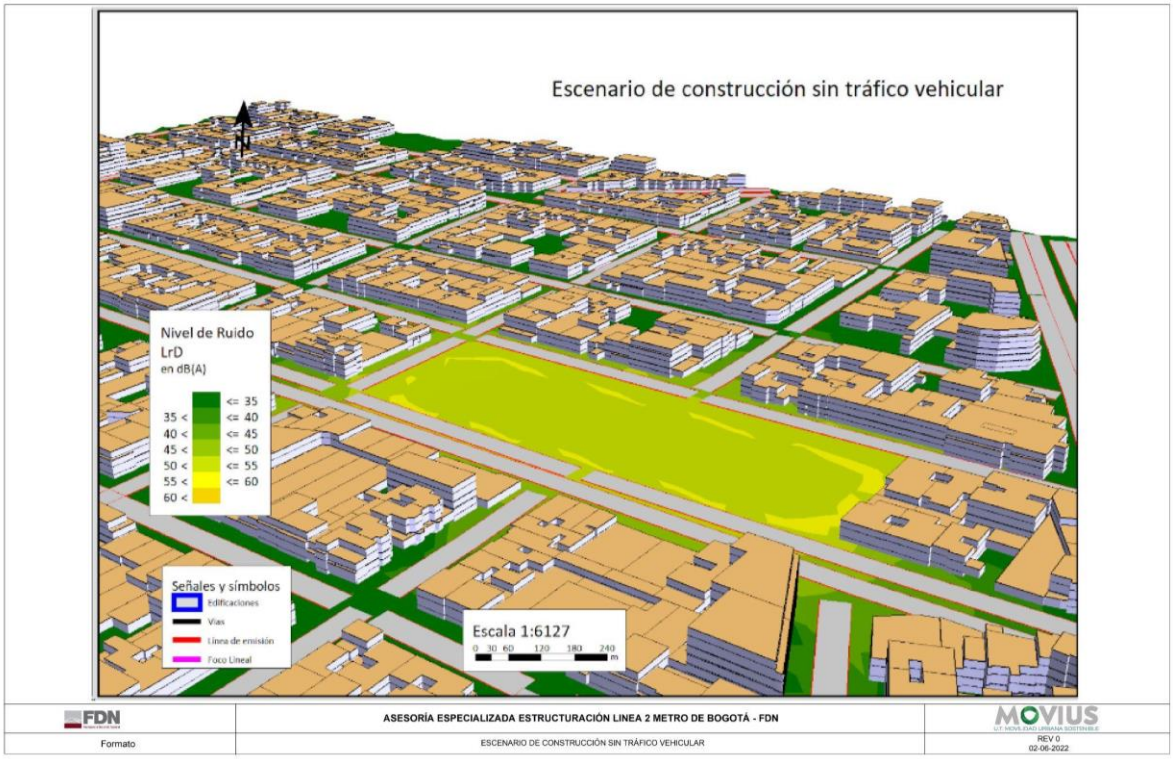


Figura 66. Escenario 3D de construcción sin tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Tabla 16. Resultados escenario de construcción sin tráfico vehicular

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r1 piso 1	49,4	65
r1 piso 2	49,1	65
r2 piso 1	49,3	65
r3 piso 1	50,9	65
r4 piso 1	58,2	65
r5 piso 1	51,2	65
r6 piso 1	50,5	65
r6 piso 1	50,2	65
r6 piso 3	50,1	65
r7 piso 1	39,9	65

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r7 piso 2	40,1	65
r7 piso 3	39,4	65
r8 piso 1	43,6	65
r8 piso 2	43	65
r9 piso 1	39	65
r9 piso 2	38,4	65
r10 piso 1	40,6	65
r11 piso 1	27,7	65
r11 piso 2	29,8	65
r12 pisos 1	26,6	65
r13 piso 1	22,9	65
r14 piso 1	21,4	65
r15 piso 1	31,2	65
r16 piso 1	19,1	65
r17 piso 1	25,6	65

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

En una primera instancia, esta modelación nos permite entender los verdaderos aportes de ruido asociados a las actividades de construcción de las estaciones del proyecto. Como se puede observar, en la anterior tabla todos receptores ubicados en cercanías al proyecto presentaron cumplimiento normativo. Los resultados registrados en cada uno de los receptores fueron comparados con límites máximos permisibles de ruido ambiental establecidos por la resolución 0627 del 2006 del MADS. De esta manera, se estableció como límite de referencia el sector B (tranquilidad y ruido moderado) el cual establece como límite máximo permisible para el periodo diurno 65 dB(A). Este sector establece las condiciones para zonas residenciales las cuales predominan a lo largo del proyecto. Cabe resaltar que, aunque pueden haber receptores que presentan mayores exigencias en cuanto a los límites máximos permisibles, que pueden llegan hasta los 55 dB(A), ningún receptor superó este límite por lo que al hacer una comparación más estricta, los niveles de emisión asociados a las actividades de construcción, siguen cumpliento con lo establecido por la norma.

Esto permite afirmar que la percepción de ruido, dadas las actividades de construcción, para los diferentes receptores no generarán impacto en los niveles de ruido. Asimismo, se puede estimar que el área de influencia directa del proyecto, la cual está asociada a los impactos generados por las actividades de construcción, no sobrepasará las áreas de intervención.

A continuación, se presentan los resultados de la modelación para el escenario de construcción con tráfico vehicular.

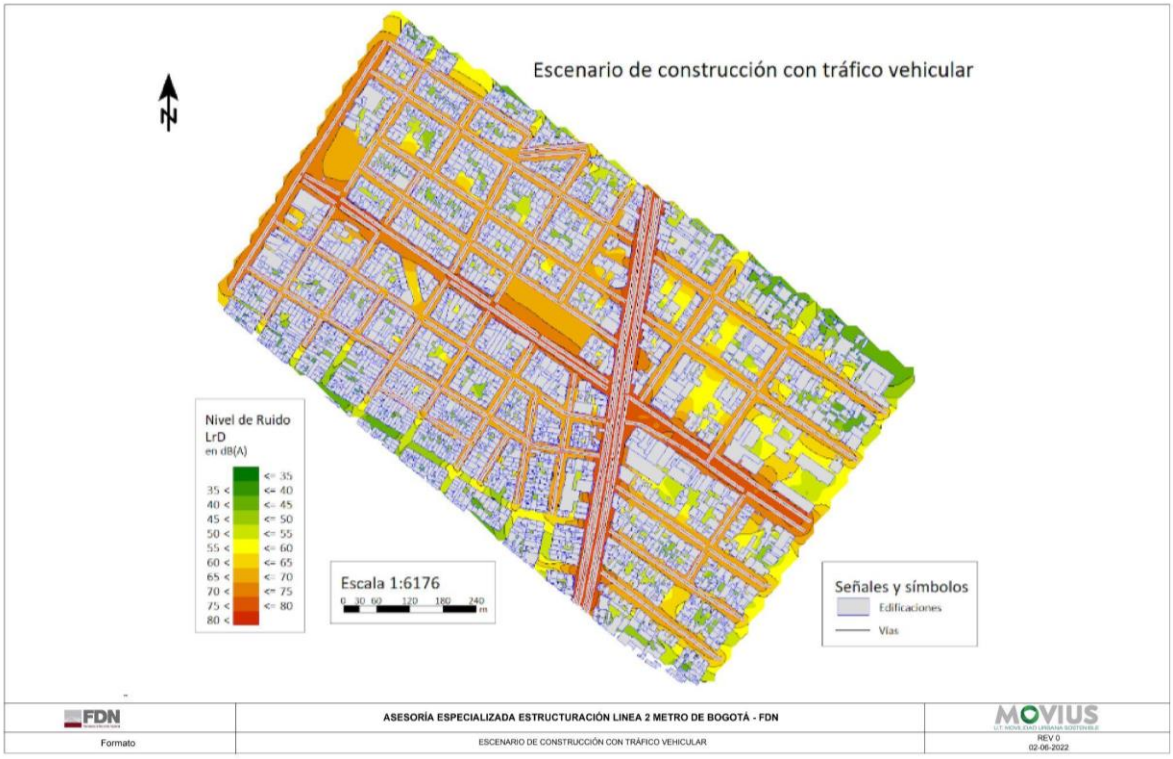


Figura 67. Escenario de construcción con tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

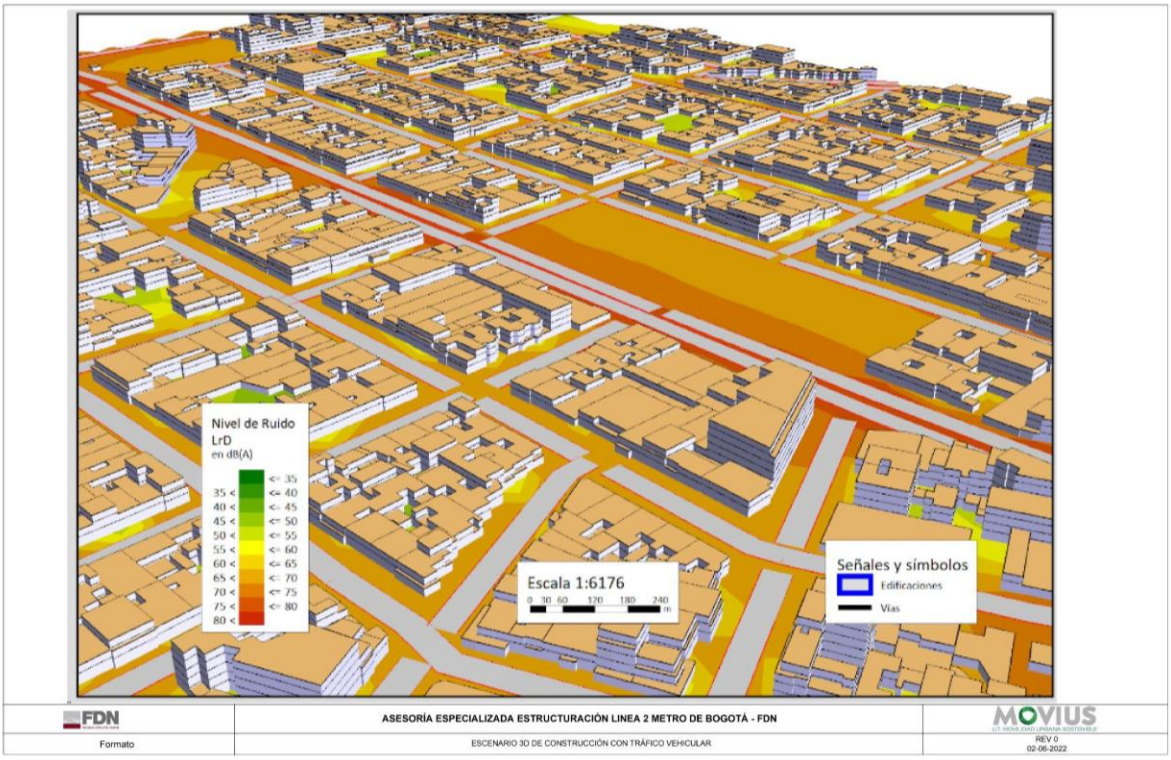


Figura 68. Escenario 3D de construcción con tráfico vehicular
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

A continuación, se presentan los resultados de ruido obtenidos en cada uno de los receptores

Tabla 17. Resultados escenario de construcción con tráfico vehicular

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r1 piso 1	75,4	65
r1 piso 2	75,6	65
r2 piso 1	74,7	65
r3 piso 1	70,1	65
r4 piso 1	70,5	65
r5 piso 1	70,5	65
r6 piso 1	69,8	65
r6 piso 1	70,2	65

Receptor	LrD dB(A)	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A) periodo diurno
r6 piso 3	70,1	65
r7 piso 1	67,7	65
r7 piso 2	68,2	65
r7 piso 3	68,1	65
r8 piso 1	67,7	65
r8 piso 2	68	65
r9 piso 1	68,2	65
r9 piso 2	68,5	65
r10 piso 1	67,3	65
r11 piso 1	66,3	65
r11 piso 2	66,7	65
r12 pisos 1	66,6	65
r13 piso 1	68	65
r14 piso 1	66,9	65
r15 piso 1	79,2	65
r16 piso 1	69,6	65
r17 piso 1	69,4	65

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Como se puede observar en la anterior tabla, todos los receptores sensibles ubicados en las cercanías del proyecto muestran incumplimiento normativo. Esta excedencia se da por la dinámica actual de tráfico vehicular el cual se asocia por sus altos números de vehículos tanto pesados como livianos que transitan por las vías aledañas al proyecto. Es de suma importancia entender que Bogotá presenta un problema notable en su movilidad asociada al uso del automóvil debido a la falta de transportes públicos eficientes lo que incide en el aumento de la cantidad de vehículos que entran en circulación año a año. Claramente, el aumento de vehículos en las calles genera un impacto en los niveles de presión sonora, presentando así incumplimientos de la norma. De esta manera, el ejercicio de modelar el escenario de construcción sin vías y posteriormente con vías, permite identificar que las emisiones de ruido asociadas al tráfico vehicular generan mayores aportes de ruido actualmente que los que generarían las actividades de construcción. Es decir, la envergadura de las isófonas emitidas por el paso vehicular envuelven las emisiones de las actividades de construcción del proyecto.

5.1.6.1.10.1. Área de Influencia Directa e indirecta

Por medio del ejercicio de modelación anteriormente mencionado, se presentaron los resultados detallados de dos modelaciones que permitieron establecer tanto el aporte independiente de las emisiones de las actividades de construcción como el aporte unificado de las actividades de construcción con las emisiones de ruido de tráfico vehicular, existentes en la zona de estudio. De esta manera, se pudo entender en primer lugar que los aportes de ruido asociados a las actividades de construcción no superan los límites máximos permisibles dentro del área de intervención, por lo que el área de influencia directa queda acotada al área de intervención de cada estación.

A continuación, se presenta una figura con el área de influencia directa para cada estación y para la zona del patio taller.



Figura 69. Área de influencia directa componente de ruido
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

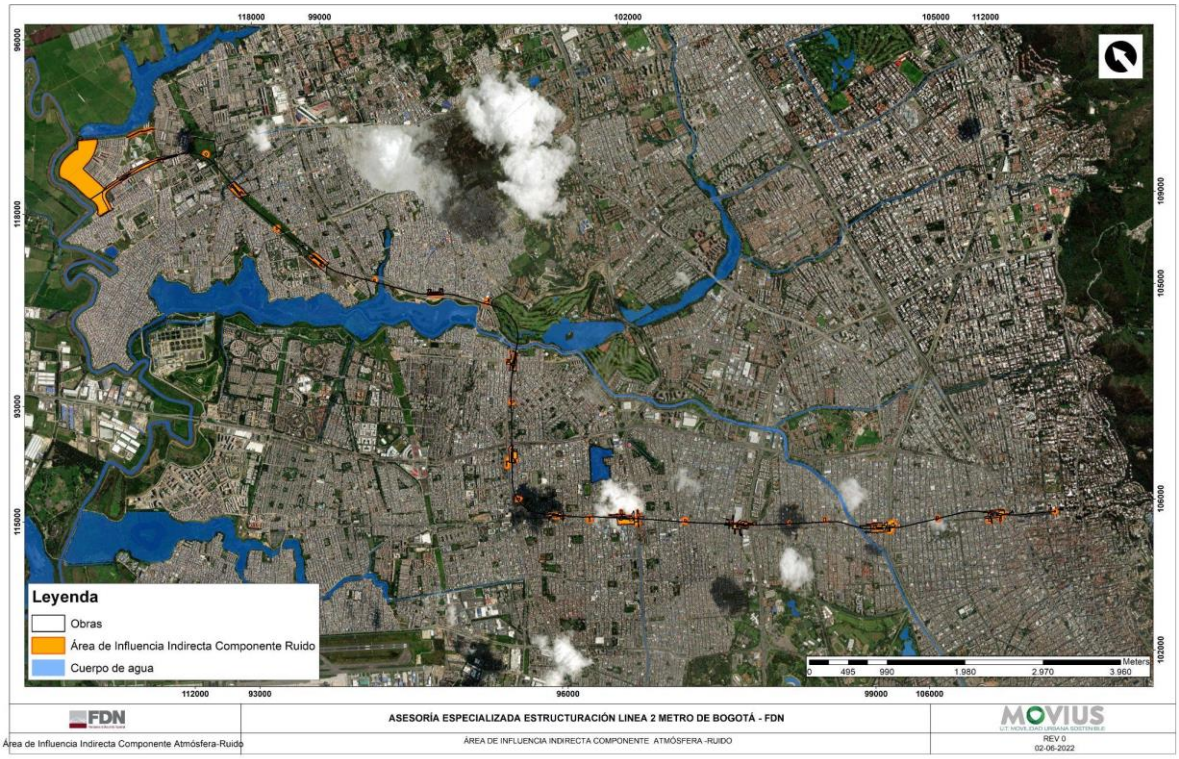


Figura 70. Área de influencia indirecta componente de ruido

5.1.6.1.10.2. Área de Influencia Indirecta

Entendiéndose el área de influencia indirecta como los impactos que trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir la zona externa al área de influencia directa, y basándose en en los argumentos establecidos anteriormente, se puede afirmar que el área de influencia indirecta queda acotada al área de influencia directa de ruido.

5.1.6.1.11. Atmósfera Vibraciones

La definición del área de influencia directa definitiva para este tramo se adelantó igualmente siguiendo las recomendaciones de la Administración de Tránsito Federal de los Estados Unidos (FTA por sus siglas en inglés), en particular el manual para la evaluación de impactos de ruido y vibraciones por tránsito férreo.

Lo anterior, considerando que una evaluación rigurosa del potencial de daños por vibración en una serie de estructuras no es económicamente justificable en la mayoría de los casos. Por esta razón, se recurre generalmente a normas y recomendaciones que relacionan características de la estructura y del suelo de cimentación con el tipo de vibración, o con los niveles de vibración (velocidad de partícula, frecuencia dominante, número de ciclos). Teniendo en cuenta esto, se

establece que el área de influencia directa e indirecta definitiva es igual a la establecida preliminarmente (véase sección 5.1.6.1.11).

5.1.6.1.11.1. Área de Influencia Directa e Indirecta

Como se estableció previamente, para la definición del área de influencia directa se utilizó el criterio de velocidad de partícula de 0,15 mm/s para zonas residenciales y 0,30 mm/s para otras zonas para el escenario de operación. Para el escenario de construcción se define un valor umbral de 3 mm/s que corresponde al límite más estricto definido en la DIN 4150 para estructuras con muy bajo detallamiento.

Para el escenario de construcción las áreas en donde se espera un aumento de los niveles de vibración corresponden a la zona de estaciones, los puntos de entrada y salida de la máquina tuneladora, la zona de la trinchera y las zonas contiguas a las fundaciones del tramo elevado que se localizan aproximadamente desde la abscisa K14+500 hasta la zona de patio taller.

Teniendo en cuenta que no los niveles de vibración que se sentirán en superficie por la operación de la máquina tuneladora son muy inferiores a los umbrales de percepción humana (velocidad de partícula igual a 0,15 mm/s), la evaluación de la zona de influencia directa para este escenario requiere identificar la maquinaria de construcción que será empleada en superficie. Como ya ha sido presentado para la temática de ruido, la maquinaria de construcción que se proyecta utilizar en las zonas contiguas a las estaciones, los pozos y los puntos de entrada y salida de la máquina tuneladora.

Con relación a los umbrales asociados con percepción humana definidos por la FTA (2018), y teniendo en cuenta que la FTA (2018) para eventos frecuentes de vibración y los niveles de vibración existentes permite exceder el nivel de vibraciones en un máximo de 3 VdB, con lo que se obtiene un valor de 75 VdB o 0,15 mm/s como umbral de vibraciones siguiendo criterios de sensibilidad humana para la condición crítica de análisis que corresponde con horario nocturno y uso de edificación residencial. El valor umbral de 0,15 mm/s es consistente con la definición de niveles de umbral de percepción humana propuestos en la norma AS 2670.2-1990, la norma ISO 2631-1 y la propuesta del Laboratorio de Investigación en Transporte y Vías (TRRL por sus siglas en inglés). Utilizando la ecuación ajustada se encuentra que para las condiciones proyectadas para el material rodante del proyecto la distancia para la cual no se esperan impactos asociados con percepción humana es de 16,5 m, 8,0 m y 2,5 m para los sectores a nivel o trinchera, subterráneo y elevado respectivamente. Para el caso del umbral de vibración asociado con un horario diurno (0,30 mm/s) la distancia mínima requerida corresponde a 6,5 m para el tramo a nivel o en trinchera y es menor a 2 m para los casos subterráneo y elevado. Nuevamente se anota que con las estimaciones realizadas los niveles de vibración proyectados por el tránsito del material rodante son muy inferiores a los umbrales de daño (3 mm/s), por lo que el análisis de impactos por aumento de los niveles de vibración está asociado a niveles de percepción humana.

Con base en lo anterior en:

(1) En el tramo subterráneo no se identifican impactos por el tránsito del metro en los sitios en los que la cobertura supera los 8,0 m (asociado al escenario de operación y aún menor en el escenario de construcción).

(2) En el tramo elevado, se define un área de influencia igual a un corredor de 6,3 m medidos a cada lado del riel, asociado a las actividades de construcción, ya que este para la etapa de operación sería de 2,5 m.

(3) En el tramo en trinchera, es decir la zona donde se hace la transición del metro elevado al metro subterráneo, se define un corredor de 33,0 m de ancho (16,5 m medidos a cada lado del eje del corredor) como área de influencia directa. El área de afectación durante la etapa de construcción es inferior (6,3 m).

(4) Finalmente, para el área de influencia de las estaciones y los pozos, se establece durante la etapa de construcción, correspondiente a una área circundante de 6,3 m del límite en planta de estas estructuras.

Se considera importante anotar que el área de influencia definitiva tiene un carácter conservador dado que se está utilizando la velocidad máxima de operación y se usa el umbral asociado con horario nocturno y uso residencial, para velocidades menores de operación se estiman menores niveles de vibración y si el umbral es mayor el área de influencia se reduce. El área total asociada al área de influencia directa e indirecta del componente de vibraciones es de 17,18 ha.

Como se mencionó anteriormente el área de influencia directa de la L2MB para la temática de vibraciones se calculó como la envolvente para los escenarios de construcción y operación. El resultado de este análisis se presenta en la Figura 71.

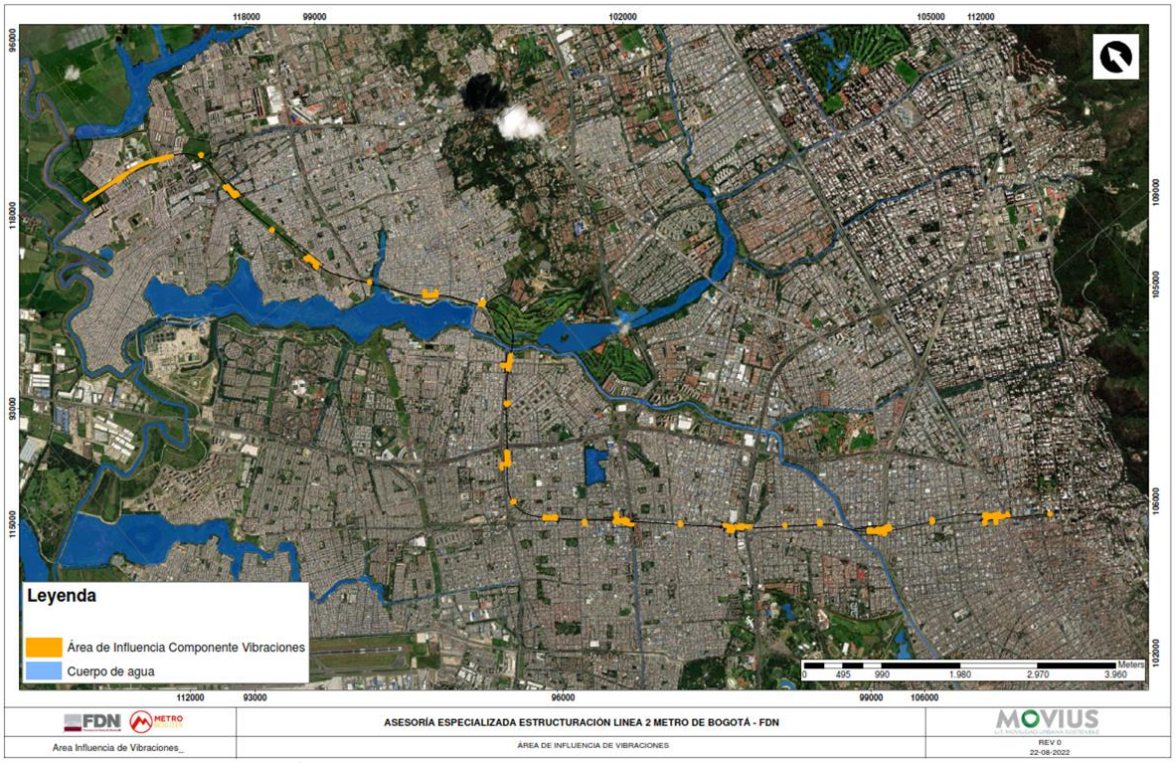


Figura 71. Área de influencia directa e indirecta definitiva componente de vibración
Fuente: UT MOVIUS, 2022

5.1.6.1.11.2. Área de Influencia Indirecta

Al igual que lo establecido para el Área de influencia indirecta preliminar para el componente de vibraciones, se establece que el área de influencia indirecta definitiva queda acotada al área de influencia directa de vibraciones.

5.1.6.1.12. Área de Influencia definitiva Directa e Indirecta medio Abiótico

5.1.6.1.12.1. Área de Influencia Directa

El área de influencia directa del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas definidas para cada componente suelos, geología, hidrología, paisaje, hidrología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 231,56 ha en donde predomina el áre de intervención del proyecto asociado al desarrollo de las obras.

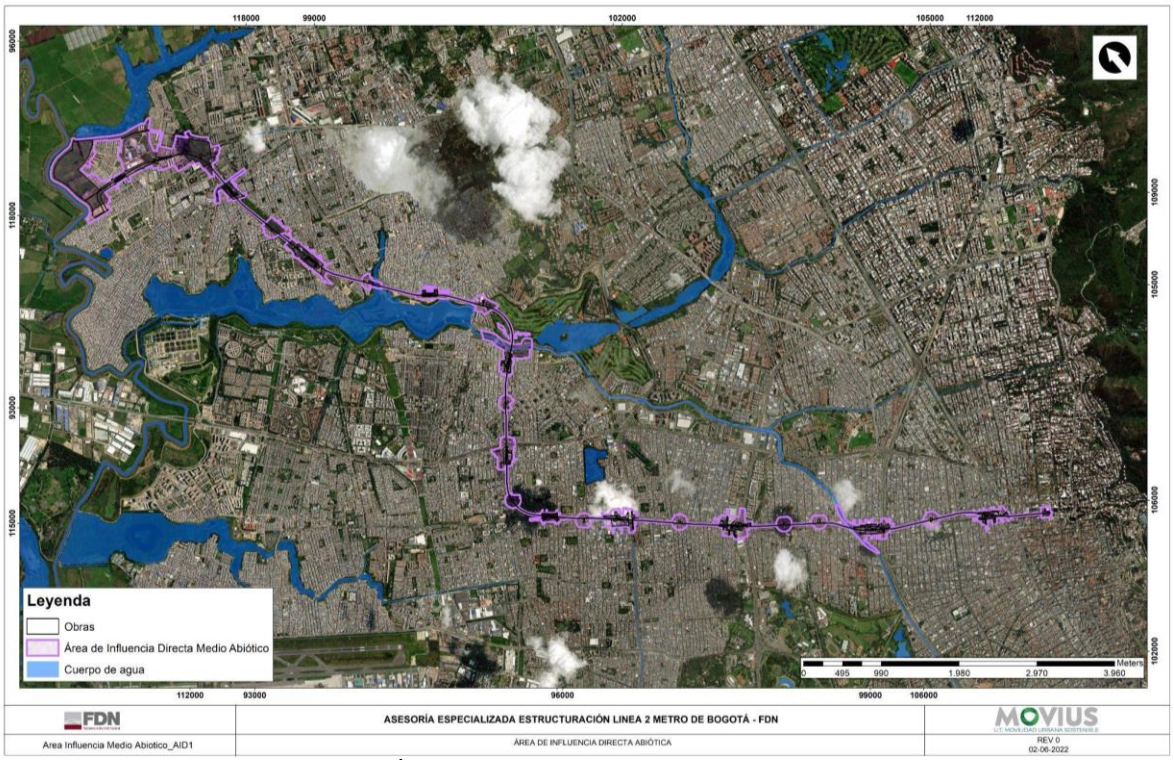


Figura 72. Área de Influencia directa definitiva medio abiótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.1.12.2. Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta definitiva del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas finales para cada componente suelos, geología, hidrología, hidrogeología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 236,21 ha en donde predomina en la zona urbana por el área de influencia definida para la calidad de aire y ruido.

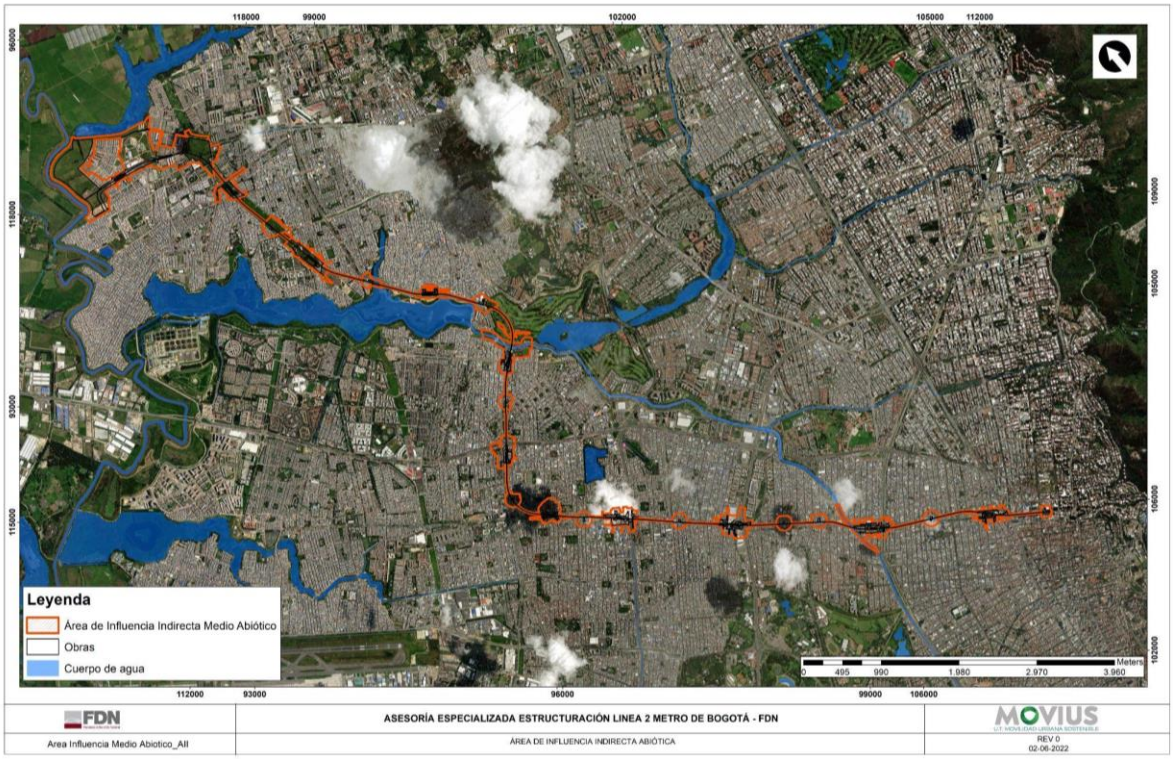


Figura 73. Área de Influencia Indirecta definitiva medio abiótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.2. Medio biótico

La definición y delimitación del área de influencia final o definitiva del medio biótico, involucra un procedimiento en donde a partir de la identificación de las áreas de influencia preliminares de cada uno de los componentes bióticos analizados, la definición de los diseños de ingeniería y los resultados de la caracterización de los componentes bióticos a partir de los muestreos en campo, se define y enmarca espacialmente las áreas que son impactadas por las actividades del proyecto en el área de estudio, de acuerdo con la magnitud y el nivel de afectación sobre los componentes bióticos.

Los polígonos de cada componente biótico delimitados de forma preliminar para el AID y el AII, sirvieron de base para el ajuste y obtención de los polígonos finales, los cuales se actualizaron con base en los resultados de la información primaria obtenida mediante el trabajo de campo para los componentes de vegetación y fauna, y la interpretación más cercana de los impactos a ser generados por parte del proyecto en las áreas sensibles ecosistémicas y de la EEP.

Se presenta a continuación, la evaluación de las repercusiones por parte del proyecto para cada componente biótico afectado y su delimitación espacial final, considerando los criterios establecidos en el apartado del área de influencia preliminar del medio biótico, del presente documento.

5.1.6.2.1. Área de influencia directa

El AID del medio biótico se asocia con la afectación directa sobre los componentes bióticos existentes en los lugares en donde se realizarán las actividades constructivas superficiales de la cola de maniobras, las 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de bombeo y/o de emergencia, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y el Patio taller.

5.1.6.2.1.1. Componente de vegetación - flora

El AID final del componente de vegetación está conformado por los polígonos en donde se desarrollarán las obras superficiales y por tanto coincide con el área de intervención o huella superficial del proyecto. Esta AID comprende el espacio en donde se removerá la cobertura vegetal y se afectarán de manera directa los individuos arbóreos existentes y las especies de flora en veda presentes. Comprende aquellas áreas en donde se removerán las coberturas dominadas por pastos en donde se endurecerán las zonas verdes urbanas, y aquellas en donde se encuentran otras coberturas vegetales transformadas. El AID del componente de vegetación está delimitado por las obras superficiales temporales y permanentes del proyecto que comprenden las 11 estaciones con los accesos a galerías, lugar de campamentos, pozos de entrada y salida del túnel, los pozos de ventilación, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y la huella del patio taller. La extensión del AID final del componente de vegetación es de 66,60 ha. No se identifican impactos sobre el componente de vegetación en el AID durante el funcionamiento o etapa de operación del proyecto de la L2MB. En la Figura 74 se visualiza el área de influencia directa final del componente de vegetación.

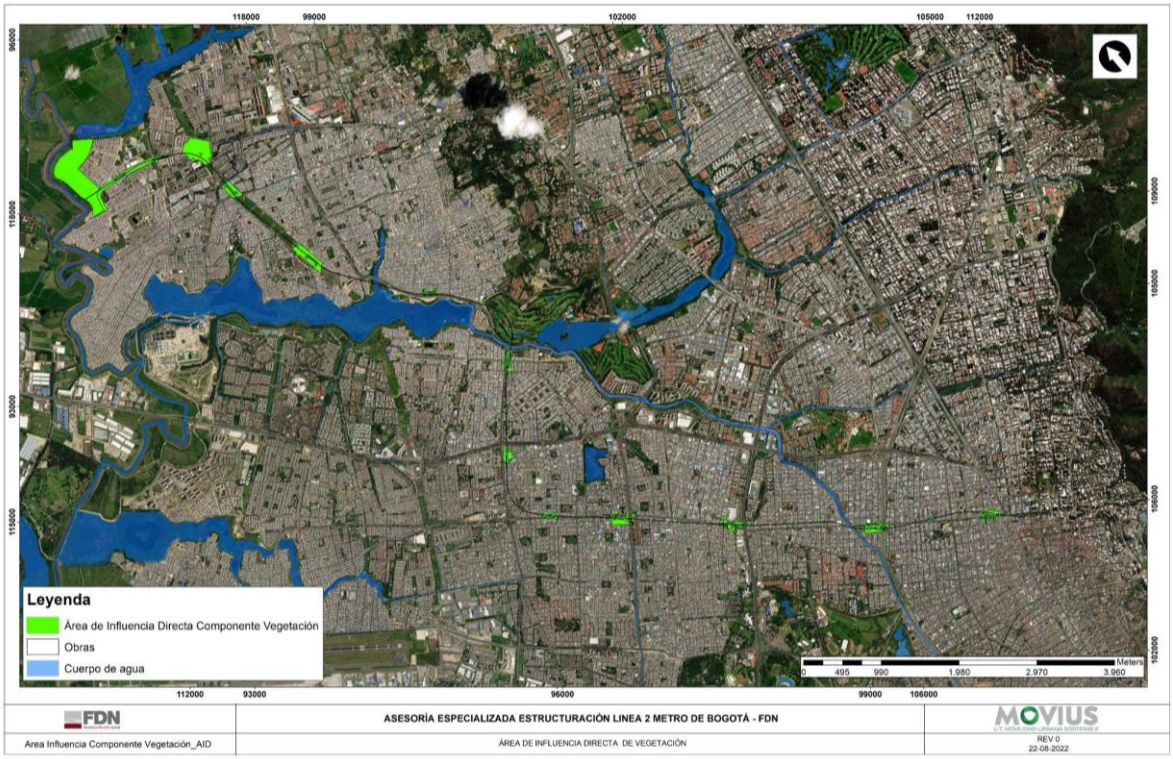


Figura 74. Área de influencia directa final del componente de vegetación durante construcción
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.2.1.2. Componente de fauna

La remoción de las coberturas vegetales y el aprovechamiento de los individuos arbóreos afectan los hábitats y los lugares de oferta alimenticia o de paso de algunas especies de fauna.

El AID final del componente de fauna comprende al área en donde se removerán las coberturas vegetales y se realizará el descapote, se talaran los individuos arbóreos y se intervendrán los hábitats de las especies de flora en veda, lugares de refugio para la fauna, repercutiendo en la composición, abundancia y estructura de los diferentes grupos de fauna al ser desplazados por las actividades constructivas del proyecto. Las afectaciones se darán especialmente en el grupo de las aves en donde se identificó la predominancia de especies generalistas, y en cercanía de los humedales, sobre algunas especies con connotación especial.

El AID final de fauna durante la etapa de operación, comprende los lugares donde se establecen las estructuras superficiales altas en funcionamiento de la L2MB, y en especial por la operación, podrían afectar el vuelo de algunos grupos de la avifauna, principalmente en el tramo con tipología elevada.

El AID final o definitiva del componente de fauna para el proyecto de la L2MB corresponde al mismo AID final del componente de vegetación.

En la Figura 75 se presenta el AID final del componente de fauna para las etapas de construcción y de operación del proyecto, la cual tiene una extensión de 66,60 ha.

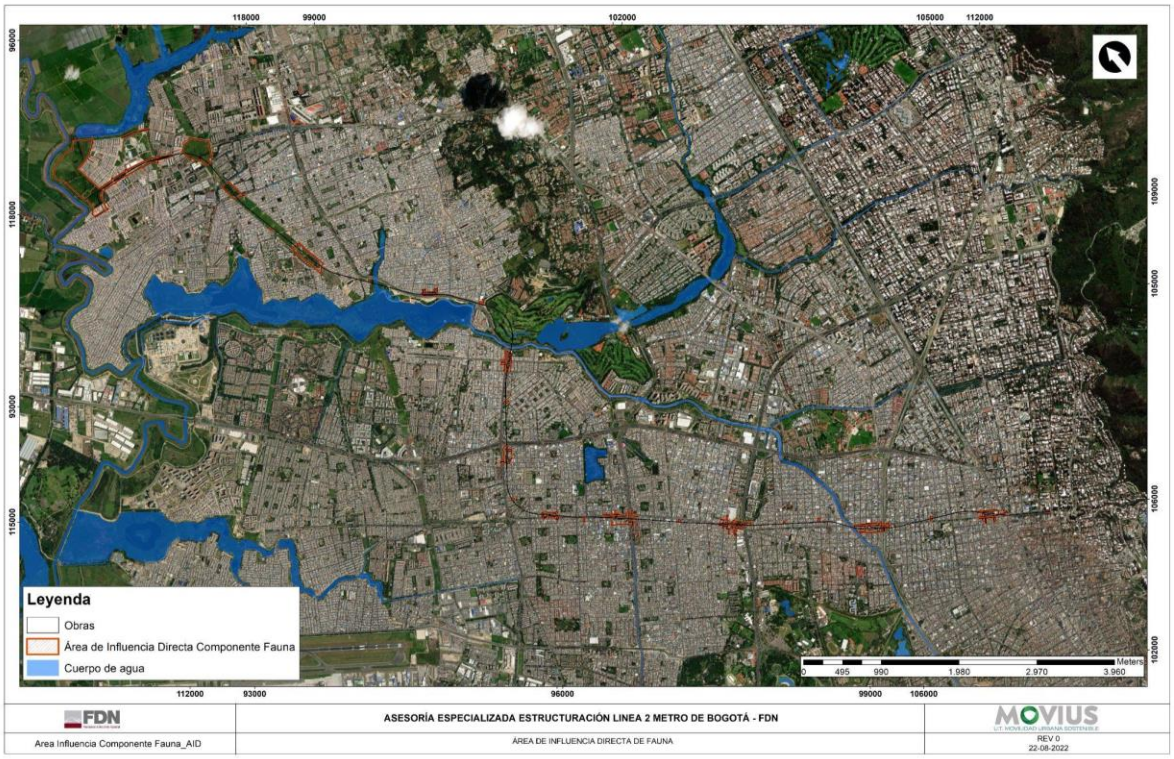


Figura 75. Área de influencia directa final del componente de fauna durante la construcción y operación del proyecto
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.2.1.3. Componente de hidrobiota

Considerando que no hay obras del proyecto en los cuerpos de agua que se encuentran a lo largo del eje proyectado de la L2MB, no se identificaron impactos que repercutan en la calidad fisicoquímica del agua de los cuerpos superficiales del agua, y por tanto, no hay afectaciones en la estructura y funcionamiento de las comunidades hidrobiológicas presentes.

Por lo anterior, no se define AID final del componente de la hidrobiota, ni durante la etapa constructiva ni de operación del proyecto.

5.1.6.2.1.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles y EEP

El AID durante la construcción se define a partir de la afectación que se genere sobre los elementos de la EEP con base en los resultados de los análisis hidrológicos, de calidad del agua e hidrogeológicos, además de los componentes bióticos en especial el de la fauna.

De acuerdo con lo obtenido en los análisis de las repercusiones del proyecto sobre los componentes abióticos y a nivel hidrológico, se encontró que la recarga hídrica de los humedales entre ellos el humedal Juan Amarillo y La Conejera, se realiza por las precipitaciones, más que por recargas por infiltracioines de agua a nivel subsuperficial. Por otro lado, la ausencia de obras en los cruces de los cuerpos de agua por parte del proyecto no genera afectaciones en la ronda hídrica, ni a la faja paralela, ni al área de protección o conservación aferente denominadas así en el nuevo POT de Bogotá[6], y que corresponden respectivamente al corredor ecológico de ronda, la ronda hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA de los cuerpos hídricos.

El proyecto L2MB cruza el sistema hídrico de forma subterránea y no de manera superficial, tanto los cuerpos de agua naturales como los cuerpos de agua artificial localizados a lo largo del eje trazado del túnel. De igual forma, el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, es cruzado por el proyecto en el brazo nororiental del humedal a nivel del subsuelo y a profundidad, por lo que el tunel subterráneo proyectado del L2MB se encuentra por fuera del limite legal establecido por la SDA para la superficie del humedal y la zonificación del Plan de Manejo Ambiental.

A nivel de la hidrogeología subterránea, el AID identificada no afecta elementos de la EEP, y tanto las áreas de influencia y los riesgos potenciales asociados con los flujos de aguas subterráneas se localizan en lugares muy puntuales, en donde las medidas preventivas y mitigatorias establecidas en el túnel subterráneo, como lo son las pantallas perimetrales y las barreras de baja permeabilidad, garantizan en gran medida la no ocurrencia de afectaciones.

Por otro lado, los parques urbanos del nivel estructurante o de proximidad que se encuentran en el AID del proyecto, no están categorizados como elementos de la EEP de acuerdo con el POT de Bogotá del Decreto 555 de 2021.

Es de señalar, que entre los criterios considerados durante el desarrollo de las obras superficiales de ingeniería, se estableció la no intervención de los elementos de la EEP.

De acuerdo con lo anterior, los elementos de la EEP no son intervenidos durante la etapa constructiva del proyecto, y tanto estos como los humedales tampoco son afectados durante la operación del proyecto. Por tanto, no se define AID final del componente de las áreas ecosistémicas sensibles y EEP.

[6] COLOMBIA, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Reverdece 2022 - 2035. Proyecto de Acuerdo. Bogotá, Septiembre de 2021.

5.1.6.2.1.5. Área de influencia directa final o definitiva del medio biótico

A partir de la actualización y definición de los diseños de ingeniería, al igual que de la identificación y delimitación del área de influencia directa preliminar obtenida para el medio biótico, se precisaron las actividades que generaban impactos sobre cada componente biótico en el área de intervención del proyecto. Se evaluaron las repercusiones que el proyecto L2MB genera sobre los diferentes componentes bióticos, identificándose que las obras superficiales principalmente durante construcción generan impactos sobre los componentes de vegetación y fauna, y con base en los resultados de los muestreos en campo de estos componentes bióticos y de la evaluación de la magnitud de estos impactos se obtuvo la delimitación del AID final del medio biótico. Los componentes evaluados de la hidrobiota y de las áreas sensibles ecosistémicas y de la EEP no son afectadas por el proyecto, por lo que no se generan impactos sobre estos componentes bióticos en el área de intervención del proyecto, y no se incluyen por tanto, en la delimitación final del AID final o definitiva del medio biótico. En la Figura 76 se presenta la síntesis de la identificación final de los impactos bióticos por componente, obtenida a partir de las principales actividades generadoras de impactos durante la construcción y la operación en el área de intervención del proyecto.

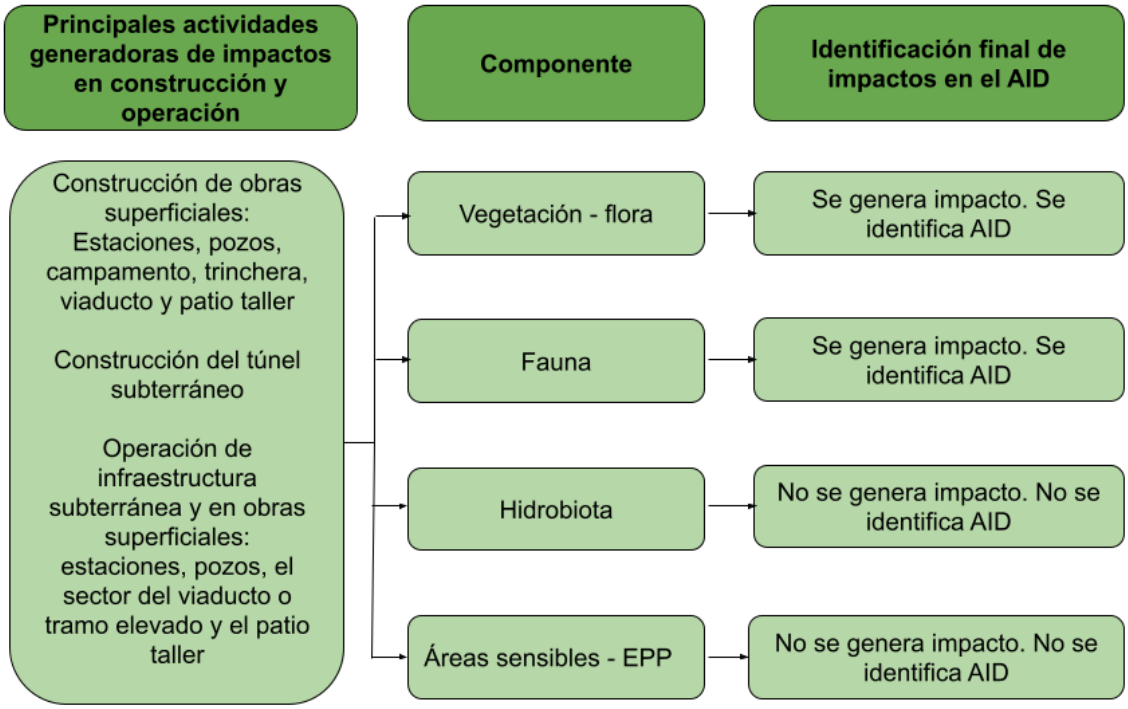


Figura 76. Identificación final de los impactos sobre los componentes bióticos en el AID
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

La identificación y delimitación espacial del AID definitiva o final del medio biótico, se obtuvo a partir de un procedimiento metodológico en donde se involucran varios factores de análisis. Con la definición del área de intervención del proyecto a partir de la actualización de los diseños de ingeniería y del área de influencia preliminarmente identificada para el medio biótico, se identificaron las repercusiones del proyecto sobre los diferentes componentes bióticos, y teniendo en cuenta,

tanto el estado actual de estos a partir de la caracterización biótica, como de la actualización de las repercusiones de los componentes abióticos (hidrogeología, calidad del agua, geología subterránea) que inciden en los componentes bióticos.

La demanda de los recursos naturales fue otro factor considerado, debido a que la tala de los individuos arbóreos ubicados en el área de intervención del proyecto se constituye en un requerimiento por parte del proyecto para su implantación y aunque la madera y subproductos no sean utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, su aprovechamiento forestal se establece como una demanda de este recurso natural. Los sitios de ubicación de los árboles a intervenir y de los lugares en donde se requiera la construcción de la infraestructura temporal y definitiva, se constituyen en las áreas de demanda del recurso forestal. Adicionalmente, algunos de los individuos arbóreos sustentan epífitas no vasculares que se constituyen en especies en veda, constituyéndose en un grupo especial de flora que al ser intervenido por el proyecto, representa otra demanda de recursos naturales generada por el proyecto.

La superposición espacial de los polígonos del AID de los dos componentes analizados en su versión final, condujeron al establecimiento del AID final del medio biótico del proyecto, definido por la envolvente de los polígonos finales de los componentes de vegetación y de fauna. El área de influencia directa final del medio biótico ocupa una extensión de 66,60 ha. En la Figura 77 se presenta el procedimiento seguido para la identificación y delimitación del área de influencia directa final del medio biótico y en la Figura 78 y plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0004_V01. Área de influencia directa e indirecta del medio biótico, se visualiza el AID final del medio biótico para el proyecto L2MB.

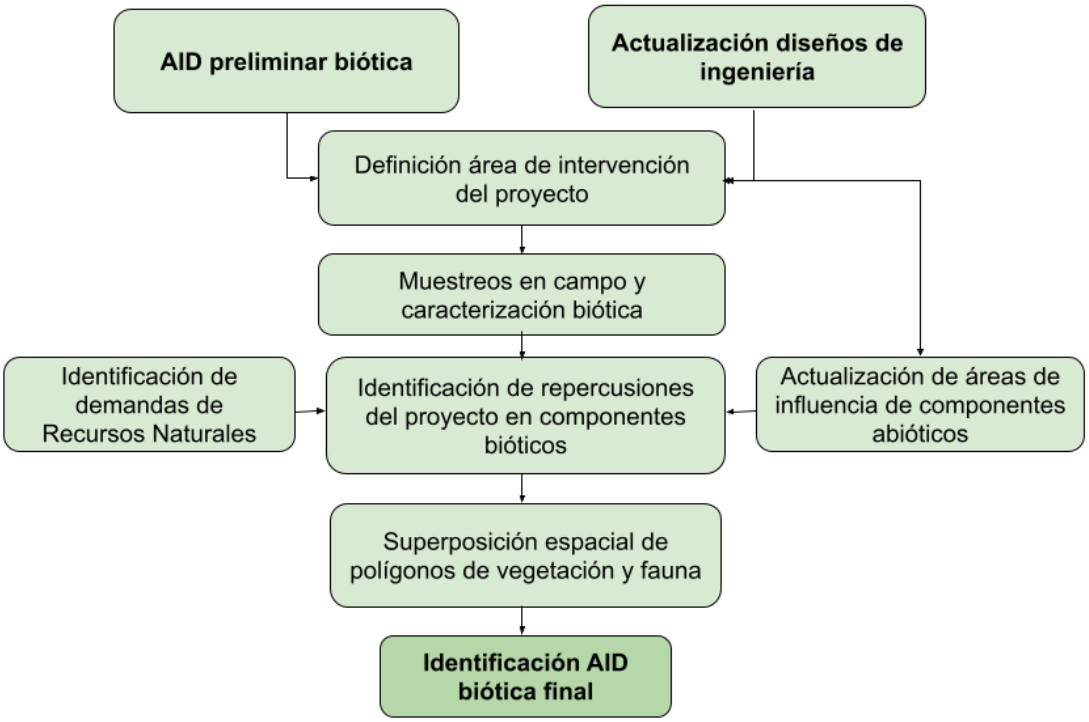


Figura 77. Procedimiento para la identificación y delimitación del AID final del medio biótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

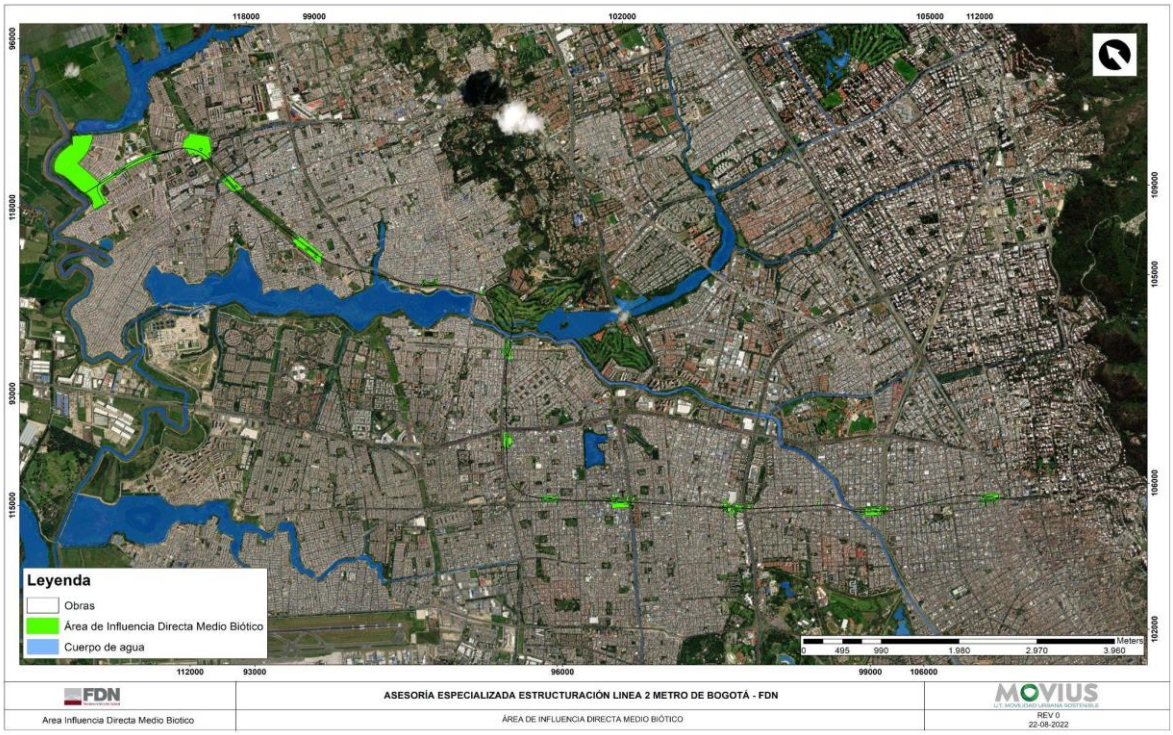


Figura 78. Área de influencia directa final del medio biótico del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.2.2. Área de influencia indirecta

El AII del medio biótico se identifica a partir de la afectación indirecta sobre los componentes bióticos existentes en los lugares en donde se realizarán las actividades constructivas superficiales de la cola de maniobras, las 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de bombeo y/o de emergencia, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y el Patio taller.

La identificación del AII se define a partir de las áreas sujetas a modificaciones espaciales y temporales sobre los componentes en análisis de vegetación, fauna y las áreas ecosistémicas sensibles - EEP por las repercusiones del proyecto que se generan en el AID. El AII durante la etapa de construcción comprende las áreas aledañas al AID donde trascienden los impactos sobre los diferentes componentes bióticos, al igual que los lugares de las áreas ecosistémicas sensibles, hasta donde llegan las repercusiones generadas por el proyecto en el humedal Juan Amarillo y el humedal La Conejera, sobre algunos de sus componentes bióticos. Es de señalar, que los residentes de la zona y las comunidades que participaron en los eventos de socialización del proyecto, asocian la afectación de algunos de los componentes bióticos con la afectación del ecosistema del humedal, y en términos ecológicos, las alteraciones en la composición o abundancia de algunos de los componentes bióticos repercuten en el estado funcional del ecosistema en mayor o menor medida.

Durante la operación del proyecto se identifica para el AII, el área física hasta donde trasciende el impacto sobre la fauna, específicamente la avifauna, en las áreas aledañas a los sitios de operación del proyecto, y en especial, durante el inicio del funcionamiento del tramo con tipología elevada o viaducto del proyecto.

5.1.6.2.2.1. Componente de vegetación - flora

No se identifican impactos sobre el componente de vegetación en el AII durante la construcción del proyecto de la L2MB. Es de señalar, que las coberturas predominantes en el AII han sido transformadas y no se encuentran coberturas naturales que conformen corredores ecológicos continuos que se encuentren interconectados, donde recaigan repercusiones generadas por el proyecto en las áreas anexas al AID.

De igual manera, no se identifican impactos sobre el componente de vegetación en el AII durante el funcionamiento del proyecto de la L2MB.

5.1.6.2.2.2. Componente de fauna

El AII del componente de fauna durante la construcción del proyecto comprende la áreas externas y anexas del AID en donde algunos grupos o especies de la fauna reciben las repercusiones de las actividades constructivas que se desarrollan en el AID.

La infraestructura de gran altura a instalar en el patio taller en el sector cercano al humedal La Conejera, genera afectaciones por choques sobre la avifauna, y adicionalmente, la localización de reflectores de luz tendrá incidencia lumínica que genera efectos en la fauna nocturna y en las rutas de aves migratorias en la noche. La delimitación espacial del AII de fauna está dada por el límite de las coberturas vegetales anexas al AID que ofrecen hábitat a la fauna. Las repercusiones generadas por el proyecto en el AID, no alcanzan en algunas situaciones a cubrir la extensión total de las coberturas vegetales anexas y presentes en el AII, por lo que se toma como criterio para la delimitación de estas coberturas vegetales la afectación en distancia que se da sobre algunas especies de avifauna con connotación especial y sensibles al ruido o la movilidad de la maquinaria. De acuerdo con los registros de la avifauna obtenidos durante la caracterización, las distancias de afectación a partir del límite del AID comprenden distancias variables entre los 50 y los 150 m, siendo menores en los lugares de los pozos que en los sectores donde se localizan las estaciones. El AII que se identifica en el sector del humedal La Conejera, ecosistema anexo al Patio Taller, comprende un polígono de ancho variable que no supera los 150 m de distancia.

El AII final del componente de la fauna durante la etapa de operación, comprende los lugares donde se establecen las estructuras altas del viaducto en funcionamiento y en especial por la operación de los vagones del metro, que podrían afectar el vuelo de algunos grupos de la avifauna principalmente en el tramo con tipología elevada, y principalmente, al comienzo de la operación del proyecto y hasta cuando las aves se habituen a su presencia. Es de mencionar que este sector se caracteriza por la oferta de hábitat y lugares de paso de especies de aves migratorias asociadas al humedal la Conejera y el río Bogotá. La extensión del AII final del componente de fauna es de 120,31 ha. En la Figura 79 se presenta el área de influencia indirecta final del componente de fauna.

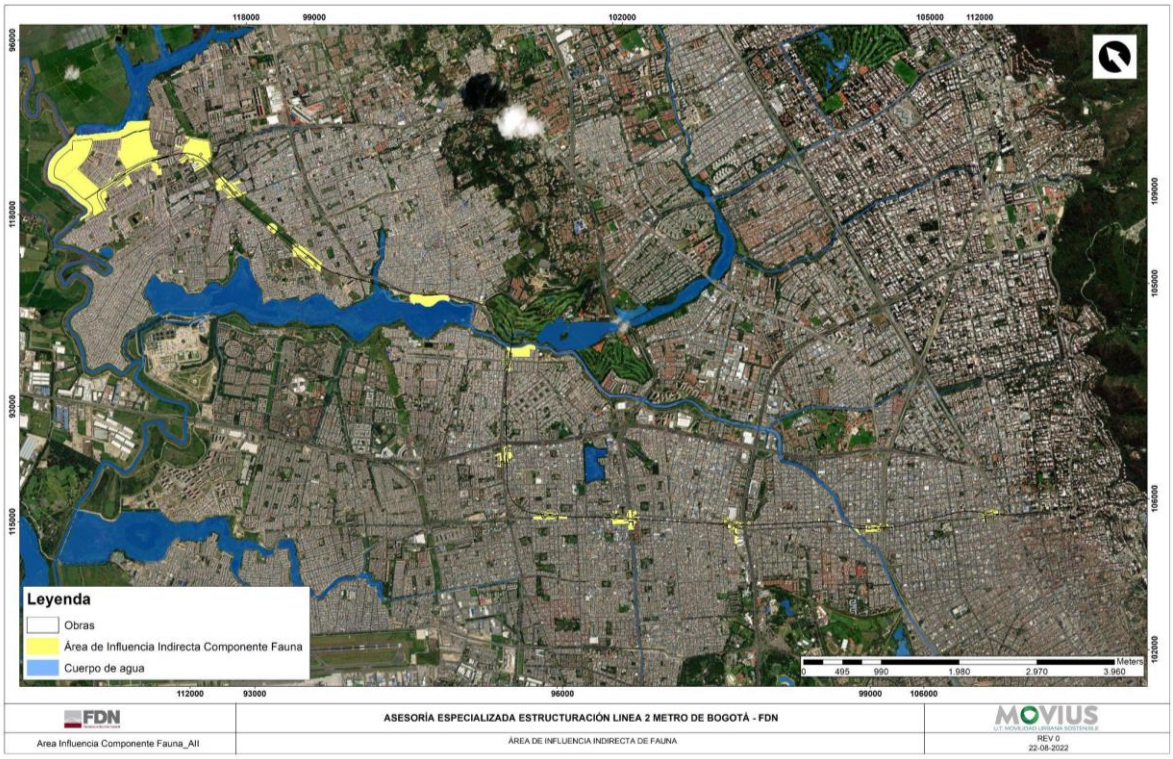


Figura 79. Área de influencia indirecta final del componente de fauna
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.2.2.3. Componente de hidrobiota

El proyecto durante la etapa de construcción y operación no interviene los cuerpos de agua superficiales cruzados por el proyecto, y por consiguiente no hay actividades del proyecto que generen afectaciones en la calidad fisicoquímica del agua que repercutan en las condiciones actuales de las comunidades hidrobiológicas presentes. Por lo anterior, no se define AII del componente de la hidrobiota.

5.1.6.2.2.4. Componente de Áreas ecosistémicas sensibles y EEP

Los elementos de la EEP no son intervenidos en el AID durante la etapa constructiva del proyecto, y tanto estos como los humedales tampoco son afectados directamente durante la operación del proyecto.

A nivel de la hidrogeología subterránea el AID y el AII no afectan elementos de la EEP, y al establecerse medidas preventivas y mitigatorias, y el localizarse los riesgos potenciales asociados con flujos de aguas subterráneas en lugares muy puntuales y lejanos de estos componentes bióticos, se garantiza en gran medida la no ocurrencia de afectaciones en la EEP y los ecosistemas lénticos naturales y artificiales presentes.

Sin embargo, a nivel de las afectaciones indirectas del proyecto, el AII se delimita hasta donde trascienden los impactos sobre la EEP y las áreas sensibles como los humedales, por las repercusiones generadas por el proyecto principalmente sobre la fauna, componente de importancia de estos ecosistemas.

De esta forma, la delimitación del AII de las áreas ecosistémicamente sensibles y de la EEP están dadas por las repercusiones espaciales anteriormente mencionadas para el AII del componente de la fauna, en donde algunas especies del grupo de la avifauna son afectadas por la generación del ruido durante construcción, y durante la operación del proyecto, por las alteraciones en el rumbo del vuelo de las aves en cercanías del humedal La Conejera causadas por la operación del viaducto y la movilización de los vagones del metro en este sector.

La extensión del AII final del componente de las áreas sensibles y la EEP es de 18,24 ha. En la Figura 80 se visualiza el área de influencia indirecta final del componente de las áreas sensibles - EEP.

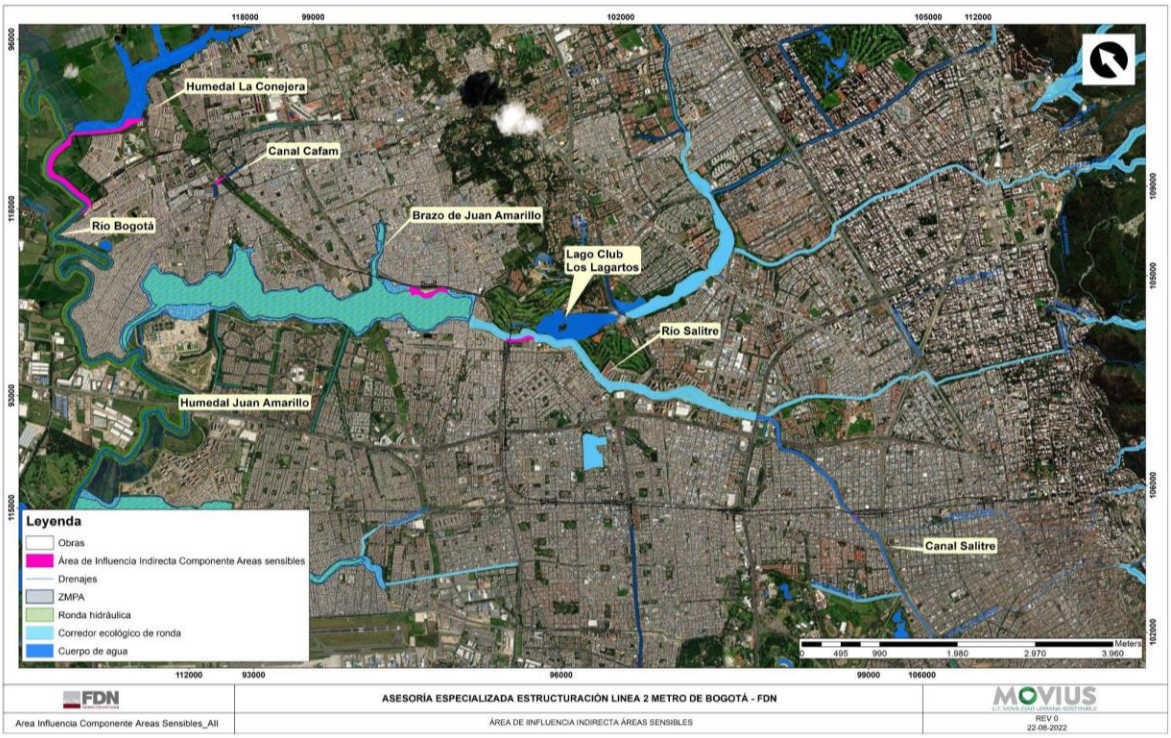


Figura 80. Área de influencia indirecta final del componente de áreas sensibles - EEP
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.2.2.5. Área de influencia indirecta final o definitiva del medio biótico

Al igual que para la obtención del AID final del medio biótico y considerando una serie de factores, se evaluaron las repercusiones que el proyecto genera sobre los diferentes componentes bióticos en el AII, identificando los impactos generados por el proyecto L2MB. En la Figura 81 se presenta la síntesis de la identificación final de los impactos bióticos por componente, obtenida a partir de las principales actividades generadoras de impactos durante la construcción y la operación en el área de influencia indirecta biótica.

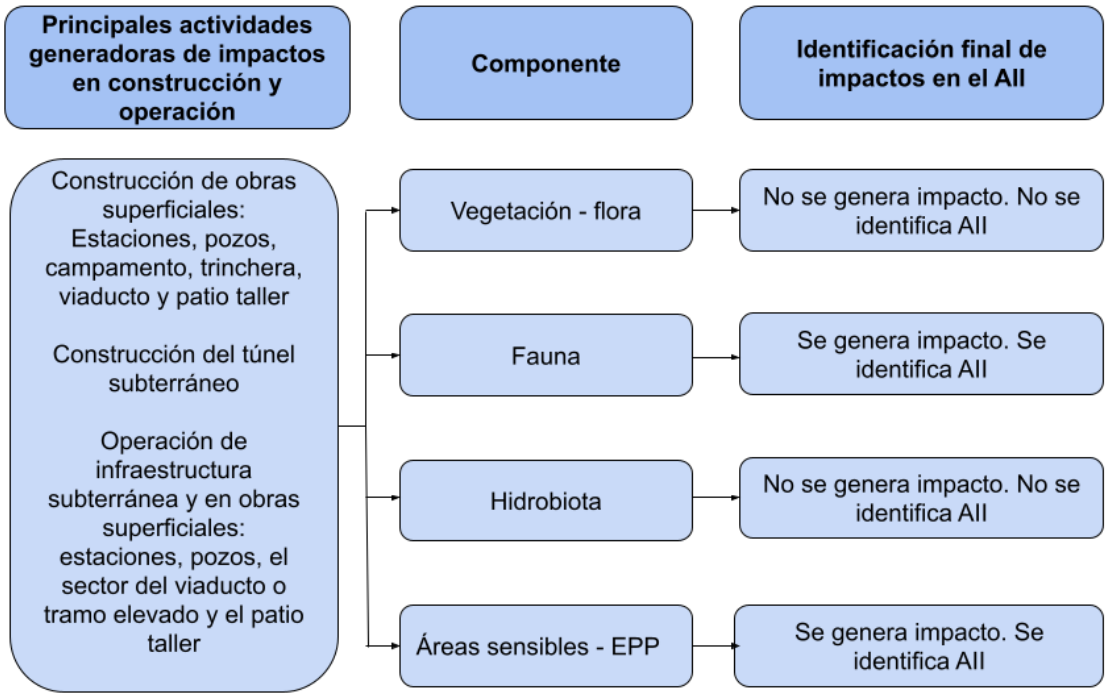


Figura 81. Identificación final de los impactos sobre los componentes bióticos en el AII
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

De esta forma, se encuentra que los componentes evaluados de la vegetación y la hidrobiota en el marco del AII no son afectados por el proyecto, por lo que no se generan impactos sobre estos componentes bióticos.

De la misma manera, y siguiendo el procedimiento metodológico en donde se involucran varios factores de análisis, se identificó y se delimitó el área de influencia indirecta final del medio biótico. En la Figura 82 se presenta el procedimiento seguido para la identificación y delimitación del área de influencia indirecta final del medio biótico.

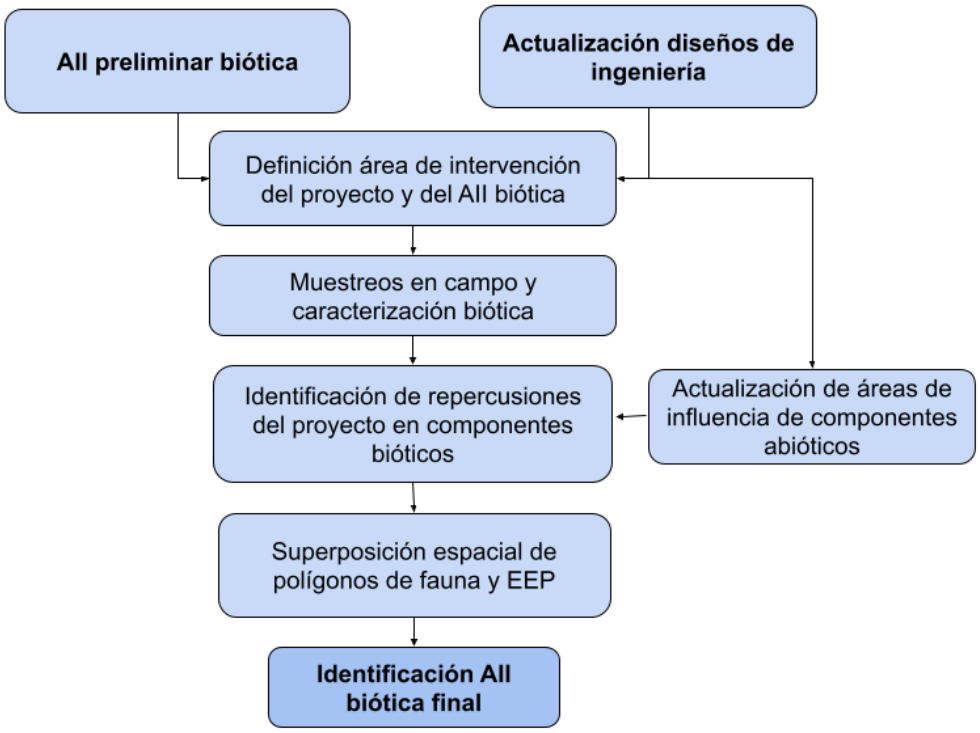


Figura 82. Procedimiento para la identificación y delimitación del AII final del medio biótico
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

El área de influencia indirecta final del medio biótico ocupa una extensión de 120,31 ha. En la Figura 83 se visualiza el AII final del medio biótico para el proyecto L2MB (Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0004_V01. Área de influencia directa e indirecta del medio biótico).

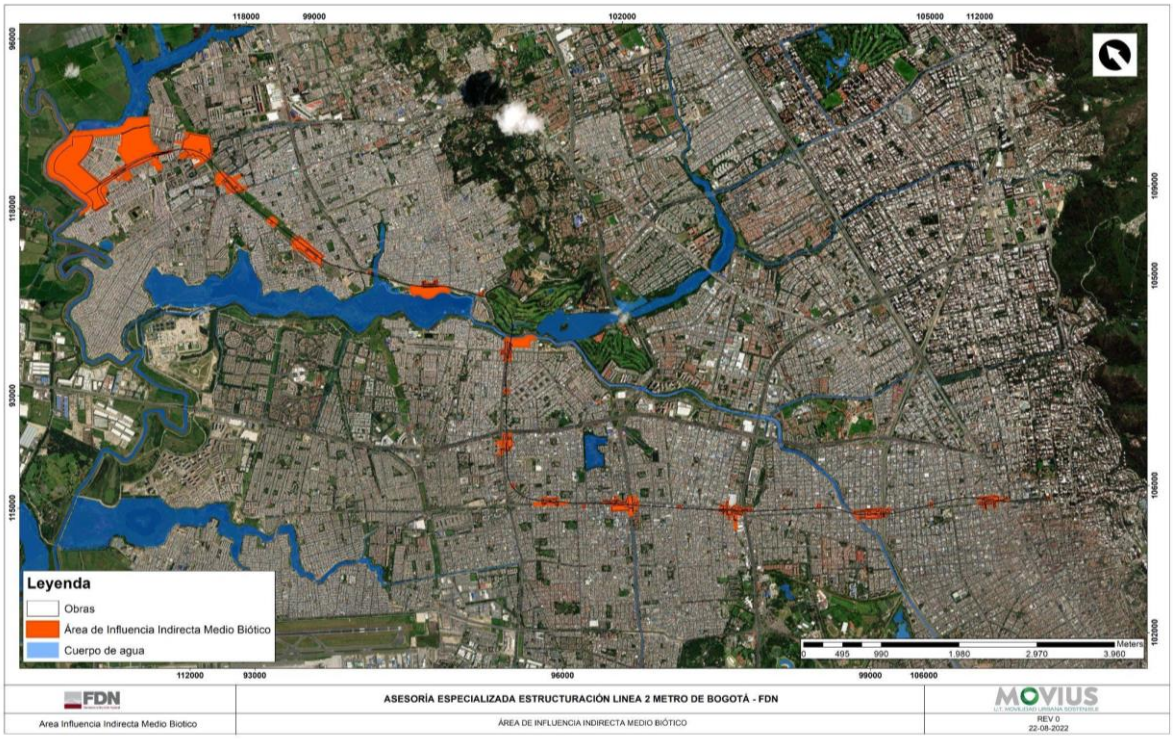


Figura 83. Área de influencia indirecta final del medio biótico del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

5.1.6.3. Medio socioeconómico

La delimitación y definición del área de influencia directa AID e indirecta AII final del medio socioeconómico, es el resultado de la revisión de los criterios que pueden ser sujetos de modificación, para lo cual es necesario adelantar la revisión de cada uno de los estos, debido a que algunos son sujeto de resultados de levantamiento de información primaria o en campo, análisis, modelaciones y resultados de monitoreos, así como ajustes en los diseños y aprobaciones, Los criterios considerados para las áreas de influencia preliminar fueron los siguientes: i)Las actividades y método constructivo de cada una de las etapas del Proyecto, ii) jurisdicción político administrativa donde se ubica el proyecto, iii) verificación de existencia de comunidades étnicas en el área del proyecto y su territorialidad, iv) alcance o ámbito de incidencia de impactos del medio abiótico y biótico, v) Bienes de Interés Cultural en el AID, vi) desarrollo de actividades económicas potencialmente afectables y sobre los cuales se genera una revisión a fin de establecer le AID definitiva para el medio.

5.1.6.3.1. Área de influencia Directa

El área de influencia directa definitiva para el medio socioeconómico se define como; un buffer de 300 m alrededor de las obras en superficie como las 11 estaciones y el patio taller, los pozos de bombeo, evacuación y ventilación y en el área de túnel una manzana costado y costado, en esta última área es necesario precisar que debido al método constructivo no se prevén afectaciones o impactos en superficie, no obstante, se considerará desde el medio socioeconómico para los procesos de información y participación debido a las expectativas que se pueden presentar por al túnel y con el objetivo

de adelantar un relacionamiento asertivo con los diferentes actores sociales. Ver plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0005_V01

5.1.6.3.1.1. Criterios evaluados para la definición el AID final

Las actividades y método constructivo de cada una de las Etapas del Proyecto.

En este ítem con respecto a las áreas consideradas para el área de influencia directa preliminar, se presentaron cambios en las áreas requeridas para las estaciones, accesos satelitales, desarrollos de urbanismo, así como la ubicación de los pozos de ventilación. Para la definición del área de influencia directa social se consideró la totalidad de la infraestructura como túnel, pozo de entrada y salida de la EPB, áreas de campamentos, zonas de cargue y descargue, viaducto, patio taller, vías de acceso al patio taller.

Es importante mencionar que para la etapa de construcción es necesario implementar un Plan de Manejo de Tránsito, el cuál será sujeto de revisión y aprobación por parte de la autoridad competente que para el caso de Bogotá es la Secretaria Distrital de Movilidad, por lo tanto no es posible durante la estructuración contar la aprobación de las vías a emplear, adicionalmente es importante considerar que los desvíos pueden proyectarse a varios metros o kilómetros del área de intervención. No obstante se considera este aspecto en la evaluación ambiental y social, y en el Plan de Manejo se establecen medidas o acciones como el levantamiento de actas de vecindad o registro del estado de las vías sobre aquellas vías que se considere se requiere de acuerdo a sus características y restricciones, previo a la implementación del PMT.

Luego de adelantar la revisión cartográfica del área de intervención se identifica que las áreas que se han ajustado o modificado en el diseño o con las actividades y método constructivo se encuentra dentro del área de influencia directa social preliminar, lo que quiere decir, que este criterio no genera cambios del AID socioeconómica preliminar identificada, y se mantiene para el área de influencia final.

Es importante mencionar que al igual que en el área de influencia directa preliminar no se considera que se presenten impactos en superficie en al área del túnel, para el medio socioeconómico se considerará en superficie un área de una manzana aferente al trazado para atender los impactos por expectativas que se puedan presentar.

Jurisdicción político administrativa donde se localizan las obras del proyecto.

Luego de realizar la revisión de la localización del proyecto del proyecto con respecto al ordenamiento territorial Bogotá con la información de la identificación del AID preliminar, a fin de poder adelantar los procesos de caracterización de las dimensiones demográfica, espacial, cultural, económica y político administrativa, acordes con la estructura de la información oficial, así como articular los futuros planes de manejo en la estructura del territorio distrital se revisó la información existente y se identificó que el proyecto se encuentra área de las localidades de Suba, Chapinero, Barrios Unidos y Chapinero y en 11 UPZ, determinando así que el área de influencia preliminar se mantiene para el área de influencia final.

Tabla 18. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio	Actividad de proyecto
Chapinero	97	Chicó Lago	Porciúncula	Estación 1
			Quinta Camacho	Estación 1
Barrios Unidos	98	Los Alcázares	San Felipe	Estación 1
			Concepción Norte	Estación 1
			Colombia	Estación 1
			Alcázares	Línea
			Alcázares Norte	Línea
			La Aurora	Línea
			La Merced Norte	Estación 2
	22	Doce de octubre	Once de Noviembre	Estación 2
			12 de octubre	Estación 2
			San Fernando	Estación 2
			San Fernando Occidental	Estación 3
			José Joaquín Vargas	Estación 3
Engativá	26	Las Ferias	Metrópolis	Estación 3
	26	Las Ferias	Las Ferias	Estación 3
	26	Las Ferias	Bellavista Occidental	Estación 3
			Simón Bolívar	Estación 3
			Las Ferias Occidental	Línea
	26	Las Ferias	La Estrada	Línea

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio	Actividad de proyecto
	26	Las Ferias	Bonanza	Estación 4
	26	Las Ferias	Palo Blanco	Estación 4
			Santa María del Lago	Estación 4
			Boyacá	Estación 4 y 5
			Tabora	Estación 5
			Santa Helenita	Estación 5
			Florencia	Línea
			Almería	Línea
			Soledad Norte	Estación 5 y 6
			París	Estación 6
	30	Boyacá real	La Granja	Estación 6
			Los Cerezos	Estación 6 y 7
			París Gaitán	Estación 6 y 7
			La Española	Estación 6 y 7
	29	Minuto de Dios	La Serena	Estación 7
	25	Floresta	Club Los lagartos	Estación 7
	28	El Rincón	Rincón Altamar	Estación 8
	27	Suba	Rincón de Suba	Estación 8
	28	El Rincón	Japón	
Suba	28	El Rincón	Santa Teresa de Suba - Humedal	Estación 8

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio	Actividad de proyecto
			Juan Amarillo	
	28	El Rincón	San Cayetano	Estación 8
	71	Tibabuyes	Lech Walesa / Nuevo Corinto	Línea
	71	Tibabuyes	Aures II	Estación 9
	71	Tibabuyes	Nueva Tibabuyes	Estación 9
	28	El Rincón	Villamaría	Línea
	28	El Rincón	Villamaría I	Estación 10
	71	Tibabuyes	Gaitana Oriental	Estación 10
	28	El Rincón	Puerta del sol	Estación 10
	71	Tibabuyes	Sabana de Tibabuyes	Estación 10
	28	El Rincón	Lombardía	Estación 10
	71	Tibabuyes	Sabana de Tibabuyes Norte	Línea
	71	Tibabuyes	Tibabuyes Universal	Línea
	71	Tibabuyes	Tibabuyes II (sectores caminos de Esperanza y Quintas de Santa Rita	Estación 11
	71	Tibabuyes	Tibabuyes Occidental	Patio Taller
	71	Tibabuyes	Bilbao	Patio Taller

Localidad	No. UPZ	UPZ	Barrio	Actividad de proyecto
	71	Tibabuyes	Tibabuyes	Patio Taller

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2022

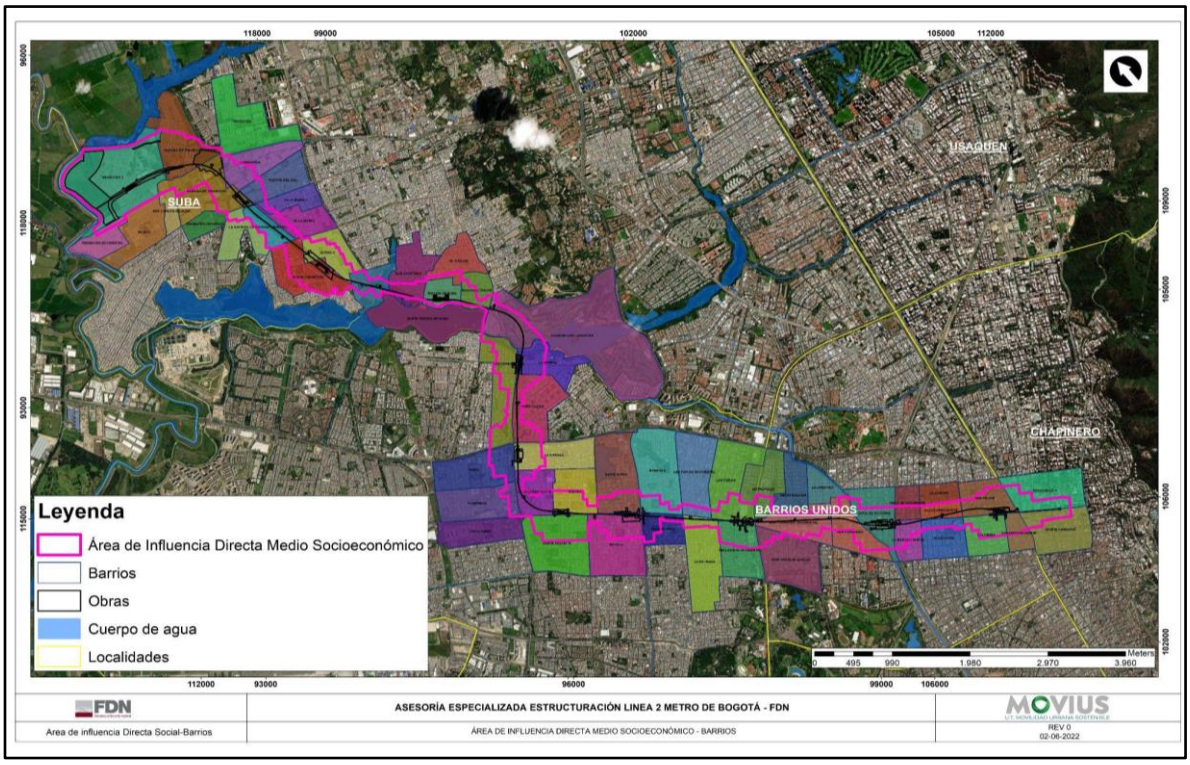


Figura 84. Barrios del AID
Fuente: UT Movius, 2022

Verificación de existencia de comunidades étnicas en el área del proyecto y su territorialidad.

Para este criterio se adelantó la solicitud de determinación de procedencia y oportunidad de la consulta previa para la ejecución de proyectos, obras o actividades ante el Ministerio del Interior, el cual dio respuesta mediante la Resolución ST-0936 del 16 junio de 2022, así:

"*PRIMERO. Que no procede la consulta previa con Comunidades Indígenas para el proyecto: "LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ", localizado en jurisdicción de Bogotá Distrito Capital, identificado con las coordenadas referidas en la parte considerativa del presente acto administrativo.*

SEGUNDO. Que no procede la consulta previa con Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras para el proyecto: "LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ", localizado en jurisdicción de Bogotá Distrito Capital, identificado con las coordenadas referidas en la parte considerativa del presente acto administrativo.

TERCERO. Que no procede la consulta previa con Comunidades Rom para el proyecto:"LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ", localizado en jurisdicción de Bogotá Distrito Capital, identificado con las coordenadas referidas en la parte considerativa del presente acto administrativo."

De conformidad con lo mencionado anteriormente, para el área de influencia directa identificada para el proyecto se corrobora la no procedencia y oportunidad de consulta previa con comunidades étnicas.

Alcance o ámbito de incidencia de impactos del medio abiótico y biótico:

Se revisaron y evaluaron los criterios de las áreas de influencia directas de los medios biótico y abiótico en componentes cuya incidencia generen impactos directos sobre las dimensiones o elementos del medio socioeconómico, en esta revisión se consideraron los resultados de las modelaciones y trabajo en campo de estos medios y los ajustes sobre sus áreas.

Calidad del aire, componente atmósfera.

En cuanto al componente atmósfera considerado como uno de los criterios para la definición del área de influencia directa del medio socioeconómico, se establece cómo área de influencia definitiva luego de los resultados e interpretación de las simulaciones computacionales de dispersión de contaminantes atmosféricos, que corresponde en mayor medida al área de influencia preliminar, con lo cual es área de influencia definida para el medio no se modifica por las afectaciones o impactos en la calidad del aire que se presentarán en las diferentes etapas del proyecto. Ver Figura 62

Para este criterio se considera el impacto *EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire.*

Ruido, componente atmósfera

Este criterio se consideró en su área de influencia definitiva debido a la incidencia sobre el medio socioeconómico, resultado del ejercicio de modelación, en el que se presentaron los resultados de dos modelaciones que permitieron establecer tanto el aporte independiente de las emisiones de las actividades de construcción como el aporte unificado de las actividades de construcción con las emisiones de ruido de tráfico vehicular, existente en la zona de estudio.

De estos resultados en el componente se identificó que el área de influencia establecida por el componente atmósfera-ruido no es superior al área de influencia social directa social, por lo tanto este criterio se encuentra considerado en la envolvente definida para el medio socioeconómico. Ver Figura 69
Para este criterio se considera el impacto *EA-ABI*-05 Alteración de los niveles de presión sonora.

Componente Geología

El componente de geología es considerado en los criterios de definición del área de influencia del medio socioeconómico debido a las características del proyecto, siendo este mayormente subterráneo, por lo cual se considera su incidencia o afectación al medio socioeconómico específicamente a las infraestructuras en superficie.

De acuerdo con lo anterior el área de influencia final o definitiva del componente geológico, involucró el análisis de los criterios establecidos inicialmente en las áreas de influencia preliminar y la definición de los diseños de ingeniería y los resultados de la caracterización a partir de las exploraciones directas en campo y la información de referencia, cuya delimitación se encuentra dentro del área de influencia definida para el medio socioeconómico. Ver Figura 40

Para este criterio se considera el impacto EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo

Componente Hidrogeología

Desde el componente de hidrogeología se definió luego de los estudios y análisis realizados que el área de influencia hidrogeológica del sistema, corresponden a un contorno cuando el abatimiento del nivel freático del sistema es mayor o

igual a 0,2 m, el cual incluye túnel, pozos y estaciones, como se presenta en la Figura 23. De acuerdo con la revisión adelantada esta área se encuentra dentro del AID socioeconómico definitivo.

Para este criterio se considera el impacto EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas

Vibraciones. Componente atmósfera

Este criterio considera lo definido en el área de influencia directa definitiva, del componente de vibraciones de acuerdo con los resultados de los análisis los cuales establecen que el área de influencia directa e indirecta definitiva es igual a la establecida preliminarmente.

Es importante destacar que en el componente se menciona que " (...) *en el escenario de construcción las áreas en donde se espera un aumento de los niveles de vibración corresponden a la zona de estaciones, los puntos de entrada y salida de la máquina tuneladora, la zona de la trinchera y las zonas contiguas a las fundaciones del tramo elevado que se localizan aproximadamente desde la abscisa K14+500 hasta la zona de patio taller.*" con respecto a lo anterior en el medio socioeconómico las áreas de estaciones son los identificados como zonas donde se presentaran la mayoría de los impactos.

Así mismos en este componente cabe resaltar que se considera que "(..) los niveles de vibración que se sentirán en superficie por la operación de la máquina tuneladora son muy inferiores a los umbrales de percepción humana" en el área de construcción del túnel no se considera como un área de impacto sobre el medio socioeconómico.

Con respecto a las conclusiones del componente es necesario mencionar que se consideró una envolvente para las etapas de construcción y operación y escenarios como trabajos en horario nocturno y zonas residenciales en la etapa de construcción, así mismo en las zonas de trinchera se consideran áreas mayores entre los 16,5 m medidos a cada lado del eje del corredor y en el tramo elevado un corredor de 6,3 m medidos a cada lado del riel. El resultado de este análisis se presenta en la Figura 71.

Para este criterio se considera el impacto EA-ABI-0 6 Alteración de los niveles de vibración

Paisaje

El componente de paisaje para la definición del AID y AII definitiva unificó las dos áreas, las cuales luego de la revisión cartográfica se identifica que se encuentran dentro del área de influencia directa socioeconómica.

El componente hace mención al impacto denominado "Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje". Los criterios que se consideran tienen relación o incidencia sobre el medio socioeconómico son:

Areas de obras: aquellas cercanas a cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto, como lo son el brazo del humedal Juan Amarillo, el canal Salitre y el canal Cafam, debido al reconocmiento por las comunidades y uso contemplativo, así como las áreas donde se construirán las obras superficiales del proyecto como lo son, los campamentos, las vías de acceso, el viaducto, las 11 estaciones con los accesos satelitales, los pozos de bombeo y/o de ventilación y emergencia, el tramo con tipología elevada y el Patio taller, zonas de intervención urbanística.

Visibilidad de los observadores, donde se consideran a los observadores a pie cercanos a la zona de desarrollo de la obra, además de la primera línea de edificaciones aledañas o con visión al proyecto

Es de anotar que para la definición del área AID y AII, se consideraron como insumos las encuestas realizadas a los miembros del comité de participación, en las que se consideró la identificación de los sitios de interés paisajístico, la percepción de su entorno físico en cuanto a lugares culturales. En la Figura 46 se presenta el área de influencia definitiva del componente de paisaje.

Para este criterio se considera el impacto EA-AB-04 Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje

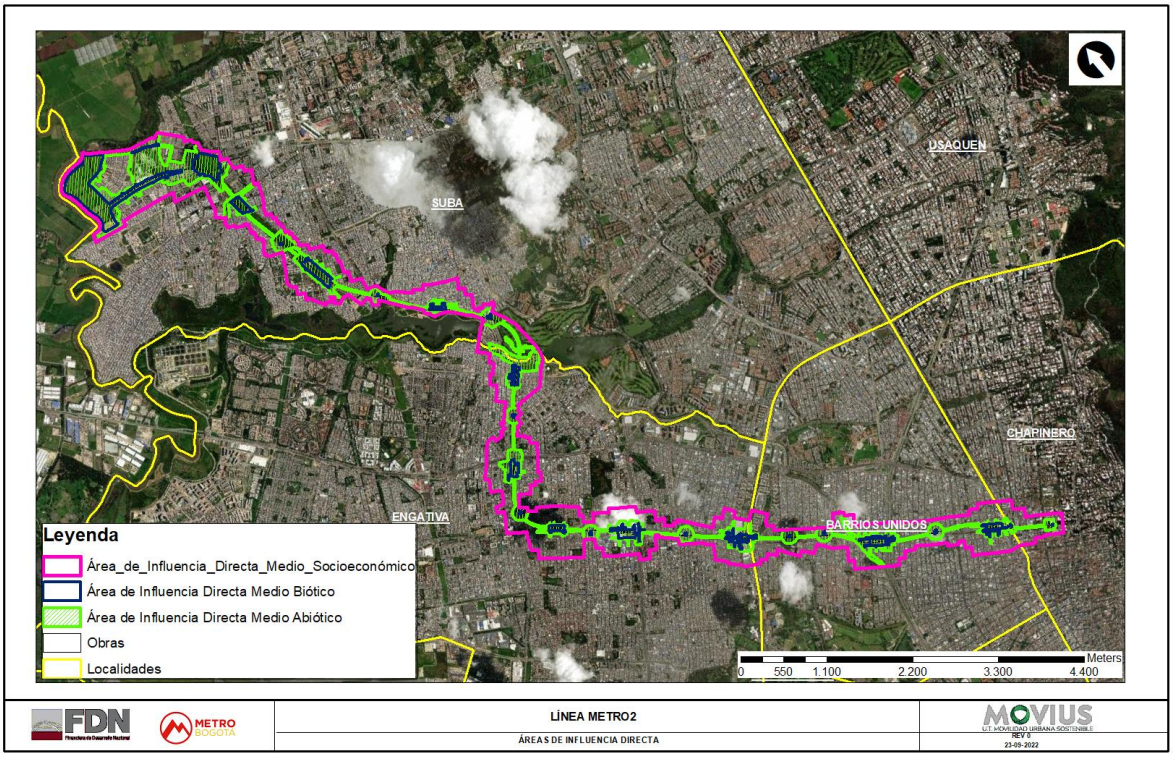


Figura 85. Área de Influencia Directa de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
Fuente: UT Movius, 2022

Del análisis anterior se concluye que el área de influencia directa del medio Socioeconómico envuelve el área de Influencia directa de los medios Abiótico y Biótico, cubriendo en su totalidad la extensión de los impactos directos del proyecto.
Bienes de Interés Cultural en el AID.

Se realizó la revisión de las áreas de intervención así como los impactos y las áreas sobre las que pueden presentarse y generar algunas afectación sobre los Bienes de Interés Cultural- BIC, identificando que el AID preliminar definido se mantiene; es decir no se incluyen nuevas áreas y por ende nuevos BIC, adicionalmente se identifica que se generará afectación sobre los siguientes BIC, debido a la implantación y construcción de la estación 1.

A continuación se relaciona los BIC que se identifican se encuentran en el área requerida para la estación 1.
Inmueble 1 ubicado en la : CL 72 A 20 93 declarado mediante Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017
Inmueble 2 ubicado en la : CL 72 A 20 85 declarado mediante Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017.

Se realizó la revisión y verificación sobre los Bienes de Interés Cultural, inmuebles y muebles del ámbito distrital y nacional, que fueron identificados a lo largo del proyecto en el AID preliminar, así como verificar los planes de manejo, área de influencia y otros aspectos que se deban considerar, con el criterio de identificar posibles afectaciones respeto a la distancia de las actividades constructivas o de operación que puedan afectar los Bienes de Interés Cultural.

En la Tabla 18 se presentan los Bienes de Interés Cultural que se verificaron en el AID definitiva socioeconómica.

Tabla 19. Bienes de interés cultural en el área del trazado.

Estación	Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital	Monumentos	Observaciones
1	CL 72 A 20 93 Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017 y CL 72 A 20 85 Oficio SDP 2-2017-17274 de abril 24 de 2017.	1-José Enrique Rodó, Autor: Desconocido. Inauguración: 3 de agosto de 1942. Emplazamiento: Inicial: Avenida Caracas, calle 37. Actual: separador de la calle 72, carrera 12.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.
 (3) Monumento-José Enrique Rodó		 (1) Edificaciones de Patrimonio inmediatas a la intervención	
2	2-Centro Vicentino Federico Ozanam (Modalidad IIC-Inmueble de interés Cultural ,categoría CI-Conservación Integral), Decreto 606 (26 de julio de 2001). Oficio SDP 2-2017-49940 septiembre 18 de 2017. 3-Parroquia San Fernando Rey (Categoría COIN), Decreto 606 (26 de julio de 2001).Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017. 4-Iglesia Santísima Trinidad. (Categoría COIN), Decreto 606 (26 de julio de 2001). 5-Convento Siervas de Maria (Categoria COIN), Decreto 606 (26 de julio de 2001). Oficio SDP 2-2017-49940 de septiembre 18 de 2017.	1-Rafael Uribe Uribe (Mueble-Escultura Antropomorfa) Cuéllar, Silvano / KR 29 A -CL 71C (Res. 0395 de 2006, Res.SCRD 360 de 31 Julio 2020) / RUPI 4106-2. 2-Primera piedra de la iglesia San Fernando Rey (Mueble-Placa) Arquidiócesis de Bogotá /Andén AC 72/KR 45A. 3-Reloj de la iglesia San Fernando Rey (Mueble-Reloj) Reloj de la iglesia San Fernando Rey (AAA0056OHYX)/Cl 72 No 57A-16. 4-Arquidiócesis de Bogotá (Mueble-placa) (Primera piedra convento Siervas de María). Convento siervas de María (AAA0086TBNN)/CL72 No. 27-10.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.
 (1)Centro Vicentino Federico Ozanam		 (2) Convento Siervas de Maria	

Estación	Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital	Monumentos	Observaciones
 (3) Monumento-Rafael Uribe Uribe		 (4) Monumento Manuela Ayala de Gaitan	
3,5, 6, 9, 11	No se identifican Bienes de Interés Cultural dentro del Área de influencia Urbana.		
4	No se encuentran Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital.	Gustavo Rojas Pinilla (Mueble-Escultura Antropomorfa) Res.SCRD 360 de 31 Julio 2020, KR 70-CL72.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.
10	Club los lagartos, Calle 116 No. 72 A 80, categoría CI, Modalidad IIC. UPZ la Floresta, Localidad:11-Suba,Barrio Catastral:009121-Club de los Lagartos,Código sector:009121, Código manzana 00912112.	No se identifican monumentos.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.
			
8	No se encuentran Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital.	No se identifican monumentos.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional. **Patrimonio Natural**: Humedal Juan Amarillo, Reserva ambiental Natural. Plan de Manejo Ambiental. PMA adoptado por Resolución SDA n.° 3887 de 2010.

Estación	Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital	Monumentos	Observaciones
 (2) Humedal Juan Amarillo			
10	No se encuentran Bienes de Interés Cultural del ámbito Distrital.	Parque Lúdico Puerta del Sol, Calle 139 126C 02, Resolución N/A, Clasificación Conjunto Escultórico, Autor Colmenares, Manolo, MACI (Movimiento Artístico cultural indigena), Localidad 11, Sector CAT Sabana de Tibabuyes.	No se identifican Bienes de Interés cultural del ámbito nacional.

Fuente: Diagnóstico de urbanismo y paisajismo. UT MOVIUS

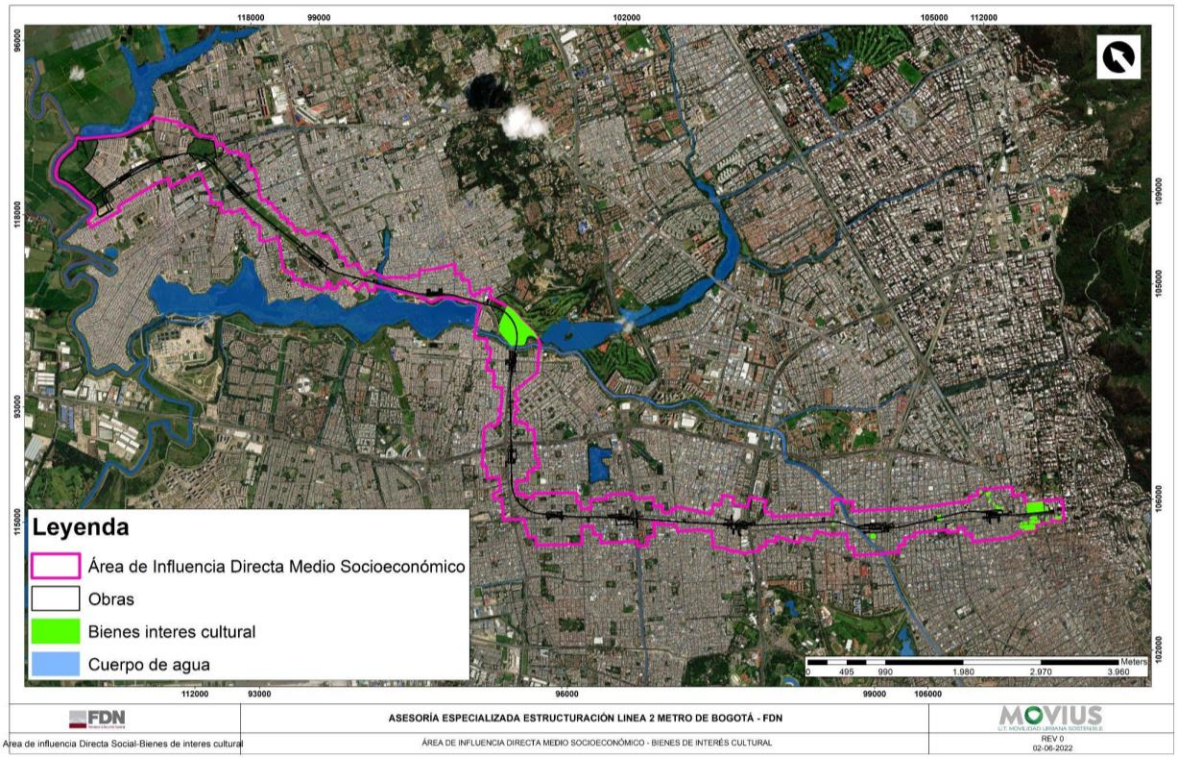


Figura 86. Bienes de interés Cultural en el AID socioeconómico
Fuente: UT Movius, 2022

Desarrollo de actividades económicas potencialmente afectables.

Resultado del trabajo de campo en el que se realizó la identificación del comercio formal a lo largo del corredor de la línea 2 del Metro de Bogotá y se estableció un universo de 5.814 establecimientos comerciales con los que se aplicó muestra de caracterización se logró identificar concentraciones especialmente en los alrededores de las estaciones ubicadas en la calle 72 entre la Avenida Caracas y la Avenida Boyacá, lo que permitió identificar que el área preliminar se mantiene confirmado que luego de los análisis de datos sobre estas áreas se concentra las actividades comerciales que pueden ser potencialmente afectables.

En el corredor se destacan desarrollos comerciales significativos sobre corredores como la calle 72, la Avenida Ciudad de Cali, y otros sectores ubicados especialmente en la localidad de Suba. Desde la caracterización se identificaron desde el número de establecimientos comerciales que presentan una concentración del 52,3% en el corredor de la calle 72 entre la Avenida Caracas y la Avenida Boyacá. Lo cual se presenta debido a que la calle 72 durante el siglo XX fue uno de los ejes sobre el cual se desarrolló la ciudad de Bogotá no solo en su expansión hacia el norte, sino también hacia el nor occidente conectando y posteriormente integrando a la dinámica de la ciudad, los pueblos de Usaquén y Suba, los cuales posteriormente pasaron a ser localidades.

Como se mencionó en el área de influencia preliminar el corredor presenta gran diversidad de actividades comerciales y sectores especializados, sobre estas áreas se considera que los impactos que se pueden presentar están relacionados con el aumento en la presión sonora, la alteración de la calidad del aire y la transformación en la dinámica del comercio formal debido a las intervenciones de urbanismo que pueden ocasionar cierres temporales de andenes y accesos a los locales comerciales o zonas de cargue y descargue.
De acuerdo con lo anterior el área de influencia directa preliminar considerada en este criterio se mantiene, debido a que las áreas identificadas inicialmente corresponden a las áreas que mediante el muestreo se evidencia la presencia o desarrollo de las actividades económicas sobre el sector.

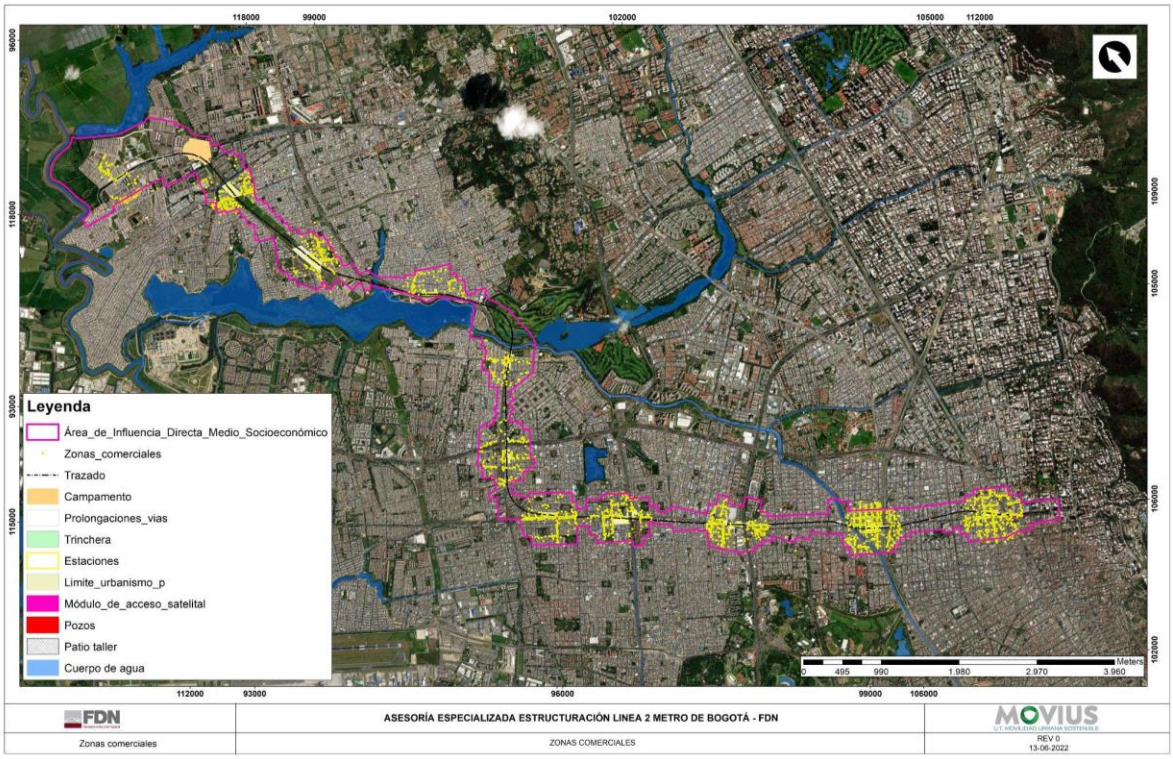


Figura 87. Áreas de concentración de comercio y AID medio socioeconómico
Fuente: UT MOVIUS, 2022

Resultado de la revisión de cada uno de los criterios en los que se consideraron los análisis de la información primaria, el trabajo de campo y las modelaciones, en la Figura 88 se presenta el AID del medio socioeconómico definitiva que no presenta cambios con respecto al AID identificada de manera preliminar.

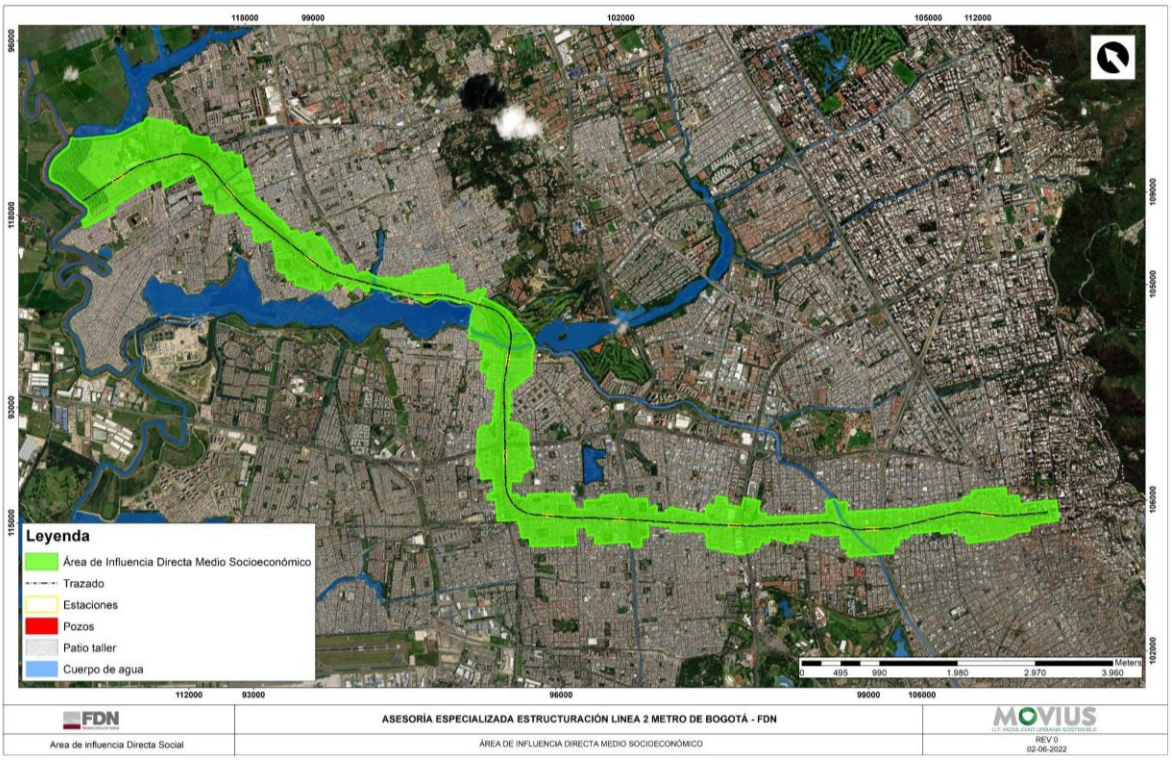


Figura 88. AID del medio socioeconómico del proyecto L2MB
Fuente: Movius, 2022

5.1.6.3.2. Área de influencia Indirecta

Luego de la revisión realizada a las áreas de influencia indirectas de los medios físico, biótico, así como la jurisdicción político administrativa del territorio que corresponde a las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, se considera que el área de influencia indirecta preliminar establecida para el medio socioeconómico se mantiene y no presenta variaciones, sobre estas áreas se considera se presentarán los impactos de carácter positivo como la generación de empleo, el fortalecimiento de la cultura ciudadana y el Fortalecimiento de la red interinstitucional en torno a la línea 2 del Metro.

Tabla 20. Localidades

Localidades
Chapinero
Barrios Unidos
Engativá
Suba

Fuente: Secretaria de Planeación Distrital, 2004

En la Figura 89 se presenta el área de influencia indirecta definitiva para el medio socioeconómico.

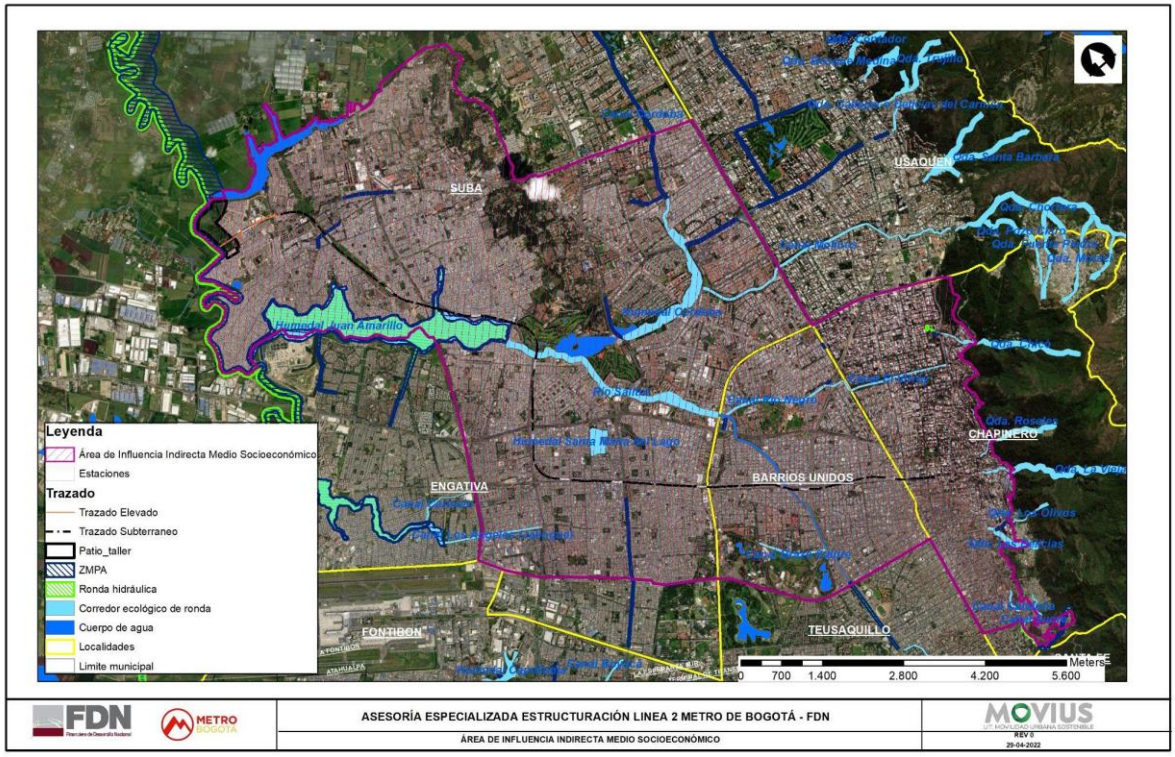


Figura 89. AII del medio socioeconómico del proyecto L2MB
Fuente: Movius, 2022

5.1.6.4. Área de Influencia final

El área de influencia directa para el proyecto L2MB está conformado por aquellas zonas en las que se presentan y manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación dentro de los medios físico, biótico y social y comprende un area de 743,863 ha, Ver plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0006_V01. Área de influencia directa del proyecto.



Figura 90. Área de influencia directa del proyecto
Fuente : UT MOVIUS 2022

El área de influencia INDIRECTA para el proyecto L2MB está conformado por aquellas zonas en las que trascienden los impactos generados por las actividades de construcción y operación dentro de los medios físico, biotico y social y comprende un área de 7469,633 ha, Ver plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0007_V01. Área de influencia indirecta del proyecto.



Figura 91. Área de influencia indirecta del proyecto
Fuente UT MOVIUOS 2022