

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ

L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VB

Capítulo 18 Conclusiones y Recomendaciones



TABLA DE CONTENIDO

18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7
18.1. CONCLUSIONES	7
18.1.1. MEDIO FÍSICO	7
18.1.1.1. Geología	7
18.1.1.2. Geomorfología	12
18.1.1.3. Paisaje	12
18.1.1.3.1. Elementos o atributos del paisaje	13
18.1.1.3.2. Unidades de paisaje	13
18.1.1.3.3. Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona	14
18.1.1.4. Hidrogeología	15
18.1.1.4.1. Modelo hidrogeológico conceptual - MHC	15
18.1.1.4.2. Modelo hidrogeológico numérico - MHN	18
18.1.1.5. Geotecnia	19
18.1.1.6. Suelos	20
18.1.1.7. Calidad del aire	21
18.1.1.7.1. Análisis de resultados calidad del aire - Monitoreos	21
18.1.1.7.2. Análisis de resultados para Modelo de dispersión de contaminantes	22
18.1.1.8. Ruido	23
18.1.1.9. Vibraciones	24
18.1.2. MEDIO BIÓTICO	25
18.1.2.1. Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles en el área de intervención del proyecto L2MB	25
18.1.2.2. Vegetación con connotación especial	26
18.1.2.3. Fauna	26
18.1.2.4. Ecosistemas acuáticos	27
18.1.2.4.1. Comunidades hidrobiológicas época de lluvias	27
18.1.2.4.2. Comunidades hidrobiológicas época seca	28
18.1.2.5. Aprovechamiento forestal	29
18.1.2.6. Balance de zonas verdes	30
18.1.2.7. Plan de compensación	32
18.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO	33
18.1.3.1. Dimensión Demográfica	33
18.1.3.2. Dimensión Espacial	33
18.1.3.3. Dimensión Político-Organizativa	34
18.1.3.4. Dimensión cultural	35
18.1.3.5. Dimensión económica	36
18.1.3.5.1. Componente arqueológico	38

18.1.3.6. Participación	38
18.1.3.7. Población a reasentar	40
18.1.4. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	41
18.1.5. RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES	43
18.2. RECOMENDACIONES	45
18.2.1. Medio Físico	45
18.2.1.1. Reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI)	45
18.2.2. Medio Biótico	52
18.2.3. Medio Socioeconómico	52
18.2.3.1. Recomendaciones sobre población a reasentar	54
18.2.4. Seguridad y salud en el trabajo	54
18.2.4.1. Evaluación de los Riesgos.	55
18.2.4.2. Vigilancia de la salud y tareas peligrosas.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. L2MB- Zonas Homogéneas. Variación de nivel freático en profundidad

Figura 2. Distribución porcentual de las emisiones GEI por subsector

Figura 3. Emisiones por subsector y por alcance

Figura 4. Participación en emisión de combustión de contaminantes criterio por categoría vehicular

Figura 5. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de PM2.5 para Fuentes Móviles.

Figura 6. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de PM10 para Fuentes Móviles.

Figura 7. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de CO para Fuentes Móviles.

Figura 8. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de NOX para Fuentes Móviles.

Figura 9. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de SO2 para Fuentes Móviles.

Figura 10. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de COV para Fuentes Móviles.

Figura 11. Participación por localidad en las emisiones de fuentes móviles en carretera

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de sondeos mecánicos realizados.

Tabla 2. Superficie ocupada por cada una de las unidades de paisaje presentes en el área de influencia

Tabla 3. Tratamientos Silviculturales propuestos al arbolado urbano L2MB

Tabla 4. Especies con alguna categoría de amenaza

Tabla 5. Zonas verdes existentes en el área de intervención por obras de la L2MB

Tabla 6. Balance de Zonas verdes por implementación de diseños paisajísticos de la L2MB

Tabla 7. Total de Establecimientos comerciales por estación

Tabla 8. Emisiones GEI por sector y subsector

18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

18.1. CONCLUSIONES

18.1.1. MEDIO FÍSICO

18.1.1.1. Geología

Con el análisis de la información parcial obtenida de la segunda fase de la campaña de exploraciones geotécnicas, se identificaron cuatro zonas homogéneas partiendo de la definición geológica de tres tipos de depósitos principales: Qdp (Depósito de Pendiente), Qta (Depósito de terraza lacustre alta) y Qlla (Depósito de llanura de inundación). Otro factor relevante para la asignación de zonas homogéneas fue el análisis de los resultados de laboratorio y de campo, donde se pudo evidenciar un cambio en la humedad de la arcilla del depósito de terraza alta (Qta) que coincide con el contacto de las Zonas 3 y 4 del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, UNIANDES, 1997).

La primera zona homogénea va desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+700 y coincide con el depósito de pendiente (Qdp) y se caracteriza por ser la zona del proyecto donde se presenta la mayor variación de los tipos de suelo por su heterogeneidad. Esta zona presenta suelos granulares en su mayoría, tales como depósitos Aluviales (Qdp-Alu), depósitos de Ladera Arenoso y Gravoso (Qdp-are+gra), depósitos de Ladera Arenoso (Qdp-are), depósitos de Ladera Arenoso y Limoso (Qdp-are+lim), depósitos de Ladera Arenoso con Materia Orgánica (Qdp-are+mat). Esta primera zona también presenta suelos cohesivos conformando parte de la matriz de los depósitos Coluviales, y conformando principalmente lo que se ha denominado como depósitos de Ladera Arcillosos con contenido de arena (Qdp-arc+are), depósitos de Ladera Arcillosos (Qdp-arc) y depósitos de Ladera Arcilloso con Materia Orgánica o Turba (Qdp-mat). Adicionalmente, en la zona homogénea 1 también se presenta la roca de la Formación Bogotá (Tpb) subyaciendo los depósitos de suelo.

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 (Qdp) y donde inicia el depósito correspondiente a la terraza alta (Qta). Esta zona presenta en su gran mayoría suelos cohesivos tales como depósitos de Terraza Arcilloso/Limoso de Alta Humedad (Qta-arc1), depósitos de Terraza Arcillosos con contenido de arena (Qta-arc+are) y depósitos de Terraza Arcilloso con materia orgánica o turba (Qta-mat). Esta zona también presenta suelos granulares como depósito de Terraza Arenoso (Qta-are).

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 diferencia también se identifica en el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá donde la “Zona 4” (definida en ese estudio) se asocia a un suelo superficial más blando con espesor variable entre 30 m y 50 m. 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). Esta zona también presenta suelos granulares tales como depósitos de Terraza Arenoso (Qta-are).

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 presenta en su gran mayoría suelos cohesivos tales como depósitos de Llanura de inundación Arcilloso (Qlla-arc), depósitos de Llanura Aluvial Arcilloso con contenido de arena (Qlla-arc+are) y

depósito de Llanura Arcilloso con Materia Orgánica o turba (Qlla-mat). Esta zona también presenta suelos granulares tales como depósitos de Llanura Aluvial Arenoso (Qlla-are).

Por cada zona homogénea se asignó la denominación del depósito predominante y por cada depósito se identificaron diferentes tipos de suelo con la intención de diferenciar el comportamiento drenado principalmente en materiales granulares y no drenado en materiales finos (cohesivos). De esta forma se asignaron diversos tipos de suelos por zonas homogéneas a los cuales se les realizó un análisis de clasificación e identificación de materiales, propiedades físicas, propiedades mecánicas (resistencia [drenada y no drenada]) y deformabilidad), características químicas, expansividad, propiedades hidráulicas y lámina de agua.

El modelo geológico de superficie y del subsuelo se sustenta 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 resumen de las características de las perforaciones ejecutadas fueron:

Tabla 1. Resumen de sondeos mecánicos realizados.

Nombre de la Perforación	Coordenadas de Ejecución		Longitud ejecutada (m)
L2MB-EST9-PT-02	997.019,9	1.015.365,6	63,50
L2MB-EST10-PT-01	996.826,0	1.016.791,5	48,50
L2MB-EST11-PT-02	995.735,3	1.017.557,9	58,50
L2MB-PT-PT-03	995.611,4	1.018.108,3	58,50
L2MB-TUN-PT-82	996.950,9	1.015.794,0	28,50
L2MB-TUN-PT-84	996.888,9	1.016.123,4	28,50
L2MB-TUN-PT-85	996.852,9	1.016.343,7	29,00
L2MB-TUN-PT-88	996.433,0	1.017.381,8	29,25
L2MB-DEP-PT-01	1.001.921,7	1.006.852,5	63,50
L2MB-DEP-PT-02	1.001.757,0	1.006.992,3	63,45
L2MB-DEP-PT-03	1.001.659,0	1.007.041,2	43,50
L2MB-DEP-PT-04	1.001.627,7	1.007.063,5	63,45
L2MB-EST1-PT-01	1.002.127,4	1.006.712,2	58,45
L2MB-EST1-PT-02	1.001.994,9	1.006.800,3	58,55
L2MB-EST2-PT-03	1.000.427,6	1.007.943,0	48,80
L2MB-EST3-PT-01	999.062,7	1.008.956,1	68,70
L2MB-EST3-PT-02	999.044,2	1.008.970,6	48,45
L2MB-EST4-PT-01	998.014,9	1.010.089,9	68,70
L2MB-EST4-PT-03	997.955,7	1.010.136,0	48,45
L2MB-EST5-PT-01	997.150,1	1.010.783,2	48,50

Nombre de la Perforación	Coordenadas de Ejecución		Longitud ejecutada (m)
L2MB-EST5-PT-03	997.053,4	1.010.859,5	63,45
L2MB-EST6-PT-01	997.389,5	1.011.735,4	48,50
L2MB-EST6-PT-03	997.471,7	1.011.812,6	63,45
L2MB-EST7-PT-01	998.021,1	1.012.475,1	48,45
L2MB-EST7-PT-03	998.149,0	1.012.596,6	63,45
L2MB-EST8-PT-01	998.211,0	1.013.558,8	48,50
L2MB-EST8-PT-02	998.133,4	1.013.650,4	63,45
L2MB-EST9-PT-01	997.043,0	1.015.220,6	48,50
L2MB-EST10-PT-02	996.834,2	1.016.928,2	63,45
L2MB-EST11-PT-01	995.878,3	1.017.538,6	58,45
L2MB-TUN-PT-04	1.002.222,0	1.006.643,5	63,50
L2MB-TUN-PT-06	1.001.486,7	1.007.159,3	28,45
L2MB-TUN-PT-08	1.001.358,5	1.007.245,2	48,45
L2MB-TUN-PT-09	1.001.237,5	1.007.328,3	28,50
L2MB-TUN-PT-10	1.001.113,8	1.007.411,1	53,50
L2MB-TUN-PT-13	1.000.758,9	1.007.684,5	28,50
L2MB-TUN-PT-16	1.000.141,0	1.008.129,2	53,70
L2MB-TUN-PT-17	1.000.099,1	1.008.209,1	68,45
L2MB-TUN-PT-19	999.887,0	1.008.337,0	38,80
L2MB-TUN-PT-20	999.770,7	1.008.433,0	38,70
L2MB-TUN-PT-21	999.611,3	1.008.554,4	38,80
L2MB-TUN-PT-22	999.509,1	1.008.635,7	39,25
L2MB-TUN-PT-23	999.339,8	1.008.751,9	39,10
L2MB-TUN-PT-26	998.941,9	1.009.125,3	38,70
L2MB-TUN-PT-28	998.772,8	1.009.344,6	28,45
L2MB-TUN-PT-29	998.703,1	1.009.416,6	28,50
L2MB-TUN-PT-32	998.406,0	1.009.735,4	28,50
L2MB-TUN-PT-35	998.214,9	1.009.897,9	53,95
L2MB-TUN-PT-41	997.652,8	1.010.364,2	38,50
L2MB-TUN-PT-42	997.575,7	1.010.432,4	38,70
L2MB-TUN-PT-43	997.452,6	1.010.546,5	38,70

Nombre de la Perforación	Coordenadas de Ejecución		Longitud ejecutada (m)
L2MB-TUN-PT-46	996.934,7	1.010.972,5	28,75
L2MB-TUN-PT-54	997.552,3	1.011.927,3	28,45
L2MB-TUN-PT-61	998.223,9	1.012.656,3	38,70
L2MB-TUN-PT-63	998.295,7	1.013.195,1	28,45
L2MB-TUN-PT-64	998.336,1	1.013.293,7	53,50
L2MB-TUN-PT-67	998.058,4	1.013.727,1	38,50
L2MB-TUN-PT-68	997.978,0	1.013.795,3	38,70
L2MB-TUN-PT-69	997.822,2	1.013.924,8	38,50
L2MB-TUN-PT-70	997.747,9	1.014.024,9	38,60
L2MB-TUN-PT-72	997.661,2	1.014.176,6	38,60
L2MB-TUN-PT-73	997.621,2	1.014.284,2	38,50
L2MB-TUN-PT-74	997.590,6	1.014.378,4	58,50
L2MB-TUN-PT-75	997.434,4	1.014.454,0	68,65
L2MB-ELE-PT-01	996.141,7	1.017.479,6	58,50
L2MB-ELE-PT-02	996.049,6	1.017.507,6	58,45
L2MB-TUN-PT-62	998.330,5	1.013.231,4	28,45
L2MB-TUN-PT-65	998.310,2	1.013.408,0	38,50
L2MB-TUN-PT-87	996.598,4	1.017.299,9	33,45
L2MB-TUN-PT-89	996.386,1	1.017.400,3	28,50
L2MB-TUN-PT-02	1.000.334,5	1.007.981,6	58,50
L2MB-TUN-PT-05	1.001.919,7	1.006.874,8	73,80
L2MB-TUN-PT-07	1.001.453,9	1.007.275,9	63,50
L2MB-TUN-PT-11	1.000.985,2	1.007.565,4	58,50
L2MB-EST2-PT-01	1.000.395,7	1.007.905,7	68,55
L2MB-TUN-PT-31	998.516,0	1.009.603,5	28,45
L2MB-TUN-PT-33	998.241,3	1.009.853,3	28,50
L2MB-TUN-PT-34	998.172,0	1.009.870,2	28,45
L2MB-TUN-PT-39	997.832,6	1.010.219,1	28,45
L2MB-TUN-PT-40	997.762,5	1.010.280,4	28,50
L2MB-TUN-PT-45	997.251,5	1.010.763,4	28,50
L2MB-TUN-PT-47	997.062,6	1.011.027,9	38,85

Nombre de la Perforación	Coordenadas de Ejecución		Longitud ejecutada (m)
L2MB-TUN-PT-48	997.055,1	1.011.123,6	38,75
L2MB-TUN-PT-49	997.056,7	1.011.215,4	38,70
L2MB-TUN-PT-50	997.073,2	1.011.317,4	28,50
L2MB-TUN-PT-51	997.133,7	1.011.426,5	28,50
L2MB-TUN-PT-52	997.335,6	1.011.615,3	58,45
L2MB-TUN-PT-55	997.601,2	1.012.008,0	28,50
L2MB-TUN-PT-56	997.757,2	1.012.142,6	38,70
L2MB-TUN-PT-58	997.771,1	1.012.228,7	28,45
L2MB-TUN-PT-59	997.836,4	1.012.305,9	28,50
L2MB-TUN-PT-60	997.955,7	1.012.418,0	38,70
L2MB-TUN-PT-66	998.240,7	1.013.471,0	38,75
L2MB-TUN-PT-71	997.727,1	1.014.051,3	28,50
L2MB-TUN-PT-76	997.309,9	1.014.612,7	28,45
L2MB-TUN-PT-77	997.183,8	1.014.782,0	28,50
L2MB-TUN-PT-78	997.171,0	1.014.836,5	28,50
L2MB-TUN-PT-79	997.058,0	1.015.070,9	38,70
L2MB-TUN-PT-80	996.986,9	1.015.478,1	38,70
L2MB-TUN-PT-81	996.974,7	1.015.567,6	28,45
L2MB-TUN-PT-83	996.899,4	1.015.990,6	28,45
L2MB-TUN-PT-86	996.831,5	1.016.498,3	28,45
L2MB-PT-PT-02	995.528,2	1.017.869,8	58,45
L2MB-TUN-PT-01	1.002.184,8	1.006.671,8	63,45
L2MB-EST7-PT-02	998.176,0	1.012.625,5	53,65
L2MB-TUN-PT-57	998.720,6	1.013.086,8	19,35
L2MB-EST8-PT-03	997.918,6	1.013.845,6	63,50
L2MB-PT-PT-01	995.531,7	1.017.968,8	198,50
L2MB-PT-PT-04	995.768,6	1.018.024,3	58,45
TOTAL (m)			4.959,45

Fuente: UT MOVIUS 2022

La longitud total de la Línea de Metro 2 de Bogotá (incluyendo túnel, estaciones y tramo elevado) es de 15500 m y el total de longitud de sondeos directos exploratorios (incluyendo sondeos de estudios de referencia y los realizados en las dos fases fue de 9744.15 m, lo que representa un índice de perforación de 0.63 m por metro lineal de línea de Metro.

De los datos de sondeos de la L2MB se establece que la profundidad promedio fue de 48 m, con un máximo de 198 m y un mínimo de 19 m. Para los sondeos directos de la Fase 1 y 2, se obtuvo una interdistancia promedio de 206 m, con una distancia máxima de 1732 m y una distancia mínima de 10 m.

18.1.1.2. Geomorfología

A nivel del contexto regional del proyecto, se diferencian dos zonas, una plana y una montañosa. La zona plana o de baja pendiente hacia el occidente correspondiente a la Sabana de Bogotá, que es el área bajo la cual se desarrolla la L2 del Metro de Bogotá; además se distingue la zona montañosa que rodea la Sabana de Bogotá, aunque también se encuentra al interior de ella formando cerros alargados como los de Suba, Cota y de Tabio-Tenjo. La zona plana es drenada por el río Bogotá

El área 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 Deposicional Lacustre. 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.

Planicie extensa de aspecto aterrazado y morfología plana a levemente ondulada, con suave inclinación, la cual es limitada por cauces los escarpes de los drenajes principales. Esta geoforma es la de mayor extensión en la Sabana de Bogotá y es el producto de la acumulación de arcillas, arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas en la cuenca ocupada por el antiguo lago de la Sabana de Bogotá.

Los depósitos lacustres de la Formación Sabana se caracterizan por presentar esta geoforma de planicie lacustre, que es donde se desarrolla al menos el 75% del proyecto L2 del Metro de Bogotá.

18.1.1.3. Paisaje

El análisis de paisaje se realizó sobre el área de influencia delimitada específica para este componente, esta se determinó teniendo de base la ubicación de los observadores tanto permanentes como transitorios, su capacidad de visión (escala visual), la visibilidad dada por el relieve de la zona y la evaluación de la percepción del paisaje por parte de la población local que son factores claves para determinar la extensión del área. A continuación se presentan los resultados de la caracterización:

18.1.1.3.1. Elementos o atributos del paisaje

En el área de influencia del paisaje, predominan las superficies con pendientes bajas a planas que oscilan entre los 0 y 3%, las cuales ocupan un 90,31% del AIPa. El relieve con pendientes superiores al 12% es escaso dado que predominan las superficies asociadas a relieves planos con colinas leves dispersas en la zona, producto de características típicas de la sabana de Bogotá y los procesos constructivos de edificaciones sobre la zona, y solo se encuentran asociadas a zonas verdes urbanas o de canales de los cuerpos de agua de la zona.

Además, el área de influencia se caracteriza por la presencia de coberturas de la tierra transformados principalmente por zonas con territorios artificializados, los cuales ocupan cerca del 65,33% total del AI de paisaje, seguidos por territorios agrícolas con el 29,95%, teniendo en estos últimos principalmente pastos limpios con un 26,52% hacia la localidad de Suba en los sitios donde se tendrán estaciones y el patio taller. Las otras coberturas ocurren en el AIPa con muy bajas proporciones. Se destaca la muy baja proporción de elementos naturales que aportan al paisaje de la comunidad, por lo que en su mayoría son las zonas verdes urbanas y las zonas recreativas las que brindan un mayor potencial de calidad y belleza paisajística.

18.1.1.3.2. Unidades de paisaje

- Calidad visual

Se identifica que para este componente en general predominan las superficies con calidad visual media que cubren el 52,90% de toda el área. Esto es el resultado de la conformación de un paisaje con geoformas suaves a planas con pendientes bajas y una gran dominancia de coberturas completamente 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 por lo que solo los parches con una mayor extensión y que pueden destacarse más dentro del paisaje generan una calidad visual.

- Fragilidad visual

Se estima que la fragilidad visual del paisaje para el área de influencia es predominantemente baja dado que ocupa el 98,84% del área total. Esto se debe 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 y las especies contenidas en su amplia mayoría están adaptadas para tolerar los niveles de perturbación ambiental de la ciudad.

- Belleza paisajística

En esta zonificación se obtuvieron las superficies con belleza paisajística baja (46,46%), teniendo en cuenta que en el paisaje predominan elementos muy homogéneos de carácter antrópico con bajo interés o atractivo paisajístico, seguido por áreas de belleza media (32,04%) correspondientes a canales y pastos, y en menor medida parches con alta belleza (21,50%) de zonas verdes, los parques, los humedales y los pequeños parches de bosque que destacan por su aporte al paisaje local al poseer una variedad destacable por elementos, formas, colores y fauna.

- Resultado de unidades de paisaje

A partir de la zonificación obtenida de la valoración de la calidad visual, fragilidad visual y belleza paisajística se procedió a identificar las unidades del paisaje. Dentro del área de influencia se evidencia la presencia de seis unidades de paisaje que incluyen áreas con diferentes grados de calidad visual y fragilidad visual del paisaje, esto se debe a que el área de estudio se presenta un relieve relativamente homogéneo, conformando una matriz de elementos de carácter altamente antrópico, sin presentarse áreas de fragilidad visual alta (ver Tabla 2).

Tabla 2. Superficie ocupada por cada una de las unidades de paisaje presentes en el área de influencia

Unidad de paisaje	Descripción	Área (ha)	Proporción (%)
Amd	Calidad visual alta y fragilidad visual media	0,38	0,19%
Abj	Calidad visual alta y fragilidad visual baja	0,76	0,38%
Mmd	Calidad visual media y fragilidad visual media	1,75	0,88%
Mbj	Calidad visual media y fragilidad visual baja	102,91	52,02%
Bmd	Calidad visual baja y fragilidad visual media	0,17	0,09%
Bbj	Calidad visual baja y fragilidad visual baja	91,86	46,43%
Total		197,83	100,00%

Fuente: UT MOVIUS 2022

En concordancia, la mayor proporción del área corresponde a unidad **Mbj** (Calidad visual media y fragilidad visual baja) con un 52,02% del AIPa, estas áreas se concentran en zonas con coberturas de pastos, zonas verdes urbanas, parques, cuerpos de agua artificiales, seguido de la unidad **Bbj** (Calidad visual baja y fragilidad visual baja) con 46,43%, asociado directamente a coberturas totalmente antrópicas asociadas al desarrollo urbano en la ciudad de Bogotá y sus terrenos de pendientes leves. Las unidades **Mmd** (Calidad visual media y fragilidad visual media, 0,88%) y **Bmd** (Calidad visual baja y fragilidad visual, 0,09%) recogen las áreas descritas anteriormente pero con pendientes ligeramente inclinadas que causan que su absorción visual sea media. Las unidades correspondientes a **Amd** (Calidad visual alta y fragilidad media, 0,19%) y **Abj** (Calidad visual alta y fragilidad baja, 0,38%) recogen las áreas menos modificadas del paisaje correspondientes a bosques, zonas pantanosas y de ribera concentradas principalmente en el humedal Juan Amarillo, con otros parches cercanos al río de Bogotá y a los canales del AIPa.

18.1.1.3.3. Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona

Considerando la caracterización realizada, el proyecto plantea la introducción de infraestructura férrea subterránea y parcialmente elevada hacia la localidad de Suba. El paisaje local por donde pasará el proyecto presenta una variedad media y baja de elementos y de unidades paisajísticas como se ha evidenciado en la caracterización de este medio, no obstante la evaluación del impacto se encontrará en el capítulo 8 Evaluación ambiental.

En general el proyecto ocurre de forma predominante a lo largo de la unidad paisajística Mbj y Bbj que presenta una calidad visual media y baja y fragilidad visual baja. Es evidente que las localidades por donde se encuentra el trazado de la L2MB se encuentran densamente pobladas y con gran cantidad de vías y edificaciones residenciales hacia el occidente de la ciudad y una gran zona financiera y laboral de la ciudad, las cuales no presentan elementos muy llamativos en el paisaje, teniendo además una capacidad alta de absorción visual ante los cambios por las mismas edificaciones y el relieve en el que se encuentran, asimilando de manera más sencilla el proyecto.

Aunque la L2MB será un elemento novedoso inicialmente (incluso atractivo), al no representar un contraste frente al paisaje circundante sino que está acorde a los elementos antrópicos ya existentes en el área será asimilado visualmente por el paisaje sin mayores dificultades, teniendo en cuenta que además el mayor impacto se dará por la construcción de

los accesos a los estaciones, junto con las últimas estaciones elevadas y el patio taller, por lo que el impacto visual será muy puntual a lo largo del trazo. Es importante considerar que esta zona cuenta con una gran cantidad de observadores que pueden notar la introducción del proyecto a distancias cortas, teniendo en cuenta que a distancias mayores la gran cantidad de obstáculos visuales (edificios) presentes dificulta la observación, por lo tanto el impacto visual está muy localizado a las áreas más adyacentes al proyecto. Es evidente que la introducción del proyecto sobre las unidades Bbj no presenta un gran cambio dado que estas ya se encuentran en un grado de alteración importante por el desarrollo de la ciudad.

Por otro lado, es de destacar que existen zonas de importancia con una calidad visual moderada representada por las zonas verdes urbanas y pastos en las unidades Mbj y Mmd. En estas zonas el aporte a la calidad visual está dado por los elementos vegetales que agregan al paisaje colores, formas y algunos organismos de fauna que contrastan con la homogeneidad de los elementos urbanos de la ciudad de Bogotá, aclarando que la intervención sobre estos elementos es parcial, y en su mayoría se da sobre los pastos limpios en la localidad de Suba, además de algunas zonas verdes muy puntuales ya descritas. En línea con lo anterior, las unidades que aportan en mayor medida al paisaje se encuentran asociadas principalmente al humedal Juan Amarillo dentro del AIPa (unidades Amd y Abj), zona que no contrará con mayor afectación visual, dado que su intervención aledaña se trata del pozo 9 y no se afectará directamente esta cobertura incluida en el AIPa.

Las coberturas mencionadas como los parques urbanos aportan como espacios para la recreación y aumentan la conectividad ecológica que se ha ido perdiendo dentro de la ciudad de Bogotá, siendo áreas complementarias para la conectividad entre ecosistemas naturales que han sido fuertemente degradados como los humedales. La visibilidad como se mencionó anteriormente es alta en estas unidades gracias a la cantidad de observadores que visualizan estas áreas de manera permanente o transitoria, sin embargo, esta se limita a las zonas más cercanas al proyecto gracias a la cantidad de obstáculos visuales.

Finalmente, se concluye que el proyecto plantea un impacto moderado sobre coberturas vegetales principalmente de pastos limpios, los cuales no presentan una gran aporte a elementos del paisaje, además no se tienen como zonas de importancia paisajística ni con un mayor uso del espacio por parte de las comunidades.

18.1.1.4. Hidrogeología

18.1.1.4.1. Modelo hidrogeológico conceptual - MHC

La Sabana de Bogotá hace parte de una cuenca hidrogeológica intramontana (cuenca artesiana) constituida por varios complejos hidrogeológicos: los complejos acuíferos Neógeno-Cuaternario y acuitardo Paleógeno constituyen la cobertura de la cuenca. El proyecto de la L2MB se ubica hidrogeológicamente sobre esta. Por otro lado, el acuífero Guadalupe, es definido como piso intermedio entre la cobertura y el basamento representado.

Para determinar la posición del nivel freático, se instalaron piezómetros bajo las características de la normativa ASTM D 5092, en la cual expone el diseño e instalación de pozos para el monitoreo del agua en acuíferos, de los cuales se determinó el siguiente diseño para los piezómetros de tubo abierto. Se instalaron un total de 51 piezómetros de tubo abierto. Adicionalmente, se instalaron piezómetros bajo las características de la normativa ASTM D 5092, en la cual expone el diseño e instalación de pozos para el monitoreo del agua en acuíferos, de los cuales se determinó el siguiente diseño tipo para los piezómetros de hilo vibrátil. Se instalaron un total de 6 piezómetros de hilo vibrátil.

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).

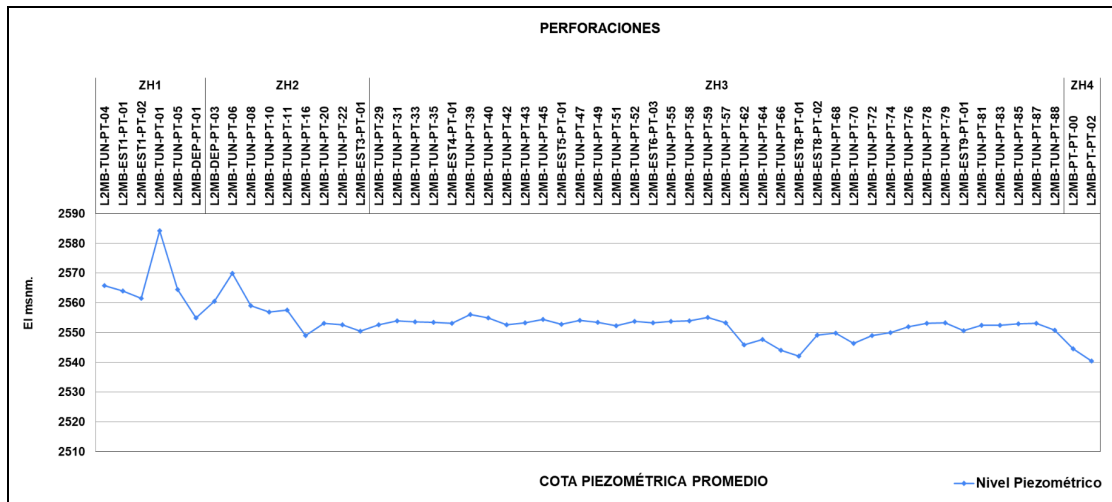


Figura 1. L2MB- Zonas Homogéneas. Variación de nivel freático en profundidad
Fuente: UT MOVIUS (2022).

Dentro del MHC, se realizó la caracterización hidráulica de las unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia. Para las formaciones cuaternarias (Formación Sabana y Complejo de Conos), las mediciones de permeabilidad son menores a 10^{-6} m/seg. Este valor es el referente de la condición de permeabilidad de la unidad hidrogeológica de mayor relevancia respecto al alineamiento del túnel, considerando que el 95% será excavado en el acuitardo de la formación sabana.

Se presentan aspectos particulares como el de la ZH1, en inmediaciones del portal salida, muy cerca de los cerros orientales, donde afloran la unidad de Complejo de Conos (Qcc) y Depósitos de Coluvión (Qdp), donde por su condición textural y composicional tendrán la posibilidad de acumular agua subterránea, sin embargo los datos de permeabilidad obtenidos en la perforación L2MB-TUN-PT-04 registró un valor máximo de $K=2,16 \times 10^{-7}$ m/s, lo que permite clasificarlo como Acuíferos Pobres o de Baja Productividad.

Otro sector particular es la ZH3 muy cerca del K9+000, donde el alineamiento del túnel cambia en dirección hacia el Norte, y se acerca al relieve colinado donde existe un predominio de rocas pre-cuaternarias de la Formación Guaduas (Ktg) y la Formación Cacho (Tpc), evidenciadas en profundidad con la perforación L2MB-TUN PT-57 y en inspecciones de campo en inmediaciones del sector del Club los Lagartos. Se establece que el alineamiento del túnel está a una distancia aproximada de 190 m hacia el este del talud generado por estas unidades rocosas.

En la ZH3, también se establece una relación con los cuerpos de agua superficiales como son el río Salitre (Canal Salitre).m río Juan Amarillo. Humedal Juan Amarillo, aquí los valores de permeabilidad y capacidad hidráulica combinados con los aspectos texturales y composicionales de la Formación Sabana (Qta) indican que es poco probable que durante la excavación del túnel se presenten afectaciones de los cuerpos de agua superficiales.

En el sector del Patio Taller - Estación 11, la sección J-J' muestra que la relación entre la litología subterránea y el área donde se cimentarán las obras es de baja permeabilidad con base en los datos obtenidos en las perforaciones L2MB-PT-PT-01, L2MB-PT-PT-02 y L2MB-ELE-PT-01 donde el valor de K máximo obtenido es de $1,33 \times 10^{-7}$ (m/s), $3,39 \times 10^{-8}$ (m/s) y $1,40 \times 10^{-9}$ (m/s) respectivamente. Aunque se presentan niveles de arena fina que corresponden a

a la llanura aluvial del río Bogotá, y su cauce discurre muy cerca, en el sector norte.

Las condiciones de flujo en el área del proyecto, se encuentran relacionadas con las litologías presentes y establecidas a nivel del modelo geológico de superficie y del subsuelo, que de manera específica para el área de influencia del proyecto de la L2MB, las unidades geológicas asociadas son: Depósitos de Llanura de Inundación (Qlla), Complejo de Conos (Qcc) y los Depósitos Fluviolacustres de Terraza Alta, asociados con la Formación Sabana (Qta) como la unidad predominante a lo largo del trazado. En este sentido, se evidencia que existen unas coberturas cuaternarias principalmente asociadas con sedimentos finos, con zonas locales permeables arenosas hacia el final del trazado que se concentran en la zona del patio taller. En este sentido, se evidencia que las coberturas cuaternarias predominantes corresponden a sedimentos finogranulares, con zonas locales permeables arenosas con geometrías lenticulares cuya ocurrencia a nivel del subsuelo es puntual y discontinua.

De acuerdo al Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) la unidad hidrogeológica principal es la Formación Sabana (Qta) con características hidráulicas y de permeabilidad que lo caracterizan como un acuitardo en depósitos cuaternarios de origen fluvio lacustre, con un predominio litológico que corresponde a arcillas, limos y menor ocurrencia de arenas.

Se ha estimado un flujo regional en dirección E-W, con tendencia hacia el centro de la cuenca en dirección al Río Bogotá que es consistente con la tendencia de la dirección regional del acuífero de los depósitos Neógenos-Cuaternarios, de acuerdo con las estimaciones de los niveles freáticos medidos a nivel de la red de pozos de monitoreo de la SDA y el registro de mediciones estáticas de la instrumentación instalada en el marco de los estudios de Factibilidad y Estructuración de la L2MB. Los flujos intermedios se desarrollan esencialmente en la Formación Sabana y los flujos regionales abarcan la Formación Sabana, Subachoque y Tilatá.

Con base en el análisis del modelo geológico y el MHC, el efecto de la excavación del túnel en los cuerpos de agua superficiales como el canal salitre, el lago del club los Lagartos, el humedal Juan Amarillo, el humedal La Conejera y los demás drenajes superficiales es bajo, considerando que no existe una conexión directa con el flujo subterráneo debido a las características texturales principalmente arcillosas, reflejadas en las condiciones hidráulicas y de permeabilidad.

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 corresponden a las fuentes de agua superficial (canal Salitre, humedal Juan Amarillo, Lago del club los Lagartos y río Bogotá). 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 la cual se desarrolla la mayoría de la L2MB, 15,0 km aproximadamente); en la zona de 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 de la L2MB).

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, lo cual es indicativo de la baja sensibilidad del sistema a procesos de recarga, particularmente por infiltración.

- Balance Hídrico Superficial - BHS

El balance hídrico se realizó 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 calculó la infiltración potencial hacia el acuífero en la zona proyecto. De los resultados obtenidos para las diferentes subcuencas

analizadas, se pudo determinar 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, en otras palabras, territorios cuyas coberturas son impermeables y por ello se tienen altos valores de los coeficientes de escorrentía.

Para la modelación hidrogeológica de la zona de calle 72 el balance se realizó teniendo en cuenta que esta zona se encuentra dentro de la cuenca caracterizada del canal Salitre que abarca un área mayor a la aferente a la zona de calle 72. De esta manera, se realizó el cálculo de la recarga para la subcuenca de los cerros orientales, correspondiente a zona rural y subcuenca urbana.

En el balance hídrico para la subcuenca rural de los cerros orientales, se obtuvo una precipitación total anual de 1115,8 mm, una escorrentía de total anual de 424 mm, una evapotranspiración real total anual de 581,8 mm y una percolación de 83 mm que representa el 7,4% de la precipitación total. En este caso, se definió un déficit promedio de 2,3 mm. En el balance hídrico para la subcuenca urbana de los cerros orientales, se obtuvo una precipitación total anual de 1115,8 mm, una escorrentía de total anual de 948,5 mm, una evapotranspiración real total anual de 581,8 mm y una percolación de 0 mm. En este caso, se definió un déficit promedio de -34,5 mm.

De acuerdo con lo anterior, para el área afluente al polígono de estudio de la zona de calle 72, la subcuenca urbana aferente tiene menor capacidad de infiltración debido a que su cobertura en su mayoría es impermeable, lo cual se refleja en el balance hídrico realizado, 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.

18.1.1.4.2. Modelo hidrogeológico numérico - MHN

Los modelos (dos) en las zonas de interés particular (sector del humedal Juan Amarillo, localizado entre el K8+000 y K12+500 y sector de inicio del trazado de la línea, localizado en la Av. Calle 72 entre el K0+000 y K2+500) y representativas del resto del trazado, dada la configuración geológica del sistema, caracterizan de manera adecuada el movimiento y dinámica entre las unidades hidrogeológicas y fuentes de agua superficial; aspecto evidenciado en el proceso de calibración, con una superficie freática simulada que coincide con el nivel reportado en los puntos de observación disponibles e indicadores de bondad de ajuste con valores que indican éxito en la calibración.

Los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad desarrollado, muestran a las conductividades de la formación depósito relleno Antrópico (Qan) y Llanura de inundación (Qlla) como los parámetros a los que los resultados del modelo son más sensibles al presentar los niveles de agua simulados la mayor movilidad al variar dichos parámetros; por su parte las conductividades de la Formación Bogotá (Tpb) y de la formación Coluvión (Qdp) resultan ser los parámetros a los que los resultados del modelo son menos sensibles.

Los resultados de la modelación numérica desarrollada sobre la base del MHC constituido para el AI, 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 tras la conformación de la obra no se produce 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 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.

18.1.1.5. Geotecnia

Con el análisis de la información parcial obtenida de la segunda fase de la campaña de exploraciones geotécnicas, se identificaron cuatro zonas homogéneas partiendo de la definición geológica de tres tipos de depósitos principales: Qdp (Depósito de Pendiente), Qta (Depósito de terraza lacustre alta) y Qlla (Depósito de llanura de inundación). Otro factor relevante para la asignación de zonas homogéneas fue el análisis de los resultados de laboratorio y de campo, donde se pudo evidenciar un cambio en la humedad de la arcilla del depósito de terraza alta (Qta) que coincide con el contacto de las Zonas 3 y 4 del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, UNIANDES, 1997).

La primera zona homogénea va desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+700 y coincide con el depósito de pendiente (Qdp) y se caracteriza por ser la zona del proyecto donde se presenta la mayor variación de los tipos de suelo por su heterogeneidad. Esta zona presenta suelos granulares en su mayoría, tales como depósitos Aluviales (Qdp-Alu), depósitos de Ladera Arenoso y Gravoso (Qdp-are+gra), depósitos de Ladera Arenoso (Qdp-are), depósitos de Ladera Arenoso y Limoso (Qdp-are+lim), depósitos de Ladera Arenoso con Materia Orgánica (Qdp-are+mat). Esta primera zona también presenta suelos cohesivos conformando parte de la matriz de los depósitos Coluviales, y conformando principalmente lo que se ha denominado como depósitos de Ladera Arcillosos con contenido de arena (Qdp-arc+are), depósitos de Ladera Arcillosos (Qdp-arc) y depósitos de Ladera Arcilloso con Materia Orgánica o Turba (Qdp-mat). Adicionalmente, en la zona homogénea 1 también se presenta la roca de la Formación Bogotá (Tpb) subyaciendo los depósitos de suelo.

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 (Qdp) y donde inicia el depósito correspondiente a la terraza alta (Qta). Esta zona presenta en su gran mayoría suelos cohesivos tales como depósitos de Terraza Arcilloso/Limoso de Alta Humedad (Qta-arc1), depósitos de Terraza Arcillosos con contenido de arena (Qta-arc+are) y depósitos de Terraza Arcilloso con materia orgánica o turba (Qta-mat). Esta zona también presenta suelos granulares como depósito de Terraza Arenoso (Qta-are).

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 diferencia también se identifica en el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá donde la “Zona 4” (definida en ese estudio) se asocia a un suelo superficial más blando con espesor variable entre 30 m y 50 m. 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). Esta zona también presenta suelos granulares tales como depósitos de Terraza Arenoso (Qta-are).

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 presenta en su gran mayoría suelos cohesivos tales como depósitos de Llanura de inundación Arcilloso (Qlla-arc), depósitos de Llanura Aluvial Arcilloso con contenido de arena (Qlla-arc+are) y depósito de Llanura Arcilloso con Materia Orgánica o turba (Qlla-mat). Esta zona también presenta suelos granulares tales como depósitos de Llanura Aluvial Arenoso (Qlla-are).

Por cada zona homogénea se asignó la denominación del depósito predominante y por cada depósito se identificaron diferentes tipos de suelo con la intención de diferenciar el comportamiento drenado principalmente en materiales granulares y no drenado en materiales finos (cohesivos). De esta forma se asignaron diversos tipos de suelos por zonas homogéneas a los cuales se les realizó un análisis de clasificación e identificación de materiales, propiedades físicas, propiedades mecánicas (resistencia [drenada y no drenada]) y deformabilidad), características químicas, expansividad, propiedades hidráulicas y lámina de agua.

Respecto a los análisis relacionados con los asentamientos para el tramo subterráneo:

Para las estaciones, se analizaron con modelación numérica varias secciones transversales de las estaciones subterráneas, según las características del perfil estratigráfico. Para la estación 1, se analizaron dos secciones con columnas estratigráficas distintas y para cada una de las estaciones restantes se analizó una sección transversal correspondiente al perfil estratigráfico correspondiente.

De acuerdo con los resultados de desplazamientos obtenidos de la modelación numérica de las estaciones subterráneas, se realizó la verificación del efecto de los asentamientos que se producen en la superficie del terreno en las edificaciones vecinas.

Por una parte se realizó la verificación en términos de asentamientos diferenciales considerando los límites de estos asentamientos según lo establecido en la tabla H.4.9-1 de la NSR-10. De acuerdo con este criterio, se estableció que para las deformaciones obtenidas de los análisis numéricos se tienen valores máximos de asentamientos diferenciales de 0,001 a 0,003, inferiores al límite para edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería de 0,006, suponiendo luces de 3 m. De acuerdo con lo anterior no se esperan afectaciones a las edificaciones vecinas por fuera de la zona de intervención por la construcción de la estación subterránea. El detalle de los resultados de la modelación numérica de las estaciones, están contenidos en el Informe de Factibilidad ET10, Geotécnia y Pavimentos, en el Capítulo 7, Geotécnia para Estructuras.

18.1.1.6. Suelos

Los conflictos de uso de la tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental. Se originan por diversas causas entre las que sobresalen la desigualdad en la distribución de tierras y el manejo no planificado de la relación uso - tierra en una determinada región. Los conflictos del uso de la tierra se presentan cuando las tierras son utilizadas inadecuadamente ya sea por sobreutilización o subutilización.

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 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 .

La vulnerabilidad a la contaminación de los suelos por hidrocarburos, muestra que en términos generales se evidencia que la presencia de compuestos como Hidrocarburos Totales C28-C40 e Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). Sin embargo estas concentraciones a las diferentes profundidades, no superan en ningún caso los valores de referencia del manual.

18.1.1.7. Calidad del aire

La Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) es la norma que establece los límites máximos permisibles de contaminantes atmosféricos en el territorio nacional. Esta norma derogó la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), implementando valores más exigentes para los diferentes contaminantes atmosféricos y suprimiendo las Partículas Suspendidas Totales (PST) del grupo de contaminantes criterio. Los contaminantes criterios son los estandarizados para evaluar la calidad del aire en el territorio nacional, los cuales son monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micras (PM₁₀) e igual e inferior a 2,5 micras (PM_{2.5}).

18.1.1.7.1. *Análisis de resultados calidad del aire - Monitoreos*

Los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo de calidad del aire. Una vez tomadas las muestras de campo, analizadas en el laboratorio y posteriormente aprobadas por el supervisor de calidad del laboratorio, se determina si las muestras cumplen con todos los requerimientos para ser validadas y tenidas en cuenta en el tratamiento estadístico.

- En general, se pudo observar que las concentraciones de material particulado PM₁₀ fue variable en todas las estaciones de monitoreo, 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.
- En cuanto a las concentraciones de PM_{2.5} evaluadas durante el periodo de monitoreo, se reportaron concentraciones diarias que se encuentran en su totalidad por debajo del límite máximo permisible establecido por la norma, para las veinticuatro (24) estaciones de monitoreo.
- Con respecto al contaminante SO₂, la totalidad de las concentraciones medidas para las veinticuatro (24) estaciones, reportaron un comportamiento por debajo del límite de cuantificación utilizando el método de Pararosanilina. Igualmente, estas concentraciones se mantuvieron por debajo del límite máximo permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición de 24 horas.
- Las concentraciones medidas para el contaminante NO₂ durante el periodo de monitoreo no superan el valor máximo permisible establecido por la normatividad ambiental vigente, lo cual permitió determinar que en las veinticuatro (24) estaciones de monitoreo se presenta cumplimiento normativo.
- Para el caso del Monóxido de Carbono (CO), la mayoría de las mediciones se encontraron por debajo del límite máximo normativo, no obstante, se presentaron algunos valores en las estaciones CA 13. Casa Paulina Garcia y CA 17. Casa Hilvar que presentaron concentraciones por encima del límite máximo normativo, atribuido principalmente al tráfico vehicular que pasa por las vías circundantes a las estaciones.
- Para el parámetro Ozono (O₃), la mayoría de las mediciones se encontraron por debajo del límite máximo normativo, no obstante, las estaciones CA 11. Sala de negocios, CA 13. Casa Paulina Garcia, CA 22. Conjunto Alicante y CA 23. Quintas de Santa Rita III presentaron algunos valores que se encuentran por encima del límite máximo normativo.
- Tanto los reportes obtenidos para los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's) como para los Hidrocarburos Totales (HCT) presentaron valores inferiores al límite de cuantificación establecido por el método de laboratorio para su análisis. Cabe resaltar que, para los contaminantes contemplados en la Resolución 2254 de 2017, no se realiza una comparación dado que el tiempo de exposición durante el monitoreo de calidad del aire fue diferente. Para los compuestos restantes, no se emite juicio normativo.
- Por otro lado, los ICA e IBOCA promedios calculados para las estaciones de monitoreo, mostraron un comportamiento referente entre 0-50, indicando un ICA "bueno" y un IBOCA "favorable", lo cual no implica riesgos para la salud de las comunidades aledañas. No obstante, en algunas estaciones en días específicos se presentó un comportamiento "aceptable y moderado" y "dañino para la salud y malo", a causa, principalmente, de PM_{2.5}.

- En la zona de estudio se evidenció una predominancia del viento en las direcciones Sur (S), Noroeste (NW) y Suroeste (SW) en las tres estaciones de monitoreo y se reportaron mayoritariamente calmas. En ese sentido, la velocidad del viento no indica una influencia considerable en el transporte de contaminantes, dado a la baja concentración reportada de todos los parámetros medidos, por lo cual no se considera un factor de riesgo.

18.1.1.7.2. *Análisis de resultados para Modelo de dispersión de contaminantes*

- Todas las simulaciones se realizaron teniendo en cuenta los supuestos de que las únicas fuentes aportantes en el dominio de modelación corresponden a las fuentes vinculadas directa o indirectamente al proyecto: línea base contempla tránsito de la flota vehicular y construcción contempla la proyección del tránsito más la construcción del proyecto. Es decir que, cualquier otra fuente adyacente al proyecto, transporte de contaminantes a gran escala o eventos específicos de contaminación del aire (incendios, quemaduras, entre otros), no hacen parte del análisis integral presentado en este estudio.
- Con respecto a los gases orgánicos: en ambos escenarios de modelación, los valores de concentración simulados sobre los receptores discretos, mediante el software del modelo de dispersión AERMOD View, muestran el cumplimiento de la norma de calidad del aire establecida únicamente para monóxido de carbono (CO), en los diferentes periodos de exposición aplicables. Las concentraciones simuladas para los compuestos orgánicos volátiles (VOC) no son comparables con la normativa nacional, pues los VOC agrupan sustancias de cadenas alifáticas y aromáticas, dentro de las que se encuentran las especies químicas Benceno y Tolueno, cuyo estándar normativo es distinto al de los periodos de simulación y por ende su comparación no sería coherente.
- Con respecto a los gases inorgánicos: la información de los monitoreos ejecutados de calidad del aire, permite considerar concentraciones anuales de fondo (indicativo) para los contaminantes NO₂ y SO₂. Así mismo, es evidente que todas las concentraciones medidas en campo, para el contaminante dióxido de azufre (SO₂), son inferiores al límite de detección de la técnica analítica, lo cual abre un amplio margen de incertidumbre para los niveles de inmisión reales, dentro de los que se encuentran los valores simulados por el software de modelación, es por eso que son sustancialmente grandes las desviaciones en los resultados obtenidos.
- Por el contrario, al analizar las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂), las cuales provienen de la estimación de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), (incluyendo NO, NO₂ y otros en menor proporción), las concentraciones simuladas exceden considerablemente el estándar normativo en gran parte del área de estudio. Esto se debe principalmente a tres razones: primero que todo, las emisiones de NO_x, las cuales contienen NO₂, normalmente sobreestiman la tasa de emisión del dióxido de nitrógeno; en segundo lugar, el software de modelación contempla únicamente la dispersión del contaminante seleccionado, asumiendo que este no se transforma químicamente en la atmósfera para dar lugar a otras sustancias; y, finalmente, a pesar de que el software es capaz de limitar la concentración de este gas, debido a la interacción que tiene con otros gases como el Ozono y los VOC, estos mecanismos siguen siendo insuficientes para reducir la incertidumbre en los cálculos del modelo.
- Con respecto a la concentración de partículas en el área de estudio (PM₁₀ y PM_{2.5}), en el escenario de construcción, se presentaron excedencias del estándar normativo anual y diario en los receptores más cercanos al trazado del metro, particularmente hacia el sector sur del proyecto, situación que es explicada por la inclusión de los frentes de obra, principalmente el del área de intervención, cuya geometría se amplía hacia esta zona. No obstante, las emisiones consideradas para cada escenario de modelación, están fuertemente dominadas por el tráfico vehicular, y en una menor proporción cada uno de los frentes de obra durante la construcción del proyecto.
- A partir del análisis de los resultados, 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.

18.1.1.8. Ruido

Para la elaboración del escenario de la Línea base, el ejercicio se sustenta con base a la dinámica actual de propagación de ruido asociado a las emisiones establecidas por el tráfico vehicular. De esta manera, se pudo entender los aportes en una primera instancia, de las fuentes vehiculares y establecer como es la tendencia de cumplimiento o incumplimiento en las zonas aledañas al proyecto. Dados los resultados de los niveles de ruido registrados en las diferentes fachadas de cada receptor sensibles para el escenario de Línea base periodo diurno y nocturno se pudo determinar que actualmente las vías aledañas a las zonas de evacuación presentan excedencia normativa debido al alto flujo vehicular tanto liviano como pesado. La dinámica de incumplimiento se acentúa para los tramos donde se presentan vías de mayor envergadura como los son los tramos 1 y 2. Para los tramos 3 y 4 los incumplimientos normativos que se presentan en los receptores sensibles tienden a disminuir sobre todo en el tramo 4 debido a que en este último tramo priman las vías secundarias las cuales son de menor envergadura y por lo tanto presentan menor tráfico vehicular. Para el periodo nocturno se presentan la mayor cantidad de incumplimientos en comparación al periodo diurno debido a que la norma es más restrictiva en este periodo para todos los tramos.

Por otra parte, este ejercicio permitió generar una diferenciación entre los aportes actuales de ruido (escenario de Línea base) y los proyectados en los escenarios de construcción y operación. Entonces, una vez entendido estos aportes de ruido, se pudo determinar que las vías que se encuentran en las zonas aledañas al proyecto generan los mayores aportes de ruido ambiental en comparación a los aportes producidos por la actividades de construcción y la operación del proyecto. Cabe destacar que al evaluar los escenarios de construcción y operación sin tener en cuenta el escenario de línea base se obtuvo que los niveles de ruido registrados por los receptores sensibles se encuentran por debajo de los límites máximos establecidos en la Resolución 0627 del 2006 del MADS. Es decir, que la dinámica de propagación de ruido del escenario de Línea base envuelve los aportes generados por los escenarios de construcción y operación del proyecto sin generar aumentos en los niveles actuales de ruido ambiental.

Finalmente, con base a 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 mismo incumplimiento normativos asociados al 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 obtenidos para el escenario de Construcción sin Línea base se puede observar que únicamente un receptor presentó excedencia normativa (Receptor Odontología Integral R&C Dental Care). Cabe resaltar que el escenario de construcción sin Línea base nos permite entender los aportes individuales de este escenario. De esta manera, se puede entender que el proyecto como aportes individuales no está generando excedencia normativas con excepción de un solo receptor. Pero es importante entender que el proyecto debe ser entendido como un conjunto de aportes los cuales a ser modelados en el escenario de construcción con línea base no modifican la tendencia de incumplimiento manteniendo así los mismos incumplimientos reportados en el escenario de Línea base (escenario actual). En el escenario de operación sin el ruido de fondo (escenario de Línea base) no presenta excedencia normativa para ninguno de sus receptores. Asimismo, 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)

18.1.1.9. Vibraciones

Para la delimitación del área de influencia de vibraciones y ruido estructural se tuvo en cuenta los lineamientos establecidos por la ET-05 (FDN-2021). Por lo anterior, se evaluó el impacto desde los siguientes dos elementos de análisis:

- (1) Variación de los niveles de vibración producto de las actividades de construcción de la L2MB y su posibilidad de generar posibles daños sobre las estructuras colindantes.
- (2) La variación de los niveles de vibración producto de la operación de la L2MB y su efecto sobre la percepción humana.

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. 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.

18.1.2. MEDIO BIÓTICO

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

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. 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 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 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 del L2MB se encuentra por fuera del límite 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 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 intervendrán en superficie las áreas ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto de 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.

18.1.2.2. Vegetación con connotación especial

Para la veda arbórea se registró un total de 73 individuos en el área de influencia directa biótica, un total 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, en los recorridos realizados a lo largo del área de intervención y el área de influencia biótica no se encontró ningún individuo de tipo orquídeas, bromelias y helechos arborescentes.

Respecto a la flora no vascular en veda, en total se obtuvo una riqueza de 44 especies no vasculares, distribuidas en 27 familias y 35 géneros, teniendo en el Área de Influencia Directa se registraron 12 de las 44 especies. 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 reportadas se encuentran asociadas a 28 especies de forófitos, pertenecientes a 18 familias botánicas, teniendo la mayor abundancia asociada al Drago (*Croton coriaceus*) con 10 especies, y el de mayor abundancia de epífitas fue el Urapán (*Fraxinus uhdei*). En cuanto a los biomas y coberturas ocupados por la flora no vascular, el bosque de galería y ripario y la vegetación secundaria del Orobioma azonal andino altoandino cordillera oriental fueron las coberturas con 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.

18.1.2.3. Fauna

En cuanto a la caracterización de avifauna, se reportó un total de 3115 registros de aves, con 60 especies distribuidas en 55 géneros, 28 familias y 14 órdenes. El orden con mayor cantidad de especies reportadas fue el Passeriformes, con 31 especies, más de la mitad (51,66%) de las especies encontradas, seguido de Pelecaniformes (8,33%) con cinco especies, Charadriiformes (6,66%) con cuatro especies y los demás órdenes con tres o menos especies. En cuanto a las familias encontradas, se destaca que la mayor proporción de especies se encuentran en las familias Icteridae (chamón, toche, entre otros), Thraupidae (tángaras y afines) con cinco especies cada una, y Tyrannidae (atrapamoscas) con cuatro especies. Por su parte, las familias Accipitridae, Rallidae y Scolopacidae están representadas con tres especies cada una, mientras que las demás familias reportadas presentan una especie cada una. En cuanto a la abundancia de cada especie se puede apreciar una fuerte dominancia de pocas especies, mientras que hay muchas especies con baja representación. Dentro de las especies más abundantes se encuentran la torcaza (*Zenaida auriculata*) con 562 registros, la paloma (*Columba livia*) con 549 registros, el chulo (*Coragyps atratus*) con 309 registros y la golondrina (*Orochelidon murina*) con 237 registros. Respecto a la relación con coberturas, en las áreas abiertas se registró un total de 53 especies, en el bosque de galería 35, en las áreas húmedas y superficies de agua 34 y en las áreas artificiales 14. Se identificaron siete especies de aves incluidas en el Apéndice II de la CITES, las cuales tienen una distribución restringida y una de ellas (*Buteo platypterus*) presenta migración latitudinal y otra (*Spatula discors*) se contempla como especie en Preocupación Menor (LC) según la UICN. La única especie endémica observada en el área de influencia fue *Synallaxis subpudica*. Se encontraron un total de nueve nidos de miras y torcazas, en ocho árboles, la mayor parte en el tramo cercano al humedal Juan Amarillo.

Para el grupo de herpetofauna, desde la caracterización de campo realizada entre el 14 y el 24 de marzo, entre el 08 y el 15 de junio y el 14 de julio de 2022, sólo fue posible registrar 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.

Por último, para el grupo de mamíferos, se registró la presencia de la rata parda (*Rattus norvegicus*) como especie invasora y del cuy (*Cavia aparea*) 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, presento una alta diversidad de especies alrededor de estas zonas, teniendo en cuenta la oferta de recursos que presentan estos ecosistemas, brindando lugares alimentación, refugio y de paso, presentando de esta manera sitios importantes para la conectividad de la biodiversidad de la región, incluyendo especies de distribución restringida. Esto se ha plasmado y se complementa con la declaración de los conectores ecosistémicos que han sido decretados por el POT de Bogotá (2021), presentándose en el área de influencia biótica o en las zonas aledañas los Conectores de los Cerros Orientales del Río Bogotá, el de Suba Conejera y el Conector ecosistémico Virrey-Chicó.

18.1.2.4. Ecosistemas acuáticos

18.1.2.4.1. Comunidades hidrobiológicas época de lluvias

Fue realizado el monitoreo hidrobiológico para trece (13) estaciones ubicadas en la ciudad de Bogotá. El análisis integral de dichas comunidades permite establecer que la mayoría de las estaciones presentan algunos atributos que las califican como mesotróficas. La distribución heterogénea puede estar regulada por factores, tanto bióticos como abióticos, entre los que se encuentran el viento, la corriente, la profundidad, el tipo de sustrato, entre otros.

La comunidad perifítica 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 para las estaciones restantes, lo cual puede estar relacionado con las características eutróficas que se evidenciaron para las estaciones a lo largo del estudio. Su composición presentó la mayor abundancia y densidad celular en 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 presentó densidades elevadas en las tres (3) estaciones evaluadas siendo aún mayor para la estación Lago Club Los Lagartos, la abundancia fue elevada por la presencia de los phylum Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa, lo cual concuerda con los valores de carga orgánica reportados, sus abundancias e índices ecológicos evidencian alteraciones en la calidad de los cuerpos de agua evaluados, reportando organismos con tolerancia a la contaminación por materia orgánica.

En lo que respecta a la comunidad zooplanctónica, se encontraron similitudes en la composición de cada ensamble, presentando las clases Monogononta, Maxillopoda y Branchiopoda como las más relevantes. Con relación en las densidades y diversidades, los valores medios son coherentes en la comunidad, 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 de periodo hidrológico que impacta el establecimiento de las especies y sustratos presentes en cada uno, de hecho, estos atributos ecológicos regulan el establecimiento de estos organismos. Para este se registraron valores bajos de densidad en la mayoría de estaciones (con excepción de Canal de las tres (3) estaciones CAFAM aguas abajo y Canal CAFAM aguas arriba). La clase Insecta fue la más relevante de la comunidad,

influenciada por las condiciones físicas de los cuerpos de agua tales como la corriente, el tipo de sustrato y la vegetación, las cuales ejercen un papel importante en el establecimiento y desarrollo de estos individuos, viéndose reflejado en las abundancias de las estaciones.

La baja representatividad de la comunidad íctica está altamente influenciada por las características geológicas, físicas y químicas de los diferentes cuerpos de agua, la única especie reportada (*Poecilia* sp.), corresponden a un organismo típico de la sabana, tolerante a perturbaciones ambientales y cambios en la composición biótica y abiótica de su hábitat. La comunidad de macrófitas acuáticas fue descrita para las estaciones Brazo humedal Juan Amarillo intersección, Humedal La Conejera y Lago Club Los Lagartos, se encontró principalmente en la interface, dado que se evidenciaron aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes, que debido a su densidad poblacional tiene relación con el área litoral, condiciones topográficas del terreno y velocidad de la corriente de las aguas, proporcionando estabilidad al terreno y transformando los detritos en materia orgánica, siendo incorporada al cuerpo de agua y consecuentemente generando la vía trófica directa y su diversificación.

18.1.2.4.2. Comunidades hidrobiológicas época seca

La comunidad perifítica se caracterizó por presentar densidades elevadas para las estaciones Lago Club Los Lagartos, Humedal La Conejera y Canal Salitre aguas abajo y medias y bajas para las estaciones restantes, lo cual puede estar relacionado con las características eutróficas que se evidenciaron para las estaciones a lo largo del estudio. Su composición presentó la mayor abundancia y densidad celular en 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 presentó densidades elevadas en dos (2) de las tres (3) estaciones evaluadas siendo aún mayor para la estación Lago Club Los Lagartos, la abundancia fue elevada por la presencia de los phylum Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa, lo cual concuerda con los valores de carga orgánica reportados, sus abundancias e índices ecológicos evidencian alteraciones en la calidad de los cuerpos de agua evaluados, reportando organismos con tolerancia a la contaminación por materia orgánica.

En lo que respecta a la comunidad zooplanctónica, se encontraron diferencias en la composición de cada ensamble, presentándose las clases Monogonta como la más relevante de la estación Lago Club Los Lagartos, Branchiopoda para Humedal Juan Amarillo aguas arriba y Ciliata para Humedal La Conejera como las más relevantes. Con relación en las densidades y diversidades, los valores medios son coherentes en la comunidad, 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 de periodo hidrológico que impacta el establecimiento de las especies y sustratos presentes en cada uno, de hecho, estos atributos ecológicos regulan el establecimiento de estos organismos. Para este se registraron valores bajos de densidad en la mayoría de estaciones (con excepción de Canal CAFAM aguas abajo, Canal CAFAM aguas arriba y Lago Club Los Lagartos). La clase Insecta fue la más relevante de la comunidad, influenciada por las condiciones físicas de los cuerpos de agua tales como la corriente, el tipo de sustrato y la vegetación, las cuales ejercen un papel importante en el establecimiento y desarrollo de estos individuos, viéndose reflejado en las abundancias de las estaciones.

La baja representatividad de la comunidad íctica está altamente influenciada por las características geológicas, físicas y químicas de los diferentes cuerpos de agua, la única especie reportada (*Poecilia* sp.), corresponden a un organismo típico de la sabana, tolerante a perturbaciones ambientales y cambios en la composición biótica y abiótica de su hábitat.

La comunidad de macrófitas acuáticas fue descrita para las estaciones Brazo humedal Juan Amarillo intersección, Humedal La Conejera y Lago Club Los Lagartos, se encontró principalmente en la interface, dado que se evidenciaron aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes, que debido a su densidad poblacional tiene relación con el área litoral, condiciones topográficas del terreno y velocidad de la corriente de las aguas, proporcionando estabilidad al terreno y transformando los detritos en materia orgánica, siendo incorporada al cuerpo de agua y consecuentemente generando la vía trófica directa y su diversificación.

18.1.2.5. Aprovechamiento forestal

El inventario forestal se realizó en campo entre los meses de mayo y agosto del año 2022, censando el 100% de los individuos forestales en el área de intervención y algunos aledaños al 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 3 se muestran los tratamientos silviculturales propuestos para el arbolado urbano.

Tabla 3. 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 m³ que corresponde a la tala de 623 individuos y 7 setos, donde los mayores valores los aportan la especie *Eucalyptus spp.* con 384,06 m³ y *Fraxinus chinensis* con 51,37 m³, 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.

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.

De acuerdo con la Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se identificaron las especies en categoría de amenaza que se encuentran en el área de intervención del proyecto. En la Tabla 4 se presentan las especies en categoría de amenaza.

Tabla 4. Especies con alguna categoría de amenaza

Especie	Resolución 1912 de 2017 MADS	UICN	CITES
<i>Acacia decurrens</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Alnus acuminata</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Ceroxylon quindiuense</i>	EN	VU	Sin Restricción
<i>Cestrum nocturnum</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Cestrum spp.</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Cupressus lusitanica</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Escallonia floribunda</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Eucalyptus globulus</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Fraxinus chinensis</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Juglans neotropica</i>	EN	EN	Sin Restricción
<i>Lafoensia acuminata</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Ligustrum lucidum</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Liquidambar styraciflua</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Persea americana</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Pinus patula</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Prunus capuli</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Quercus humboldtii</i>	VU	LC	Sin Restricción
<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	No registra	VU	Sin Restricción
<i>Salix humboldtiana</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Tecoma stans</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Thuja orientalis</i>	No registra	NT	Sin Restricción
LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado EN: En peligro VU: Vulnerable			

Fuente: UT MOVIUS (2022).

18.1.2.6. 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 5 se relacionan los diferentes elementos constitutivos del espacio público que se distribuyen a lo largo del área de intervención superficial de la L2MB.

Tabla 5. Zonas verdes existentes en el área de intervención por obras de la L2MB

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes antes del proyecto (m²)
Articuladores de Espacio Público	Parques (metropolitanos,	5.072,72

	zonales, vecinales y bolsillo)	
	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
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 6 se presenta el balance de las zonas verdes por la implementación de los diseños paisajísticos de L2MB.

Tabla 6. Balance de Zonas verdes por implementación de diseños paisajísticos de la L2MB

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes			Balance (m ²)
		Antes del proyecto (m ²)	A endurecer (m ²)	Nuevas generadas (m ²)	
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.

18.1.2.7. Plan de compensación

El plan de compensación del componente biótico se implementará máximo seis meses después de realizar la afectación por el proyecto, en los tiempos y formas indicados por la autoridad ambiental. Las compensaciones se basan en una demanda de recursos naturales realizada específicamente en el área del patio taller y, por lo tanto, provocan alteraciones sobre los ecosistemas.

Los impactos residuales debido a que la infraestructura proyectada se piensa instalar a largo plazo (estaciones 9 y 10 y patio taller) (26,02 ha), son los correspondientes a la “Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes” y la “Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna”. Después de realizar un análisis normativo y ecológico (impactos residuales) las áreas compensables ascienden a 0,02 ha, correspondientes a la cobertura de bosque de galería y ripario que será intervenida. Así, teniendo en cuenta el factor de compensación (8,25), se estableció un área de compensación de 0,165 ha para el Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental ubicada dentro de zonas priorizadas dentro de la Estructura Ecológica Principal (EEP) de la ciudad en el Humedal La Conejera. Se establece el objetivo general de 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), teniendo tres objetivos específicos relacionados con la preservación de núcleos de conectividad existentes, la rehabilitación de las condiciones ecosistémicas y el aumento de la conectividad actual.

De este modo se seleccionaron dos áreas de las cuales debe seleccionarse una 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 en el sector de Londres.

Las acciones de compensación asociadas a la restauración de ecosistemas se enmarcan dentro del plan de manejo del humedal La Conejera, los cuales son puntualizados en sus diseños florísticos a partir de los informes semestrales. Entre ellas se proponen la siembra de módulos hexagonales de doble anillo con 19 individuos entre arbóreos y arbustivos y otros de anillo sencillo de 7 individuos.

De manera adicional a los núcleos, específicamente para el área de restauración en la franja protectora se establecen acciones relacionadas con cerramiento para restringir los tensionantes relacionados con ganado, utilizando postes de madera y material vegetal; mientras que para el área asociada al sector de Londres se plantean actividades para la recuperación del suelo, mediante la transposición de suelo o la descompactación del suelo.

Se tiene como patrón objetivo vegetación secundaria baja con inicios de vegetación secundaria alta para la franja protectora y pastos enmalezados con inicios de vegetación secundaria baja para el sector de Londres.

Finalmente, 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.

18.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

18.1.3.1. Dimensión Demográfica

En la dimensión demográfica, se observó que las UPZ (Unidades de Planeación Zonal) del área de influencia de las cuatro localidades, presentan comportamientos distintos en términos de número de población, uso de suelo y condiciones socioeconómicas sobre las manzanas aledañas al trazado de la L2MB. Por ejemplo en la localidad de Chapinero, específicamente en la UPZ Chicó Lago, se encuentra el 21.9% de la población total de la localidad con la particularidad de que en este territorio se desarrollan actividades propias del sector financiero, comercial, turístico y cultural con poco uso residencial. Por su parte, en la localidad de Barrios Unidos sobre las UPZ del Doce de Octubre y Los Alcázares se presenta una dinámica de crecimiento poblacional producto de las adecuaciones de pequeñas residencias tipo apartaestudios en viviendas de 1 y 2 pisos pero también con la creciente aparición de construcciones de edificaciones que superan los seis pisos. Este fenómeno se presenta de forma paralela a los lineamientos del modelo de expansión vertical del POT que orientan estrategias urbanísticas en sectores de la localidad de Barrios Unidos.

La localidad de Engativá presenta un fuerte sector comercial sobre todo en UPZ Boyacá Real, específicamente en el barrio Boyacá. Los participantes de los espacios de socialización aseguraron que actualmente las propiedades inmuebles están destinadas en un 90% a la industria de madera y fabricación de cocinas. Lo cual no sucede en barrios como Florencia, Santa María de los Lagos, Bonanza y Tabora donde el uso residencial es el predominante. La UPZ Minuto de Dios es la segunda del área de influencia que presenta mayor número de población.

Otro punto a resaltar es que en barrios como Los Cerezos, que colindan con sectores tradicionales como el Quirigua, se menciona la modalidad de hogares de inquilinato, donde habitan cinco personas aproximadamente en una habitación. Según cálculos de los participantes, el barrio Los Cerezos puede tener alrededor de 2.000 habitantes.

Además de estos aspectos mencionados, este componente resultó de especial importancia para identificar aspectos que pudieran evidenciar la vulnerabilidad de algunos sectores poblacionales, como puede ser:

- La mayor receptividad de personas desplazadas, que se ubica en las localidades del occidente del AI, respectivamente Suba y Engativá, de acuerdo con la información contenida en el RUV (Registro Único de Víctimas), con corte a 31 de diciembre de 2014 (CNMH, 2015).
- El porcentaje de personas clasificadas como pobres respecto al total de la población distrital y nacional, producto de la Encuesta Nacional Multipropósito del DANE del año 2017 y los diagnósticos locales de la Secretaría de Integración Social a corte del año 2020. Allí se observó que las cuatro localidades del área de influencia de L2MB tienen porcentajes por debajo de la línea de pobreza total de Bogotá que corresponde al 14,82%.

18.1.3.2. Dimensión Espacial

En cuanto a infraestructura pública y equipamientos, se encontró una cobertura óptima en lo relacionado con instituciones educativas de tipo público y privado, con una oferta de cupos buena en ambas modalidades para educación básica primaria y secundaria. Sin embargo, al igual que en el resto de localidades, los mayores desafíos que tienen las cuatro localidades del AI es la mejora en el nivel educativo en el sector de colegios distritales. En el caso de Chapinero, más del 70% de los estudiantes de grados 3º, 5º y 9º se ubican en los niveles de desempeño insuficiente y mínimo. Los resultados de Bogotá, en este mismo sector, también presentan importantes desafíos, especialmente en grados 5º y 9º. Por otro lado, se observa que el mayor porcentaje de estudiantes en nivel avanzado se encuentra en colegios privados de la localidad en grado 3º con 68,2%. El mayor porcentaje de estudiantes en nivel satisfactorio se presenta en el sector privado en grado 9º, donde la localidad de Chapinero y la ciudad tienen 36,7% y 37,1% respectivamente.

Por otro lado, a lo largo del trazado se encuentra una cobertura en infraestructura pública deportiva y recreativa aceptable, expresada en numerosos parques de bolsillo y vecinales, los cuales cuentan en su mayoría con equipamientos básicos para la niñez y la práctica de ejercicio. En contraste, la ausencia de zonas verdes en varios de

estos espacios es notable, lo cual se presenta en una mayor cantidad en los parques zonales, como es el caso de los Parques La Serena y Fontanar del Río, los cuales atraen a un importante sector de la población de las localidades de Suba y Engativá.

El déficit de vivienda en el área del trazado debe entenderse no como un problema aislado ni reciente, sino como un escenario que implica a las 20 localidades. Muchos de los barrios donde actualmente cruza el trazado del proyecto, surgieron como iniciativa de sectores de población que tenían en común el problema de déficit habitacional, debido a diversos factores como lo han sido el desplazamiento forzado y la presión urbana sobre zonas rurales de transición. El Estado tuvo participación en algunos de estos proyectos, con la construcción y entrega de viviendas a funcionarios públicos y otra población beneficiaria de los proyectos. La dinámica actual de crecimiento que experimenta la capital y su transformación en polo de desarrollo y concentración de puestos de trabajo, ha tenido como resultado un nuevo periodo de déficit habitacional, sobre todo en las localidades que han pasado a ser más centrales, como lo son Chapinero y Barrios Unidos.

En cuanto a la movilidad, se observó que la zona del AID se encuentra incorporada en su totalidad al tejido urbano distrital, por lo que cuenta con una malla vial completa. En este sentido, se encontró que las vías troncales, como son la Av. Chile (Calle 72) y la Av. Ciudad de Cali (AK 86), consta de doble calzada en ambos sentidos, y su estado en la mayor parte de los tramos es óptimo. De igual forma, la percepción de la comunidad con respecto al estado de la malla vial es favorable. Bogotá cuenta con la mayor parte de su malla vial urbana en buen estado, aunque en los últimos años se ha visto fuertemente deteriorada por el paso continuo de transporte pesado y falta de mantenimiento, al igual que su infraestructura complementaria, como lo son puentes y paraderos de transporte de servicio público.

Finalmente, la presencia de medios de comunicación locales muestra una mayor actividad en la localidad de Suba, con emisoras comunitarias y portales web de noticias relacionadas principalmente con temas de seguridad y desarrollo de obras en el sector. La actividad de estos medios presentó una reducción debido a las restricciones a la movilidad impuestas por la emergencia sanitaria por Covid-19.

18.1.3.3. Dimensión Político-Organizativa

Dentro del AID, se observó una marcada presencia de organizaciones sociales o comunitarias, especialmente en zonas donde se ha consolidado un fuerte trabajo comunitario alrededor de temáticas ambientales, principalmente enfocadas a la protección de humedales y arbolado. En articulación a este interés, el Distrito ha fortalecido la estructura de su Secretaría de Ambiente y ha promovido el diálogo interinstitucional y con la comunidad, para lo cual se han establecido mecanismos como la Oficina de participación, educación y localidades (OPEL), como entidad que adelanta procesos pedagógicos con un enfoque diferencial, de gestión territorial y de derechos, dirigidos a todos los grupos poblacionales, a través de las estrategias de aulas ambientales, acciones en las localidades del Distrito, además de ejecutar procesos de gestión ambiental orientados a apropiación y recuperación de espacios ambientales. Otros grupos como la Mesa de humedales ha tenido en los últimos años una intensa actividad en torno a la protección de estos ecosistemas, principalmente en la localidad de Suba, en zona de los humedales Juan Amarillo y La Conejera.

En cuanto a la resolución de problemáticas locales, las JAC de los barrios del AID tienen como tema en común el incremento de la inseguridad en los barrios, principalmente por la operación de grupos criminales sobre vías barriales y la ocupación de espacio público para el consumo de sustancias psicoactivas y asalto a transeúntes y ciclistas, ante lo cual se ha intentado establecer canales directos de comunicación con los cuadrantes de policía, sin tener cambios significativos en la situación.

Sumado a las dinámicas anteriores, se observó cómo la llegada y socialización del proyecto L2MB ha despertado un fuerte interés en la comunidad del AID, debido a los impactos que la construcción y operación del sistema ocasionará en

sus propiedades y cotidianidad, por lo que varios de sus miembros acordaron la conformación de comités zonales de participación desde la etapa de estructuración del proyecto, donde se conformaron los comités de participación zonal, a los cuales se comenzó a compartir información de la caracterización del corredor desde los distintos componentes.

De acuerdo con esto, la reconfiguración de la red interinstitucional que se prevé con ocasión de la llegada de la L2MB se considera un impacto positivo, ya que desde etapas tempranas (como la factibilidad mediante la estructuración técnica del proyecto), la Empresa Metro ha generado a través de sus consultores acciones articuladas con otras instituciones para viabilizar y fortalecer el proyecto. En el marco de las medidas de manejo se consideró la articulación e intervención integral mediante convenios para temas específicos; de igual manera, para temas sensibles y complejos como la cultura ciudadana, su abordaje se prevé desde la articulación con el Distrito, proceso que se ha adelantado desde la etapa de factibilidad a fin de dar a conocer a las entidades Distritales el proyecto, sus impactos las propuesta para el manejo de los mismos y cómo estas entidades pueden vincularse para hacer una intervención integral sobre el corredor.

A su vez, es importante mencionar que se ha identificado una serie de actores que pueden resultar relevantes para el análisis y la proyección de relacionamiento en escenarios futuros, dentro de los cuales es importante resaltar:

El Cabildo Indígena de Suba, considerando que algunos de sus miembros han presentado una férrea oposición al Proyecto; esta oposición tiene hasta ahora dos pilares identificados: uno de potenciación de conflictos, asociado a un relacionamiento negativo con la actual administración distrital, el POT y los proyectos de renovación urbana y movilidad propuestos en el mismo, y segundo, de generación de expectativas sobre la afectación que creen que la Línea 2 del Metro de Bogotá puede tener sobre el que consideran su territorio, específicamente sobre cuerpos de agua como el Humedal Tibabuyes/Juan Amarillo.

La Coordinadora Local de Barrios Unidos, que ha surtido un proceso activo en diferentes proyectos que han afectado la localidad, siendo antecedentes importantes la consulta para la elaboración del POT que rige actualmente y la afectación predial realizada por la PLMB. En algunas ocasiones se han negado a participar de los encuentros y socializaciones expresando de manera constante su oposición y evitando que se lleven a cabo espacios de participación con otros sectores de la población.

La Veeduría Ciudadana de Acción Comunal, organización que manifestó su oposición durante las diferentes socializaciones realizadas en la localidad de Barrios Unidos, principalmente en lo que refiere a los procesos de adquisición predial. Esta postura se fundamenta en la preocupación sobre la veracidad de la información oficial comunicada durante las reuniones informativas y comités.

18.1.3.4. Dimensión cultural

Como ha sido mencionado, 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 se evidencia 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 LGTBQ+, se presenta una amplia oferta de escenarios para el desarrollo de actividades culturales incluyentes con las diversas identidades de género. Como resultado de la búsqueda de eventos culturales que apoyen la diversidad de género, se encontró la siguiente figura que representa un cartel difundido por la Alcaldía local de Chapinero para la promoción del evento Festival por la igualdad.

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 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. En la actualidad, el interés por la protección de los cuerpos de agua y la conexión entre los componentes bióticos/abióticos/sociales se ha visto reflejado dentro de las inquietudes de los habitantes frente al proyecto.

Con el proyecto de la Línea 2 del Metro de Bogotá se dará inicio a un proceso de renovación urbana que empieza desde el inicio de su fase de preconstrucción, y se prolonga durante la fase de construcción hasta la etapa de operación. La acción de imaginar un nuevo escenario de movilidad invita a replantear la forma de interacción de los ciudadanos con el entorno, así como también con la institucionalidad. La fase inicial que comprende los estudios y concertaciones con las comunidades directamente afectadas por el proyecto, invita a la consolidación de espacios participativos que buscan la integración de las distintas miradas ciudadanas, académicas, organizacionales y representativas de poblaciones empoderadas pero también vulnerables, para la apuesta, creación y desarrollo de un sistema de transporte que traerá múltiples beneficios a la ciudad basados en las particularidades socioeconómicas de los sectores estratificados, urbanos y periurbanos de Bogotá.

La transformación del área de influencia, en términos de los cambios en el paisaje por las adecuaciones del proyecto serán puntuales en aquellos sitios donde se ubicarán las estaciones. Además, la transformación paisajística relacionada al trazado donde pasará el tren solo será visible en la superficie de la última estación. Es decir que no se evidenciará un cambio significativo sobre las vías de la malla arterial. Más bien, el cambio vendrá con una nueva alternativa de movilidad por debajo de la superficie urbana que conllevará a nuevas formas de relacionamiento con el espacio público. Además de este ejercicio de imaginar que conlleva a la proyección y a una disposición al cambio en el paisaje urbano, en la etapa de pre-construcción se empezarán a manifestar los primeros cambios físicos referentes a la compra de predios, adecuación, demolición y mejoras. Como primer cambio significativo sobre el paisaje será usual que las personas, acostumbradas a su entorno, sientan molestias por esa transición entre espacios demolidos con encerramientos y las adecuaciones posteriores.

18.1.3.5. Dimensión económica

En términos económicos, la localidad de Chapinero existe una gran diversidad de usos: está presente un sector financiero destacado en la ciudad, así como un sector universitario, un sector gastronómico de reconocimiento y un sector comercial que depende en gran medida del significativo flujo de población flotante que accede a los servicios sociales que se prestan en la zona. En la localidad de Barrios Unidos, el trazado cuenta con unas dinámicas comerciales vinculadas al comercio de muebles, talleres de mecánica automotriz e industrial, así como un consolidado sector residencial donde se presenta un fuerte arraigo debido al tiempo de residencia de algunos de sus pobladores. Para el caso de la localidad de Engativá y Suba, se presentan sectores altamente segmentados donde priman ferreterías, restaurantes, tiendas de víveres, cacharrerías y talleres de mecánica automotriz de pequeña escala, que suelen estar ubicados en casas con local. Es de resaltar que el último sector de Suba difiere de otros sectores de la localidad al ser una zona residencial donde priman las dinámicas de propiedad horizontal.

Se considera que la L2MB tendrá un impacto sobre el comercio formal en las áreas cercanas a las estaciones proyectadas en las que se identificó un universo de 5814 establecimientos comerciales.

Tabla 7. Total de Establecimientos comerciales por estación

Estación	Establecimientos	Participación (%)
Calle 72 x Avenida Caracas	696	12,00%
Calle 72 x NQS	859	14,80%
Calle 72 x Carrera 68	649	11,20%
Calle 72 x Avenida Boyacá	834	14,30%
Calle 72 x Avenida Cali	394	6,80%
Avenida Cali x Calle 80	476	8,20%
Avenida Cali x Calle 90	231	4,00%
Avenida Cali x Carrera 93	325	5,60%
ALO x Calle 129	400	6,90%
Tr. Suba x Carrera 141 A	358	6,20%
ALO x Calle 139	592	10,20%
Total general	5814	100%

Fuente: UT MOVIUS 2022

La afectación física para toda el AID del proyecto abarca un total de 396 locales comerciales, los cuáles equivalen al 6,81% del total de 5.814 locales identificados en las zonas vecinas a las estaciones proyectadas.

El cambio en la dinámica económica del comercio formal que se prevé para la L2MB, está enfocado a las variaciones que tendrá sobre el corredor de la L2MB durante la fase de operación, que corresponde al funcionamiento de las estaciones y el patio-taller, más la renovación paisajística y urbana en zonas de estación; se espera que el incremento en la circulación de personas en todos los modos de transporte dinamice los diversos sectores de la economía sobre el eje del trazado. La circulación de peatones que se pueden asumir como potenciales clientes de la oferta de bienes y servicios de los sectores ya consolidados, y los que se desarrollarán en simultáneo con el proyecto. Durante la etapa de construcción para la adecuación y construcción de pozos de evacuación y zonas de estación, para estos momentos en los que se puede ver afectados los locales comerciales, el proyecto a considerar un programa de Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal.

En cuanto a la generación de empleo que se generará con la llegada de la L2MB, la magnitud se consideró baja en la medida en que los puestos de empleo de mano de obra no calificada (1.690 empleos aproximadamente) por demandar, no es significativa en comparación con la población económicamente activa del AI, representada en 399.887 personas en el AID (menos del 1%).

18.1.3.5.1. Componente arqueológico

De acuerdo con la normativa vigente, en aras de proteger, conservar el patrimonio arqueológico así como de divulgar los resultados de las actividades arqueológicas realizadas en el área de estudio, de acuerdo con el Decreto 138 del 2019, y estructurado por los Términos de Referencia emitidos por el ICANH, "el Programa de Arqueología Preventiva es el

conjunto de procedimientos de obligatorio cumplimiento cuyo fin es garantizar la protección del patrimonio arqueológico existente en los polígonos de aquellos proyectos, obras o actividades que requieren licenciamiento ambiental, estén sujetos a la aprobación de Planes de Manejo Ambiental o en aquellos en los que los titulares de los mismos así lo soliciten”.

En ese orden de ideas, el presente proyecto solicitó al ICANH el Registro del Programa de Arqueología Preventiva (PAP), en el marco del cual se adelantarían las actividades correspondientes a éste, el cual fue aprobado mediante Resolución No. 1250 del 01 de Agosto del 2022. Es justamente en el marco de este PAP que se adelantan las actividades arqueológicas cuyo fin es salvaguardar el patrimonio arqueológico de la Nación. Para ello, se debe realizar el Diagnóstico Arqueológico así como las actividades de Prospección. Estos dos alcances corresponden a la segunda fase del PAP: Fase de Diagnóstico y Prospección. Una vez se cuenta con los resultados obtenidos en esta fase, se debe definir una zonificación de potencial arqueológico, con base en el cual se construye el Plan de Manejo Arqueológico (PMArq). Este PMArq debe ser aprobado por el ICANH como parte de la tercera fase del PAP: Fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.

Ahora, es sumamente importante señalar que gran parte del área del proyecto se encuentra densamente urbanizada, por lo que las principales medidas deben buscar fortalecer el seguimiento que se realice a través del monitoreo arqueológico, con el fin de evitar posibles afectaciones a contextos que no se hayan podido identificar en las fases anteriores. Por otra parte, también es de vital importancia tener en cuenta que el área definida para el Patio-Taller en Fontanar del Río corresponde a una zona definida como de canales y camellones por el ICANH, por lo que es necesario tener particular cuidado en este espacio y, de ser posible, buscar aportar a la caracterización de este tipo de estructura agrícola prehispánica.

18.1.3.6. Participación

La participación se realizó considerando diferentes niveles e intereses frente al Proyecto; las socializaciones se adelantaron con autoridades locales, convocando a las alcaldías, 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 con la personería, contraloría y veeduría.

De igual manera, se adelantaron reuniones con las comunidades (sector, residencial, comercial, institucional e industrial) aledañas al trazado, con mayor cobertura o área en las estaciones y pozos, así como las comunidades del patio taller. Al proceso participativo se vincularon las organizaciones no gubernamentales, especialmente las de carácter ambiental y la academia.

El proceso participativo se desarrolló en dos momentos: Inicio y de consulta; en el primer momento 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.

El segundo momento de participación y de consulta se realizaron seis encuentros, virtuales para administraciones locales, entidades distritales, academia y ONGs y de carácter mixto (presencial con transmisión en vivo por el canal oficial de Empresa Metro de Bogotá de Youtube. En total asistieron y se conectaron en vivo 1.995 personas y 5789 visualizaciones por canal YouTube.

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.

De este proceso participativo se resalta el trabajo conjunto realizado entre las empresas responsables del proyecto y los diferentes actores sociales. Al respecto, entidades como la Secretaría Distrital de la Mujer y la Secretaría Distrital de Planeación, participación y diversidad sexual además de la información solicitada para avanzar en la caracterización de la línea base, apoyaron en el análisis de actores sociales y estrategias de participación, en la identificación de zonas sensibles, en la convocatoria, pues divulgaban las invitaciones en sus bases de datos y se reforzaron temas como el protocolo, así mismo gestores sociales de la Secretaría de Planeación acompañaron algunos de los encuentros.

Los entes de control también se vincularon al proceso, primero con sus participación en el desarrollo de los dos encuentros de inicio y de consulta, segundo en las mesas de trabajo realizadas en donde se abordaron estrategias para fortalecer la participación de los actores sociales y tres con el acompañamiento a los encuentros realizados con las comunidades, no solo los de inicio y consulta, sino también en los comités de participación.

La vinculación de la academia, fue relevante en la medida que contó con la presencia de más de 80 representantes entre decanos, profesores y estudiantes, quienes manifestaron su interés por participar en el proyecto vinculando desde sus especialidades, por ejemplo se ofrecieron los laboratorios para el análisis de muestras, las facultades ambientales interesadas en plantear planes de manejo de residuos, se presentaron propuestas como observatorios sociales. Todas estas propuestas que EMB analizará para las etapas posteriores como la etapa de construcción y operación.

En cuanto a las comunidades; si bien es cierto, se evidenció que algunos actores sociales están en total oposición al proyecto como es el caso de un grupo específico de personas en la localidad de Barrios Unidos liderado por la señora Sylvia Soler y en la localidad de Suba algunas personas preocupadas por una posible afectación a los humedales; se realizaron auténticos procesos de participación con aquellas personas interesadas, realizando entre otras cosas, la identificación de impactos, los cuales coincidieron con el análisis realizado por el equipo de profesionales del proyecto, siendo los impactos socioeconómicos los más relevantes para la comunidad; impactos como la afectación predial, el traslado involuntario de personas, la afectación al comercio formal y la inseguridad los temas de mayor preocupación para los actores sociales.

El segundo grupo de impactos de relevancia identificados por la comunidad, organizaciones, entidades y en general todos los actores sociales, son los relacionados con los componentes biótico y abiótico: Afectación a humedales, tala, e impactos directos sobre las aves y la afectación sobre el paisaje.

Finalmente, se resaltan los aportes de los actores sociales realizados al proyecto y que fueron incluidos como una construcción conjunta a partir de un ejercicio de intercambio de saberes, de escucha y de relacionamiento. Algunos de los aportes contemplados fueron las mesas de trabajo por temas para definir estrategias de intervención en etapas de preconstrucción, construcción y operación; la no afectación a la huerta Guerreros y Guerreras ubicada en el predio destinado al Patio Taller, la construcción de un mirador con vista al humedal en alguna de las estaciones de la localidad de Suba, la aplicación de un código de conducta para los trabajadores de la Línea 2 del Metro de Bogotá y la aplicación del protocolo de prevención de la violencia contra la Mujer.

18.1.3.7. Población a reasentar

El proceso de adquisición predial en el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, 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 Línea 2 de Metro de Bogotá, 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 de la Línea 2 de Metro de Bogotá, 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 1.694 Unidades Sociales localizadas en 756 predios.

En estricto sentido, de acuerdo con los resultados del censo realizado para el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, las Unidades Sociales a trasladar ascienden a 1521 (652 USH; 134 USSE; 462 USE y 271 USR) sin embargo, se incluyen 86 casos censados "Sin US" y 87 casos "sin información", pues implica, adelantar durante la ejecución del plan de reasentamiento acciones de gestión, manejo y/o verificación con los titulares de los inmuebles correspondientes.

Los criterios de diseño de las obras superficiales del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá 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 de la Línea 2 de Metro de Bogotá, a partir de la aplicación de criterios sociales y ambientales, permitió desafectar 70 predios que inicialmente se habían considerado los cuales en su mayoría (el 55,7%) 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.

De los 756 predios finales objeto de adquisición por parte del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, el 66,1% (500 predios) tienen uso habitacional, el 14,3% uso comercial, el 4,1% se destina a la oferta de servicios y el 1,7% a usos industriales. Los demás inmuebles corresponden a predios destinados como bodegas y depósitos (el 1,7%) y enramadas y cobertizos (1,3%). Ocho de los predios afectados (el 1,1%) tienen uso institucional y en 23 de los casos no existe información sobre su uso-

En las áreas específicas de las obras superficiales del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, se localizan 13 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.

Además de las infraestructuras públicas y privadas en algunas de las áreas de intervención del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, 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 pagadarios.

Como se anotó atrás el total de unidades sociales afectadas por el impacto de traslado involuntario como consecuencia de la adquisición predial adelantada por el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, asciende a 1.694 unidades sociales de las cuales 652 (el 38%) son Unidades Sociales Hogar, USH; 134 (el 8%) Unidades Sociales Socioeconómicas, USSE; 462 (el 27%) Unidades Sociales Económicas, USE; 271 (el 16%) Unidades Sociales Rentistas, USR, y dos son unidades institucionales (entidad pública).

La mayoría de Unidades Sociales afectadas por el impacto de traslado involuntario (el 85,6%) son propietarios del inmueble en el que residen; el 3,4 % de las Unidades Sociales son arrendatarias; 23 unidades sociales, equivalentes al 1,4% tienen la condición de tenedor - usufructuario y se reporta un caso de tenencia correspondiente a la categoría de poseedor.

A pesar que, de acuerdo con los datos del censo de población a reasentar realizado para el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, los porcentajes correspondientes a indicadores de minusvalía y enfermedades graves son menores al 1%, los jefes de hogar a reasentar presentan porcentajes significativos en indicadores de vulnerabilidad tales como edad avanzada (16,8%); bajos ingresos mensuales (8,9%); condición de desnutrición o malnutrición 11,5%; sin afiliación a pensiones (37,0%); sin propiedad de la vivienda en la que residen (5,7%) ; mujeres jefes de hogar (44,3%) y antigüedad en el lugar de residencia, que presupone un nivel de arraigo alto (39,8%).

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 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.

18.1.4. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Todo proceso constructivo requiere para la iniciación de actividades, contar con un SGSST robusto, el cual dará cubrimiento a las diferentes etapas del proyecto, en el aspecto de Seguridad y Salud en el Trabajo para el proyecto L2MB, estas actividades deben ser llevadas de manera integral, con capacitaciones constantes, inducción SST, sensibilizaciones y charlas debido a que éstas son importantes para ayudar a sensibilizar, concientizar y elevar la cultura de seguridad de los trabajadores y supervisores.

El éxito de un sistema de seguridad implantado, dependerá directamente del grado de involucramiento que tenga cada uno de los trabajadores que laboran en la empresa, independientemente del rango que sustente. Este involucramiento se logra a través de procesos de concientización y sensibilización con respecto a los beneficios de la implementación de un Sistema de Seguridad.

El contratista de obra desarrollará Programas de vigilancia Epidemiológica para salvaguardar las condiciones de salud de sus trabajadores, contratistas y subcontratistas, los cuales regulará de manera que pueda hacer seguimiento y control

sobre estos, en el capítulo 14. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo se establecen los PVE Mínimos que el contratista debe realizar.

El contratista de obra deberá realizar la implementación del SG-SST siguiendo entre otros la siguiente Metodología:

- Contar con un recurso para la elaboración del SG-SST
- Gestionar la afiliación del Sistema General de Riesgos Laborales a sus trabajadores y realizar la verificación del cumplimiento de sus contratistas y subcontratistas
- Establecer una Política de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Objetivos de metas del SG-SSTAM
- Establecer un Plan de Trabajo
- Establecer un programa de inducción, capacitación y entrenamiento
- Establecer un Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Establecer un Comité de Convivencia Laboral
- Gestionar, mantener los registros documentados de los procesos
- Actualizar de manera periódica la Matriz de Peligros
- Establecer la rendición de cuentas
- Establecer una Matriz de comunicación
- Establecer un procedimiento de Gestión del Cambio
- Establecer una metodología para la gestión de amenazas, Plan de emergencias, simulacros y demás aplicables para mitigar los riesgos

El Contratista deberá dar cumplimiento a los requerimientos legales vigentes en el área de la Seguridad y Salud en el Trabajo, así mismo los que se establezcan contractualmente con el Cliente y los referenciados en las Medidas Ambientales en Obra. Teniendo en cuenta lo anterior será responsabilidad del Contratista realizar una identificación continua de los requisitos legales y de otra índole, validando su implementación y verificando su cumplimiento.

El contratista debe participar en las auditorías como base de punto inicial para implementar un sistema que permita la identificación y determine las fortalezas, debilidades, oportunidades de mejora y amenazas que tiene el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Laboral.

Este documento no limita las responsabilidades del Contratista, si bien orienta en algunos temas específicos, se aclara que en caso de que aplique los requisitos descritos en este documento no serán los únicos que se deberán cumplir. El Contratista dará alcance al objeto del contrato velando por el aseguramiento de su personal, equipos y recursos, es responsabilidad del Contratista realizar las acciones generales y específicas en materia de la Seguridad, y Salud en el Trabajo.

El contratista de obra, deberá dar alcance a los estándares y salvaguardas de la banca multilateral, orientando la aplicabilidad de la legislación más exigente en medidas de SST para los trabajadores del proyecto.

18.1.5. RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES

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.

- Análisis de Riesgo individual (individuos expuestos a determinado nivel de riesgo exógeno):

Para la L2MB, la vulnerabilidad de los elementos expuestos, el riesgo individual se encuentran dentro de los niveles del riesgo aceptables. No es necesario asociar planes de respuesta a la emergencia para los escenarios por ocurrencia de procesos de remoción en masa, inundaciones, incendios forestales y avenidas torrenciales, ya que bajo un escenario crítico no presentan afectaciones a la infraestructura del proyecto, ni a las condiciones ambientales y socioeconómicas del entorno.

En el escenario de riesgo por incendio forestal no se evidencia afectación a la infraestructura del proyecto. Sin embargo, se recomienda verificar y en tal caso implementar sobre el corredor del proyecto, medidas de prevención.

Los riesgos que requieren medidas de intervención prospectiva están asociados con innovación tecnológica y articulación de acciones y/o planes de ayuda mutua con las entidades locales, para prevenir los escenarios asociados a eventos hidrológicos y antrópicos (actos mal intencionados por terceros, bloqueos en vías férreas, asonadas y motines, etc. También se deben implementar distancias de seguridad exigidas por las normas vigentes con el fin de "Garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico". Se resalta que en todas las actividades del proyecto se requiere de monitoreo y mantenimiento constante, no porque represente un riesgo con potencial de desastre, sino por la seguridad de los trabajadores y la operación del sistema.

Como medidas preventivas durante la operación del proyecto se establece un adecuado programa de mantenimiento predictivo y preventivo (Implementación y capacitación), el uso adecuado de los EPP, acceso y manipulación de equipos por personal competente. Con la aplicación de las medidas indicadas se logra asegurar la seguridad de las personas y la confiabilidad y seguridad de las instalaciones para su adecuada operación.

- Análisis de Riesgos Ambientales

En el análisis de riesgo ambiental se tuvo en cuenta las variables abióticas y bióticas que podrían representar un valor significativo por su diversidad, productividad y servicio ecosistémico de aprovisionamiento, entre los cuales se encuentran: unidad de cobertura, drenajes, usos y usuarios, calidad del agua y uso actual del suelo.

Respecto a los riesgos asociados con derrame menor de combustible en los frentes de trabajo, estos representan consecuencias de impacto local y sin potencial de desastre, en las áreas de trabajo se implementarán medidas de seguridad, kit de derrames y respuesta inmediata. Las cantidades para almacenar son mínimas.

La posibilidad de daño para el ambiente es mejorable según la valoración del riesgo, ya que los escenarios de riesgo endógenos para el proyecto son puntuales de afectación dentro del AID y allí el uso del suelo está asociado directamente con la red vial y territorios asociados. Se tuvo en cuenta los cuerpos de agua (canales) presentes en el AI, que pueden estar asociados con derrames de combustible sobre áreas ambientalmente sensibles y cuerpos de agua. No obstante, que los riesgos se evalúan como Bajos, están sujetos a la implementación de controles para la prevención de las posibles afectaciones, razón por la cual su valoración es como mejorable.

- Análisis de Riesgos Socioeconómicos

A partir de la identificación de elementos expuestos dentro del AID Socioeconómica, puede haber afectación local a las redes de servicio público por la construcción del proyecto y habría una posible interrupción en el servicio de las redes (acueducto, electricidad, etc.) de la zona.

- **Análisis de Riesgos Sociales**

Los aportes máximos diarios durante la construcción del proyecto no trascienden los límites de la huella de este. De acuerdo con lo anterior y los controles preventivos y de mitigación establecidos en el diseño, según las especificaciones de construcción, el escenario se considera como riesgo mejorable.

Para el sector infraestructura, el riesgo por cambio climático se considera entre bajo y muy bajo. Las principales consecuencias y/o efectos están relacionados con la afectación de las vías por encharcamientos y elementos colapsados (p.ej., árboles caídos), dichos efectos en algunos casos pudiesen a generar la interrupción temporal de la prestación del servicio.

Debido a fallas en el mantenimiento rutinario y operación del sistema, puede materializarse el escenario de riesgo que implique el descarrilamiento, colisión, fallas en los sistemas de frenos, fallas de señalización y control de sistemas y/o en el suministro de energía eléctrica que genere como consecuencia directa afectación a la infraestructura social aledaña, alta congestión en la malla vial y según la gravedad del mismo y se pueden presentar tres tipos de accidente: accidentes “Leves”, en los cuales se generan daños materiales, “Moderados” incluyen heridos o víctimas no fatales resultantes del siniestro y “graves” incluyen víctimas fatales como resultado. Sin embargo; son eventos poco probables, por lo tanto se considera este escenario de riesgo como aceptable con control específico.

Los resultados de la evaluación del riesgo y su valoración, se puede observar que los peligros que desencadenan en el riesgo, dentro de los cuales se evalúan y valoran, la Inundación, vendaval, tormentas eléctricas, exposición a humos y material particulado propio de la operación y del entorno urbano, derrumbes, alud de tierra, movimientos en masa, Incendios, explosiones o condiciones adversas de seguridad derivadas de los equipos de perforaciones, exposición a gases y vapores por uso inspección, manipulación y transporte de sustancias químicas, uso de sustancias empleadas para mantenimiento, operación de maquinaria y equipos, exposición puntual a vibraciones por manipulación de equipos que generen este tipo de riesgo, los cuales se clasifican con una evaluación de riesgo Bajo y valoración del riesgo Mejorable.

Para las condiciones de exposición durante el desplazamiento a robos, atracos, delincuencia común, grupos al margen de la ley, comunidades y aglomeraciones de personas, protestas, asonadas, desplazamiento por vías, ejecución de trabajos en la vías, desplazamiento de vehículos por vías, se tiene que la evaluación de riesgo Medio, por las mismas condiciones de la zona y las actividades a desarrollar en el proyecto, en este sentido la valoración del riesgo se indica como No Aceptable o Aceptable con Control Específico, razón por lo cual es muy importante ejecutar los controles existentes, las medidas de intervención, al igual que, evaluar continuamente dichos controles y medidas, con el fin de realizar ajustes o mejoras en caso de ser necesario para garantizar la construcción y operación del proyecto, así como las condiciones ambientales y sociales del entorno.

18.2. RECOMENDACIONES

18.2.1. Medio Físico

Entendiendo que la evaluación ambiental no es solo obstáculo para la realización de proyectos de infraestructura, la valoración de los impactos, está asociada a garantizar de una forma u otra la sostenibilidad ambiental a corto, mediano y

largo plazo. Dado lo anterior en el proyecto de la L2MB tenemos una serie de beneficios ambientales asociados a los impactos positivos del proyecto.

Los mayores beneficios ambientales se darán en la etapa de operación, mejorará notablemente la calidad la movilidad, la calidad del aire, habrá reducción de los GEI. Además de tener una renovación cultural y urbana generada por la operación del sistema de transporte.

Los impactos negativos en la etapa de construcción, están clasificados entre Poco Significativo y Moderadamente Significativo, claramente tomando los efectos de la ejecución del proyecto, no obstante ninguno de estos se considera de largo plazo, la mayoría son temporales mientras se esté en la construcción, y se mitigan con la aplicación efectiva de los planes de manejo ambiental establecidos.

Si se analiza el proyecto desde el sostenimiento ambiental, debe primero enfocarse en los fundamentos definidos anteriormente y orientado hacia los recursos naturales que el proyecto demandará en la fase de construcción y/o operación, donde lo que corresponde al agotamiento de recursos, no se requiere la captación de agua de cursos 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 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 (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Ozono (O₃), los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs) y vapor de agua (H₂O), en el que el proyecto, 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 CO₂. También genera una reducción en el consumo de combustible.

Con lo anterior se considera que la L2MB, está integrada a los pilares del desarrollo sostenible 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.

18.2.1.1. Reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI)

Con la puesta en marcha de la segunda línea del metro de Bogotá se espera una reducción de los gases contaminantes emitidos por el parque automotor en Bogotá, entre los que se encuentran gases efecto invernadero (GEI). Estos gases actualmente son generados por los diversos tipos de vehículos que utilizan los ciudadanos para su desplazamiento dentro de la ciudad en sus actividades cotidianas.

En el año 2017, la SDA publicó el informe de “Inventario de Emisiones de GEI de Bogotá”¹ donde se determinó que la actividad que más generaba gases de efecto invernadero (GEI) en la ciudad era el transporte carretero con 48 % de las emisiones de GEI en la ciudad correspondiente a 5.419.433 toneladas de CO₂e como se puede observar en la Figura 2, Tabla 8 y Figura 3. En la Tabla 8 se presentan los tres primeros subsectores desglosados que más generan GEI en la ciudad.

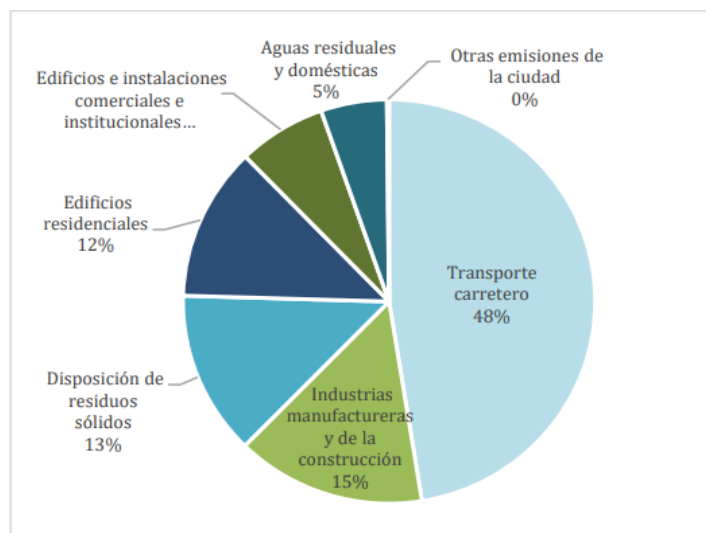


Figura 2. Distribución porcentual de las emisiones GEI por subsector
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2017

Tabla 8. Emisiones GEI por sector y subsector

No. de referencia del GPC*	Fuente de emisión de GEI (por sector y subsector)	Emisiones GEI totales (toneladas CO ₂ e)			
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Total
I	ENERGÍA ESTACIONARIA				
I.1	Edificios residenciales	985.472	415.103	NE**	1.400.575
I.2	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	418.464	372.437	NE	790.901
I.3	Industrias manufactureras y de la construcción	1.470.567	231.587	NE	1.702.154
I.4.1/2/3	Industrias de energía	NO**	NO	NE	-
I.4.4	Generación de energía suministrada a la red	NO	NA**	NA	-
I.5	Agricultura, silvicultura y actividades pesqueras	IE**	31	NE	31

¹ Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) de Bogotá (2017); Inventario de Emisiones GEI de Bogotá; Bogotá, Colombia

I.6	Fuentes no-especificadas	IE	NO	NE	-
I.7	Emisiones fugitivas del carbón	NO	NA	NA	-
I.8	Emisiones fugitivas de la distribución de gas natural	18.009	NA	NA	18.009
SUB-TOTAL	ENERGÍA ESTACIONARIA	2.892.512	1.019.157	-	3.911.669
II	TRANSPORTE				
II.1.	Transporte carretero	5.418.632	130	NE	5.418.762
II.2	Ferrovial	671	NO	NE	671
II.3	Navegación marítima	NO	NO	NO	-
II.4	Aviación	NO	NO	NE	-
II.5	Fuera de carretera	IE	IE	NE	-
SUB-TOTAL	TRANSPORTE	5.419.303	130	0	5.419.433
III	RESIDUOS				
III.1	Disposición de residuos sólidos	1.498.520	NA	NO	1.498.520
III.2	Tratamiento biológico de residuos	129	NA	NO	129
III.3	Incineración de residuos	NO	NA	1	1
III.4	Aguas residuales y domésticas	591.972	NA	NO	591.972
SUB-TOTAL	RESIDUOS	2.090.621	0	1	2.090.622
TOTAL	TOTAL	10.402.437	1.019.287	1	11.421.724

*GPC: Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC, por sus siglas en inglés)

**NA: No aplica; NE: No estimadas (emisiones no requeridas para el reporte básico); NO: No ocurren en la ciudad; IE: Incluidas en otro subsector

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2017

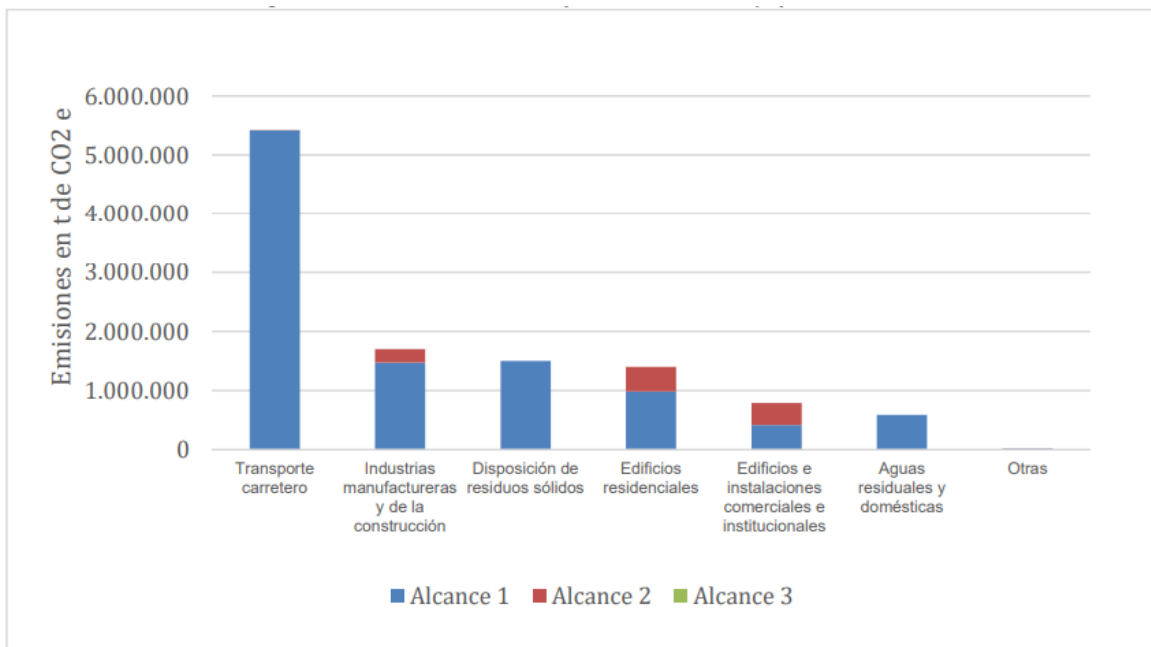


Figura 3. Emisiones por subsector y por alcance
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2017

En el 2018, la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) de Bogotá realizó la actualización de los inventarios de emisiones atmosféricas de las fuentes contaminantes más relevantes de la ciudad, los cuales publicó en el “Inventario de Emisiones de Bogotá - Contaminantes Atmosféricos”². A continuación en la Figura 4 se presenta el porcentaje de emisiones de las fuentes móviles en Bogotá, y de la Figura 5 a la Figura 10 su distribución espacial en la ciudad.

² Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) de Bogotá (2018); Inventario de Emisiones de Bogotá; Contaminantes Atmosféricos; Bogotá, Colombia

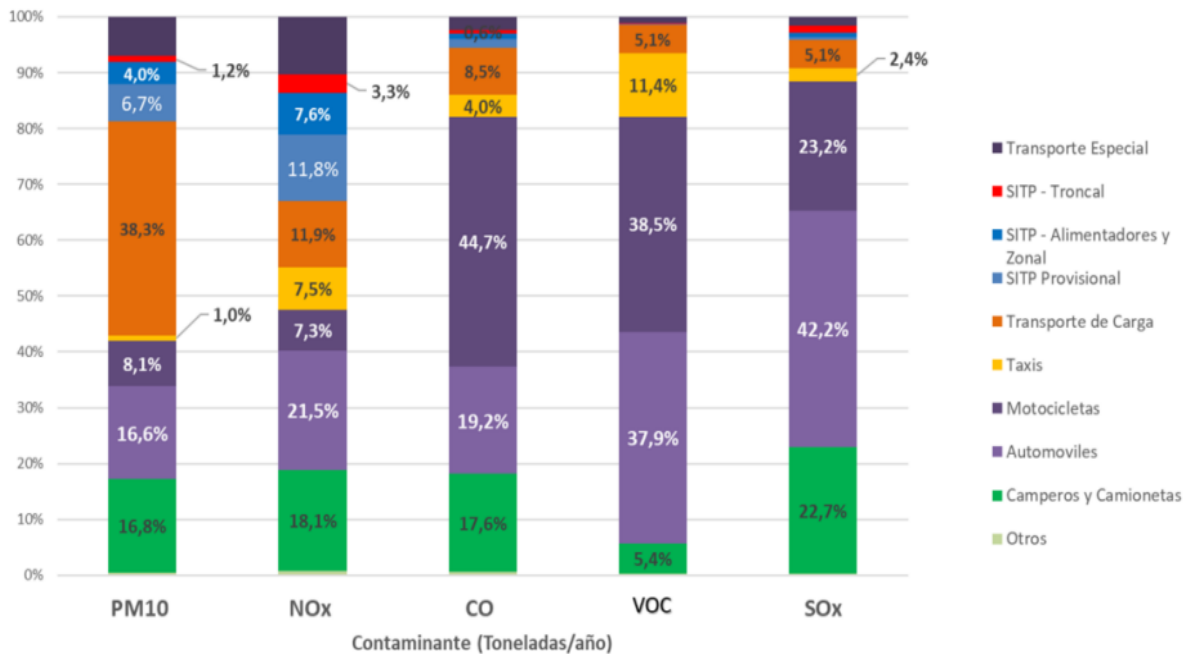


Figura 4. Participación en emisión de combustión de contaminantes criterio por categoría vehicular
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2018

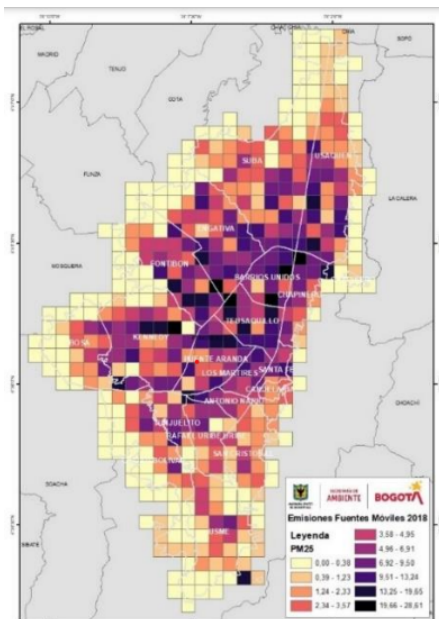


Figura 5. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de PM2.5 para Fuentes Móviles.

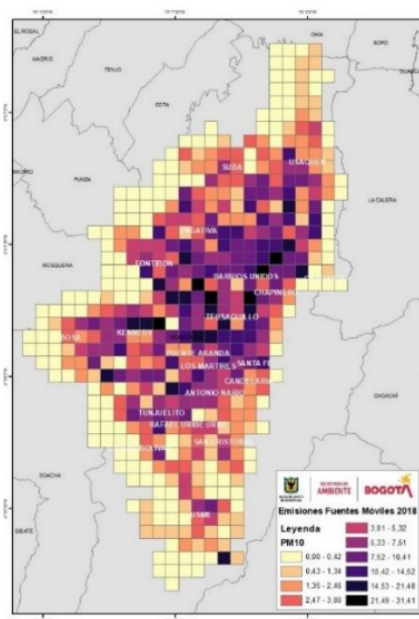


Figura 6. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de PM10 para Fuentes Móviles.

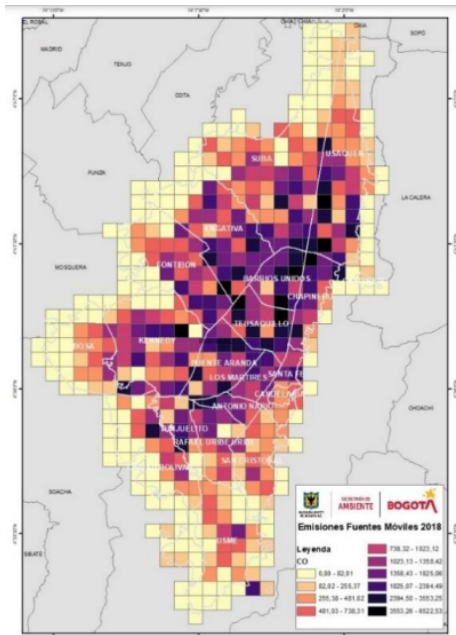


Figura 7. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de CO para Fuentes Móviles.

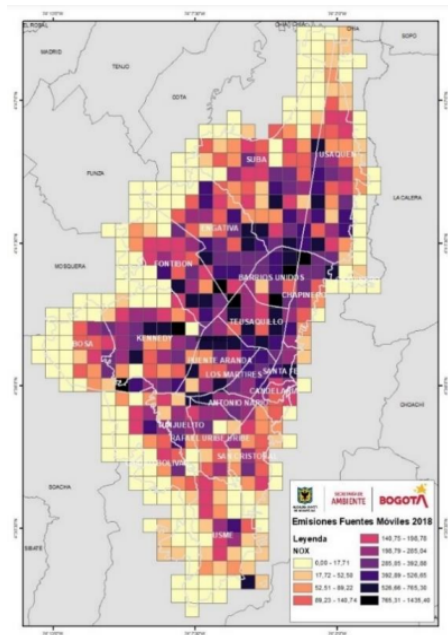


Figura 8. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de NOx para Fuentes Móviles.

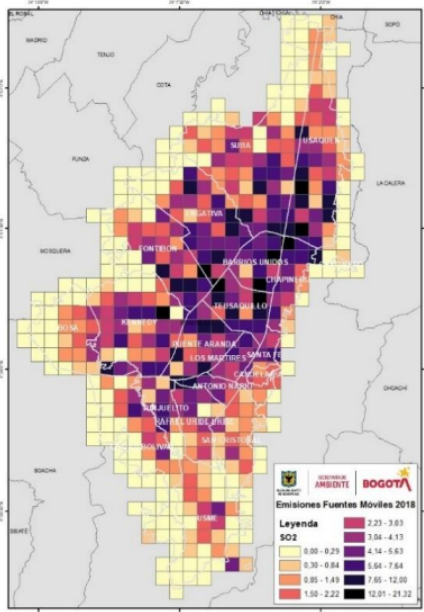


Figura 9. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de SO2 para Fuentes Móviles.

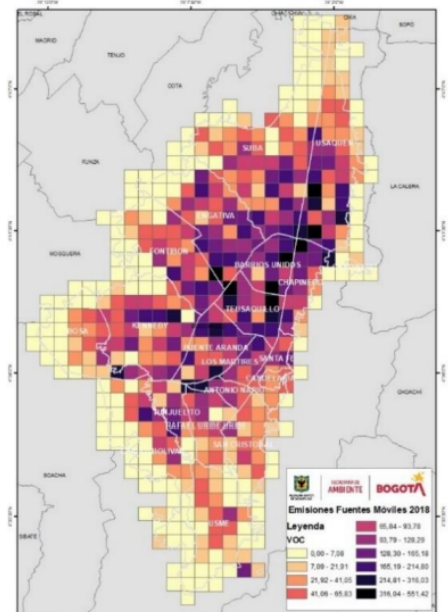


Figura 10. Distribución espacio temporal de emisiones en ton/año de COV para Fuentes Móviles.

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2018

Como se observa en las figuras, las emisiones de los contaminantes se encuentran concentradas mayoritariamente en la zona centro de la ciudad. En cuanto a las emisiones por localidad en el informe “Inventario de Emisiones de Bogotá - Contaminantes Atmosféricos” elaborado por la SDA, se identificaron como principales aportantes de emisiones, las localidades de Kennedy, Fontibón, Suba, Usaquén y Engativá, donde se encuentran ubicadas las principales vías de la ciudad (Ver Figura 11).

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. De éstas, las localidades de Suba y de Engativá son las que presentan mayores emisiones de gases contaminantes como se observa en la Figura 11. Con la entrada en funcionamiento de la Línea 2 del Metro de Bogotá, la cual operará por electricidad, se espera una reducción de los gases contaminantes, entre los que se encuentran gases de efecto invernadero, emitidos por las fuentes móviles, ya que este sistema movilizará una gran cantidad de personas que cambiarán sus medios de transporte actuales (carro, moto, bus, biarticulado, etc) dentro de la ciudad por este sistema que no emite gases contaminantes a la atmósfera.

LOCALIDAD	Participación en emisiones					
	PM ₁₀	PM _{2.5}	NOX	CO	SO ₂	VOC
KENNEDY	11%	11%	10%	10%	10%	9%
FONTIBON	11%	11%	9%	9%	9%	9%
SUBA	11%	11%	12%	12%	13%	13%
USAQUEN	9%	9%	8%	9%	10%	10%
ENGATIVA	9%	9%	9%	9%	10%	9%
TEUSAQUILLO	7%	7%	7%	8%	8%	8%
BARRIOS UNIDOS	6%	6%	7%	7%	6%	7%
PUENTE ARANDA	6%	6%	6%	6%	5%	6%
CHAPINERO	5%	5%	5%	6%	6%	6%
BOSA	4%	4%	4%	3%	3%	3%
USME	4%	4%	4%	3%	3%	3%
CIUDAD BOLIVAR	4%	4%	4%	4%	4%	4%
LOS MARTIRES	3%	3%	3%	3%	2%	2%
TUNJUELITO	2%	2%	2%	3%	3%	3%
SANTA FE	2%	2%	3%	2%	2%	2%
RAFAEL URIBE URIBE	2%	2%	2%	2%	2%	2%
SAN CRISTOBAL	2%	2%	2%	2%	2%	2%
ANTONIO NARI O	2%	2%	2%	2%	2%	2%
CANDELARIA	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SUMAPAZ	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Figura 11. Participación por localidad en las emisiones de fuentes móviles en carretera
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), 2018

Para la estimación de los GEI que se generarán durante la etapa de construcción se recomienda la metodología del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), cuya versión es la presentada en las Directrices 2006 y la actualización de algunos capítulos de estas directrices en el 2019. En estas se contempla que los

factores de emisión se seleccionan teniendo en cuenta el tipo y el nivel de desagregación de los datos de la actividad disponibles para el país o región de estudio. La estimación de los GEI en la etapa de construcción deberá ser realizada por el CONTRATISTA.

En cuanto a la etapa de operación para la elaboración del inventario y cálculo de las reducciones de emisiones de GEI deberá regirse por la normativa ACM0016 “Large-Scale Consolidated Methodology. Mass Rapid Transit Project V4.0” o la versión más actualizada en el momento de la implementación. Esta metodología indica de manera detallada el cálculo de las emisiones de GEI tanto de la línea base como las emisiones con la operación del proyecto, pudiendo evaluar la reducción de GEI por la entrada en operación de la línea 2 del metro de Bogotá. La estimación de los GEI en esta etapa deberá ser realizada por el OPERADOR del sistema metro.

18.2.2. Medio Biótico

Se recomienda realizar el inventario forestal y los muestreos de flora en veda en los predios ubicados al sur del predio del IDRD del patio taller, con el fin de complementar la información de los permisos de aprovechamiento forestal y de levantamiento de flora en veda a solicitar a la autoridad ambiental.

Aun cuando los diseños paisajísticos consideran para las franjas de paisajismo y la adecuación de las zonas de jardinería, la plantación de cubresuelos con plantas de porte herbáceo como la “Suelda con suelda” y la “Hiedra Miami”, esta última recientemente considerada para el reemplazo del pasto kikuyo en algunas áreas de las zonas verdes en la ciudad, se debe tener en cuenta el establecimiento de elementos florísticos nativos de tipo herbáceo o plantas trepadoras, cuyas especies pertenezcan al sitio geográfico y ecosistemas propios de Bogotá dado su atractivo y relevancia ecosistémica. Especies como el Helecho *Blechnum brasiliense*, y la Capuchina *Tropaeolum majus*, podrían ser indicadas para el embellecimiento y función ecológica en las zonas verdes urbanas, y bajo el contexto de las recomendaciones de los Estándares de la Banca Mundial y el BID, relacionados con el Estándar 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos, y específicamente en lo relacionado con evitar la introducción de las especies exóticas invasivas.

18.2.3. Medio Socioeconómico

Resultado de los procesos de participación se evidenció que existe aceptación del proyecto, la incertidumbre o dudas están enfocadas a temas asociados al túnel, lo cual es concordante con la expectativa por la construcción de un metro subterráneo, los temas son afectaciones en superficie a infraestructura y viviendas, afectaciones a cuerpos de agua y humedales y afectaciones sobre el humedal la Conejera y puntualmente temas de adquisición predial en relación con el tiempo, forma de pago y compensaciones.

Durante la etapa de preconstrucción es necesario mantener canales de información para dar continuidad a los procesos y reducir los la generación de expectativas y conflictos, se sugiere socializar a través de las redes sociales de la EMB la actualización de actividades que surjan con las etapas del proyecto, así como establecer los mecanismos de comunicación de los diferentes actores sociales con la EMB durante la adjudicación y puesta en marcha de las líneas de atención del contratista.

De acuerdo con el mapeo de actores sociales, se requiere profundizar en la estrategia para los actores opositores, así como en entender el rol que pueden cumplir los actores que se identificaron como cooperantes en relación con el proyecto. Existen un gran número de actores indiferentes con quienes es prudente y recomendable establecer un rol o una estrategia. El establecimiento de estrategias con los actores claves identificados y en lo posible agrupados por intereses es determinante para el buen desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

En cuanto a la apropiación de la L2MB y su infraestructura por parte de los ciudadanos y usuarios, se recomienda tomar acciones tempranas que permitan generar un relacionamiento positivo y de creación de valor con la Empresa Metro de Bogotá tomando como referente el trabajo adelantado por el distrito en cuanto a la cultura ciudadana.

Para el relacionamiento con la localidad de Barrios Unidos, se recomienda gestionar y coordinar una reunión general, en la que participen las diferentes entidades distritales en cabeza de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Es fundamental para atender las inquietudes e inconformidad de algunos de los habitantes, propietarios y propietarias de Barrios Unidos que asistan las entidades de Control, la Empresa de Renovación Urbana, Catastro, Secretaría de Planeación, EMB y Alcaldía mayor principalmente. Así como generar grupos pequeños y específicos en las comunidades de la localidad para socializar la información del proyecto a fin de garantizar la información, pese a las manifestaciones de opositores.

Continuar el trabajo con las mesas de trabajo con entidades distritales, de manera que el relacionamiento sea permanente en pro del proyecto y ante cualquier eventualidad conjuntamente el proyecto y las entidades responsables de temas puedan analizar y tomar decisiones para el proceder, especialmente se debe hacer énfasis en el trabajo con las mesas de humedales y comisión ambiental local.

Presentar periódicamente el estado de avance de la Línea 2 del metro de Bogotá, mediante cápsulas informativas en redes sociales y medios de comunicación, mensajes claros y concretos sobre la etapa en la que se encuentra el proyecto, financiación, información cuando haya lugar sobre construcción y operación, además de reforzar la divulgación de los beneficios del sistema metro y en especial de la Línea 2.

Es importante mencionar que uno de las dificultades presentadas con el desarrollo del proyecto y para la cual será necesario considerar estrategias desde la interinstitucionalidad, es la consecución de información oficial por parte del Instituto Para la Economía Social IPES para la caracterización de ocupantes del Espacio Público, así como las acciones a implementar en coordinación con dicha entidad, durante las diferentes etapas del proyecto, así mismo en esta mesa se debe abordar las estrategias para los locatarios que deben ser reubicados por la intervención de la fachada de la plaza de mercado del 12 de Octubre.

En este mismo sentido se debe mencionar que por decisión y directrices del IPES, no se adelantaron procesos de socialización con los locatarios de la plaza de mercado del 12 de octubre, que deben ser reubicados por las adecuaciones de la fachada debido al acceso satelital previsto para la estación No 2, por lo tanto esta será una de las actividades necesarias de retomar desde la interinstitucionalidad y desde los programas de participación.

Las actividades y acciones en la zona de patio taller deben estar articuladas con la Mesa del humedal La Conejera liderada por la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA, lo anterior con el fin realizar una intervención con la articulación interinstitucional y poder blindar los espacios de participación desde la participación de la SDA.

En la intervención que se realice a los Bienes de Interés Cultural ubicados en el área de desarrollo de la estación No. 1 es necesario garantizar los espacios de participación de las partes interesadas durante el desarrollo de la propuesta de intervención que se deberá trabajar de manera conjunta con el Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura.

Teniendo en cuenta las características del corredor y los resultados de la información de línea base o condición sin proyecto de componentes como: ruido, vibraciones, aire aspectos relacionados con los humedales, se incluyó en los planes de manejo del medio socioeconómico socializaciones a fin de tener suficientemente socializados a los grupos de interés y prevenir reclamaciones futuras al proyecto, por impactos en aumento de las condiciones medioambientales ya pre existentes por encima de la norma.

Durante las diferentes etapas es necesario reforzar el trabajo con los grupos de Interés como las ONGs o Mesas de humedales y en cuanto al relacionamiento con el Cabildo indígena Muisca de Suba de acuerdo con el pronunciamiento

del Ministerio del Interior en el que señala que no procede la consulta previa, es necesario considerarlo como una de las partes interesadas en todos los programas teniendo en cuenta sus características y particulares, es decir con enfoque diferencial, pero teniendo presente que sobre el mismo el proyecto no genera impactos.

Con la implementación de algunos planes de manejo que a la fecha se han realizado en la Primera Línea del Metro de Bogotá y las experiencias exitosas, en los Planes de Manejo de la Línea 2 se incorporaron las lecciones aprendidas y la articulación que debe adelantar el Concesionario con la EMB para la ejecución de los planes del medio socioeconómico.

Con el objetivo de prevenir futuras reclamaciones y monitorear el corredor de la Línea 2 se considera adelantar el levantamiento de actas de vecindad en una manzana en torno a las obras y el trazado, a fin de establecer la condición actual de los inmuebles.

Se realizó la revisión de las guías generales y férreas del IFC identificando en particular en la guía general los aspectos relacionados con Salud y seguridad de la comunidad, que se desarrollan en el capítulo 14 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

18.2.3.1. Recomendaciones sobre población a reasentar

Para la implementación del Plan de Reasentamiento del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, se recomienda verificar la información de los 86 casos de predios y Unidades Sociales censados “Sin US” y los 87 casos “sin información”, resultantes del censo aplicado, con el fin de adelantar acciones suficientes y necesarias de caracterización que se requieran para definir, con los titulares de los inmuebles correspondientes, los procesos de gestión, y de manejo a implementar.

Se recomienda mantener en la implementación del Plan de Reasentamiento del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá los principales conceptos, enfoques y lineamientos de la Banca Multilateral y los acompañamientos y apoyos descritos en cada uno de los programas planteados, referentes a la consulta significativa de los afectados, a la integración del costo de reposición como enfoque para los manejos de compensación y mitigación, a la seguridad de tenencia, al enfoque diferencial y de interseccionalidad, de grupos vulnerables y si es preciso se recomienda adelantar estudios complementarios y puntuales de caso de las Unidades Sociales vulnerables identificadas para garantizar un reasentamiento en iguales o mejores condiciones a las afectadas.

18.2.4. Seguridad y salud en el trabajo

Los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo (SST) se deben considerar para las diferentes actividades del proyecto, en relación con factores internos y externos. El entorno de trabajo puede caracterizarse por uno o varios de estos factores: características de las actividades, equipos y maquinaria, entorno del trabajo, convivencia laboral, planos de trabajo, jornadas laborales, turnos de trabajo, fenómenos naturales, etc. El contratista de obra deberá desarrollar programas de acuerdo a la metodología sugerida en los documentos del estudio, para mitigar la posible ocurrencia de accidentes e incidentes laborales, impactos ambientales, enfermedades e incluso la muerte. Para esto es importante que la realización, seguimiento y controles establecidos sean de estricto cumplimiento, y que sean evaluados continuamente para realizar la verificación de la efectividad.

Cumpliendo con la legislación SST, es importante que el contratista establezca la Política de Seguridad y Salud de la Empresa, ésta debe contemplar el compromiso de los altos funcionarios hacia los trabajadores con referencia al ambiente de trabajo, equipo de protección personal, bienestar de vivienda, salud.

El contratista de obra deberá:

- Formalizar, consolidar, perfeccionar y mejorar los programas existentes, tomando en cuenta el plan de trabajo implementado, los objetivos alcanzados y la mejora continua en materia de seguridad.
- Seguir los lineamientos de la banca multilateral, dando alcance a los estándares y salvaguardas orientando la aplicabilidad de la legislación más exigente en medidas de SST.
- Implementar un programa de capacitación y entrenamiento, con el propósito que los trabajadores mejoren sus conocimientos y capacidades para el desempeño.
- Capacitar a los líderes de supervisión y trabajadores en general, en las técnicas para la identificación de peligros y evaluación de riesgos, así estarán preparados para que la seguridad sea parte inherente a su trabajo.

El contratista deberá considerar al trabajador como el elemento más valioso de la organización, garantizándoles adecuados ambientes de trabajo, EPP, etc., para su protección personal.

18.2.4.1. Evaluación de los Riesgos.

La evaluación inicial de los Riesgos para el proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, deberá estar enfocada y diseñada para la mitigación de impactos significativos a los trabajadores, al medio ambiente y a las partes interesadas, para esto se elabora el documento Capítulo 14. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, que establece los requisitos mínimos a desarrollar en el proyecto, dando cumplimiento 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 la implementación y valoración de riesgos el proyecto deberá implementar una Matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles, la cual deberá ser diseñada de acuerdo a las actividades, procesos, personal, entre otros elementos, se adjunta una Matriz guía para la implementación según la vulnerabilidad de las actividades y desarrollo del proyecto.

18.2.4.2. Vigilancia de la salud y tareas peligrosas.

El contratista de obra deberá garantizar la inclusión de sus trabajadores al régimen de Seguridad Social, contratistas y subcontratistas que realicen actividades en el proyecto, la afiliación a la Administradora de Riesgos Laborales ARL, se deberá hacer por el mayor nivel de riesgo al que el trabajador se ve expuesto, el contratista de obra deberá realizar los aportes en los tiempos correspondientes, y dejar las evidencias de gestión correspondientes según la normatividad vigente.