

TABLA DE CONTENIDO

1. NORMATIVIDAD APLICABLE	11
1.1. Normatividad nacional	11
1.2. Normatividad internacional	14
2. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA L2MB	14
2.1. Escenarios de Oferta de Transporte Prefactibilidad	20
2.2. Visiones de Ciudad - Prefactibilidad	21
2.3. Alternativas Trazado L2MB evaluadas - Prefactibilidad	24
2.3.1. Las alternativas	24
2.3.2. Análisis con Matriz Multicriterio	27
2.3.3. Alternativa seleccionada	29
2.4. Inserción Urbana de Estaciones	30
2.5. Control de pasajeros	36
2.5.1. Descripción del sistema	36
2.6. Requisitos funcionales fundamentales	37
2.7. Carga de Pasajeros en Hora Pico	37
3. ASPECTOS RELEVANTES DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLMB	39
3.1. Línea 1 elevada (en construcción)	49
3.2. Línea 1 subterránea (estudio inicial)	52
4. BENCHMARK (experiencias internacionales)	54
4.1. Algunos Estudios que analizan el Impacto de proyectos férreos	54
4.2. Algunos casos internacionales	55
4.2.1. Metro de Santiago de Chile	55
4.2.2. Metro de Ciudad de México	61

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

4.2.3. Metro de Quito	64
5. PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE TRANSPORTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	65
5.1. POT de Bogotá	65
5.2. Priorización de proyectos a mediano y largo plazo	67
5.3. Extensión de la Av. Ciudad de Cali al Sistema de Transmilenio	70
5.4. Corredor verde Av. Carrera 7	80
5.5. PLMB - E.T. Intersección deprimida de la Av. Calle 72	87
5.5.1. Av. Caracas y Carrera 15 x Calle 72	90
5.5.2. Calle 72 x Carrera 13	91
5.5.3. Calle 72 x Carrera 17	91
5.6. Adecuación al Sistema de Transmilenio de la Troncal Av. Carrera 68	95
5.7. Avenida Longitudinal de Occidente	101
6. METODOLOGÍA	104
6.1. Proceso de Modelación	104
6.2. Fuerza de Tarea	105
6.3. Proceso de revisión	107
6.3.1. El modelo de transporte del estudio de prefactibilidad de la L2MB	107
6.3.2. Información secundaria para estudio de factibilidad de la L2MB	107
7. ACLARACIÓN DE CONCEPTOS	108
7.1. Generación de viajes y viajes generados	108
7.2. Área de Influencia	109
7.3. Zonas de Análisis de Transporte	111
7.4. Configuración de Zonas de Análisis de Transporte	111
7.5. Tipos de Zonas de Análisis de Transporte	112

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

7.6. Cartografía de Referencia Base	113
7.7. Línea Cortina	113
7.8. Línea Cordón Externo	113
8. REVISIÓN DE INFORMACIÓN	115
8.1. Estimación del Modelo COVID-19 de FET	115
8.2. Vectores de Visión 1 , 2 y 3	116
8.3. Encuesta de Hogares del 2019	116
9. CALIBRACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE	119
9.1. Características Generales	119
9.1.1. Manuales	119
9.1.2. El modelo de transportes utilizado en el estudio de prefactibilidad	120
9.2. Calibración del Modelo	120
9.2.1. Criterios de Calibración	120
9.2.1.1. Datos en la red vial	121
9.2.1.2. Estadístico GEH	121
9.2.1.3. Estadístico %RMSE	122
9.2.1.4. Estadístico R2	122
9.2.1.5. Calibración de parámetros con histogramas	123
9.2.1.6. Calibración de los caminos o rutas	124
9.2.2. Calibración del transporte privado	125
9.2.3. Calibración de transporte público	128
9.2.4. Métodos de Ajuste de Matrices	130
9.2.5. Validación del Modelo	132
10. REVISIÓN DEL MODELO DE OFERTA	135

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

10.1. Revisión en detalle en Área de Influencia de la L2MB	135
10.1.1. Estación 1	135
10.1.2. Estación 2	136
10.1.3. Estación 3	137
10.1.4. Estación 4	138
10.1.5. Estación 5	139
10.1.6. Estación 6	140
10.1.7. Estación 7	141
10.1.8. Estación 8	142
10.1.9. Estación 9	143
10.1.10. Estación 10	144
10.1.11. Estación 11	145
10.2. Sistemas de rutas de transporte público	146
10.3. Municipio de Chía y Cota	149
10.3.1. Zonas de Análisis de Transporte	149
10.3.2. Sistema de rutas en Chía y Cota	150
10.4. Características operacionales de la Línea 2	150
10.4.1. Datos de L2MB del estudio de prefactibilidad	151
10.4.2. Características en el modelo de transporte.	153
11. REVISIÓN DEL MODELO DE DEMANDA	155
11.1. Datos de Visión 3, 2 y 1.	156
11.2. Tasas de viajes	156
11.3. Tasas de viajes en zonas fuera del distrito	162
12. PROCESO DEL MODELO DE 4E	163
12.1. Consideraciones	164

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

12.2. Etapa generación de viajes	164
12.3. Etapa de distribución	166
12.3.1. Calibración de parámetros de la función combinada	166
12.3.2. Función de impedancia media	167
12.4. Modelo de elección modal	167
12.5. Modelo de asignación	168
12.6. Proceso general de asignación del M4E	170
13. INFORMACIÓN SECUNDARIA	172
13.1. POT CHÍA	172
13.2. PBOT COTA	172
13.3. POT BOGOTÁ	173
CONCLUSIONES	174

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Revisión Estudio de Prefactibilidad

Tabla 2. Alternativas analizadas en la Fase 2 para la selección del Proyecto de Expansión Priorizado

Tabla 3. Matriz Multicriterio

Tabla 4. Flujos de pasajeros por estación en la hora pico de la mañana en 2030 (oferta 1)

Tabla 5. Flujos de pasajeros por estación en la hora pico de la mañana en 2050 (oferta 2)

Tabla 6. Localización de estaciones PLMB elevado

Tabla 7. . Información general del sistema de Metro de Santiago de Chile

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Tabla 8. Información general cronológica del sistema Metro en Ciudad de México
- Tabla 9. Número de personas que viajan por estrato de la vivienda en Bogotá
- Tabla 10. Velocidad entre estaciones y tiempo de parada de L2MB (estudio prefactibilidad)
- Tabla 11. Tiempo de parada en estación de L2MB
- Tabla 12. Tasas de viajes por grupo de edad, estrato y motivo de viaje
- Tabla 13. Tasas de viajes por usos de suelo y estrato y motivo
- Tabla 14. Tasas de viajes por rango de edad, estrato y motivo (Modelo de 4 etapas)
- Tabla 15. Tasas de atracción por uso de suelo, estrato y motivo de viaje (Modelo de 4 etapas)
- Tabla 16. Parámetros de la función combinada de los M4E
- Tabla 17. Variable en macro selectmode.py
- Tabla 18. Macro Asig:4E.py

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Escenarios de Oferta de Transporte Estudio de Prefactibilidad
- Figura 2. Visiones 1 y 2 - Estudio de prefactibilidad
- Figura 3. Orígenes y Destinos de acuerdo con Visione 1 y 2 del estudio de Prefactibilidad.
- Figura 4. Trazados definidos para alternativas

Figura 5. . Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixto / Línea nueva. Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020.

Figura 6. Inserción Urbana Estación 1

Figura 7. Inserción Urbana Estación 2

Figura 8. Inserción Urbana Estación 3

Figura 9. Inserción Urbana Estación 4

Figura 10. Inserción Urbana Estación 5

Figura 11. Inserción Urbana Estación 6

Figura 12. Inserción Urbana Estación 7

Figura 13. Inserción Urbana Estación 8

Figura 14. Inserción Urbana Estación 9

Figura 15. Inserción Urbana Estación 10

Figura 16. Inserción Urbana Estación 11

Figura 17. Evolución de la carga de los trenes durante la hora pico de la mañana en el año 2030 con la oferta 1 y en el año 2050 con la oferta 2.

Figura 18. Metodología Modelo de Transporte PLMB

Figura 19. Esquema de detalle de la metodología de estimación de viajes futuros PLMB

Figura 20. Crecimiento de los viajes y las variables socioeconómicas durante el periodo 2028-2038

Figura 21. Años de Modelación y Características Más Importantes PLMB

Figura 22. Diseño esquemático del uso de las variables socioeconómicas PLMB

Figura 23. Localización general PLMB.

Figura 24. Tramo 1 PLMB Subterránea.

Figura 25. Tramo 2 PLMB Subterránea.

Figura 26. Tramo 3 PLMB Subterránea.

Figura 27. Tramo 4 PLMB Subterránea.

Figura 28. Líneas operativas de Metro en Chile.

Figura 29. Plano de la Red del Sistema Metro en Santiago de Chile.

Figura 30. Plano de la Red del Sistema Metro en Ciudad de México.

Figura 31. Primera Línea Metro de Quito

Figura 32. El proceso de modelación

Figura 33. Fuerza de tarea del proceso de modelación

Figura 34. Ciencia de los datos

Figura 35. Crecimiento del volumen de tránsito

Figura 36. Área de influencia (ejemplo)

Figura 37. zonas internas, externas y líneas importantes

Figura 38. Factor de Expansión

Figura 39. Histograma de tiempo de viaje en transporte público

Figura 40. Puntos de aforos de vehículos particulares

Figura 41. Puntos de aforos de taxi ocupados

Figura 42. Puntos de aforo de motos

Figura 43. Puntos de aforos vehículos de transporte público**

Figura 44. Regresión Lineal de Calibración para Buses Zonales

Figura 45. Regresión Lineal de Calibración Para Transmilenio

Figura 46. Proceso de calibración y validación de modelos de transporte

Figura 47. Estaciones 1

Figura 48. Estación 2

Figura 49. Estación 3

Figura 50. Conectividad Estación 4

Figura 51. Conectividad Estación 5

Figura 52. Conectividad Estación 6

Figura 53. Conectividad Estación 7

Figura 54. Conectividad Estación 8

Figura 55. Conectividad Estación 9

Figura 56. Conectividad Estación 10

Figura 57. Conectividad Estación 11

Figura 58. La estación 11 y sistemas de rutas

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Figura 59. Estaciones 11-10-9-8

Figura 60. Estaciones 7-6-5-4

Figura 61. Estación 4-3-2-1

Figura 62. Zonas de Análisis de Transporte del Municipio de Cota

Figura 63. Zonas de Análisis de Transporte del municipio de Chía

Figura 64. Sistema de rutas en Chía y Cota y estación 11 de L2MB

Figura 65. Trazado y localización de estaciones de L2MB (estudio prefactibilidad)

Figura 66. Longitud entre estaciones de L2MB (modelo de transportes)

Figura 67. Velocidad entre estaciones de L2MB

Figura 68. Asignación de escenario 32000 de M4E dentro del banco de datos entregado por la EMB

Figura 69. Asignación de escenario 32200 de M4E realizado localmente

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

2.2.1 ET01 - DEMANDA

Disciplina:	Demanda
Entregable de referencia:	Entregable 5 / ET01 - Demanda

El presente documento corresponde a la “Debida Diligencia de la Información” y se refiere a la recopilación y análisis de la información secundaria disponible y recibida, y un análisis del modelo de transporte proporcionado por la Secretaría Distrital de Movilidad para los efectos del Estudio de Demanda (última versión del modelo) y la utilidad que esto tendrá para el estudio de factibilidad de la demanda de la Línea 2 de Metro de Bogotá (L2MB).

1. NORMATIVIDAD APLICABLE

1.1. Normatividad nacional

- Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá (Decreto 190 de 2004)
Teniendo en cuenta que el El POT orienta y prioriza las decisiones e intervenciones generales que debe hacer la Administración Distrital, que permiten el desarrollo y mejoramiento de los parques, andenes, ciclorrutas, los centros de atención a la población, las vías, los servicios públicos y los equipamientos, es importante tenerlo en cuenta en el ámbito del desarrollo de los estudios de la L2MB ya que este nos da los lineamientos y requerimientos de las necesidades de la ciudad. Adicionalmente el POT es un documento que incluye las normas y lineamientos estratégicos de la ciudad, es decir la visión a largo plazo, este prioriza y describe aquellos proyectos de gran envergadura, como el metro, que dan estructura al crecimiento y desarrollo de la ciudad en términos sociales, de usos del suelo, económicos, etc.

- Plan Maestro de Movilidad de Bogotá (Decreto 319 de 2006).
El Plan Maestro de Movilidad de Bogotá da los lineamientos y estrategias en términos de movilidad para el desarrollo de la ciudad, definiendo y regulando todo aquello relacionado al transporte de carga, sistemas de transporte público masivo, corredores estratégicos, infraestructura peatonal y ciclista, etc. Por esta razón es importante acatar a cabalidad todo lo que se establece en dicho documento ya que la L2MB es un proyecto de ciudad en el cual, además de movilizar un significativo número de pasajeros incluye una transformación urbana que involucra otros modos tales como buses, peatones y ciclistas. Adicionalmente es importante reconocer a nivel espacial cuales son los corredores viales que el Plan establece como prioritarios para el desarrollo de la ciudad, esto para ser coherentes en la planificación del sistema de transporte.
- Resolución 20203040013685 del Ministerio de Transporte
Dicha resolución tiene como objeto la reglamentación de la cofinanciación de la Nación de los sistemas de transporte público colectivo o masivo que pueden ser sistemas integrados de transporte (SITM), sistemas estratégicos de transporte públicos (SETP), sistemas Integrados de Transporte Público (SITP), Sistemas Integrados de transporte regional (SITR) y subsistemas de transporte complementario con dinero a través de una fiducia, o en especie. En este se da la definición de los componentes elegibles para los proyectos de los sistemas de transporte público colectivo o masivo los cuales son elementos esenciales para desarrollar un sistema de transporte con altos estándares de funcionalidad, operatividad y que presenten alta conexidad con el sistema de transporte cofinanciado por la nación. Por lo anterior se determina que es de gran importancia ya que se deben cumplir los lineamientos y reglamentaciones exigidas por la resolución para que el proyecto de la L2MB cumpla con el estándar deseado.
- Resolución _007147_2001
Esta resolución establece los requisitos mínimos para quienes adelanten estudios de oferta y demanda de transporte y se reglamenta su inscripción ante el Ministerio de Transporte. Se determinan los estudios que permiten determinar la demanda insatisfecha de movilización, lo que resulta un argumento válido para validar la necesidad de la implementación de un nuevo sistema de transporte, una ampliación, etc.
- Ley 105 de 1993
Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. En esta se dictan los lineamientos para la integración del sector y del sistema de transporte así como los principios rectores del mismo, la regulación del transporte y el tránsito, las sanciones relacionadas, la definición de la infraestructura de los sistemas de transporte y las funciones y responsabilidades asociadas a la misma, se regulan las obras por concesión y finalmente la adecuación de las estructuras administrativas. Dicho esto, es de vital importancia tener en cuenta lo que se regula en dicha ley para su correcta aplicación en el proyecto de la L2MB.
- PBOT Municipio de Chía Acuerdo 017 del 2000
POT vigente del municipio de Chía es el Acuerdo 017 del 2000. En el 2016 se desarrolló un documento que corresponde al acuerdo 100, el cual se encuentra suspendido. Finalmente, en el 2020 se comenzó una revisión del POT para la actualización del mismo. Como se evidencia, el POT de este municipio tiene ya 21 años de vigencia. A continuación se traen a colación algunos artículos importantes para el desarrollo del estudio de demanda.
 - *En el artículo 3, numeral 3.2 el POT establece dentro de sus políticas generales que La renovación, actualización y mantenimiento del equipamiento necesario en medios vías y transporte.*
 - *En el artículo 4, numeral 4.2.8 se establece como uno de los objetivos específicos lograr el asentamiento de una nueva cultura de comunicación y movilidad para optimizar la infraestructura de tecnologías de información y comunicación, vial y de transporte.*

- *En el artículo 5, numeral 5.7 dentro de las estrategias para el ordenamiento territorial se establece la iniciativa de adoptar el plan vial y de transporte municipal articulado con el plan distrital, departamental y nacional.*
- **PBOT Municipio de COTA Acuerdo No. 012 (20 de octubre de 2000)**
PBOT del municipio de Cota es el Acuerdo No. 012 (20 de octubre de 2000) por el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial municipal, se definen los usos del suelo para las diferentes zonas del municipio de cota - cundinamarca, se establecen las normas de desarrollo urbanístico y se define el programa de ejecución para el desarrollo territorial del municipio. Como se evidencia, el PBOT de este municipio tiene ya 21 años de vigencia,. A continuación se traen a colación algunos artículos importantes para el desarrollo del estudio de demanda.
 - *En el artículo 4: objetivos: son objetivos de ordenamiento territorial municipal: b. determinar las necesidades de infraestructura física para el desarrollo integral del territorio el sistema vial y de transporte: determinar un plan vial jerarquizado y acorde con el contexto regional.*
 - *En el artículo 28, equipamiento del transporte público se habla sobre El Plan Vial Municipal el cual tendrá que prever su articulación con el sistema vial y de transporte regional, especialmente con las ciclo-rutas, el tren de cercanías de la región Sabana y la navegación por el Río Bogotá.*
- **Acuerdo 645 de 2016 (Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá).**
Es de suma importancia para el proyecto de la L2MB tener en cuenta dicho acuerdo ya que el objetivo del Plan Distrital de Desarrollo “BOGOTÁ MEJOR PARA TODOS 2016- 2020” es propiciar el desarrollo pleno del potencial de los habitantes de la ciudad, para alcanzar la felicidad de todos en su condición de individuos, miembros de familia y de la sociedad. El propósito es aprovechar el momento histórico para reorientar el desarrollo de la ciudad, teniendo en cuenta que enfrentamos una oportunidad única para transformar la dinámica de crecimiento de Bogotá y hacerla una ciudad distinta y mejor. Así, se recuperará la autoestima ciudadana y la ciudad se transformará en un escenario para incrementar el bienestar de sus habitantes y será reflejo de la confianza ciudadana en la capacidad de ser mejores y vivir mejor. Esto se logra desde el ámbito del transporte a partir de intervenciones integrales del hábitat, programas tales como Movilidad para todos, cuyo objetivo es mejorar la calidad de la movilidad y la accesibilidad que provee el Distrito Capital para todos los usuarios: peatones, ciclistas, usuarios del transporte público colectivo e individual, así como del transporte privado.
Es importante anotar que este plan es sustituido por el El Plan Distrital de Desarrollo 2020 – 2024: Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para la Bogotá del Siglo XXI es la hoja de ruta que seguirá la Alcaldía Mayor de Bogotá para cumplir con los propósitos que se ha trazado para la ciudad y que están consignados en el Programa de Gobierno de la alcaldesa Claudia López.
- **Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte de Bogotá de la STT del 2005.**
Este manual aporta los lineamientos para la planeación del transporte, lo que da el proceso a seguir para una planificación adecuada del proyecto de la L2MB, estandarizando procesos y dando los lineamientos acordes con el propósito de ciudad. Dentro de sus objetivos se encuentra:
 - *Utilizar óptimamente la infraestructura de los medios de transporte disponibles para hacer frente de manera eficaz a la demanda de transporte de una región.*
 - *Establecer una planeación integral, precisa y eficaz del sistema de transporte urbano. En este sentido, los modelos son la herramienta más eficaz para la planeación del transporte en una zona urbana.*
 - *Anticipar los cambios que se presentan en la demanda de transporte como consecuencia de modificaciones en el sistema de transporte. Análisis de escenarios alternos de mejoras al sistema de transporte urbano que se traduzcan en una operación más eficiente de los diversos medios de transporte. Por ejemplo: reestructuración de rutas de buses; cambios en sentidos de circulación en la red vial básica.*

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- *Evaluar escenarios futuros del sistema de transporte, los cuales están ligados a pronósticos de las principales variables socioeconómicas utilizadas para caracterizar la demanda de transporte.*
- *Analizar la relación entre el sistema de transporte y el sistema socioeconómico de una región. En este sentido, el sistema de transporte normalmente afectará la manera en que crece y cambia el sistema socioeconómico. Asimismo, los cambios en el sistema socioeconómico harán necesarias ciertas modificaciones al sistema de transporte.*
- *Evaluación de políticas de transporte y de actividad urbana en la ciudad. Entre los posibles estudios se encuentran los siguientes: construcción de líneas de tren ligero o de metro; implantación de un nuevo esquema de tarifas; cambios en los usos del suelo o densificación de algunas zonas; construcción de vías rápidas; restricciones a la circulación de vehículos particulares; articulación de los modos de transporte que suplen las demandas de viaje; modificación en componentes tecnológicos de los equipos de transporte o de control de tráfico.*

1.2. Normatividad internacional

No existe una normatividad internacional aplicable.

2. REVISIÓN DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA L2MB

Tabla 1. Revisión Estudio de Prefactibilidad

Entregables de referencia:	Entregable 5 / ET01 - Demanda
Actividades desarrolladas en el marco del estudio de prefactibilidad:	<p>A continuación se revisan los entregables que contienen información relacionada con el estudio de demanda de forma directa e indirecta.</p> <ul style="list-style-type: none">● Estimación de la demanda Prefactibilidad - Entregable 1● Desarrollo de escenarios de oferta de transporte - Entregable 1● Visiones de Ciudad 1 y 2 - Entregable 1● Análisis de prospectivas Entregable 1● Modelo de 4 etapas- Entregable 1

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

	<ul style="list-style-type: none">● Análisis zonas de expansión -Entregable 1● Análisis de Oferta de Transporte por Zonas - Entregable 1● Alternativas Trazado L2MB - Entregable 2● Matriz Multicriterio - Entregable 2● Descripción Corredores Evaluados - Entregable 2● Trazado Alternativas CII 72 - Av Cali - Entregable 2● Ahorros en Tiempo - Entregable 2● Integración con Transporte Masivo - Entregable 2● Perturbación BRT - Entregable 2● Pasajeros transportados- Entregable 2● Analisis Extensión CII 100- Entregable 2● Inserción Urbana de Estaciones - Entregable 7● Inserción Urbana de Intercambio Modal - Entregable 7● Características de tipologías de estaciones - Entregable 7● Consideraciones generales de flujo de pasajeros - Entregable 7● Control de pasajeros - Entregable 10● Flujo de pasajeros por estación Hora Pico - Entregable 10● Ahorros por tiempo de viaje - Entregable 10
Conclusiones del estudio de prefactibilidad:	<p>A continuación se presentan puntos a tomar en cuenta que deben ser mejorados en desarrollo de los estudios de factibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none">● Se evalúan 3 escenarios, los cuales corresponden a supuestos sobre los proyectos de transporte que estarán en operación en los años 2030 y 2050. El primer escenario corresponde a un punto de vista conservador para 2030, el segundo a un punto de vista optimista para 2030 pero conservador para 2050 y finalmente el tercer y último escenario es con una visión optimista respecto a los proyectos de transporte que estarán operando en 2050.● En conclusión, analizando tanto los orígenes y destinos de la matriz calibrada de transporte público de la ciudad para 2019, como las cargas de los sistemas de transporte público, es evidente la necesidad de proveer de una red de transporte de mayor capacidad para la zona norte y noroccidente de la ciudad .

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

	<ul style="list-style-type: none"> • Como conclusión de la selección de la Zona de Expansión de la PLMB-T1, la evaluación realizada presenta a la localidad de Suba como la mejor alternativa para el desarrollo del metro. Esta alternativa representa los mejores beneficios a la población respecto a mejoras en transporte e impacto ambiental. Con base en la selección de esta zona, se seleccionan las alternativas de trazado. • De acuerdo con las zonas de expansión obtenidas, se establecen diferentes alternativas de trazado siguiendo algunos corredores estratégicos. En esta ocasión después de analizar criterios de movilidad, transporte, ambientales, económicos, etc se define que el corredor óptimo es el que corresponde a la Cll 72- Av Cali. 	
Ítem	Aspectos relevantes	¿Cómo atenderlos en el marco de la asesoría técnica?
Entregable 1 / Visiones de Ciudad	En el documento de prefactibilidad se evalúan los escenarios de transporte con la línea 2 de metro de Bogotá, en dos posibles visiones de ciudad que incluyen población y usos del suelo.	En la factibilidad el análisis se llevará a cabo teniendo en cuenta también una tercera visión de ciudad, la cual corresponde a la visión de la actual administración. Así mismo es importante anotar que las visiones 1 y 2 fueron actualizadas con relación a las visiones implementadas en el estudio de prefactibilidad.
Entregable 1 / Escenarios de Transporte	Se evalúan 3 escenarios, los cuales corresponden a supuestos sobre los proyectos de transporte que estarán en operación en los años 2030 y 2050. El primer escenario corresponde a un punto de vista conservador para 2030, el segundo a un punto de vista optimista para 2030 pero conservador para 2050 y finalmente el tercer y último escenario es con una visión optimista respecto a los proyectos de transporte que estarán operando en 2050.	Para el estudio de factibilidad se definieron con la FDN, EMB y SDM tres escenarios de oferta, incluyendo algunos de los proyectos considerados en el estudio de prefactibilidad y aquellos contemplados por el POT y el CONPES 4034. En estos escenarios también se asocian a cortes temporales.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

		Se definió además un escenario base para la estimación posterior de beneficios y costos; en función del Escenario de Oferta 1; y su análisis se realiza para los diferentes cortes temporales y visiones de ciudad.
Entregable 1 / Análisis de zonas de expansión	Se analizaron diferentes aspectos en diferentes localidades tales como densidad habitacional, población, demanda de transporte público, integración modal, etc. Teniendo en cuenta dichos análisis se llegó a la conclusión que sería la localidad de Suba la que debería ser atendida por la L2MB por sus características socioeconómicas y poblacionales.	El Estudio de Factibilidad considera el trazado de la alternativa seleccionada en la etapa de prefactibilidad, que conecta la zona de Suba.
Entregable 1 / Análisis de alternativas -Entregable 2 / Alternativas de Trazado Entregable 2 / Trazado Alternativas CII 72 - Av Cali . Evaluación multicriterio: Integración con Transporte Masivo, pasajeros transportados.	De acuerdo con las zonas de expansión obtenidas, se establecen diferentes alternativas de trazado siguiendo algunos corredores estratégicos. En esta ocasión después de analizar criterios de movilidad, transporte, ambientales, económicos, etc se define que el corredor óptimo es el que corresponde a la CII 72- Av Cali	En la Etapa de Factibilidad se realizará la estimación de la demanda para el corredor mencionado para L2MB.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

<p>Entregable 7 / Inserción Urbana de Estaciones e Inserción Urbana de Intercambio Modal</p>	<p>En la prefactibilidad se analiza de manera espacial, urbanística y de movilidad como será la inserción urbana de las estaciones, teniendo en cuenta espacio público y accesibilidad de acuerdo a las características del entorno.</p>	<p>En la factibilidad se realiza las estimaciones de demanda por estaciones, que sirva como insumos para el análisis de accesibilidad y conectividad de estaciones.</p>
<p>Entregable 10 / Control de pasajeros Entregable 10 /Flujo de pasajeros por estación Hora Pico Entregable 10/ Ahorros por tiempo de viaje .</p>	<p>En la prefactibilidad se hace un análisis financiero en torno a la demanda por estación y las dinámicas de sube y baja, esto por medio de controles de entrada de pasajeros a cada una de las estaciones y de estimaciones de demanda. Adicionalmente se analiza el ahorro por tiempo de viaje.</p>	<p>En la factibilidad, una vez se tiene la estimación de la demanda en el sistema se realizaron análisis de sensibilidad tarifaria, Velocidad y de tiempo.</p>
<p>Aspectos críticos por atender</p>	<p>A corto plazo para el desarrollo de las actividades de ingeniería conceptual (Aval Técnico y Fiscal – Fase 2)</p>	<p>A mediano plazo para el desarrollo de las actividades de Estudios y Diseños para la Estructuración (Fase 3)</p>

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

	<ul style="list-style-type: none">• Reestructuración de rutas. En la prefactibilidad no se contempla un análisis muy detallado de rutas en las cuales se determine qué rutas deben ser modificadas y como.• Debido al momento en el que se desarrolló la prefactibilidad, no se realizaron análisis con la visión 3 de ciudad.	<ul style="list-style-type: none">• Definición de reestructuración de rutas, por parte de entidades encargadas Transmilenio, SDM y EMB.
Interfaces:	NA	
CAPEX y OPEX	El modelo tendrá en cuenta algunos parámetros operacionales y financieros como un ejercicio de sensibilidad. Lo cual podrá servir posteriormente para el cálculo del CAPEX Y OPEX	
Otros aspectos relevantes:	Es importante anotar que el modelo fue actualizado para el desarrollo de la etapa de factibilidad, por lo tanto no coincide con el modelo utilizado para la prefactibilidad y varían parámetros y resultados. La Vision 1 y 2 de crecimiento de ciudad fueron actualizadas según información recibida de la SDM y la Visión 3 de crecimiento de ciudad es nueva.	

A continuación, se hace un breve resumen del estudio de prefactibilidad y un análisis o comentario en el cual se indica el porqué es importante para el estudio de demanda

2.1. Escenarios de Oferta de Transporte Prefactibilidad

Se evalúan 3 escenarios, los cuales corresponden a supuestos sobre los proyectos de transporte que estarán en operación en los años 2030 y 2050. El primer escenario corresponde a un punto de vista conservador para 2030, el segundo a un punto de vista optimista para 2030 pero conservador para 2050 y finalmente el tercer y último escenario es con una visión optimista respecto a los proyectos de transporte que estarán operando en 2050. Los escenarios de oferta considerados en la prefactibilidad se muestran a continuación:

Oferta 1	Oferta 2	Oferta 3
<ul style="list-style-type: none"> •Red de transporte público 2020 •SITP 100% Implementado •Corredor Carrera 7 •Troncales: •Av Carrera 68 entre Autopista Sur y Carrera 7 •Av. Ciudad de Cali desde Av. Circunavál del Sur hasta Av. Manuel Cepeda Vargas •Av. Villavicencio desde Av. Boyacá hasta Autopista Sur •Extensión Autopista Norte desde Estación Terminal hasta Calle 245 •Extensión Troncal Eldorado desde Portal Eldorado hasta Aeropuerto •Conexión troncal Amércias desde NQS hasta Puente Aranda •Fase II y III de Soacha •Extensión Troncal Caracas Sur desde Molinos hasta Portal Usme •PLMB-T1 •Corredor férreo de occidente •Corredor férreo del norte 	<ul style="list-style-type: none"> •Oferta 1 •Troncales •Avenida Boyacá desde Yomasa hasta Calle 245 •Avenida Cali desde Av. Manuel Cepeda Vargas hasta Av. Suba •Extensión Troncal Eldorado hasta Aeropuerto •Extensión Troncal Calle 80 hasta límite del Distrito Capital •Av. José Celestino Mutis desde Av. Caracas hasta límite del Distrito Capital •Corredor férreo del Sur 	<ul style="list-style-type: none"> •Oferta 1 •Oferta 2 •Troncales: •Av. Calle 13 desde puente aranda hasta límite del distrito •Av. El Polo •Calle 170 desde Av. Boyacá hasta Carrera 7 •Calle 127 desde Carrera 7 hasta Av. Boyacá •Av. Jorge Gaitán Cortés desde Av. Villavicencio hasta Autopista Sur. •Extensión troncal Usme - Yomasa

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

Figura 1. Escenarios de Oferta de Transporte Estudio de Prefactibilidad

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Los escenarios de oferta para la factibilidad se definen por la SDM y EMB, principalmente para incorporar nuevos proyectos de acuerdo con las nuevas priorizaciones de las entidades responsables y estableciéndose el siguiente cronograma estratégico.

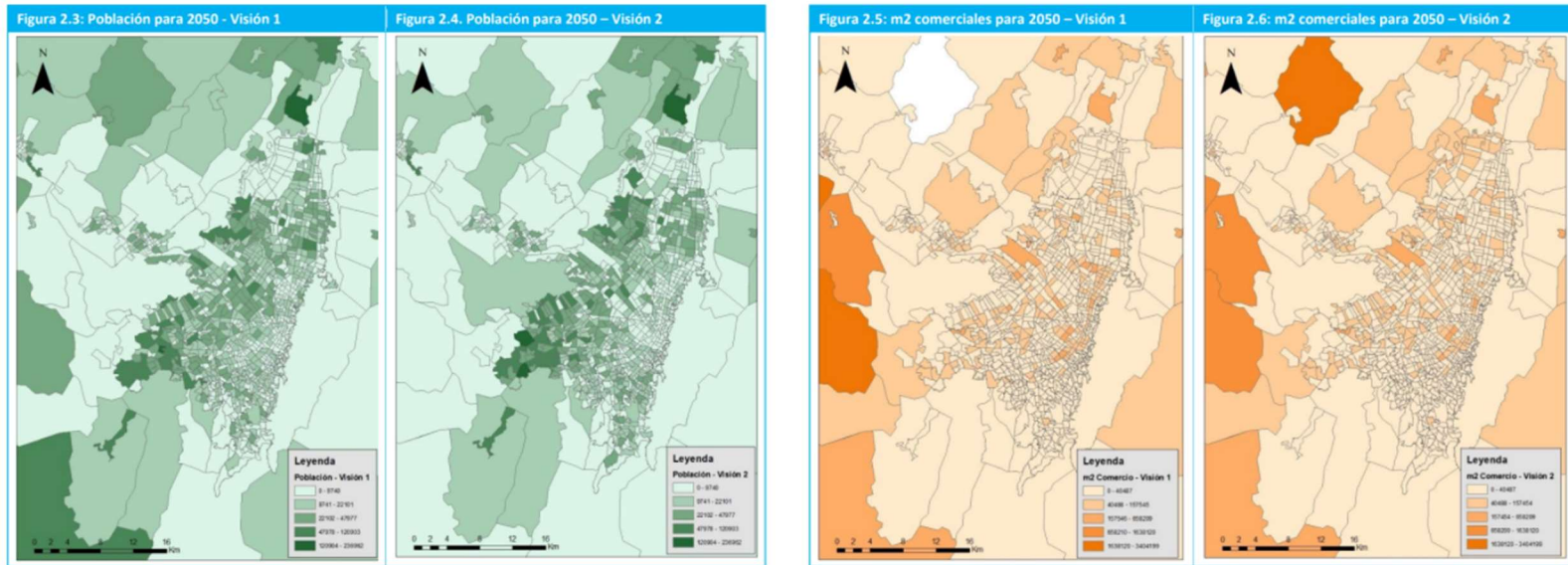
- Año 2030, proyectos a corto plazo;
- Año 2035 proyectos a mediano plazo;
- Año 2040 en adelante proyectos a largo plazo.

2.2. Visiones de Ciudad - Prefactibilidad

Para la planificación por escenarios se tomó como base dos diferentes visiones de ciudad en las cuales varía la ubicación y densidad de la población y de los usos de suelo. Dichas visiones son producto del trabajo desarrollado por la Secretaria Distrital de Planeación (SDP) y la Secretaria Distrital de Movilidad (SDM). La visión 1 fue la formulada en 2018 en las que se visualiza una ciudad con una mayor expansión hacia el norte, mientras que la visión 2, formulada en el año 2014, prevé una ciudad más densa con un menor desarrollo en el norte de la ciudad. En las figuras a continuación se presentan mapas de la ubicación de la población a nivel de ZAT.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, 2020

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, 2020

Figura 2. Visiones 1 y 2 - Estudio de prefactibilidad

En los mapas presentados se ve una mayor densidad en el centro de la ciudad en el caso de la visión 2, mientras que en la visión 1 se ve mayor densidad en la parte noroccidental y suroriental. Las visiones de ciudad también cambian los usos de suelo, en las figuras a continuación se muestran los mapas usos de suelo comercial, donde se evidencian también diferencias entre las dos visiones.

En los usos de suelo comerciales se muestra una tendencia similar a la de la población, donde para la visión 2 se incrementa la concentración de viajes en el centro de la ciudad, mientras que en la visión 1 los usos comerciales en el noroccidente de la ciudad aumentan. A continuación, se presentan los orígenes (verde) y destinos (rojo), de los viajes en HPAM de un día típico en transporte público para 2030, para las dos visiones mencionadas.

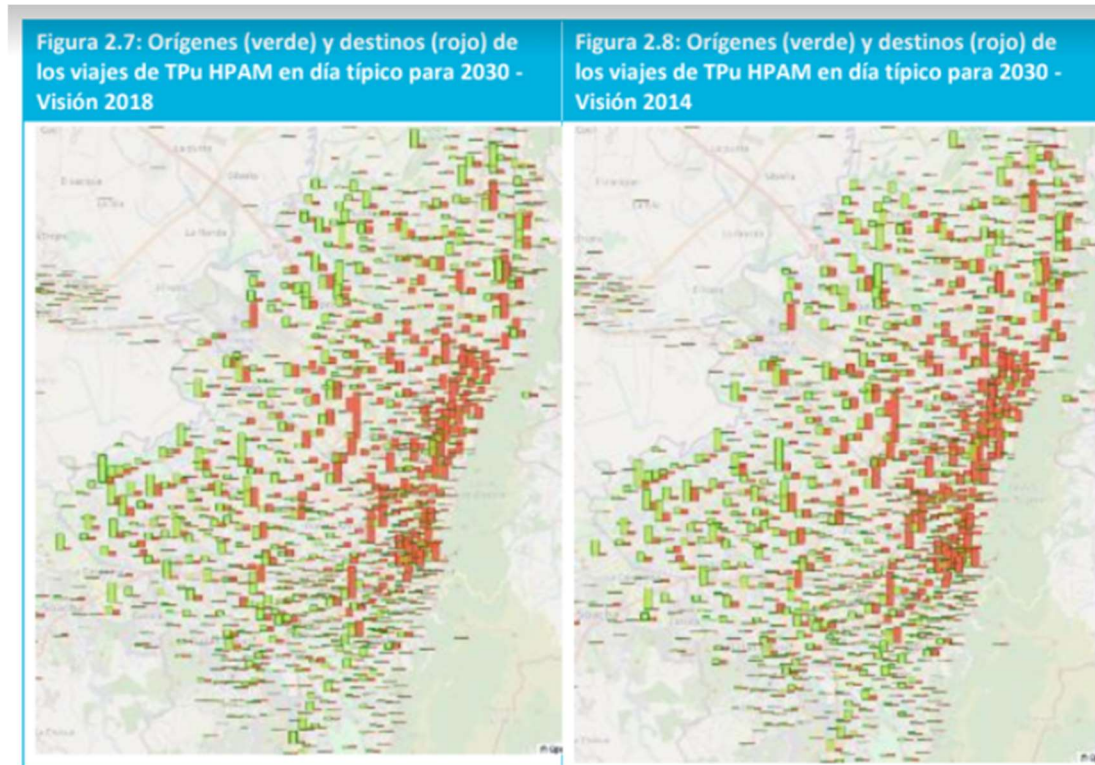


Figura 3. Orígenes y Destinos de acuerdo con Visione 1 y 2 del estudio de Prefactibilidad.

Los resultados muestran variaciones en los viajes generados para las zonas de interés de Suba, Usaquén y Engativá, siguiendo un patrón similar para toda la ciudad en general, pero entregando los cambios que representarán la variabilidad en la evaluación.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

El uso de diferentes visiones de ciudad permite atender la incertidumbre respecto al desarrollo futuro real de la ciudad, permitiendo evaluar posibilidades con supuestos variables. Al analizar el desempeño de las alternativas con diferentes matrices de demanda, construidas a partir de las dos visiones presentadas se tiene un abanico de indicadores que tiene en cuenta la incertidumbre y permite hacer una selección más informada y segura para la ciudad.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Se ha incorporado una visión 3 que corresponde a una última propuesta de la SDM. Las Visión 1 y 2 también fueron actualizadas por la SDM para esta Etapa. De acuerdo con las actualizaciones de los escenarios de oferta y la demanda (visiones), con los cuales se desarrollará el modelo de transporte del estudio de factibilidad.

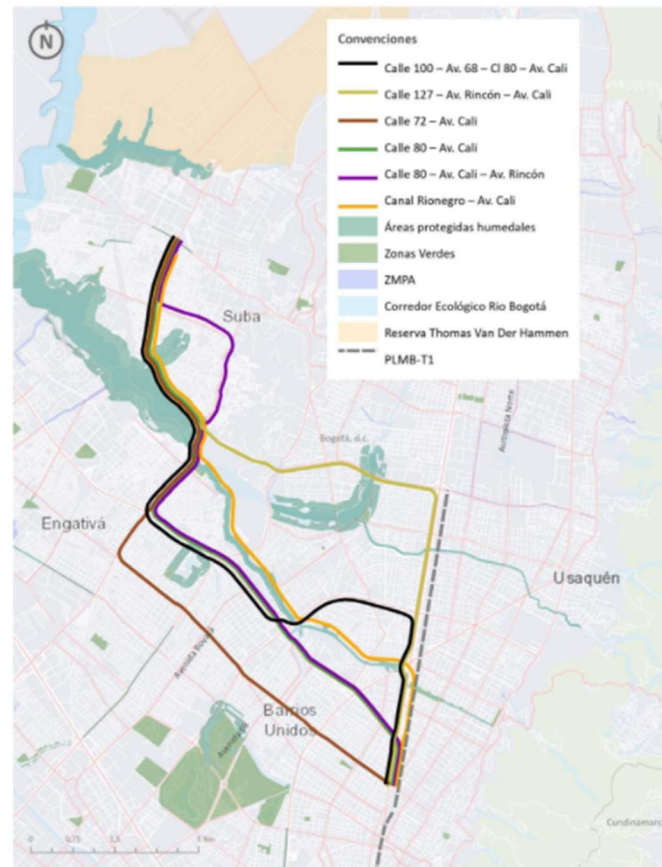
2.3. Alternativas Trazado L2MB evaluadas - Prefactibilidad

2.3.1. Las alternativas

En el estudio de prefactibilidad, se analizaron 14 alternativas que consisten en 6 trazados principales con una combinación variable de tipología de conexión y tipología de línea, definidos mediante el análisis de resultados en mesas de trabajo con EMB, FDN y el Distrito. En la siguiente figura se muestran los trazados de las alternativas.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF



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

Figura 4. Trazados definidos para alternativas

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

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

Las alternativas analizadas en esta fase son las siguientes:

Tabla 2. Alternativas analizadas en la Fase 2 para la selección del Proyecto de Expansión Priorizado

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

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

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

2.3.2. Análisis con Matriz Multicriterio

La matriz multicriterio que se utilizaron para la selección de la alternativa de mejor desempeño fue entregada por la EMB a la Consultoría, aunque en el desarrollo de las mesas de trabajo y las distintas discusiones técnicas, surgieron algunas modificaciones a algunos de los componentes como por ejemplo para el análisis del componente de Impacto Ambiental realizado por SYSTRA que para la línea 1 del metro, fue realizado con los indicadores relacionados a continuación:

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

Al igual que este componente en cada disciplina se detalla los cambios respectivos en la evaluación de la matriz, la cual contiene 7 componentes, 21 criterios y 30 indicadores como se especifica en la siguiente tabla:

Pesos de criterios y componentes para la evaluación multicriterio de la selección de alternativa de mejor desempeño

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Tabla 3. Matriz Multicriterio

Componente	Peso componente (2020)	Criterio	Indicador	Peso relativo del indicador (2020)
Afectación ambiental	13%	Elementos de la Estructura Ecológica Principal	Área de traslape con los elementos de la EEP[1] (Corredores Ecológicos, Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá).	30%
		Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua	Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.	25%
		Geomorfología del terreno	Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).	15%
		Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional	Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.)	25%
		Ruido urbano	Identificación de receptores sensibles (hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros)	5%
Proceso constructivo	14%	Rendimiento	Tiempo total de construcción	22%
		Daño emergente y lucro cesante	Perturbación a vecinos comerciales	11%
			Perturbaciones	En el tráfico vehicular
		Ruido y vibraciones	En la operación del BRT	25%
			Generación de ruido por la construcción del sistema	7%
		Redes	Generación de vibraciones por la construcción del sistema	7%
Urbano-Paisajístico	10%	Renovación urbana	Interferencias con redes principales	16%
			Potencial de generación de Espacio Público	21%
			Potencial de desarrollo de proyectos inmobiliarios	21%
		Integración/des-integración urbana	Potencial de recuperación de zonas deprimidas	18%
			Afectación de barrios con interés arquitectónico y/o urbanístico	13%
			Proximidad con edificaciones	13%
			Impacto visual	14%
Afectación Social	5%	Afectación a comunidades y territorio	Afectación a la infraestructura o equipamiento social: recreativa, hospitales, centros educativos, centros de salud, centros religiosos, organizaciones sociales	50%
			Afectación de zonas con valor patrimonial o comunal	50%
Beneficios sociales por mejoras en transporte	18%	Mejoras de transporte	Pasajeros transportados (HP)	25%
			Ahorros en tiempo	25%
Financiero	25%	Costos	Facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT	50%
			Costos de inversión proyecto metro por km (con predios)	59%
Riesgo	15%	Riesgo geotécnico y sísmico	Costos de operación y mantenimiento	41%
			Riesgo de Subsistencia, derrumbes o afectación a estructuras	17%
		Riesgo ambiental	Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, inundaciones, entre otros.	16%
		Riesgo sobre el cronograma	Incertidumbre sobre el rendimiento de construcción	25%
		Riesgo de gestión predial	Capacidad de gestión para la adquisición predial	20%
Riesgo financiero	Incertidumbre sobre el costo del proyecto	23%		

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

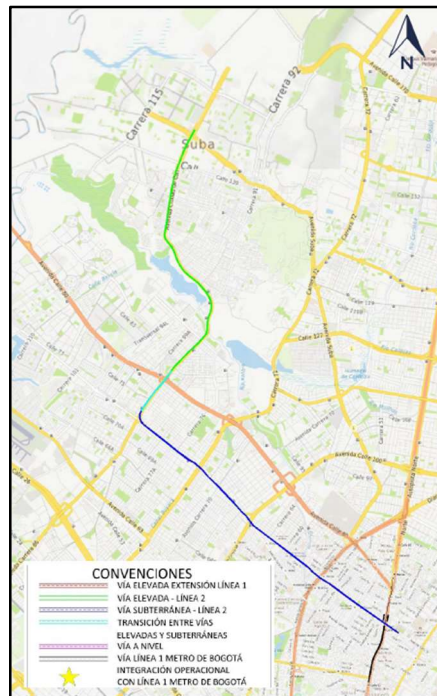
E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

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

2.3.3. Alternativa seleccionada

La alternativa seleccionada es: Alternativa Elegida / Calle 72 – Av. Cali / Mixta / Línea nueva

La Alternativa 14 funciona como una línea nueva que inicia en la Av. Caracas con Calle 72 e intercepta la PLMB pero en cotas diferentes, donde se plantea una estación de conexión, permitiendo la interfaz entre la tipología elevada y la tipología subterránea. El trazado discurre de manera subterránea a lo largo de la calle 72 hasta alcanzar la Av. Cali, punto en el cual se desarrolla la transición entre tipologías en aproximadamente 1.0 km a la altura de la calle 80. Desde este punto, el trazado se desarrolla con tipología elevada por la Av. Cali hasta alcanzar el portal de TransMilenio de Suba.



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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Figura 5. Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixto / Línea nueva. Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: La metodología de análisis multicriterio aplicado para la evaluación de alternativas es una metodología ampliamente utilizada para los proyectos de esta envergadura y que en lo sustantivo incorpora variables cuantitativas y cualitativas, incorporando ponderaciones de valorización de cada componente para la evaluación final.

Resaltamos dos aportes relevantes, en cuanto a transporte se refiere:

- Índice de necesidades de transporte para cada UPZ y localidad de Bogotá;
- Preferencias declaradas tipo Best-Worst para elegir alternativas

El impacto directo de componente de demanda está relacionado a: Beneficios sociales por mejoras en transporte con un peso del 18%, estos incluyen 3 indicadores, i) pasajeros transportados (HP), ii) ahorro en tiempo y iii) facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT

La alternativa elegida es la Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixto / Línea nueva, se mantendrá para el estudio de factibilidad.

2.4. Inserción Urbana de Estaciones

A continuación se presentan las estaciones y sus plantas. Se considera importante tenerlas en cuenta ya que por medio de la estimación de la demanda se tendrá información que servirá de insumo al área de urbanismo para la disposición física de las estaciones. Asimismo la reestructuración de rutas podría arrojar información sobre amoblamiento urbano como paraderos y zonas especiales.

Estación 1 – Calle 72 con Av. Caracas

La estación E1, localizada sobre la Calle 72 al oriente de la Av. Caracas, es una de las más complejas en términos de la coordinación con los demás proyectos localizados en este punto, en el que se prevé la mayor cantidad de usuarios tanto para la PLMB, como para la línea 2 del Metro.

Por una parte, se encuentra la estación final de la PLMB tramo 1, localizada al norte de la intersección de la Calle 72 y la Av. Caracas, entre las calles 72 y 74. Esta estación elevada tiene sus accesos por medio de edificaciones laterales, en el costado oriental y occidental de la Av. Caracas.

Adicionalmente, como parte de la inserción de la PLMB-T1, está planteado el proyecto del deprimido de la Calle 72 en su intersección con la Av. Caracas, el cual inicia a la altura de la Carrera 13 al oriente, y finaliza a la altura de la Carrera 17 (nomenclatura costado sur) o Carrera 20A (nomenclatura costado norte).



Figura 6. Inserción Urbana Estación 1

Estación 2 – Calle 72 con Av. NQS

La estación E2 se localiza en la intersección de la Calle 72 con la Av. NQS. En este punto, se encuentra también prevista una estación de Regiotram Norte, y existen estaciones de Transmilenio al norte y al sur de la intersección. La estación E2 está localizada hacia el costado norte del puente vehicular existente, con el objetivo de evitar la afectación a esta estructura por el proceso constructivo de la estación y evitar también la afectación de un equipamiento educativo (Colegio Femenino I.E.D. Lorencita Villegas de Santos) localizado en la esquina suroriental de la intersección.

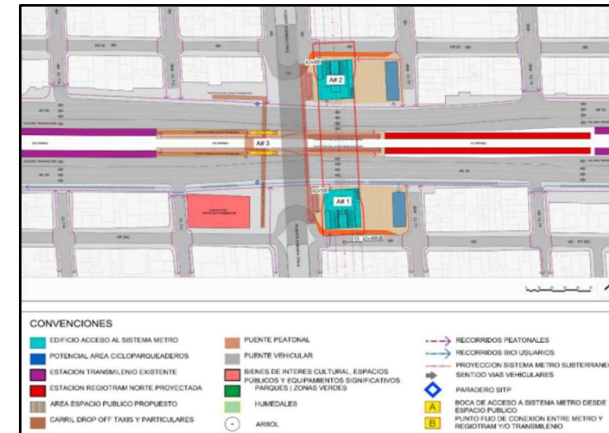


Figura 7. Inserción Urbana Estación 2

Estación 3 – Calle 72 con Av. 68

La estación E3 se encuentra localizada en la intersección de la Calle 72 con la Av. 68, al costado sur del puente vehicular existente con el objetivo de no generar una afectación a esta infraestructura. Adicionalmente, la localización tiene en cuenta la existencia en la manzana noroccidental de la intersección de un importante edificio comercial (Alkosto Cra. 68) que se encuentra en el momento llevando a cabo obras de ampliación en el punto más cercano a la Calle 72. En este punto, se tiene en cuenta la futura inserción de la troncal de Transmilenio en la Av. 68, la cual cuenta con una estación al sur de esta intersección.

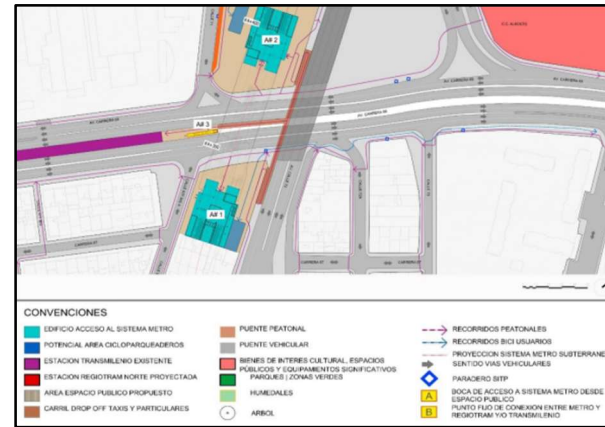


Figura 8. Inserción Urbana Estación 3

Estación 4 – Calle 72 con Av. Boyacá

La estación E4 se encuentra localizada en la intersección de la Calle 72 y la Av. Boyacá. En este punto, a lo largo de la Av. Boyacá, se encuentra la línea matriz de la EAAB (Línea Tibitoc) que cuenta con un diámetro de 1.50m y es una de las principales de la ciudad. Esta línea está localizada sobre el costado oriental de la Av. Boyacá. De acuerdo a lo anterior, la estación de la línea 2 está ubicada hacia el costado occidental de la Av. Boyacá, y al costado sur del puente vehicular existente de la Calle 72, ya que en el costado noroccidental de la intersección, se encuentra una torre de apartamentos de 14 pisos de altura.

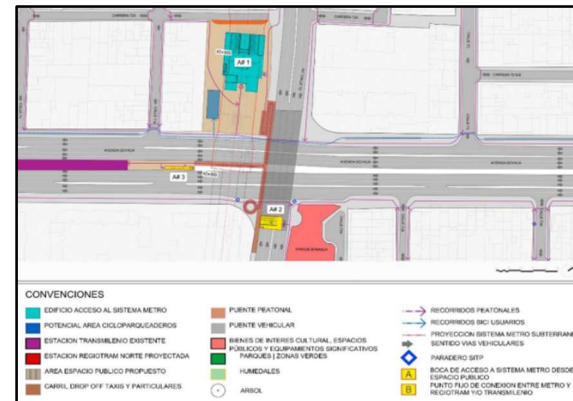


Figura 9. Inserción Urbana Estación 4

Estación 5 – Calle 72 con Av. Ciudad de Cali

La estación E5 se encuentra localizada sobre la Calle 72, entre carreras 83 y 81A, sobre el eje de la vía. En este punto, la estación no puede ser localizada en la intersección de la Calle 72 con Av. Ciudad de Cali, debido a que es en este punto en donde el trazado hace un giro en dirección norte para tomar el corredor de la Av. Ciudad de Cali, y por tanto la curva generada restringe la localización de la estación.



Figura 10. Inserción Urbana Estación 5

Estación 6 – Av. Ciudad de Cali con Calle 80

La estación E6 está localizada en la intersección de la Av. Ciudad de Cali con la Calle 80. El planteamiento del trazado y localización de la estación en este punto se encuentran al costado oriental del puente peatonal planteado para el cruce de la Av. Ciudad de Cali sobre la Calle 80. Esto con el objetivo de no requerir la modificación de los diseños existentes para la troncal (ampliación del puente). Sin embargo, la recomendación es que para la siguiente fase de diseños de la línea 2 del Metro se lleve a cabo la coordinación necesaria entre los 2 proyectos, de manera que se pueda localizar la estación en el eje de la Av. Cali, y armonizar los diseños estructurales y tiempos de construcción de ambos proyectos.

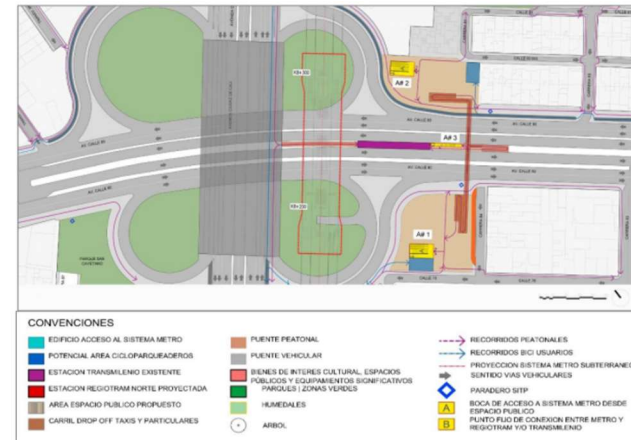


Figura 11. Inserción Urbana Estación 6

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Estación 7 – Av. Ciudad de Cali con Calle 90

La estación E7 está localizada sobre el corredor de la Av. Ciudad de Cali, entre calles 89 y 90. En este punto, el trazado se encuentra hacia el costado oriental del eje de la Av. Ciudad de Cali ya que se evita el traslape del túnel con los puentes proyectados para la ampliación de la Av. Ciudad de Cali.



Figura 12. Inserción Urbana Estación 7

Estación 8 – Av. Ciudad de Cali con Carrera 93

La estación E8 está localizada sobre la Av. Ciudad de Cali, entre las calles 92 y 93. En este punto del trazado, el costado sur está conformado por el humedal Juan Amarillo y sus áreas de protección, y el costado norte está conformado por manzanas edificadas.



Figura 13. Inserción Urbana Estación 8

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Estación 9 – Reserva ALO con Carrera 130C

La estación E9 está localizada sobre el eje de la reserva de la ALO, entre las calles 130B y 130D Bis. En este punto del trazado, se pasa de una tipología de bi-túnel subterráneo, a una tipología enterrada justo bajo el nivel del terreno actual, y la estación funciona con andenes laterales.

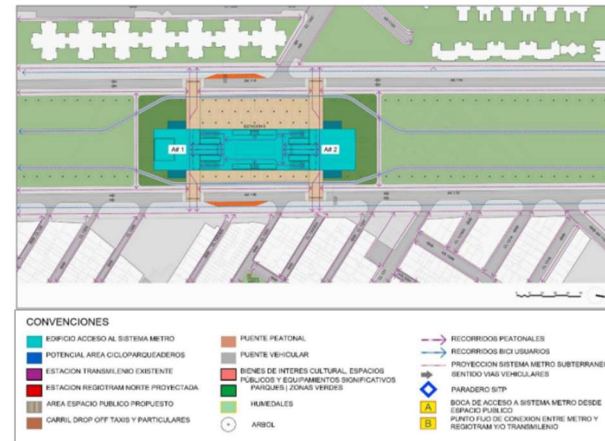


Figura 14. Inserción Urbana Estación 9

Estación 10 – Reserva ALO con Calle 143

La estación E10, al igual que la estación E9, está localizada sobre el eje de la franja de la ALO entre las calles 143 y 143A. En este punto del trazado se mantiene la tipología de la estación anterior, y es más adelante, pasando la rotonda de la ALO, en donde se hace la transición al último tramo, con tipología elevada

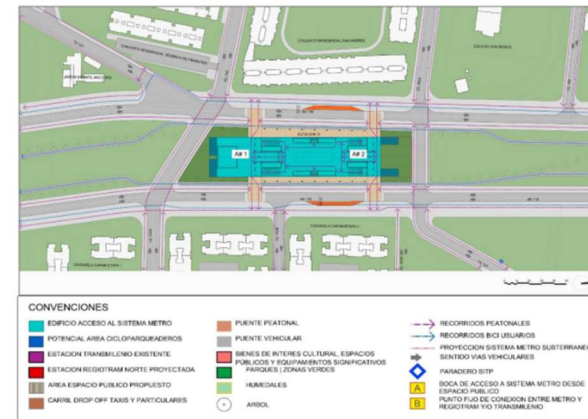


Figura 15. Inserción Urbana Estación 10

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Estación 11 – Av. Suba (calle 145) con Carrera 145

La estación terminal E11 es la única en el desarrollo del trazado de tipología elevada. Se encuentra localizada en el eje de la actual calle 145, o prolongación de la Av. Suba, entre las carreras 145 y 141B. En este tramo del trazado, el perfil definido para la Av. Suba se ajusta en su inserción en planta para dar un espacio más ancho al separador central, de manera que la estación puede localizar allí los puntos fijos de acceso vertical al nivel de las plataformas, con tipología de andenes laterales. De esta manera, no se requieren afectaciones prediales a las edificaciones existentes en el entorno de la estación, que se componen de torres residenciales de 12 pisos al costado sur, y casas unifamiliares de entre 2 y 4 pisos en el costado norte.

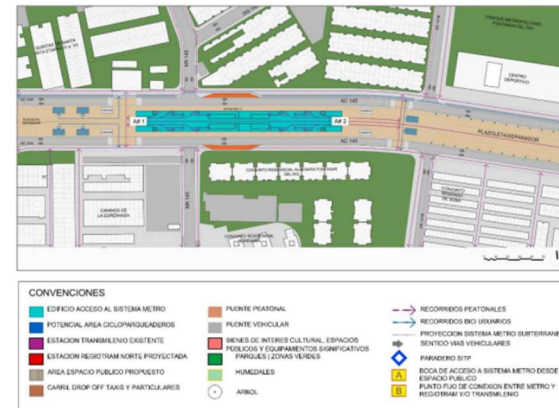


Figura 16. Inserción Urbana Estación 11

2.5. Control de pasajeros

2.5.1. Descripción del sistema

El sistema de control de Pasajeros se compone de los equipamientos siguientes:

- Subsistema de Control de Accesos y Peaje

Comprende el conjunto de elementos de control que forman la barrera de puertas automáticas. Está formada por Barrera de Control de Acceso (BCA) automáticas de vidrio que deberán permitir además de la validación de los billetes, el suministro de la información de la actividad de transporte de viajeros a través de estos elementos y proporcionar información técnica de los cambios de estado y de alarmas de los propios equipos.

Las BCA dispondrán de un sistema de fotocélulas y barrera infrarroja y sensores en sentido horizontal y vertical que permita caracterizar la presencia del viajero a lo largo de todo el recorrido en el interior del dispositivo de control de peaje y permitirá el funcionamiento seleccionable unidireccional o bidireccional con puertas en modo abierto o cerrado.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Las dimensiones físicas de paso libre de la puerta automática PAP para el viajero será de 550 mm. La estación dispondrá en las barreras de control de peaje de al menos un paso que permita el acceso de usuarios de movilidad reducida (BCA-PMR), con las mismas características y prestaciones que los equipos convencionales y ancho de paso de 900 mm, así como diseño ergonómico específico orientado a esta finalidad. Además, las estaciones equipadas con bici-parqueaderos deben tener BCA-Bici las cuales tienen las mismas características que las BCA-PMR.

2.6. Requisitos funcionales fundamentales

A continuación se presentan los requisitos fundamentales, esto se considera relevante para la estimación de la demanda ya que con estos puede inferirse el tiempo de permanencia en la estación y dinámica de transbordo con otros modos. El Sistema de Venta y Control de Pasajeros de Línea 2 deberá proporcionar los elementos y dispositivos necesarios para garantizar la operación de transporte público de las estaciones de la Línea en los aspectos siguientes:

- Suministro a los viajeros de los títulos de transporte para viajar y gestión de la recaudación producto de la venta de títulos.
- Control exacto y eficaz de la afluencia de viajeros que se transportan en la línea en todo momento.
- Gestión eficaz de los datos producidos por los elementos desplegados en las estaciones, máquinas de venta y barreras de control de acceso de viajeros que miden la actividad de transporte público de la Línea 2.
- El Sistema de Control de Pasajeros conforma el conjunto de equipos y de instalaciones estructurado que se despliega en las estaciones de la línea orientado a permitir el control de acceso de los usuarios a los andenes de la estación y a los trenes.

2.7. Carga de Pasajeros en Hora Pico

La apertura de la línea 2 del metro de Bogotá corresponde al horizonte 2030 de las previsiones de demanda. El año 2050 es considerado como un horizonte a largo plazo. Se ha acordado con la FDN y la EMB (reunión del 2 de marzo 2021, ACTA 110 – CONTRATO 033 DE 2020) que el dimensionamiento operacional (especialmente el tamaño de la flota de material rodante) será realizado con los resultados del escenario “oferta 1” para el caso del año 2030 y los resultados del escenario “oferta 2” en el año 2050, ya que corresponden a la demanda más probable, es decir:

- Carga máxima para el año 2030: 45 358 PPHPD
- Carga máxima para el año 2050: 50 210 PPHPD

La carga máxima de 61 286 PPHPD en el escenario “oferta 1” en el horizonte 2050, representa el caso más crítico y equivaldría a un nivel de demanda menos probable. Se puede notar que esta carga máxima corresponde a un aumento de 35% de la carga máxima definida para el año 2030.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La carga máxima de la línea 2 varía significativamente entre los diferentes escenarios del modelo de tráfico. Por este motivo se recomienda confirmar en las futuras etapas del proyecto las previsiones de demanda y la carga máxima de la línea, especialmente para un horizonte a largo plazo, y actualizar el dimensionamiento del sistema de ser necesario.

El detalle de los datos de flujo de pasajeros por estación (ascensos, descensos y carga) en el año 2030 con la oferta del escenario 1 y en el año 2050 con la oferta del escenario 2 se presenta a continuación.

Tabla 4. Flujos de pasajeros por estación en la hora pico de la mañana en 2030 (oferta 1)

Estación		Flujos de pasajeros en hora pico de la mañana - 2030 (oferta 1)					
		Sentido sur-norte			Sentido norte-sur		
		Ascensos	Descensos	carga	Ascensos	Descensos	carga
Estación 01	Est.1 - Calle 72	13 208	-	13 208	-	21 340	(0)
Estación 02	Est.2 - NQS	2 830	4 176	11 861	1 590	23 196	21 340
Estación 03	Est.3 - CR 68	1 462	1 847	11 476	1 635	4 046	42 946
Estación 04	Est.4 - Av. Boyacá	37	2 366	9 147	1 353	628	45 358
Estación 05	Est.5 - Cali	332	1 750	7 729	7 014	949	44 633
Estación 06	Est.6 - CI 80	395	652	7 472	1 786	1 377	38 567
Estación 07	Est.7 - Cr 91	178	1 437	6 212	9 068	195	38 159
Estación 08	Est.8 - Humedal	-	1 899	4 313	4 207	7	29 286
Estación 09	Est.9 - ALO Sur	39	1 999	2 354	12 140	23	25 085
Estación 10	Est.10 - ALO norte	-	1 289	1 065	8 306	-	12 968
Estación 11	Est.11 - Fontanar	-	1 065	(0)	4 663	-	4 663

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

Tabla 5. Flujos de pasajeros por estación en la hora pico de la mañana en 2050 (oferta 2)

Estación		Flujos de pasajeros en hora pico de la mañana - 2050 (oferta 2)					
		Sentido sur-norte			Sentido norte-sur		
		Ascensos	Descensos	carga	Ascensos	Descensos	carga
Estación 01	Est.1 - Calle 72	9 225	-	9 225	-	23 452	0
Estación 02	Est.2 - NQS	3 653	3 386	9 491	2 278	26 438	23 452
Estación 03	Est.3 - CR 68	208	982	8 716	1 674	1 249	47 611
Estación 04	Est.4 - Av. Boyacá	1 426	1 559	8 584	2 297	4 453	47 186
Estación 05	Est.5 - Cali	264	1 326	7 521	4 054	1 011	49 342
Estación 06	Est.6 - CI 80	2 754	1 008	9 267	2 298	6 209	46 299
Estación 07	Est.7 - Cr 91	299	1 756	7 810	11 445	562	50 210
Estación 08	Est.8 - Humedal	4	2 526	5 288	7 308	113	39 377
Estación 09	Est.9 - ALO Sur	39	2 248	3 079	14 014	75	32 132
Estación 10	Est.10 - ALO norte	-	1 705	1 374	11 059	-	18 193
Estación 11	Est.11 - Fontanar	-	1 374	(0)	7 135	-	7 135

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

Los siguientes diagramas muestran la evolución de la carga de los trenes durante la hora pico de la mañana en el año 2030 con la oferta 1 y en el año 2050 con la oferta 2. En 2030, el tramo más cargado de la línea se observa entre las estaciones 5 y 4 (Av Ciudad de Cali y Av. Boyacá) en el sentido norte-sur (Fontanar a Calle 72). En 2050, el tramo más cargado de la línea se observa entre las estaciones 7 y 8 en el sentido norte-sur.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

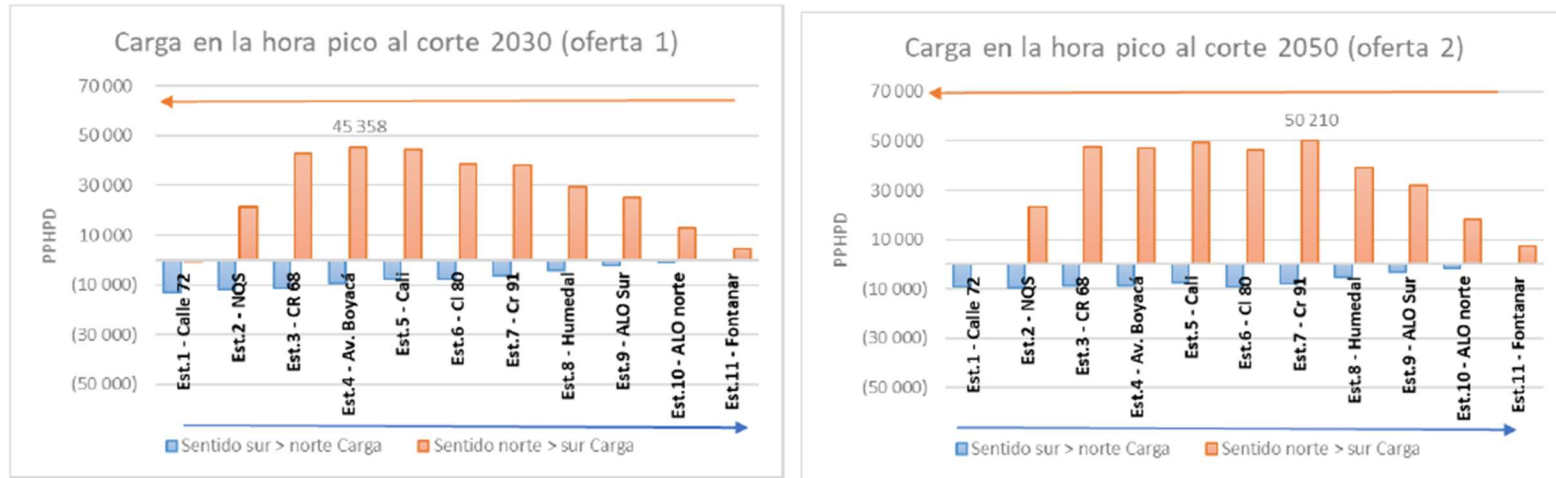


Figura 17. Evolución de la carga de los trenes durante la hora pico de la mañana en el año 2030 con la oferta 1 y en el año 2050 con la oferta 2.
Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2021.

3. ASPECTOS RELEVANTES DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA PLMB



Para la Primera Línea del Metro se adelantó un estudio de demanda realizado en el 2009, estudio contratado por la EMB para el análisis y estimación del número de viajes futuros en el sistema. A continuación se presenta la metodología utilizada y las conclusiones que surgieron de este trabajo. Esto es útil para el desarrollo del estudio actual ya que sirve para analizar cuáles fueron las variables y parámetros utilizados, así como también para analizar el uso del modelo de las 4 etapas y los vectores de ciudad.

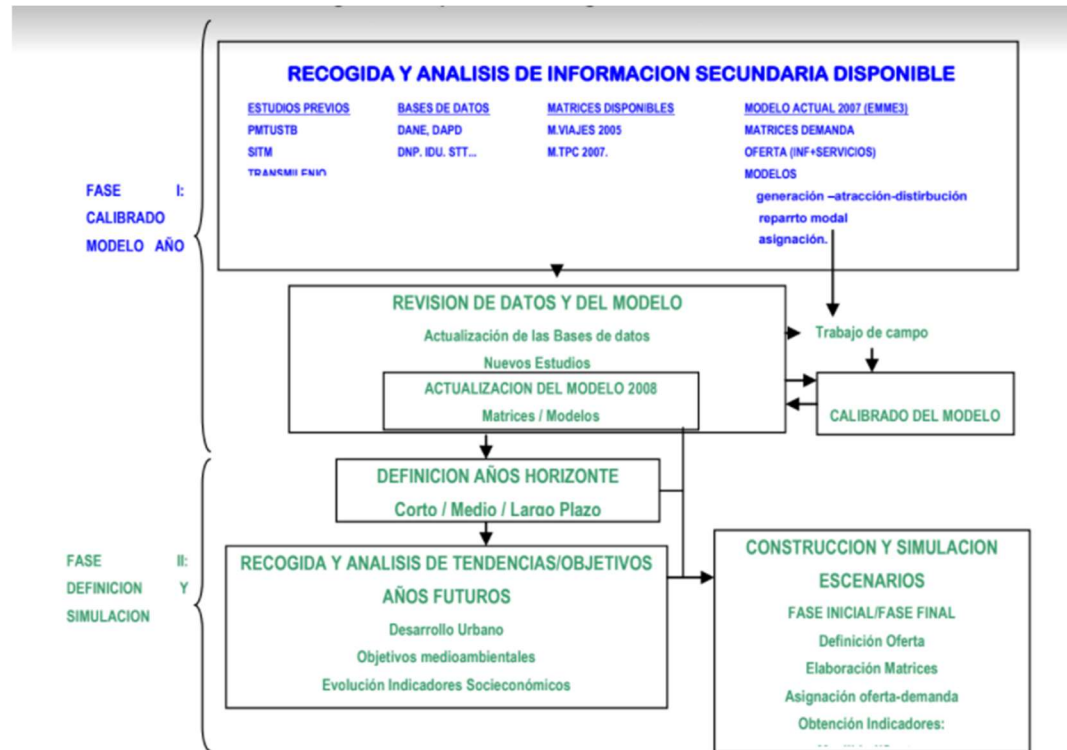
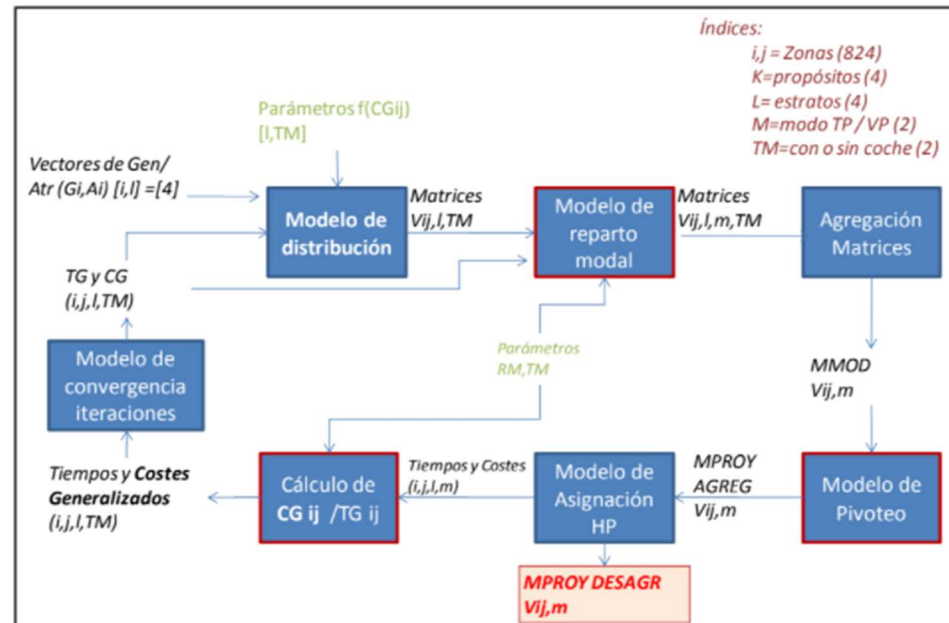


Figura 18. Metodología Modelo de Transporte PLMB

- Desde un punto de vista técnico, se ha seguido un proceso que, mediante la simplificación de la red viaria en niveles jerárquicos y en un establecimiento de una precarga de camiones más continua y ajustada a aforos, se pudiese obtener un buen ajuste de los aforos (fácil de conseguir por la herramienta demadj de EMME) y una modelización adecuada de tiempos de tránsito en los arcos que conforman la red de transporte privado en Bogotá (lograda mediante una redefinición y calibración de las funciones de demora-capacidad en los diferentes niveles jerárquicos de la red). Así, se han logrado redefinir unos tiempos más ajustados a la realidad observada de las evidencias de transporte público colectivo.

- Esta adecuación ha permitido que con una ligera pérdida de los niveles de ajustes ya alcanzados en el modelo SITP 2007 para transporte público se pudiera simplificar las funciones de velocidad de los arcos que comparten tráfico mixto público-privado.
- Desde un punto de vista funcional, el proceso ha logrado trasladar en mayor o menor medida el control del ajuste del modelo desde atributos en arcos (velocidad libre para privado y k 's para público) a las funciones de velocidad, lo que en general es más robusto, pues con menores cambios permite reajustar el modelo en situaciones futuras.
- Desde un punto de vista del grado de fiabilidad del modelo para aplicar una estimación de metro se considera que el modelo calibrado cubre con el suficiente grado de ajuste las principales variables que van a permitir, en un primer paso, calibrar y definir las matrices futuras y, en un segundo nivel, definir la captación del metro en un entorno de integración de tarifas (SITP), objetivo fundamental de esta calibración.
- Los resultados en general indican que el modelo ha sido mejorado, sin embargo, la calibración del 2007 se ha presentado robusta y muy ajustada a la realidad de la movilidad de Bogotá.

Figura 2-4 Esquema de detalle de la metodología de estimación de viajes futuros

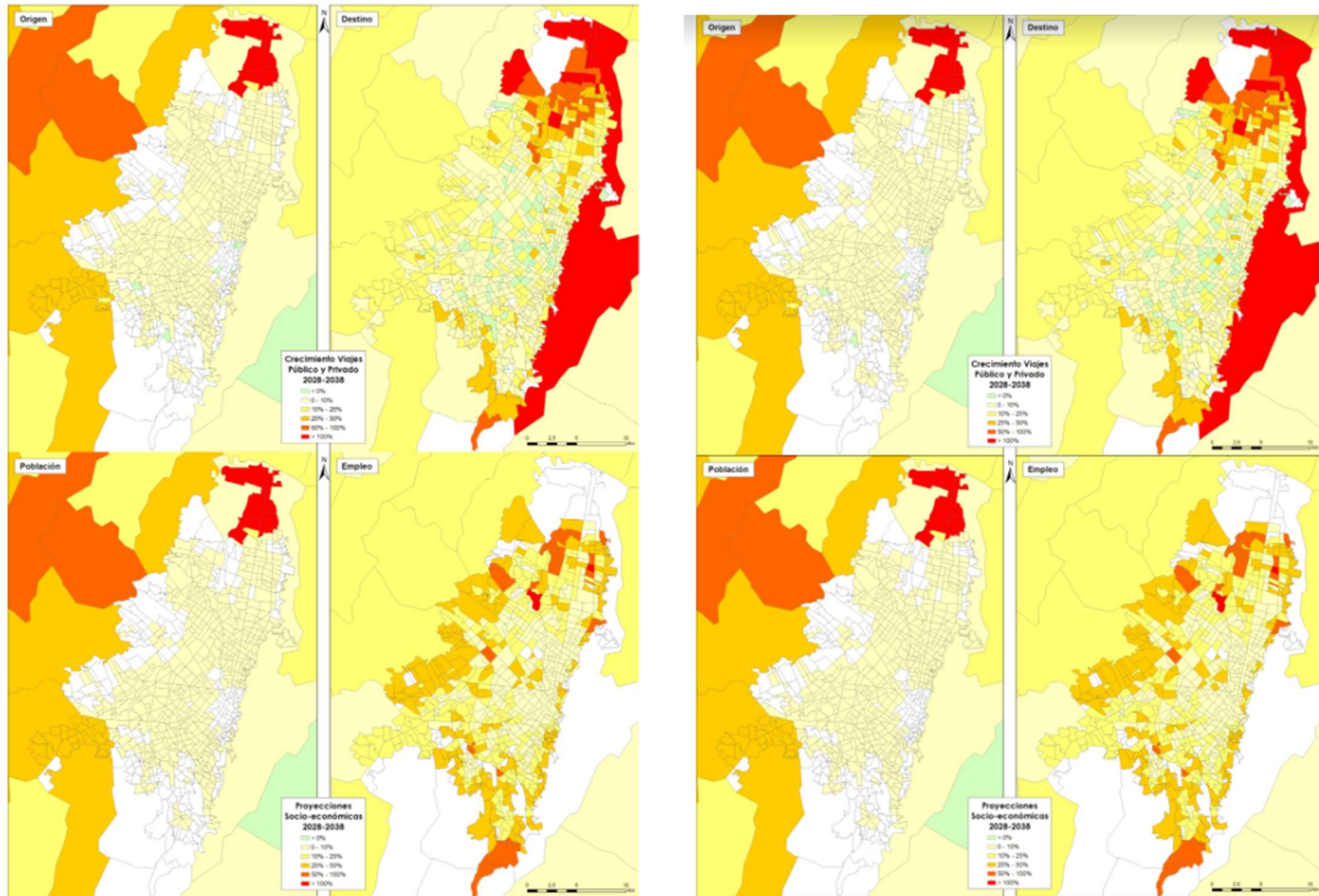


REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Figura 19. Esquema de detalle de la metodología de estimación de viajes futuros PLMB

Figura 6-11. Crecimiento de los viajes y las variables socioeconómicas durante el período 2028-2038



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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

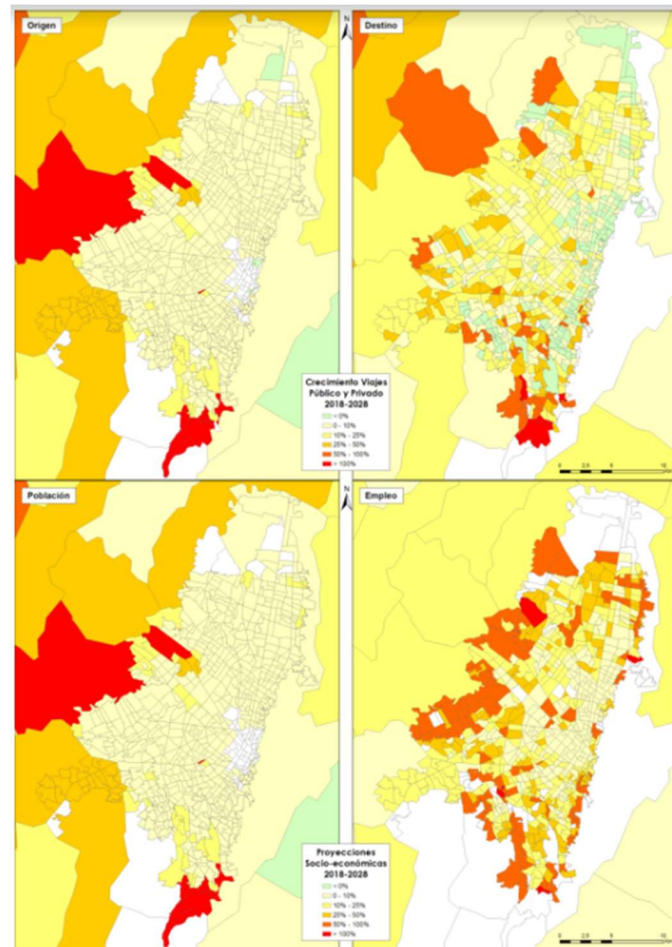


Figura 20. Crecimiento de los viajes y las variables socioeconómicas durante el periodo 2028-2038

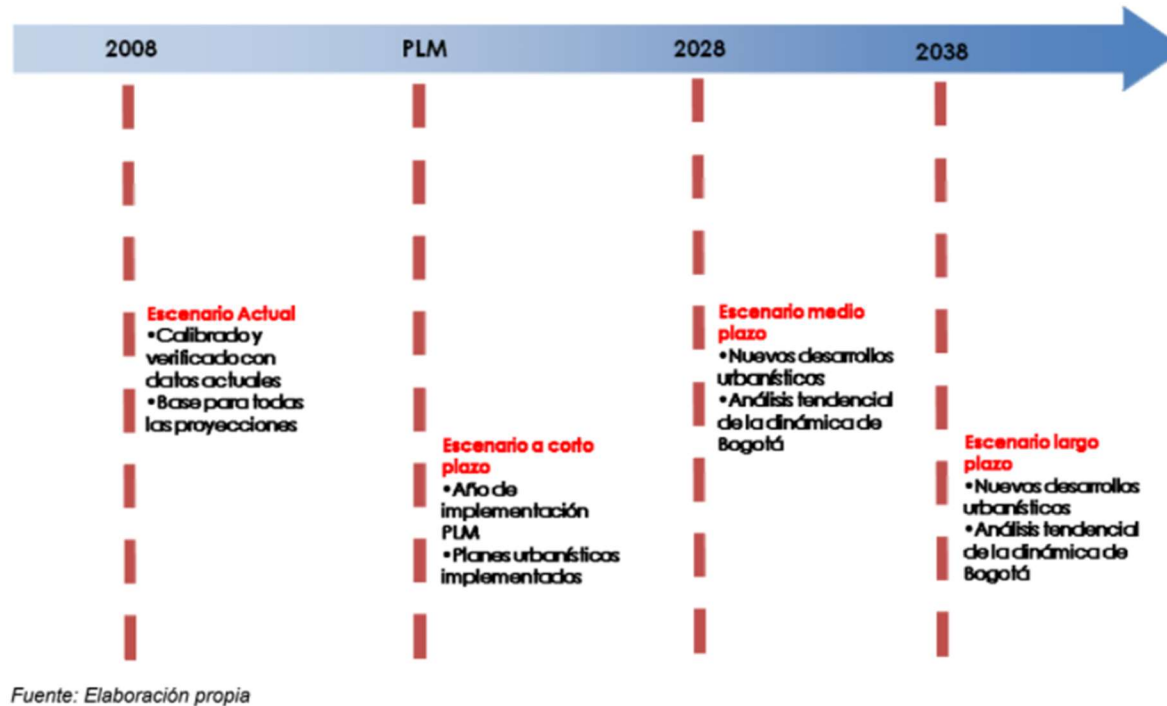


Figura 21. Años de Modelación y Características Más Importantes PLMB

La demanda de transporte se calcula para cada escenario usando el modelo de demanda diseñado para el presente estudio y descrito anteriormente. Esta demanda, que refleja la necesidad de los individuos de desplazarse de un punto a otro, viene calculada a través de las tres variables explicativas seleccionadas por GC que son: Total de población y su distribución geográfica, Total de puestos de empleo y su distribución geográfica y Tasa de motorización. Estas variables intervienen en las diferentes etapas del modelo de demanda y representan la base de todas las hipótesis de movilidad de la ciudad.

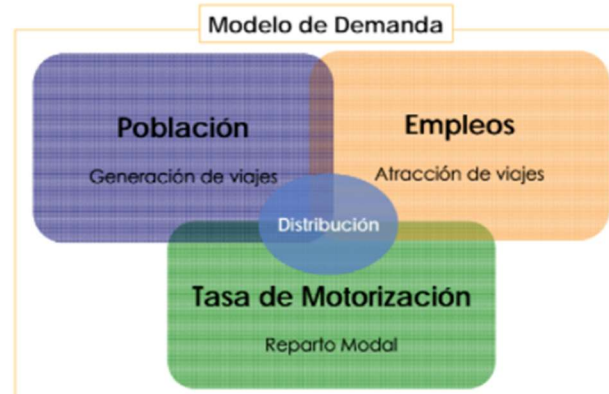


Figura 22. Diseño esquemático del uso de las variables socioeconómicas PLMB

Normalmente los escenarios futuros no se focalizan sólo en estos aspectos, ya que las variables que intervienen en el Ordenamiento Territorial, son numerosísimas, y son difícilmente cuantificables para escenarios a tan largo plazo. Cualquier ejercicio que utilice la prospectiva debe considerar muchísimos más aspectos. Pero no es este el caso.

- Circunscrito a un ejercicio de proyección de los sistemas de transporte en la ciudad, se ha enfrentado el problema estableciendo las densidades futuras que el espacio de Bogotá pudiera aceptar, desde el punto de vista demográfico, tal y como se ha señalado en el epígrafe correspondiente, en el escenario que se prevé para el futuro próximo, caracterizado por la casi estabilidad total de la población en Bogotá, aunque llenándose los espacios urbanos intersticiales que hoy están vacíos. Pero todas estas proyecciones tienen un grado de incertidumbre que viene marcado en primer término por el desarrollo económico del país, de la región de Cundinamarca y de Bogotá, y si es que se podrá producir una inmigración porque la ciudad ofrece mejores posibilidades de empleo o no. También es necesario considerar el tamaño de los grupos familiares, ya que la disminución parece ser una tendencia clara que se viene observando. Otro tipo de factores como las de orden político-social, que producen una importante cantidad de inmigrantes "desplazados", tampoco pueden ser considerados con un aporte numérico más o menos preciso.
- En el aspecto territorial, estos escenarios futuros, como no podía ser de otro modo, vienen determinados, en primer lugar, por la situación actual, cuya valoración y caracterización, explicada en epígrafes precedentes, se convierte en uno de los soportes básicos desde el que abordar la previsible evolución de los futuros desarrollos de la población y del empleo. Se parte de una realidad institucional que obliga a tener una planificación de territorio distinta para Bogotá y los distritos adyacentes del propio Departamento de Cundinamarca, aunque ambos, en su conjunto se están constituyendo, cada vez más, en un sólo espacio territorial,

hecho que se verá incrementado con la puesta en marcha de las primeras líneas del Tren de Cercanías. Tal es así, que cuando las proyecciones demográficas "llenan" el espacio de Bogotá (hecho que según nuestros cálculos se produciría en torno al 2018 en algunas localidades), la población se tendrá que ir desplazando hacia los espacios vacíos adyacentes, aunque estén fuera de la propia Bogotá. En el caso del empleo, el desplazamiento a las áreas adyacentes ni siquiera deben esperar a la saturación del espacio interior de la ciudad. Las posibilidades de adquirir suelo a un precio más competitivo y en superficies de mayor rango, con infraestructura de transporte que posibiliten el desplazamiento de personas, insumos y productos, contribuirán a ello.

- Por consiguiente, en esta hipótesis de previsible desarrollo se identifican los futuros ámbitos y sistemas de desarrollo urbano que surgen como consecuencia de las nuevas relaciones que se establezcan entre los diferentes ámbitos territoriales en los que intervendrán activamente la ejecución de las mencionadas infraestructuras. Sobre estos ámbitos de futuro desarrollo urbano, presumiblemente, tendrán lugar las principales actuaciones de suelo para vivienda y para el sector terciario, con la creación de empleo que ello conlleva.
- La definición por áreas de la población y del empleo, tomado aquí en su más amplia acepción del término, ya que no se debe olvidar el objetivo de este trabajo, posibilita la definición de un escenario urbano en el que es posible la determinación de los viajes que se producirán en el territorio, que es el objeto de esta parte de la presente consultoría.
- La distribución de población y empleo propuestas no incluyen el análisis del efecto de la implantación de la red de metro. Esto sugiere que, una vez definida la red de metro y seleccionada la PLM se requiera ajustar los escenarios presentados en este documento y ojalá esto se lleve a cabo en consonancia con el proceso de revisión del POT. Específicamente se recomienda detectar los sitios en los que el paso del metro y la localización de las estaciones pueda generar procesos de densificación, desarrollo o consolidación. Anticiparse a los efectos de estos procesos y orientar el desarrollo con la normatividad urbanística adecuada debe ser uno de los objetivos de la revisión del POT.
- Teniendo en cuenta todo lo expresado a lo largo del documento, se considera que es fundamental el papel que juega la Administración en la definición de un modelo de ciudad coherente con las tendencias poblacionales y urbanísticas señaladas previamente.
- Es importante recalcar que el presente documento se puede considerar como escenario base en el cual la ciudad se ha desarrollado sin metro y por tanto el comportamiento demográfico de la misma puede verse modificado en el largo plazo ante la toma de decisiones sobre la implantación de infraestructuras de transporte como pueden ser el Tren de Cercanías o la red de Metro. No obstante el ejercicio realizado es válido para determinar un escenario base de proyección de la demanda de transporte.

El estudio de demanda es aplicable para ambas alternativas, a continuación se presentan las características generales de dichas alternativas.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

3.1. Línea 1 elevada (en construcción)

El FDN mediante el contrato 02 de 2017 adjudicó al Consorcio METROBOG la estructuración técnica del Tramo 1 de la PLMB, basada en estudios y diseños existentes, así como los lineamientos nacionales, regionales y distritales vigentes, así como los demás criterios técnicos determinados por las entidades encargadas de aprobar este tipo de proyectos.

El trazado de la PLMB inicia en la Avenida Ciudad de Villavicencio - Calle 43 Sur frente del Portal Américas del Sistema Transmilenio; continuando sobre la Calle 43 sur hasta la Avenida Primero de Mayo, girando al Este sobre esta última. El recorrido de la PLMB continúa sobre la Avenida Primero de Mayo con dirección Sureste, alcanzando el Canal Albina, luego gira hacia el Este para unirse a la avenida y estación NQS situada sobre la estación existente del Sistema Transmilenio. La línea gira hacia el Sureste en la Avenida Fucha (Calle 8 Sur) y posteriormente gira al Este sobre el separador central de la Calle 1, cruzando las carreras 22 y 21 gira al Norte sobre la Avenida Caracas a la altura de la calle 2 en la estación Hospitales. A partir de este punto, el trazado sigue el eje central de la Avenida Caracas hasta la estación terminal (Calle 72), compartiendo este eje con la troncal Caracas del Sistema Transmilenio.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

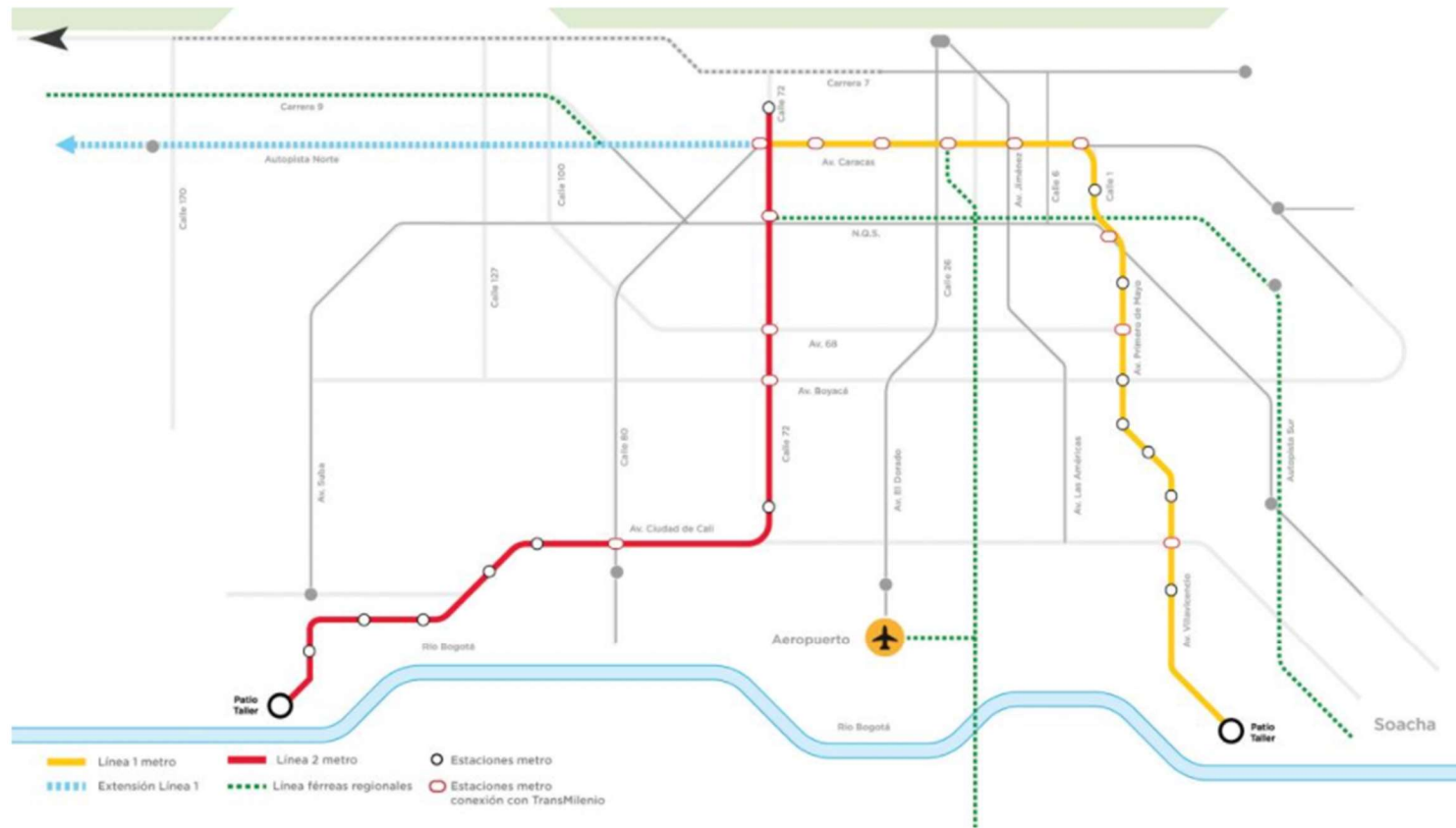


Figura 23. Localización general PLMB.

Fuente: <https://www.metrodebogota.gov.co/?q=estaciones>

El diseño de la infraestructura de esta línea se desarrolló elevada y cuenta con 16 estaciones, 10 de ellas integradas con TransMilenio, y 28 edificios de acceso.



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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

- Estación 1 - Av. Villavicencio entre carreras 94 y 93
- Estación 2 - Av. Villavicencio entre carreras 86B y 86G
- Estación 3 - Av. Villavicencio entre carreras 80D y 80G
- Estación 4 - Av. Primero de Mayo entre calles 42 sur y 42C Sur
- Estación 5 - Av. Primero de Mayo entre calles 40 sur y 39 sur
- Estación 6 - Av. Primero de Mayo entre Av. Boyacá y carrera 72C
- Estación 7 - Av. Primero de Mayo entre avenida 68 y carrera 52C
- Estación 8 - Av. Primero de Mayo con carrera 50
- Estación 9 - Av. NQS entre diagonal 16 sur y calle 17A Bis sur
- Estación 10 - Calle 1 entre carreras 24 y 24C
- Estación 11 - Av. Caracas entre calles 2 y 3
- Estación 12 - Av. Caracas entre calles 11 y 13
- Estación 13 - Av. Caracas entre calles 24A y 26
- Estación 14 - Av. Caracas entre calles 42 y 44
- Estación 15 - Av. Caracas entre calles 61 y 63
- Estación 16 - Av. Caracas entre calles 72 y 74

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

3.2. Línea 1 subterránea (estudio inicial)

El estudio inicial de la PLMB fue desarrollado por el Consorcio L1 en el año 2015, el cual presenta una longitud total aproximada de 27 Km en infraestructura subterránea con 27 estaciones separadas entre 500 y 1000 m según la demanda de usuarios y el espacio disponible para su localización. Su trazado iniciaba en la Calle 127 bajo la Carrera 9, girando al oriente para buscar la Carrera 11 y continuar al sur por esta última hasta la Calle 63, lugar donde giraba a la derecha la Carrera 13, siguiendo al sur hasta la Av. Primera de Mayo, donde tomaría la dirección suroccidente hasta la Av. Villavicencio, tomando esta última para finalizar en los patios y talleres dispuestos en la Av. Tintal, cerca al portal Américas.

Gracias a su extensión el trazado fue dividido en 4 tramos, los cuales se ilustran a continuación:



Figura 24. Tramo 1 PLMB Subterránea.

Fuente: Consorcio L1 - Plan de Manejo de Tránsito 202006-DF-PR04-ANX19-MEM-14-VF.



Figura 25. Tramo 2 PLMB Subterránea.

Fuente: Consorcio L1 - Plan de Manejo de Tránsito 202006-DF-PR04-ANX19-MEM-14-VF.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

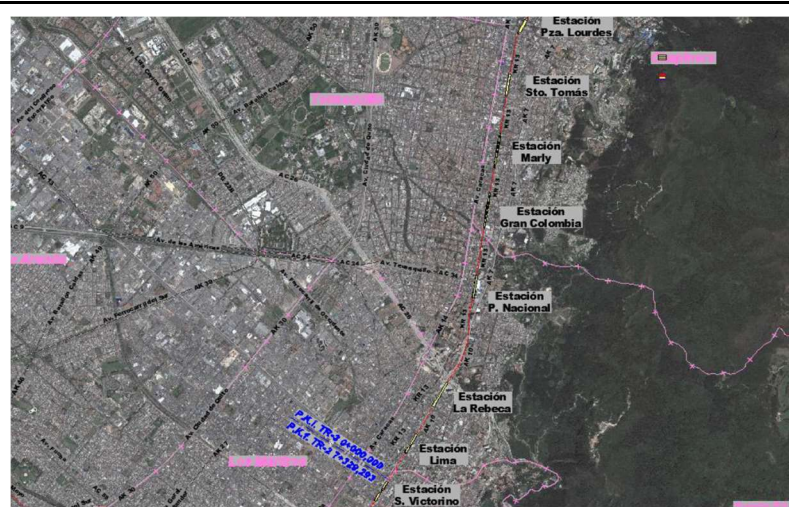


Figura 26. Tramo 3 PLMB Subterránea.

Fuente: Consorcio L1 - Plan de Manejo de Tránsito 202006-DF-PR04-ANX19-MEM-14-VF.

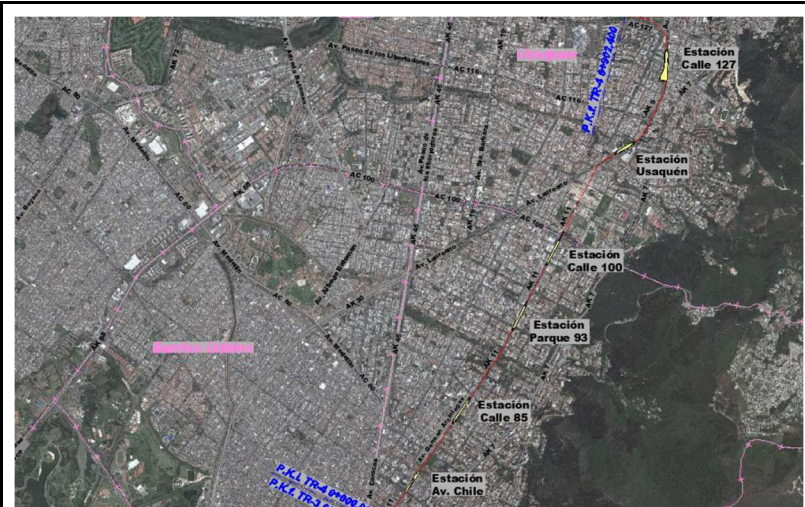


Figura 27. Tramo 4 PLMB Subterránea.

Fuente: Consorcio L1 - Plan de Manejo de Tránsito 202006-DF-PR04-ANX19-MEM-14-VF.

Las estaciones dispuestas a lo largo del trazado son las siguientes:

- Estación Portal Américas
- Estación Casablanca
- Estación Villavicencio
- Estación Palenque
- Estación Kennedy
- Estación Boyacá
- Estación 1ro de Mayo
- Estación Avenida 68
- Estación Rosario

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Estación NQS
- Estación Santander
- Estación Nariño
- Estación Hortúa
- Estación San Victorino
- Estación Lima
- Estación Rebeca
- Estación Parque Nacional
- Estación Gran Colombia
- Estación Marly
- Estación Santo Tomás
- Estación Plaza Lourdes
- Estación Av. Chile
- Estación Calle 85
- Estación Parque 93
- Estación Calle 100
- Estación Usaquén
- Estación Calle 127

4. BENCHMARK (experiencias internacionales)

4.1. Algunos Estudios que analizan el Impacto de proyectos férreos

A continuación se presentan algunos estudios que evalúan los impactos de diferentes proyectos de transporte, en su mayoría proyectos férreos en distintas áreas, se consideran pertinentes debido a que algunas de las variables y lecciones aprendidas son determinantes para el desarrollo del estudio de estimación de demanda.

- Cascajo (2005) desarrolla una metodología para hacer evaluaciones Ex-post en proyectos ferroviarios urbanos basados en el marco Europeo de Proyectos Horizon 2020 llamada TranSEcon (Urban Transport and Socio- Economic Development). Esta metodología se basa en un análisis multicriterio que considera un número importante de características para para alcanzar el objetivo de sostenibilidad, incluyendo aspectos económicos, sociales y ambientales.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Es importante anotar que este trabajo se utilizó como referencia para el desarrollo de la metodología de esta tesis, aunque sólo se tomaron algunos elementos ya que esta metodología se basa en experiencias en países desarrollados, y con proyectos de mayor alcance (en términos de cobertura territorial y capacidad).
- En el documento de Morten Welde et al. (2016), los autores afirman que anualmente se utilizan enormes recursos en inversiones de transporte y los responsables de la toma de decisiones dependen de evaluaciones exhaustivas antes de tomar sus decisiones de inversión. Sin embargo, la cantidad de recursos utilizados para la evaluación ex ante rara vez coincide con los recursos utilizados para las evaluaciones Ex-post. Ellos presentan una metodología de evaluación que se ha probado en cinco proyectos de transporte en Noruega. Buscan demostrar que la evaluación Ex-post debe tener una perspectiva más amplia que la evaluación económica tradicional proporcionada por el Análisis de Costo-Beneficio. El marco de evaluación que presentan se basa en una combinación de una metodología orientada a objetivos y un análisis económico más tradicional. Hasta ahora, la experiencia es positiva, y la metodología combinada funciona bien como una base amplia para la evaluación de grandes proyectos de inversión en transporte. La metodología obliga a los evaluadores a cambiar su enfoque de los efectos de primer orden a los problemas generales e importantes a largo plazo, como los beneficios económicos más amplios, los efectos del desarrollo regional o el desarrollo sostenible. Los resultados sugieren que es en estas áreas donde los efectos aún son limitados y la necesidad de aprender es mayor. Los autores de este trabajo afirman que la evaluación de una gran cantidad de proyectos basados en este marco metodológico permitirá aprender sobre el éxito del proyecto en varios niveles, extraer lecciones entre proyectos y, en última instancia, mejorar y ampliar las metodologías de evaluación existentes.

4.2. Algunos casos internacionales

En este numeral se enuncian ejemplos del Sistema Metro en algunas ciudades a nivel internacional, siendo referentes de movilidad del Sistema Metro proyectado. Es importante aclarar que no se tiene información del estudio de demanda o implicaciones en el mismo.

4.2.1. Metro de Santiago de Chile

El eje estructurante del sistema de transporte público de Santiago se basa en las líneas de Metro que abarcan 119 Km distribuidos en 6 líneas, con 118 estaciones distribuidas en 23 comunas. Según la información compartida por el DTP Metropolitano, el sistema transporta alrededor de 2,3 millones de personas en un día laboral.

De acuerdo al informe de Gestión DTPM del año 2017, se tiene el siguiente resumen del sistema Metro:

. Tabla 7. Información general del sistema de Metro de Santiago de Chile

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Ítem	Cantidad
Transacciones anuales (millones)	686
Promedio de transacciones en día laboral	2.349 926
Viajes anuales (millones)	519
Número de líneas	6
Nº de trenes	202
Nº de coches	1153
Kilómetros recorridos (millones)	136
Longitud de la red (km)	119
Nº de estaciones	118

Fuente: Informe de Gestión DTPM 2017.

Algunas estaciones Metro conectan con paradas de buses de Transantiago y otras estaciones de buses interurbanos, permitiendo y facilitando los trasbordos intermodales de la ciudad.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF



Figura 28. Líneas operativas de Metro en Chile.
Fuente: <https://www.metro.cl/tu-viaje/estado-red>.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

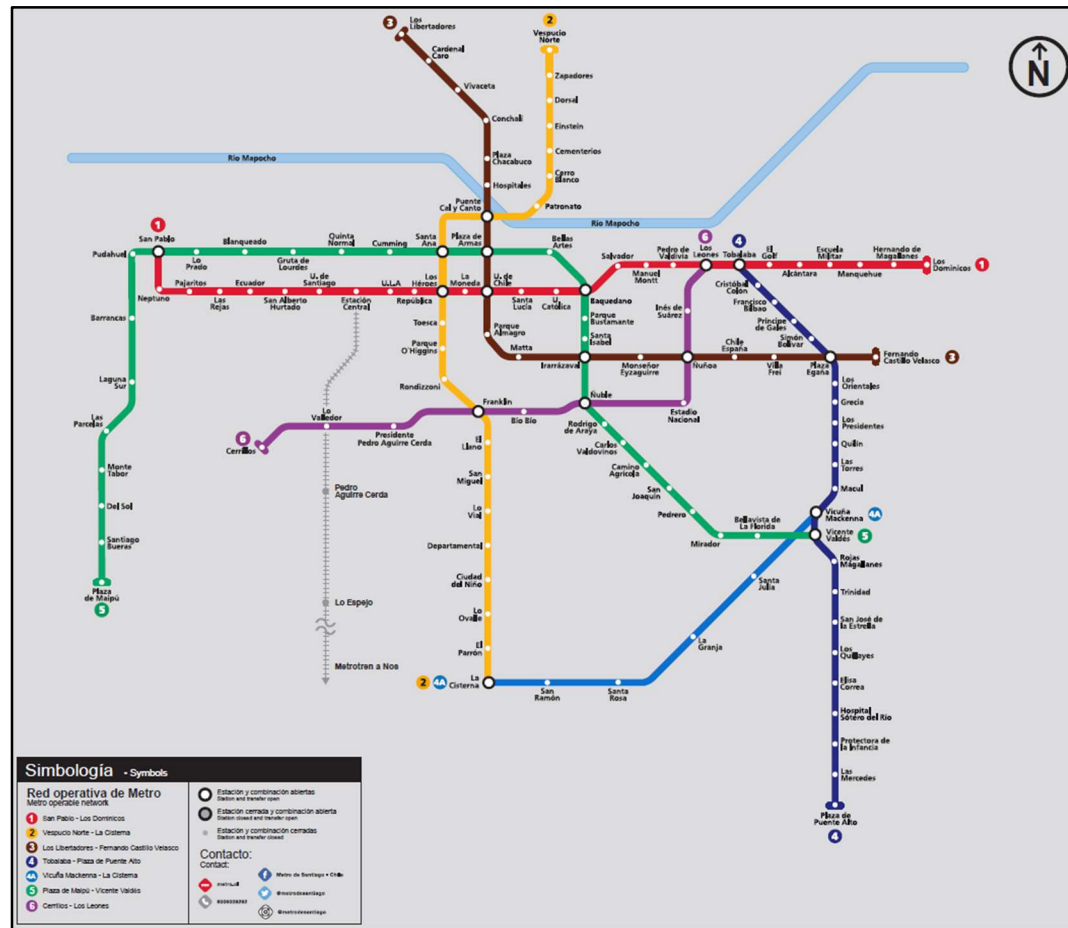


Figura 29. Plano de la Red del Sistema Metro en Santiago de Chile.

Fuente: <https://www.metro.cl/tu-viaje/estado-red>.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Las estaciones de intercambio modal son conformadas con una estructura que permite el trasbordo de pasajeros entre distintos medios de transporte como: metro, buses urbanos, buses rurales, taxis, colectivos y autos. Las estaciones intermodales de la ciudad se mencionan a continuación:

- **Franklin:** Está ubicada en la comuna de Santiago donde operan seis servicios de transporte.
- **Los Libertadores:** Localizada en Quilicura, conecta los usuarios de la Línea 3 de metro con buses Red, rurales e interurbanos a la zona norte de Santiago.
- **La Cisterna:** Conecta con buses que se desplazan a las comunas El Bosque y San Bernardo, además de algunos servicios rurales
- **Bellavista de la Florida:** Se encuentra ubicada en la comuna de La Florida, permitiendo conexión de los usuarios de la Línea 5 del Metro con servicios de buses urbanos e interurbanos.
- **Del Sol:** Localizada en la comuna Maipú conecta a los usuarios de la Línea 5 con buses urbanos e interurbanos.
- **Lo Ovalle:** Se ubica en la comuna de Cisterna, permitiendo la conexión de los usuarios de la Línea 2 con buses urbanos e interurbanos.
- **Vespucio Norte:** Conecta los usuarios de la Línea 2 con servicios de buses urbanos y rurales.
- **Pajaritos:** Ubicada en la comuna Lo Prado, conecta la Línea 1 con buses urbanos, interurbanos y servicios de transporte masivo privado dirigida al Aeropuerto Arturo Merino Benitez.
- **Lo Valledor:** Está ubicada en la comuna de Cerrillos y permite la conexión entre la línea 6 de metro, buses y el tren urbano.

Las estaciones que permiten la combinación de la red Metro se mencionan a continuación:

- **Tobalaba:** combina L1 y L4
- **Baquedano:** combina L1 y L5
- **San Pablo:** combina L1 y L5
- **Los Héroes:** combina L1 y L2
- **Santa Ana:** combina L2 y L5
- **Vicente Valdés:** combina L5 y L4
- **Vicuña Mackenna:** combina L4 y L4A
- **Ñuble:** combina con L6 y L5
- **Franklin:** combina con L6 y L2
- **Tobalaba:** combina L1 y L4
- **Baquedano:** combina L1 y L5
- **San Pablo:** combina L1 y L5
- **Los Héroes:** combina L1 y L2
- **Santa Ana:** combina L2 y L5
- **Vicente Valdés:** combina L5 y L4
- **Vicuña Mackenna:** combina L4 y L4A

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- **Cal y Canto:** combina L2 y L3
- **Plaza de Armas:** combina L5 y L3
- **Universidad de Chile:** combina L1 y L3
- **Irarrázaval:** combina L3 y L5
- **Ñuñoa:** combina L6 y L3
- **Plaza Egaña:** combina L4 y L6
- **Estación Central:** combina con Metro Tren Nos - Alameda
- **Lo Valledor:** combina con Metro Tren Nos - Alameda

Las estaciones que permiten conexiones se enlistan a continuación:

- **Estación Central (L1):** Genera conexión con servicios de Ferrocarriles y buses interurbanos en el Terminal San Borja.
- **Estación Universidad de Santiago:** Los usuarios se conectan directamente con el Terminal Alameda.
- **Estación Intermodal Lo Valledor:** Conecta con buses y el Tren Central.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

4.2.2. Metro de Ciudad de México

El sistema Metro de ciudad de México brinda conectividad a la ciudad mediante trenes subterráneos y superficiales, los cuales se ec

Tabla 8. Información general cronológica del sistema Metro en Ciudad de México

Línea Metro	Tramo	Fecha de Inauguración	Longitud Inaugurada (Km)	Longitud / Línea (Km)	No. Estaciones / Línea
1	Zaragoza - Chapultepec	4 de septiembre de 1969	12.660	18.828	20
	Chapultepec - Juanacatlán	11 de abril de 1970	1.046		
	Juanacatlán - Tacubaya	20 de noviembre de 1970	1.140		
	Tacubaya - Observatorio	10 de junio de 1972	1.705		
	Pantitlán - Zaragoza	22 de agosto de 1984	2.227		
2	Pino Suárez -Tasqueña	1 de agosto de 1970	11.321	23.431	24
	Tacuba - Pino Suárez	14 de septiembre de 1970	8.101		
	Cuatro Caminos - Tacuba	22 de agosto de 1984	4.009		
3	Tlatelolco - Hospital General	20 de noviembre de 1970	5.441	23.609	21
	La Raza - Tlatelolco	25 de agosto de 1978	1.389		
	Indios Verdes - La Raza	01 de diciembre de 1979	4.901		
	Hospital General - Centro Médico	7 de junio de 1980	823		
	Centro Médico - Zapata	25 de agosto de 1980	4.504		
	Zapata - Universidad	30 de agosto de 1983	6.551		
4	Candelaria - Martín Carrera	29 de agosto de 1981	7.499	10.747	10
	Santa Anita - Candelaria	26 de mayo de 1982	3.248		
5	Consulado - Pantitlán	19 de diciembre de 1981	9.154	15.675	13

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

	La Raza - Consulado	1 de julio de 1982	3.088		
	Politécnico - La Raza	30 de agosto de 1982	3.433		
6	El Rosario - Instituto del Petróleo	21 de diciembre de 1983	9.264	13.947	11
	Instituto del Petróleo - Martín Carrera	8 de julio de 1986	4.683		
7	Tacuba - Auditorio	20 de diciembre de 1984	5.424	18.784	14
	Auditorio - Tacubaya	23 de agosto de 1985	2.730		
	Tacubaya - Barranca del Muerto	19 de diciembre de 1985	5.040		
	El Rosario - Tacuba	29 de noviembre de 1988	5.590		
8	Garibaldi - Constitución de 1917	20 de julio de 1994	20.078	20.078	19
9	Pantitlán - Centro Médico	26 de agosto de 1987	11.669	15.375	12
	Centro Médico - Tacubaya	29 de agosto de 1988	3.706		
A	Pantitlán - La Paz	12 de agosto de 1991	17.192	17.192	10
B	Villa de Aragón - Buenavista	15 de diciembre de 1999	12.139	23.722	21
	Ciudad Azteca - Villa de Aragón	30 de noviembre del 2000	11.583		
12	Tláhuac - Mixcoac	30 de octubre de 2012	25.100	25.100	20

Fuente: <https://www.metro.cdmx.gob.mx/cronologia-del-metro>.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF



Figura 30. Plano de la Red del Sistema Metro en Ciudad de México.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

Fuente: <https://www.metro.cdmx.gob.mx/la-red/mapa-de-la-red>.

4.2.3. Metro de Quito



Figura 31. Primera Línea Metro de Quito

El Metro de Quito será la red subterránea de transporte público de la ciudad de Quito, capital de Ecuador. La obra de infraestructura se construye desde 2017, durante 2 administraciones municipales la de Mauricio Rodas y Jorge Yunda. Se prevé el inicio de su funcionamiento para junio de 2022.

En un principio, contará con una sola línea de 15 estaciones, que recorrerá la ciudad desde Quitumbe (sur de la ciudad) hasta El Labrador, en la cabecera sur del actual parque Bicentenario (norte de la ciudad)³ se contemplan además 2 líneas, una para el Norte de la ciudad cuyo recorrido desde el Labrador hasta la Ofelia será por la Av. de la Prensa y otra que prestará servicios al Nororiente que recorrerá desde El Labrador hacia Carcelén por la Av. 10 de agosto.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

El Metro se planea como el sistema principal del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito (SITM-Q), compuesto por el Metro, el Metrobús-Q y la red de autobuses.

5. PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE TRANSPORTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

La información obtenida a partir del POT de Bogotá, CONPES y los planes parciales y de implantación compartidos por diferentes entidades públicas se resume en el presente numeral.

5.1. POT de Bogotá

Con relación a los proyectos del sistema de movilidad avalados según el POT vigente se tiene los siguientes corredores del subsistema vial de estructura urbana:

- Avenida El Rincón desde Avenida Boyacá hasta Avenida Conejera y El Tabor desde Av. Conejera hasta Av. Ciudad de Cali
- Avenida Ciudad de Cali desde la carrera 91 hasta la calle 125
- Avenida de la Constitución desde Avenida José Celestino Mutis hasta puente Río Salitre (incluye traslado línea alta tensión)

En cuanto a los proyectos relacionados con troncales del Sistema de Transporte Masivo, se tiene la Troncal Suba de la Avenida Ciudad de Cali hasta la Troncal Calle 80. Adicionalmente, con relación a los proyectos de ciclorruta se contempla el tramo sobre la Avenida Longitudinal de Occidente desde Avenida Cota, calle 180 hasta Avenida Ciudad de Villavicencio.

Según los ajustes validados al subsistema vial se plantean cambios a los trazados y secciones de los siguientes corredores:

- Av. Ciudad de Cali entre la Av. José Celestino Mutis (CL 63) y la Av. San José (CL 170) - pasar de perfil V1 a V2.
- Av. Longitudinal de Occidente - completar su trazado.

Dentro del subsistema de transporte se contempla la implementación de la primera línea de Metro, la cual consta de 29,34 Km de línea férrea, 24 estaciones, dos patios talleres y un conjunto de sistemas de soporte de energía, señalización y telecomunicaciones.

La ruta establecida en el POT se ilustra a continuación:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

DESDE	RECORRIDO	HASTA	LONGITUD
Avenida Ciudad de Villavicencio por avenida Ciudad de Cali	Por avenida Ciudad de Villavicencio hasta avenida 1° de Mayo; por avenida 1° de Mayo hasta avenida Congreso Eucarístico	Avenida del Congreso Eucarístico, Carrera 68	6.730 metros
Avenida Congreso Eucarístico, carrera 68	Por Avenida Ferrocarril del Sur hasta Avenida Los Comuneros	Avenida Los Comuneros	580 metros
Avenida Los Comuneros	Por Avenida Ferrocarril del Sur hasta Avenida Colón, calle 13; por Avenida Colón y avenida Jiménez, calle 13, hasta avenida Fernando Mazuera, carrera 10; por avenida Fernando Mazuera hasta calle 21		
Calle 21	Por Avenida Fernando Mazuera, carrera 10, hasta calle 34; por avenida Alberto Lleras, carrera 7 hasta avenida Chile, calle 72; por avenida Chile, calle 72 hasta carrera 20	Carrera 20	6.615 metros
Carrera 20	Por avenida Chile, calle 72, y calle 68, hasta avenida El Cortijo, carrera 115	Carrera 115	9.125 metros

Figura 71. Ruta proyectada de la PLMB según el POT de Bogotá.
Fuente: Decreto Distrital 190 DE 2004.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Así mismo, se menciona que la primera Línea de Metro sería desarrollada en dos etapas durante 9 años, de acuerdo con las siguientes extensiones y orígenes - destinos:

PROYECTO	EXTENSIÓN DE LÍNEA FÉRREA	ESTACIÓN DE ORIGEN	ESTACIÓN DE DESTINO
Primera etapa	15,3 Kms	Avenida Ciudad de Villavicencio por Avenida ciudad de Cali	Calle 28-31 por Avenida Alberto Lleras Camargo, carrera 7
Segunda etapa	14 Kms	Calle 28 - 31 por Avenida Alberto Lleras Camargo, carrera 7	Avenida Chile, calle 72 por carrera 108 A

Figura 72. Ruta proyectada de la PLMB según el POT de Bogotá.

Fuente: Decreto Distrital 190 DE 2004.

5.2. Priorización de proyectos a mediano y largo plazo

El gobierno nacional apoya la actualización del Programa Integral de Movilidad de la Región Bogotá - Cundinamarca (PIMRC) mediante la actualización de los sistemas de transporte público en diferentes corredores con una visión 2027, 2035 y a largo plazo, priorizando los proyectos que satisfagan las necesidades de movilidad de los habitantes de la región mediante lo descrito en el el documento “CONPES 4034”.

Según se indica en este último, a largo plazo se proyecta que la región Bogotá - Cundinamarca tenga un sistema de movilidad intermodal compuesto por:

- 80 Km de corredores troncales
- 100 Km de trenes de cercanías
- 154 Km de corredores troncales
- 25 Km de Carrera 7
- 20 Km de Cables
- 19 Km de cicloalamedas

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

- Al menos 5 CIM

En el 2027 se espera el inicio de pruebas y operación de los proyectos que comprenden las fases II y III de la extensión de Transmilenio a Soacha, el Tramo 1 de la PLMB, troncales alimentadoras de la Av. 68, Av. Ciudad de Cali, Carrera 7 y la extensión de la Av. Caracas, así como Regiotram de Occidente. Según el análisis de modelación realizado mediante la herramienta MTCEBR se obtuvieron una serie de indicadores para el año 2035, los cuales se presentan a continuación:

Proyecto	Estado de avance de estudios (unidad de 1 a 4) ^(a)	Carga máxima (pasajeros/hora sentido) ^(b)	Mejora NDS troncales actuales (%) ^(c)	Mejora costo generalizado de Transporte Público (%) ^(d)	Mejora tiempo total de viaje (miles de horas) ^(e)	Mejora tiempo viaje transporte privado (miles de horas) ^(f)	Abordajes (pasajeros) ^(g)	Población potencialmente beneficiada (miles) ^(h)	Costo de Inversión estimado (millones de pesos) ⁽ⁱ⁾
Metro a Suba- Engativá	2	45.000	18,1	1	1.396	172	1.083.494	1.445	13.182.000
Regiotram del Norte	2	17.000	5,6	1,1	730	242	1.097.409	1.456	6.800.000
Extensión Troncal Av. Ciudad de Cali (Av. Manuel Cepeda Vargas a CII 80)	4	25.000	13,1	1,1	490	-76	1.107.693	2.016	1.241.641
Troncal Borde Occ. Calle 13 (Río Bogotá - Puente Aranda)	4	15.000	1,4	0,6	343	157	1.095.392	643	3.200.000
Extensión PLMB Norte (CII 200)	1	30.000	7,61	0,14	401	0	1.096.156	498	8.303.876
Corredor férreo del Sur	1	10.000	2	0,4	240	37	1.095.039	187	1.300.000
Tte. Masivo Avenida Boyacá (Yomasa a CII 235)	2	25.000	13,1	1,1	77	-491	1.129.293	2.893	5.593.299
Extensión troncal CII. 26	3	6.000	0,1	0	-9	-1	1.083.105	6	20.400
Extensión troncal CII. 80	3	13.000	0,21	0	-21	-2	1.077.613	12	380.429

Figura 73. Indicadores de desempeño en movilidad en hora pico de proyectos de transporte público 2035.

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad (2021) - CONPES 4034.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

Los anteriores, permitieron que las entidades territoriales pudieran comparar cuantitativamente los efectos de cada proyecto, identificando la priorización de los proyectos que entrarían en operación en el año 2035. Los proyectos considerados en los diferentes cortes temporales se visualizan a continuación:

Componente	2027*	2035	Largo plazo
Red Regional de Corredores Férreos	<u>Red de metro</u> PLMB – Tramo 1	<u>Red de metro</u> Metro a Suba- Engativá	<u>Red de metro</u> Corredor férreo del Sur
	<u>Trenes de cercanías</u> Regiotram de Occidente	Extensión PLMB al norte <u>Trenes de cercanías</u> Regiotram del Norte	Tte. masivo Av. Boyacá
SITP	<u>Red corredores troncales</u> Av. Carrera. 68	<u>Red corredores troncales</u> Borde Occ. - Calle 13	<u>Red corredores troncales</u> Extensión CII. 80
	Av. Ciudad de Cali Soacha- Américas	Extensión Troncal Av. Ciudad de Cali	Extensión CII 26
	Carrera 7	<u>Cable</u>	Continuación Plan Marco
	Cicloalameda	Cable San Rafael	Extensión Av. Ciudad de Cali
	Medio Milenio	Cable S. Cristóbal Juan Rey	Soacha
	<u>Cable</u>	Cable Ciudadela Sucre	
	Cable Usaquén- El Codito	Cable Potosí- Sierra Morena	
	Cable Reencuentro Monserrate Cable S. Cristóbal- Altamira		
Conectividad y competitividad regional	Ampliación Autonorte	Perimetral de la Sabana	
	Ampliación Carrera 7	Vía Suba – Cota	
		Calle 63	
		Borde Occ. ALO Centro	
		Borde Occ. intercambiador CII. 80	
		ALO Sur Conexión Codito - La Calera	

Figura 74. Proyectos considerados por corte temporal 2027, 2035 y largo plazo.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad (2021) - CONPES 4034.

Con base en lo anterior se destaca que la Av. Boyacá es planteada como una red asociada al metro a largo plazo, así como la extensión de la red de corredores troncales.

5.3. Extensión de la Av. Ciudad de Cali al Sistema de Transmilenio

En el año 2019 se desarrolló el estudio de tránsito de la Factibilidad y actualización, complementación, ajustes de los diseños, y estudios y diseños para la ampliación y extensión de la Avenida ciudad de Cali al Sistema Transmilenio, entre la Av. Circunvalar del sur y la Av. Calle 170 y de los equipamientos urbanos complementarios en Bogotá D.C., este proyecto está desarrollado a nivel de diseño, se encuentra localizado sobre la zona analizada y contempla modificaciones operativas al corredor existente, por lo cual se mencionan los detalles más importantes a tener en cuenta.

Cabe aclarar que durante la elaboración del Estudio de Movilidad se tendrá en cuenta todo el contenido del estudio para realizar los empalmes requeridos.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

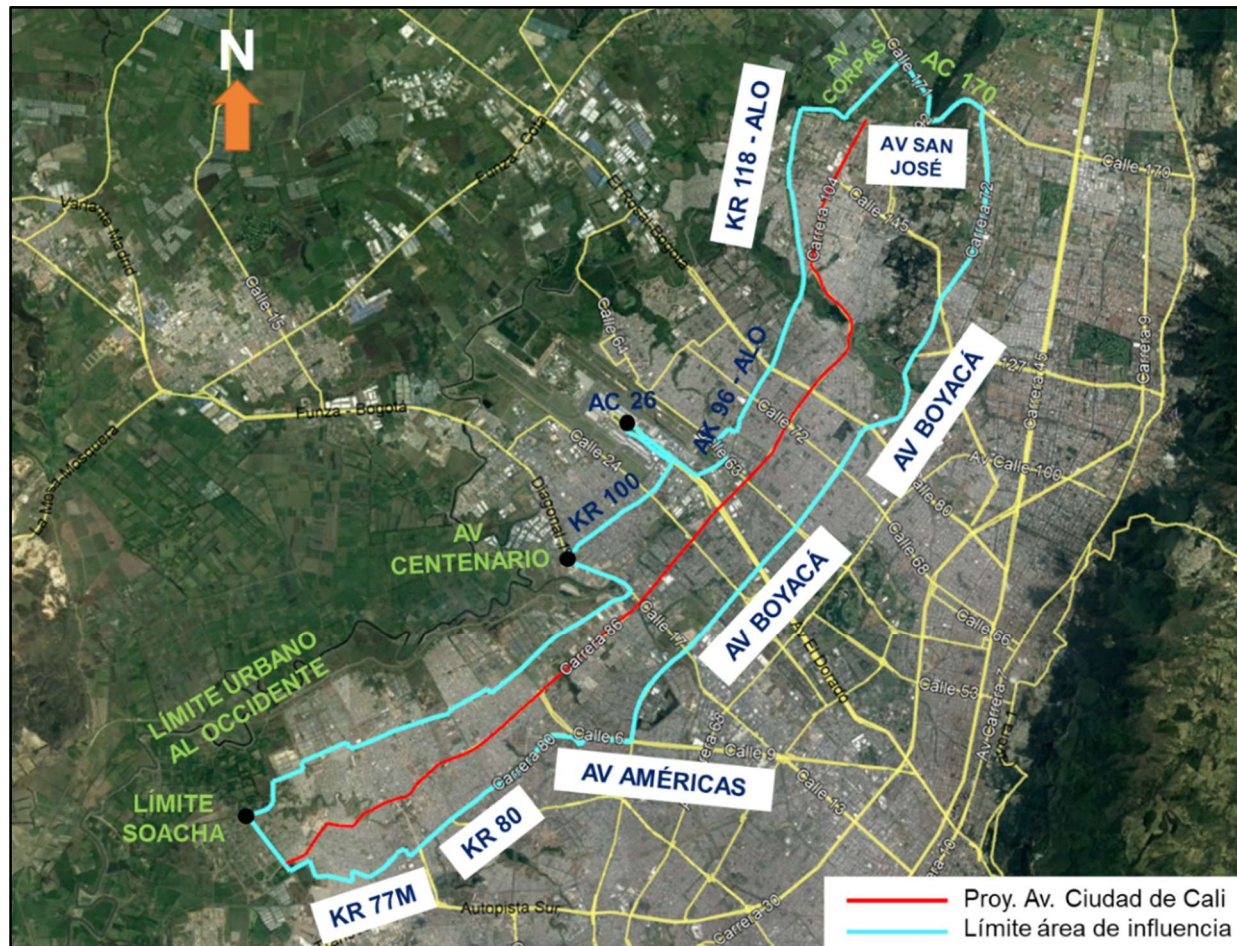


Figura 75. Localización y área de influencia de la extensión de la Av. Ciudad de Cali.

Fuente: Estudio de Tránsito - Informe DTACC-IET-CP03-R5.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

De acuerdo a los tramos proyectados, la zona de interés se compone por dos tipologías de perfiles transversales:

- Av. Ciudad de Cali entre Av. Calle 26 y Av. Calle 80

La sección transversal del tramo contempla un carril exclusivo para Transmilenio de 3.5m de ancho y carriles de sobrepaso en estaciones, tres carriles de vehículos mixtos que suman 9.75 m, con andén y ciclorruta en ambos costados del corredor.

Dimensiones para el tramo comprendido entre Av. Calle 26 y Av. Calle 63:

Franja de Circulación (F.C)	5.00 m
Ciclorruta (C.M)	3.00 m
Franja de Paisajismo y Mobiliario (F.P.M)	1.50 m
Calzada vehículos Mixtos (C.T.M)	9.75 m
Calzada Transmilenio (C.T.M)	7.00 m
Separador (S)	Variable Mínimo 2.00 m

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

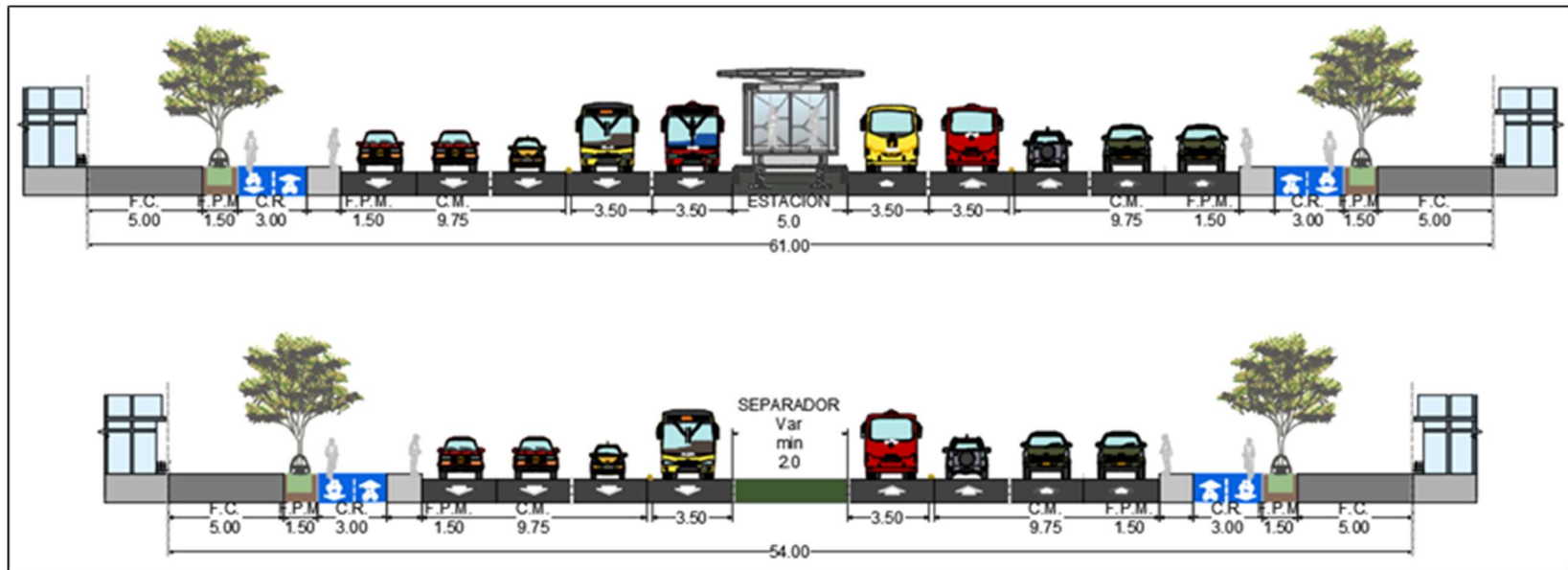


Figura 76. Perfil en intersecciones semaforizadas, estaciones y corredor de la Av. Ciudad de Cali entre Av. Calle 26 y Av. Calle 63.

Fuente: Informe DTACC-IET-CP03-R5.

Dimensiones para el tramo comprendido entre Av. Calle 63 y Av. Calle 80:

Franja de Circulación (F.C)	5.00 m
Ciclorruta (C.M)	3.00 m
Franja de Paisajismo y Mobiliario (F.P.M)	1.50 m
Calzada vehículos Mixtos (C.T.M)	9.75 m
Calzada Transmilenio (C.T.M)	7.00 m
Separador (S)	Variable Mínimo 1.00 m

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

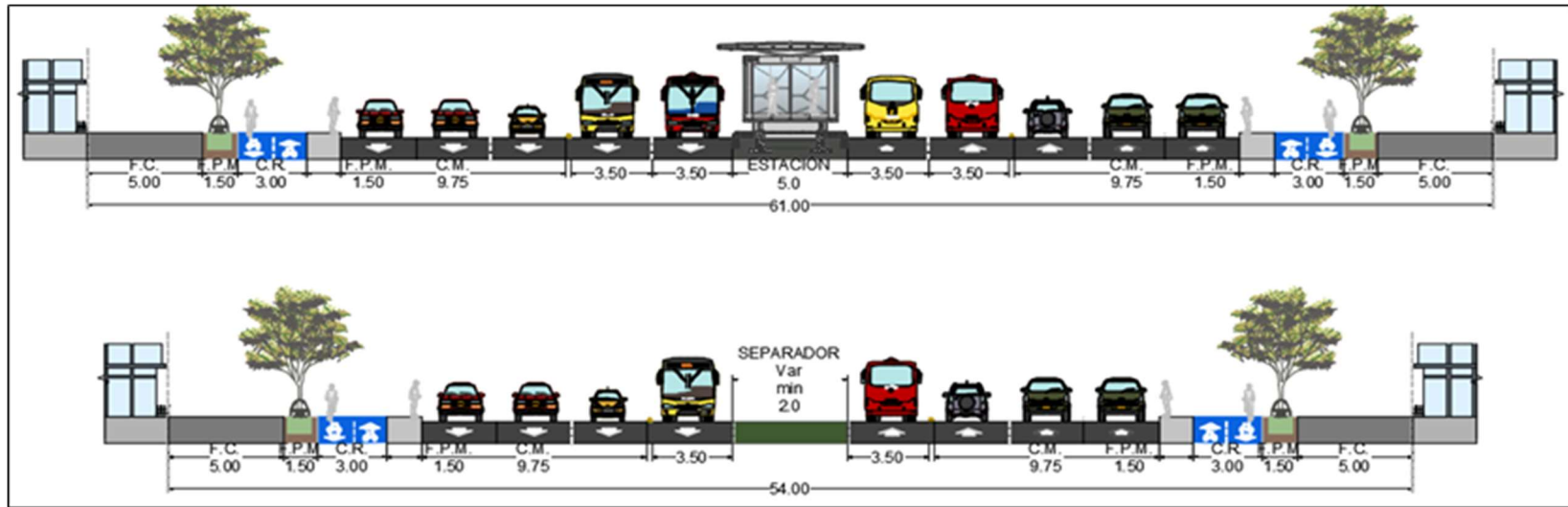


Figura 77. Perfil en intersecciones semaforizadas, estaciones y corredor de la Av. Ciudad de Cali entre Av. Calle 63 y Av. Calle 80.
Fuente: Informe DTACC-IET-CP03-R5.

- Av. Ciudad de Cali entre Av. Calle 80 y Av. San José

La sección transversal del tramo contempla carriles exclusivos para Transmilenio de 3.5m de ancho y carriles de sobrepaso en estaciones, tres carriles de vehículos mixtos que suman 9.75 m, andén y ciclorruta con dimensiones aproximadas de 4.0m y 3.0m respectivamente en ambos costados del corredor.

Dimensiones para el tramo comprendido entre Av. Calle 80 y Av. Calle 170:

Franja de Circulación (F.C)	4.00 m
Ciclorruta (C.M)	3.00 m
Franja de Paisajismo y Mobiliario (F.P.M)	3.00 m
Calzada vehículos Mixtos (C.T.M)	9.75 m
Calzada Transmilenio (C.T.M)	7.00 m
Separador (S)	Variable Mínimo 2.00 m

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

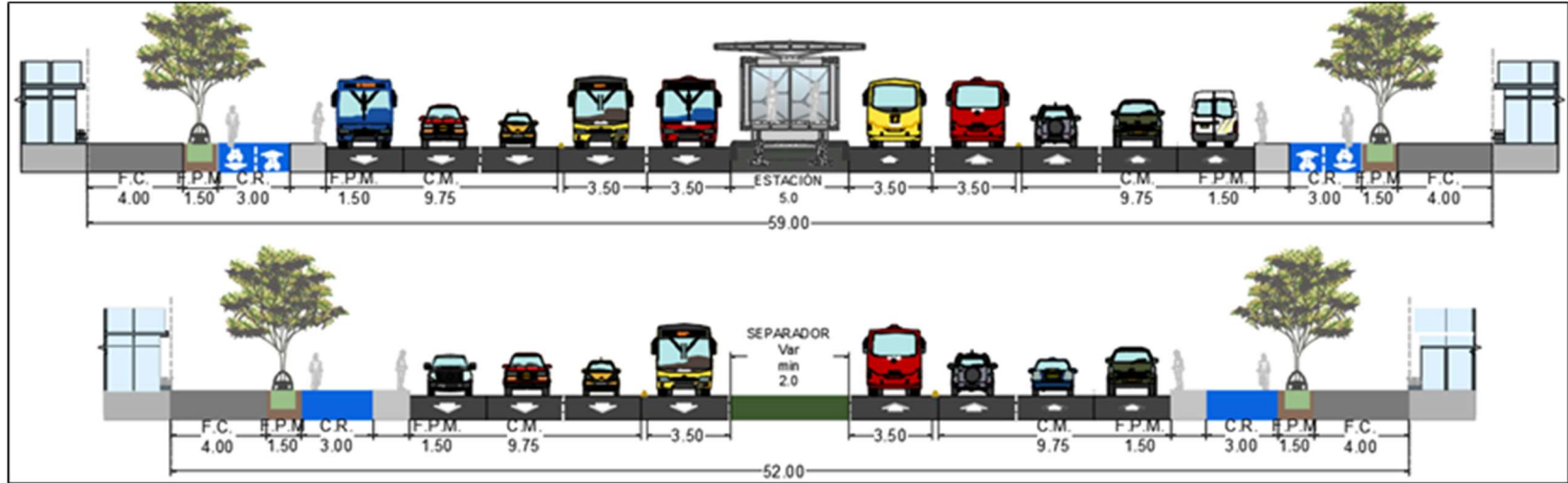


Figura 78. Perfil en intersecciones semaforizadas, estaciones y corredor de la Av. Ciudad de Cali entre Av. Calle 80 y Av. Calle 170.

Fuente: Informe DTACC-IET-CP03-R5.

De acuerdo con el diseño planteado para el corredor, se propone la construcción de dos retornos operacionales en la zona de interés del proyecto de la L2MB, el primero en la Calle 66A y el segundo a la altura de la Carrera 92B.

La localización de las estaciones que se encuentran sobre el área de interés se presentan a continuación:

Tabla 10. Localización de estaciones de Transmilenio sobre la Av. Ciudad de Cali entre Calle 63 y Calle 129

No.	Estación	Ubicación	Tipología
6	Calle 129	Calle 129 a Calle 127	T2

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

7	Carrera 95A	Carrera 97 Bis a Carrera 95A	T2
8	Carrera 91	Carrera 92B a Carrera 91	T1
9	Calle 90	Calle 90 a Calle 87Bis	T1
10	Calle 86	Calle 86 Bis a Calle 81	T1
11	Calle 80	Calle 77A a Calle 75A	T2
12	Calle 72	Calle 74 a Calle 72	T4
13	Calle 69A	Calle 69A a Calle 68	T2
14	Calle 65	Calle 65 a Calle 64F	T1

Fuente: Parámetros técnicos operacionales de Transmilenio - DTACC-IET-CP03-R5.

Así mismo, el proyecto contempla la disposición e implementación de cicloparqueaderos en algunas estaciones del sistema BRT, las cuales se mencionan a continuación:

Tabla 11. Localización de cicloparqueaderos en estaciones de Transmilenio sobre la Av. Ciudad de Cali entre Calle 63 y Calle 129

Ítem	Cicloparqueadero en Estación
12	Calle 63 - 53 ** Adicional en oficio 2018EE20092
13	Calle 65
14	Calle 80
15	Carrera 91

Fuente: Parámetros técnicos operacionales de Transmilenio - DTACC-IET-CP03-R5.

Las intersecciones que contemplan algún cambio por la implementación del sistema BRT sobre la Av. ciudad de Cali se mencionan a continuación:

- Av. Ciudad de Cali con Av. Calle 63

De acuerdo a la información presentada en el estudio de Tránsito del proyecto Av. Ciudad de Cali, la intersección de la Calle 63, será un nodo clave para la transferencia de pasajeros, su operación de tránsito mantendrá las condiciones actuales con la adición de un paso peatonal seguro que permita el ingreso y salida de usuarios a la

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

estación proyectada a la altura de la Calle 53, así como la implementación de pompeyanos en cada ramal de la intersección, con el fin de pacificar el el tránsito vehicular y dar prioridad a los peatones y ciclousuarios.

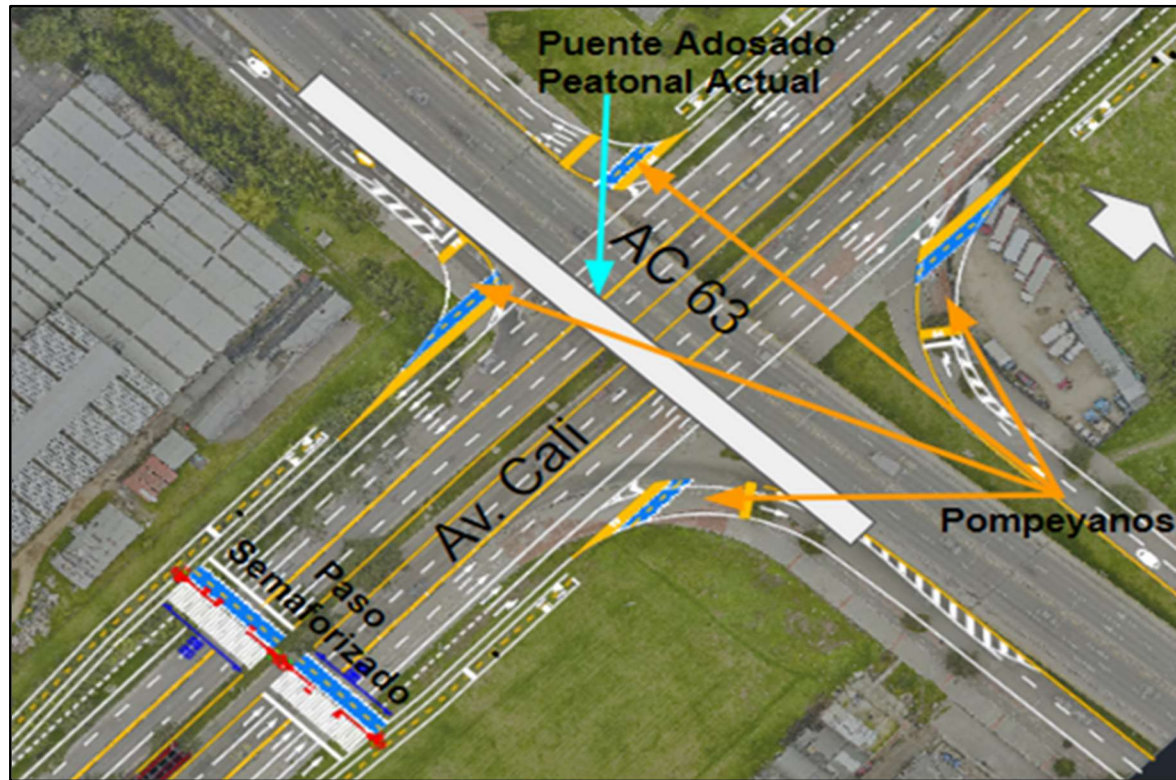


Figura 79. Situación con proyecto en Intersección Av. Ciudad de Cali con Av. Calle 63.

Fuente: Informe DTACC-IET-CP03-R5.

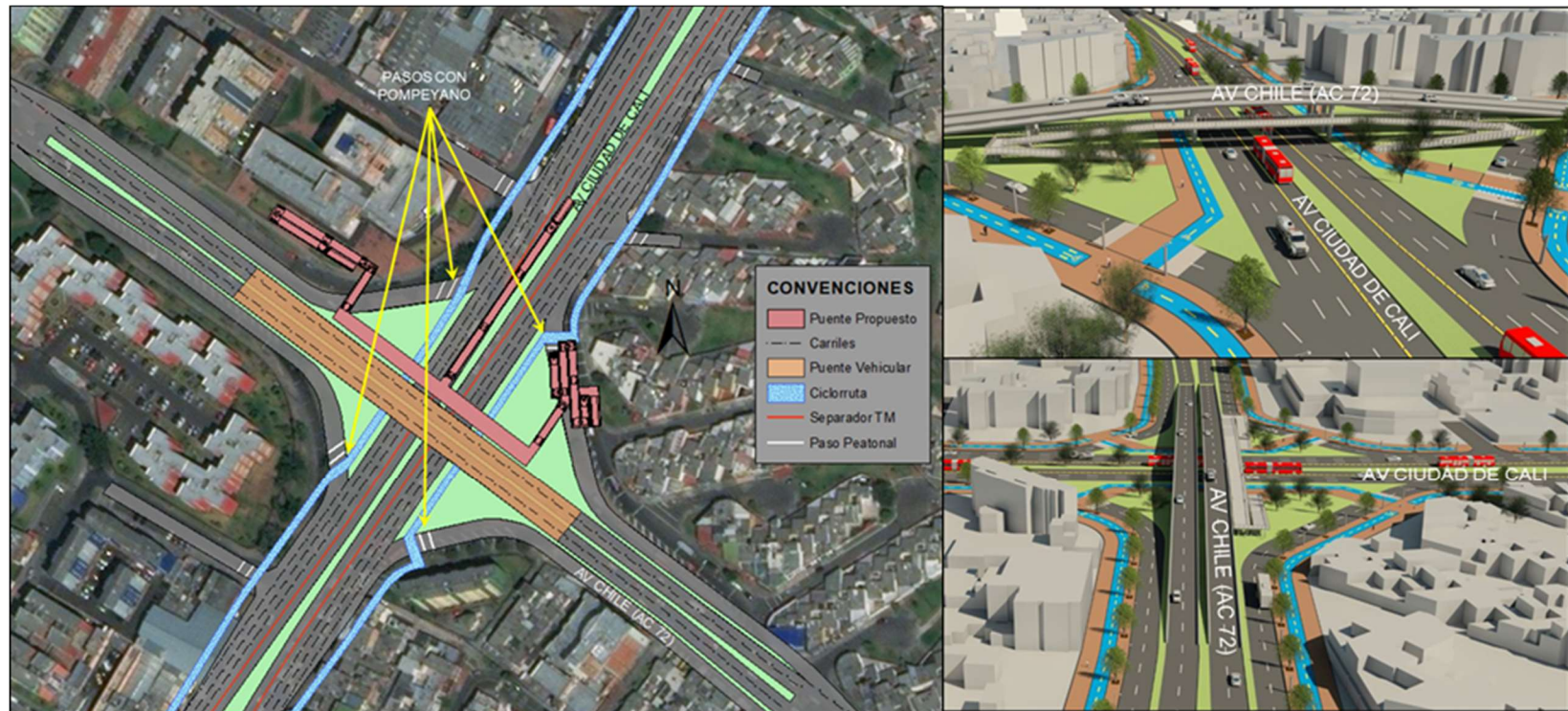
- Av. Ciudad de Cali con Av. Chile (Calle 72)

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

En el proyecto la Avenida Ciudad de Cali operará a nivel para el tránsito del sistema BRT y los vehículos mixtos, la Av. Calle 72 operará a desnivel y la conexión de mixtos en giros derechos se realizará mediante ramales sobre la intersección.

Los peatones y ciclistas podrán cruzar la Av. Chile a nivel utilizando pasos a riesgo con prioridad para los usuarios, por medio de pompeyanos en los ramales. Adosado al puente vehicular de la Calle 72 se propone la construcción de un puente peatonal para dar conexión a los usuarios que ingresarán y saldrán de la estación Calle 72, así como las personas que desean cambiar de calzada de oriente a occidente y viceversa.



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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Figura 80. Situación con proyecto en Intersección Av. Ciudad de Cali con Av. Chile (Calle 72).

Fuente: Informe DTACC-IET-CP03-R5.

- Av. Ciudad de Cali con Av. Calle 80

Según la alternativa seleccionada la Av. Ciudad de Cali operará elevada para vehículos mixtos y BRT. Para dar conexión a los vehículos mixtos de la Calle 80 se propone la construcción de una intersección con conectantes tipo trébol que permita maniobrar a los usuarios que deseen realizar giros izquierdos, así mismo se contemplan ramales para efectuar los movimientos derechos.

Para dar continuidad a los peatones y ciclistas que desean cruzar la Av. Calle 80, proponen la construcción de dos ciclopuentes, uno en cada costado del puente vehicular (oriente y occidente). Los peatones y ciclistas que deseen moverse de Oriente a Occidente sobre la Av. Calle 80, podrán ejecutar sus desplazamientos mediante pasos a nivel con rampas en las conectantes de la intersección.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

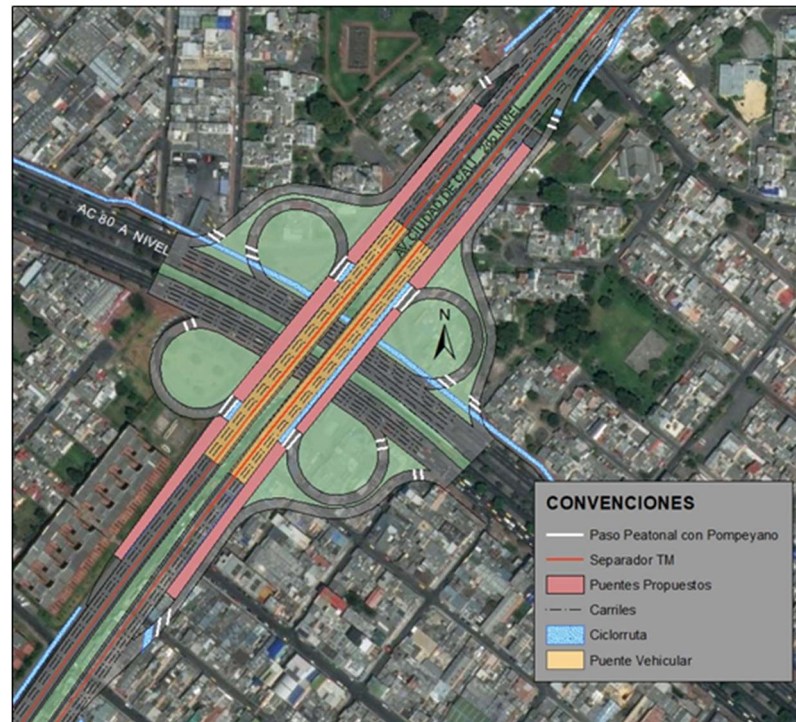


Figura 81. Situación con proyecto en Intersección Av. Ciudad de Cali con Av. Calle 80.
Fuente: Informe DTACC-IET-CP03-R5.

5.4. Corredor verde Av. Carrera 7

De acuerdo al Plan de Desarrollo Distrital establecido entre los años 2020 - 2024, se prevé la consolidación de la Carrera 7 como un corredor ecológico, sostenible y emblemático que privilegie las formas de movilidad alternativas para peatones y ciclistas, contribuyendo a la optimización del transporte público, la arborización, espacio público, el mobiliario urbano y la mejora en calidad del aire. A partir de lo anterior, la Secretaría Distrital de Movilidad desarrolló el análisis respectivo del componente de tránsito del proyecto. Del informe resultante se procede a mencionar los detalles más importantes a tener en cuenta a la altura de la Av. Chile (Calle 72) con Av. Carrera 7. Cabe aclarar que durante la elaboración del Estudio de Movilidad se tendrá en cuenta todo el contenido del estudio para realizar los empalmes requeridos.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

En términos generales el corredor estudiado se encuentra limitando al sur con la Calle 33 y al norte con la Calle 201, conformando una longitud total aproximada de 19,1 Km. El estudio contempla la conformación de andenes en ambos costados de la Av. Carrera 7.

En la actualidad la Carrera 7 entre Calle 32 y Calle 100 se encuentra operando bajo una sección vial tipo V-3, compuesta por dos calzadas (una por sentido) con ancho variable entre 11,5 y 13 m, tres carriles por sentido de circulación y andenes entre 2 y 3,5 m, conformando el 39,45% del corredor de estudio con una longitud aproximada de 7,55 Km.

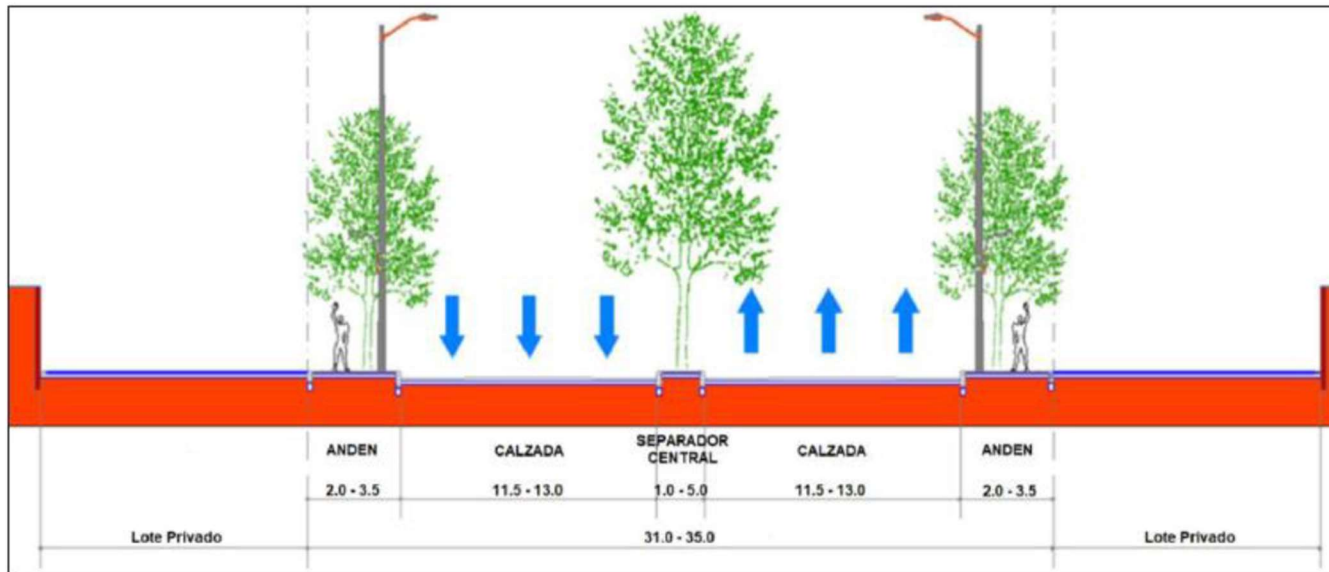


Figura 82. Situación actual - sección V-3 Carrera 7 entre Calle 32 y Calle 100.

Fuente: Informe 721 Componente de Tránsito (ET de la factibilidad).

Entre los sitios especiales identificados por el estudio se encuentran los siguientes:

- AK 7 No. 68-15 Quinta Camacho Academia Nacional de Medicina
- AK 7 No. 68-37 Quinta Camacho Inmueble con dos usos

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- AK 7 No. 68-61 Quinta Camacho Biblioteca Jorge Eliécer Gaitán
- AK 7 No. 69-53 Quinta Camacho KAIKA LTDA
- AK 7 No. 69-55 Quinta Camacho Comercial cigarrería Balmar
- CL 70 No. 7-23 Quinta Camacho Pedro Gómez
- AK 7 No. 69 A-22 Emaus Casa Medina
- AK 7 No. 70-40 Emaus Villa Adelaida
- AK 7 No. 70-43 Quinta Camacho Oficinas
- AK 7 No. 71-21 Quinta Camacho Bolsa de valores de Colombia
- CL 72 No. 7-06 Bellavista Viajes Calitour LTDA
- AK 7 No. 72-41 La Porciúncula Gran Hotel 72
- AK 7 No. 72-65 La Porciúncula Edificio Rueda
- CL 72 No. 7-71 Quinta Camacho Colegio La Enseñanza
- CL 72 No. 10-72 La Porciúncula Iglesia La Porciúncula
- CL 73 No. 11-25 La Porciúncula Universidad Pedagógica

Después de evaluar las 4 alternativas presentadas en el estudio, se definió a nivel meso y micro que el escenario 1 presenta las condiciones más favorables para atender la demanda de la zona de la Calle 72, la cual fue evaluada y limita al sur por la Calle 69, al norte por la Calle 78, al oriente por la Carrera 4 y al occidente por la Av. Caracas.

En este escenario se evalúa contar con dos carriles en sentido S-N (sobre la Carrera 7) y un carril de servicio en sentido N-S; adicionalmente, para atender la demanda desplazada del corredor en estudio, se propuso el cambio de sentido de circulación de la Av. Carrera 5 entre Calle 100 y Calle 72 a sentido N-S. Se mantienen los los sentidos viales y su la capacidad actual de la Av. circunvalar, Carrera 11 y Carrera 13.

Dentro del planteamiento realizado, las rutas de transporte público que circulan en la actualidad fueron desplazadas a los corredores: Carrera 11, Carrera 9, Carrera 13 y Carrera 15. Así mismo, las trayectorias de las rutas fueron ajustadas según el sentido de circulación vial final.

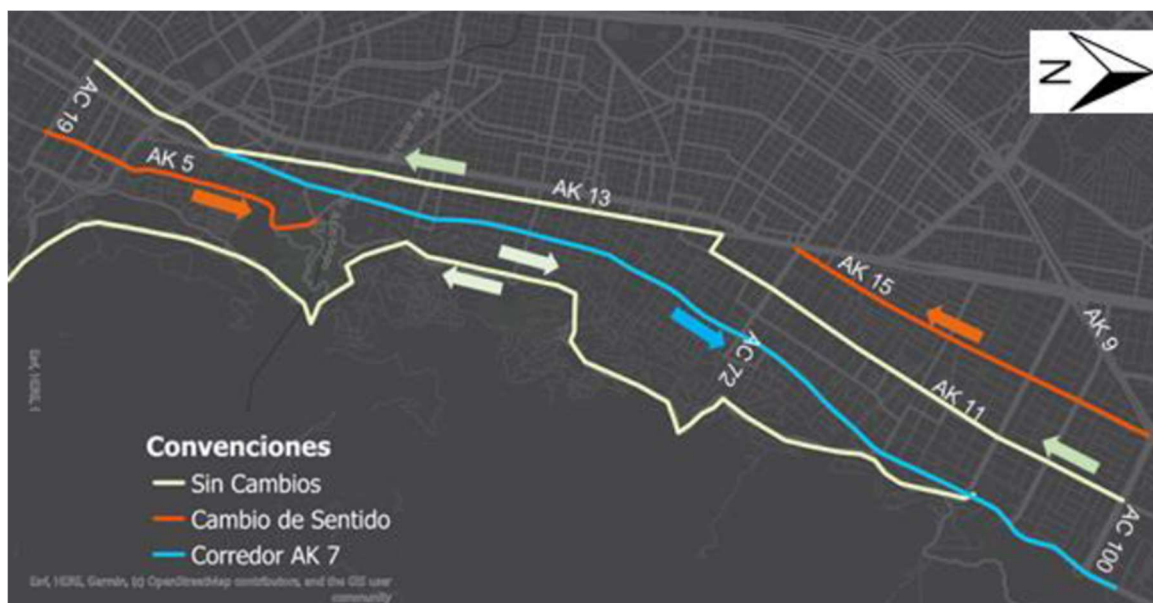


Figura 83. Propuesta sentidos viales - Escenario 1, corte temporal 2030.

Fuente: Adaptación figura 160 del Informe 721 Componente de Tránsito (ET de la factibilidad).

Adicional a lo mencionado anteriormente se contemplaron las siguientes intervenciones generales en los escenarios analizados:

- Av. Carrera 15 desde el norte hasta la calle 74 sentido Norte-Sur. (ver punto 1)
- Calle 75 entre la Av. Caracas y la Av. Carrera 11 sentido Occidente-Oriente (ver punto 2).
- Habilitación del movimiento Occidente-Oriente en la intersección de la Av. Caracas con Calle 75, dado el cierre de la continuidad de la Calle 74 sobre la Av. Caracas (ver punto 3).
- Implementación de nuevos controles semafóricos en las intersecciones de la Av. Carrera 11 con Calle 75, Av. Caracas con Calle 75, Carrera 5 con Calle 74 y Carrera 5 con Calle 70, necesarios para la circulación vehicular de la nueva demanda sobre las vías. (ver puntos 3, 4, 5 y 6).
- Eliminación del giro Occidente - Norte sobre la Av. Calle 72 con Carrera 13, dado el cierre del separador. (ver punto 7).

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Se mantienen los giros izquierdos Occidente - Norte sobre las intersecciones de la Av. Calle 72 con Carrera 9, Av. Carrera 7 con Calle 77 y Calle 70. (ver puntos 8, 9 y 10).
- Glorieta deprimida de las calzadas de transporte público masivo, garantizando la conexión operacional del sistema en la intersección de la Av. Calle 72 con Av. Carrera 7. (ver punto 11).
- Deprimido de las calzadas vehiculares de la Av. Calle 72 a la altura de la Av. Caracas, permitiendo de esta manera la conexión operacional del transporte público masivo a nivel sobre la intersección de la Av. Calle 72 con Av. Caracas. (ver punto 12).
- Eliminación de la continuidad de la Av. Caracas sentido Sur-Norte a la altura de la Av. Calle 72. (ver punto 13).
- Eliminación de los controles semafóricos sobre las intersecciones de la Av. Caracas con Calle 70, Av. Carrera 7 con Calle 75 y 76, dado que el volumen de circulación sobre estos corredores disminuye, se cierran los separadores y no son posibles giros en las mismas. (ver puntos 14, 15 y 16).
- Eliminación del giro Oriente-Sur en la intersección semaforizada de la Av. Carrera 5 con Calle 72, con el objeto de darle mayor tiempo en verde a los movimientos directos, los cuales son los más cargados. (ver punto 17).
- Dada la implantación de la estación de Metro, se elimina la continuación de la Calle 73 entre la Av. Carrera 15 y la Av. Caracas (ver punto 18).
- La Av. Caracas sentido Norte-Sur se cuenta con 2 carriles de circulación mixta y en sentido Sur-Norte un carril de servicio.
- La Av. Calle 72 cuenta con dos carriles para tráfico mixto por calzada.
- La Av. Carrera 7 sentido Sur-Norte, cuenta con 2 carriles de circulación mixta y en sentido Norte-Sur un carril de servicio.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

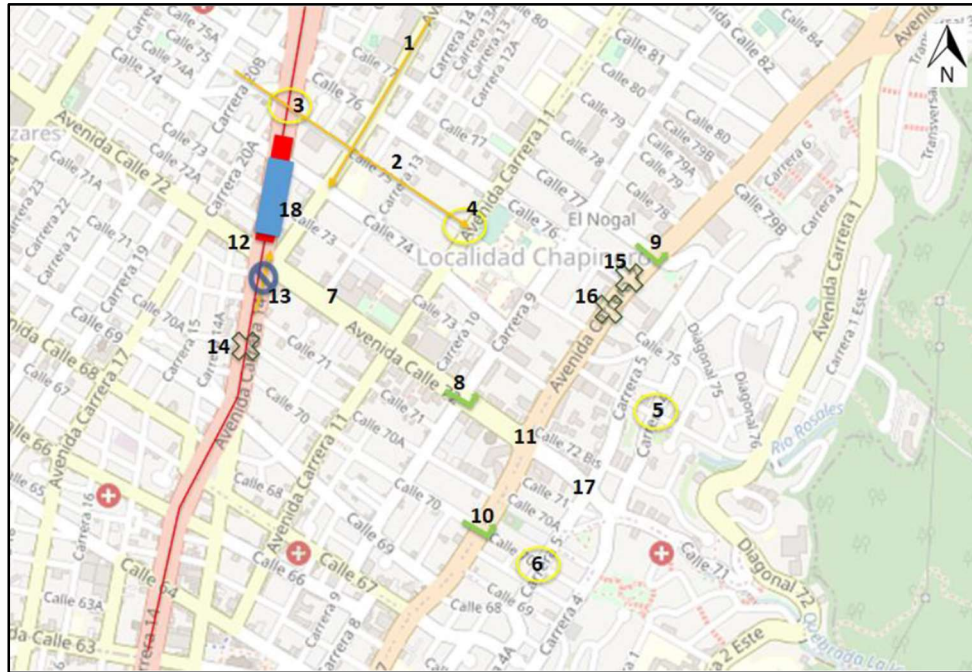


Figura 84. Intervenciones base para los escenarios de evaluación del área Av. Calle 72.
Fuente: Adaptación figura 179 del Informe 721 Componente de Tránsito (ET de la factibilidad).

En el escenario 1 se presenta una condición adicional, en la cual se mantiene la continuidad de la Av. Carrera 15 hacia el norte, manteniendo sentido Sur-Norte el tramo comprendido entre la Av. Calle 72 y la Calle 74, y de la Calle 74 al norte en sentido Norte-Sur. Adicionalmente, para que la incorporación hacia el norte nuevamente por la Av. Caracas sea posible, es necesario que el tramo de la Calle 74 entre la Av. Carrera 15 y la Av. Caracas opere en doble sentido.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF



Figura 85. Sentidos viales y recorridos propuestos en Av. Carrera 15 y Calle 74.
Fuente: Adaptación figuras 180, 181 y 182 del Informe 721 Componente de Tránsito (ET de la factibilidad).

Finalmente, sobre la intersección de la Av. Calle 72 con Carrera 7 se plantea la localización de los controles semafóricos para las vías de tráfico mixto de manera estrecha, como se observa a continuación:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF



Figura 86. Propuesta amplitud intersección Av. Calle 72 con Av. carrera 7 - Escenario 1.
Fuente: Adaptación figura 183 del Informe 721 Componente de Tránsito (ET de la factibilidad).

5.5. PLMB - E.T. Intersección deprimida de la Av. Calle 72

De acuerdo al estudio de tránsito desarrollado por el concesionario Metro Línea 1 para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la PLMB en particular sobre el área de influencia de la intersección deprimida de la Calle 72 con Av. Caracas, la cual hace parte de las obras previas a la construcción del corredor total del proyecto. Cabe aclarar que durante la elaboración del Estudio de Movilidad se tendrá en cuenta todo el contenido del estudio para realizar los empalmes requeridos.

Teniendo en cuenta el diseño proyectado en la zona con la implementación de la PLMB, los flujos mixtos directos de la Calle 72 serán deprimidos, permitiendo ampliar el espacio disponible de andenes, con el fin de mejorar las condiciones de circulación de los peatones. Una vez entre en operación el deprimido mencionado, se restringirán giros derechos y se eliminarán semáforos en la zona.

Según el análisis de accesibilidad peatonal se obtiene que en la zona existe una red peatonal que beneficia la caminata con amplios andenes y cruces peatonales seguros a nivel, sin embargo, advierten que algunas rutas inaccesibles dificultan la libre circulación. Se estimó que cerca de 9 995 personas interactúan en la zona de estudio (1,57 Km²) ante motivos como trabajo, educación y/o los diferentes servicios que se ofrecen en la zona. En ésta zona se localizan como zonas atractoras La universidad Pedagógica y el Centro comercial Avenida Chile, entre otros.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

En la situación proyectada se mantendrán dos carriles de vehículos mixtos directos y dos calzadas de servicio pacificadas para permitir conexiones de los giros derechos al oriente de la intersección como se ilustra a continuación:

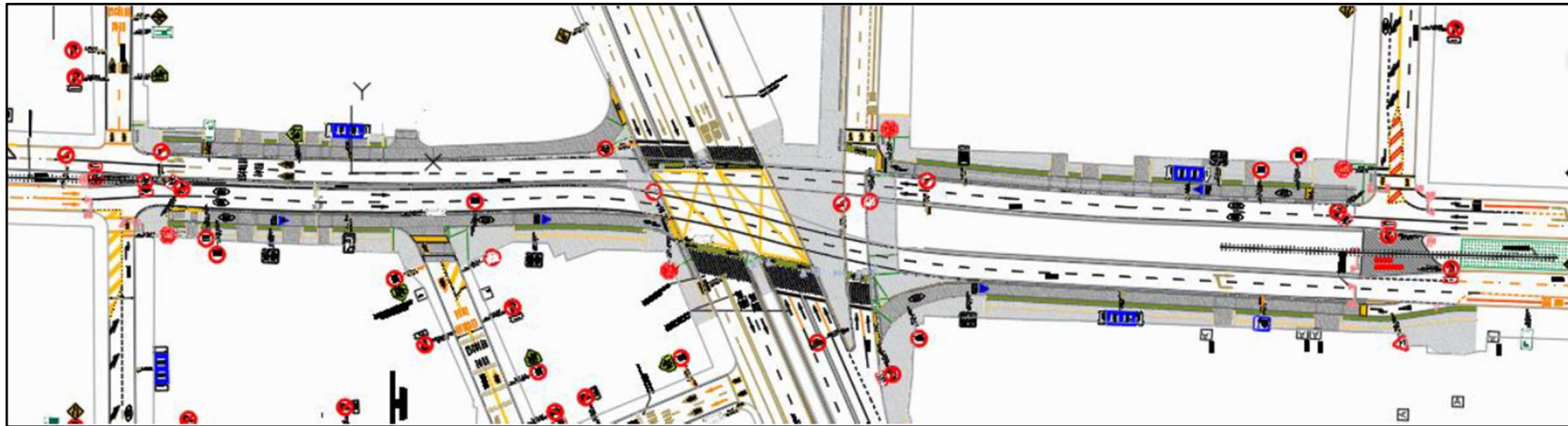


Figura 87. Esquema de la intersección Calle 72 x Av. Caracas.
Fuente: Adaptación figura 92 del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

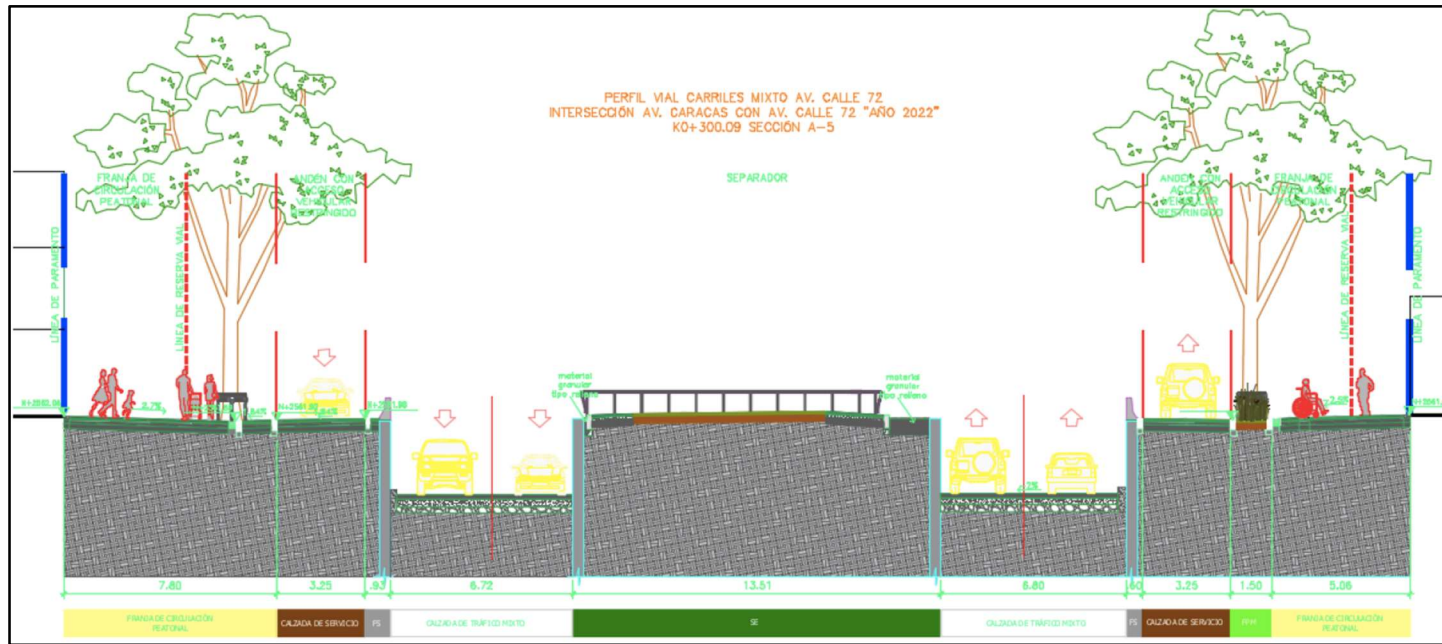


Figura 88. Sección transversal proyectada en la intersección Calle 72 x Av. Caracas.
Fuente: Adaptación figura 93 del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

Las modificaciones al tránsito vehicular que se desarrollan en la zona se describen a continuación:

- Se canalizan a través del deprimido sobre la Avenida Calle 72 los movimientos directos 3 y 4 en la Avenida Caracas por Avenida Calle 72 y por consiguiente se eliminan de la programación semafórica en esa intersección. Los movimientos directos sobre la Avenida Caracas, incluidos los del servicio troncal de Transmilenio, así como el movimiento desde la Avenida Caracas hacia la Carrera 15 y los movimientos peatonales continúan regulados mediante fases semafóricas.
- La construcción del deprimido restringe los giros a derecha 91, 92 y 94; este último entendido desde la Avenida Calle 72 hacia la Carrera 15. Los demás movimientos a derecha occidente-sur y oriente-norte (desde la Avenida Calle 72 hacia la Avenida Caracas) continúan restringidos, tal y como sucede en la situación base.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Para garantizar el acceso a los predios localizados en las inmediaciones del deprimido se habilitan calzadas de servicio en todos los costados de la intersección. Estas calzadas de servicio se diseñan desde el punto de vista geométrico y urbanístico como vías con trayectorias de incorporación de 5 km/h y una velocidad máxima de circulación sobre ellas de 20 km/h con el fin de desincentivar su uso como “conectantes” para los giros derechos en la intersección, lo cual implica que los movimientos 91, 92 y 94 de la Avenida Calle 72 por Avenida Caracas deben resolverse de manera indirecta a través de otras vialidades.
- El giro derecho 93 de la Avenida Calle 72 por Avenida Caracas, que actualmente se realiza de manera indirecta a través de la Carrera 14ª y Calle 71, se resuelve de la misma forma en la situación con proyecto.
- Por efecto de la implementación del deprimido es necesario restringir el paso peatonal y vehicular en las intersecciones de la Avenida Calle 72 por Carrera 13 y Carrera 17 conforme se indicó en el numeral 8.1.1. En este sentido, en la Avenida Calle 72 por Carrera 13 se restringen los movimientos 5, 7 y 10(3), mientras que en la Avenida Calle 72 por Carrera 17 se restringen los movimientos 2 y 6. Los demás movimientos de ambas intersecciones habilitados en la actualidad se mantienen en la situación con proyecto.

Ante las afectaciones obtenidas en las intersecciones mencionadas con respecto a los movimientos permitidos en la actualidad, se mencionan los desvíos y reorganizaciones desarrolladas en el estudio de tránsito aprobado:

5.5.1. Av. Caracas y Carrera 15 x Calle 72

Se deprimen los flujos de la Calle 72 brindando continuidad del transporte público. Se mantiene el semáforo sobre la Avenida Caracas para el paso seguro de peatones y ciclistas sobre la Calle 72. La solución determinada para suplir los movimientos obstruidos en la intersección se menciona a continuación:

- Se da continuidad a los flujos directos sobre la Calle 72 a través del deprimido, mientras que los flujos vehiculares del BRT y de los mixtos sobre la Avenida Caracas se mantienen a nivel con control semaforico, manteniendo la conexión directa desde la Avenida Caracas hacia la Carrera 15.
- En cada costado de la Calle 72 se generan calzadas de servicio para garantizar el acceso a predios de residentes y establecimientos de comercio (sin estacionamiento ni operaciones logísticas permitidas).
- El giro 93 se realizará tomando la Carrera 14A desde la Calle 72, continuando por la Calle 71 hasta la Avenida Caracas. Por otro lado, es posible tomar desde la Calle 72 la Carrera 19 y continuar por la Calle 71, finalizando en la Avenida Caracas
- El giro 94 se encuentra habilitado en la situación con proyecto desde la Calle 72 la Carrera 13 y la Calle 73 para continuar hacia la Avenida Carrera 15 o la Avenida Caracas al norte, habilitando para ello el giro izquierdo 6 en el semáforo de la Carrera 13 con Calle 73.
- El giro 91 se podrá redistribuir al tomar desde la Avenida Caracas la Calle 73 o la Calle 72A para continuar hacia la Carrera 20B y conectar finalmente con la Avenida Calle 72.
- El giro 92 se podrá tomar desde la Av. Caracas girando en la Calle 70A o la Calle 72A para continuar hacia la Carrera 12 y conectar finalmente con la Avenida Calle 72.

5.5.2. Calle 72 x Carrera 13

Se cierra el paso vehicular sobre la Carrera 13 y se coloca una malla peatonal con el fin de restringir el paso sobre el deprimido y conducir a los peatones al paso seguro más cercano según su trayectoria. Se incluyen calzadas de servicio para el acceso a predios, en esta calzada de servicio circularán las bicicletas de manera priorizada, razón por la cual la señalización y el urbanismo buscan velocidades máximas de 20 km/h y los giros de incorporación están restringidos a 5 km/h. En el punto la Carrera 13 con Calle 72 los ciclistas salen de la calzada de servicio y se incorporan a la calzada mixta, razón por la cual se consideró adecuado que no se tiene paso peatonal en este punto a fin de no generar conflicto. Se mantiene la intersección semaforizada al costado norte de la intersección, para garantizar el paso seguro de los peatones que circulan en sentido oriente – occidente, por el costado norte de la Calle 72. Esta intersección controlará los flujos 9(1), 4 y 9(4), que debido a los volúmenes esperados con la operación del proyecto requieren este control para operar con seguridad. Así mismo, se regula el movimiento 9(1) a un carril. La solución determinada para suplir los movimientos obstruidos en la intersección se menciona a continuación:

- Los giros 7 y 10(3) dependen del origen y destino de los vehículos, por lo cual se obtuvieron las siguientes opciones de redistribución (a. Av. Caracas - Carrera 15, Calle 74 - Carrera 13, b. Calle 69 - Av. Caracas - Carrera 15 - Calle 74 - Carrera 13 y c. Av. Calle 72 - Carrera 11- Calle 71A - Av. Caracas:



Fuente: Adaptación del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

- El giro 5 se elimina y los vehículos tendrán que tomar la Calle 74 o la Calle 75 para luego conectar con la Avenida Carrera 11.

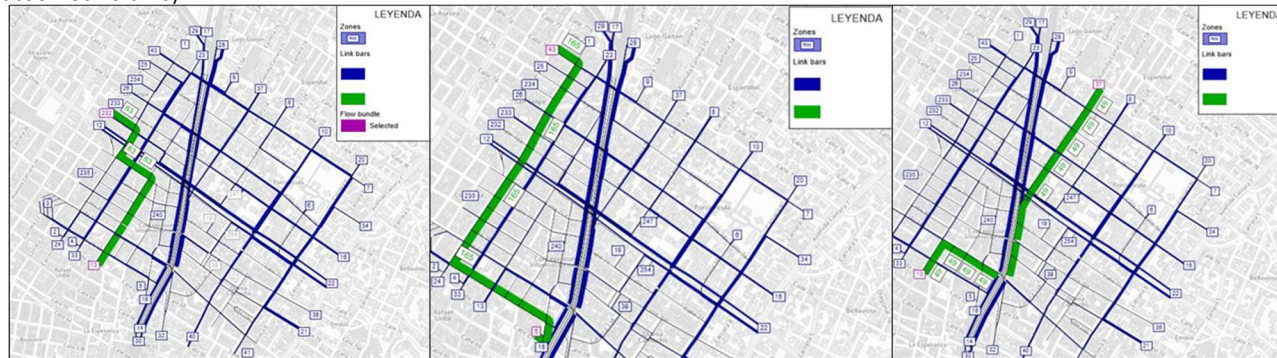
5.5.3. Calle 72 x Carrera 17

Se cierra el paso vehicular sobre la Carrera 17 y se coloca una malla peatonal con el fin de restringir el paso sobre el deprimido, conduciendo a los peatones a un paso seguro según su trayectoria. Se incluyen calzadas de servicio para el acceso a predios, en esta calzada de servicio circularán las bicicletas de manera priorizada. En la Carrera 17 con Calle 72 los ciclistas salen de la calzada de servicio y se incorporan a la calzada mixta. Los vehículos que se incorporan a la Calle 72 desde la Carrera 17 lo realizará a flujo libre. La solución determinada para suplir los movimientos obstruidos en la intersección se menciona a continuación:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

- Para suplir el movimiento 2 el micromodelo genera tres opciones de redistribución (a. Carrera 17 - Calle 71A - Carrera 20, b. Carrera 20 al norte y c. Calle 69 - Av. Caracas - Carrera 15):



Fuente: Adaptación del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

- El giro 6 se podrá realizar al tomar la Calle 71A hasta la Carrera 20 C finalizando en la Calle 72. Con respecto a la conectividad de ciclistas, se propone la implementación de bicarriles unidireccionales a nivel en las calzadas norte y sur la Calle Calle 72, con sectores compartidos con peatones.

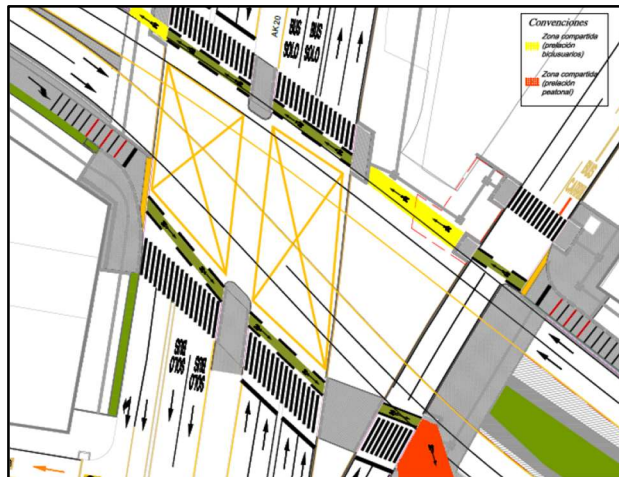


Figura 89. Sección transversal proyectada en la intersección Calle 72 x Av. Caracas.
Fuente: Adaptación figura 93 del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

Teniendo en cuenta el cierre de las Carreras 13 y 17 a la altura de la Calle 72, las rutas de SITP que transitan por la zona son desviadas por las Carreras 11 y 20C, así mismo los paraderos serán reubicados según la necesidad. Las rutas duales que transitan sobre la Calle 72 no tendrán ajuste alguno.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF



Figura 90. Sección transversal proyectada en la intersección Calle 72 x Av. Caracas.
Fuente: Adaptación figura 93 del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

Dadas las intervenciones proyectadas, las rutas de transporte intermunicipal entre Bogotá y La Calera, Guasca y Guatavita se verán afectadas con el cierre de la Carrera 13, por lo cual proponen cambios en los paraderos y recorridos de dichas rutas, ajustando su retorno a la Carrera 11 con Calle 72.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

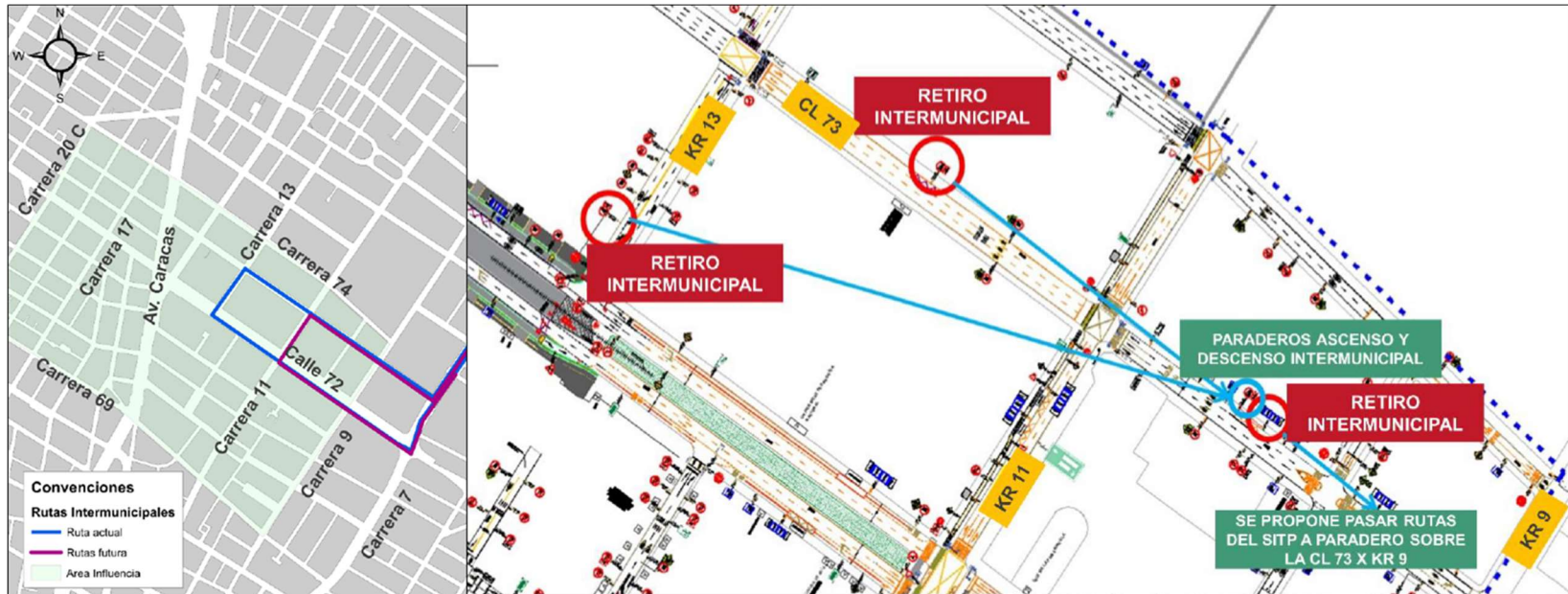


Figura 91. Ajuste en recorrido y paraderos de las rutas intermunicipales.
Fuente: Adaptación figuras 115 y 116 del informe L1T1-2430-541-CON-ED-TRN-IN-0001.

5.6. Adecuación al Sistema de Transmilenio de la Troncal Av. Carrera 68

El estudio aprobado por la SDM para el proyecto Troncal Av. Carrera 68 tiene como finalidad incorporar el sistema BRT entre la Carrera 7 y la Autopista Sur, conformando una extensión aproximada de 16,9 Km, pasando por la Calle 72 (zona de análisis para la L2MB). Su localización se observa a continuación:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

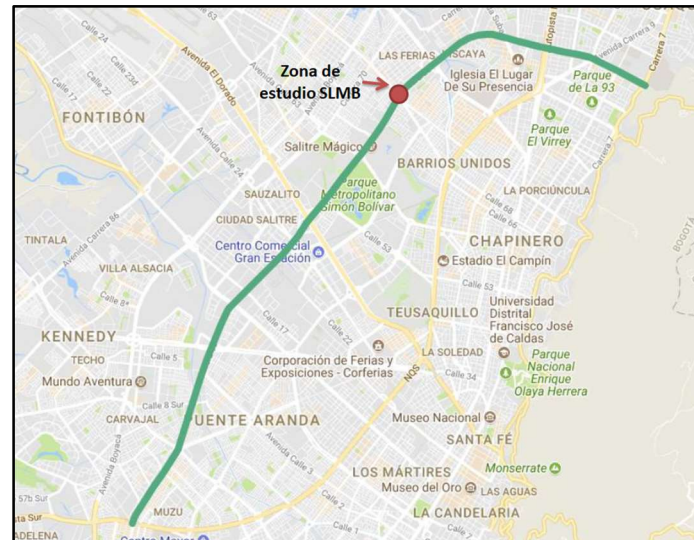


Figura 92. Localización Troncal Av. Carrera 68 y Calle 72.

Fuente: Adaptación figura 1 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

La sección transversal diseñada comprende una doble calzada de tres carriles de 3,25 m para el tránsito de vehículos mixtos, 1 o 2 carriles para BRT (según condiciones del sector) de 3,5 m o 4,0 m en puentes y deprimidos, conectantes de 5,5 m y carriles de aceleración y desaceleración (según diseño) de 3,5 m.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

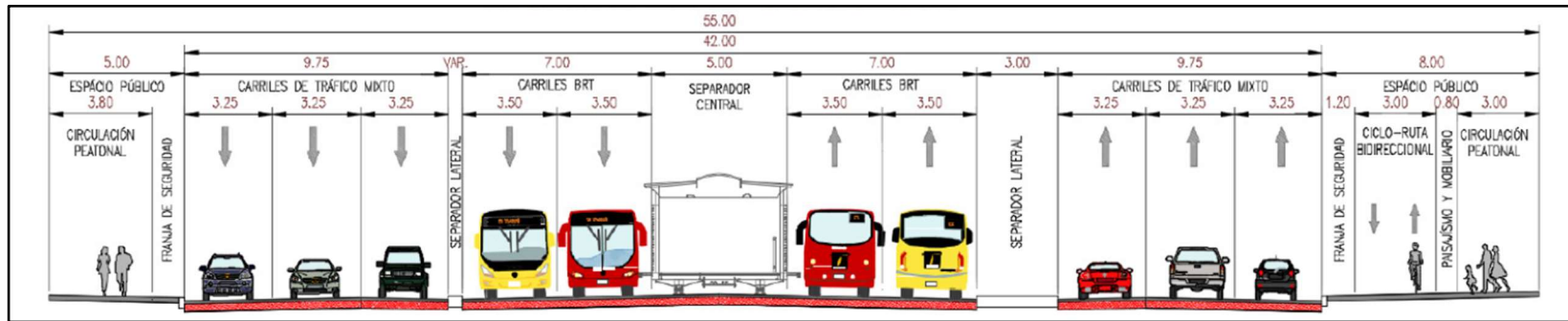


Figura 93. Sección con proyecto en estaciones e intersecciones semaforizadas.
Fuente: Adaptación figura 2 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

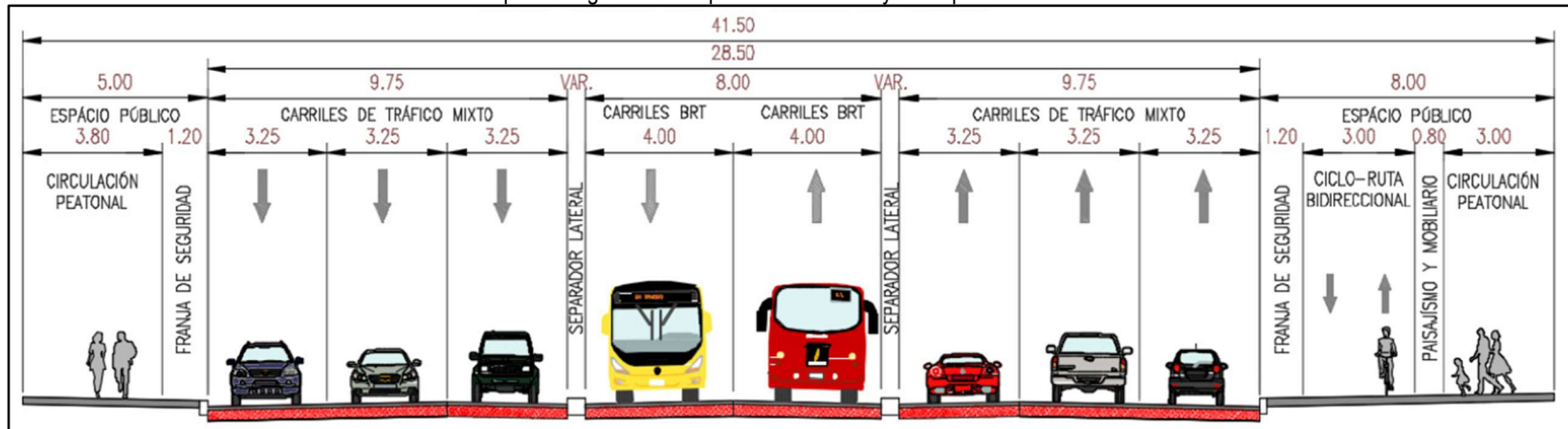


Figura 94. Sección con proyecto sin separador central.
Fuente: Adaptación figura 5 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

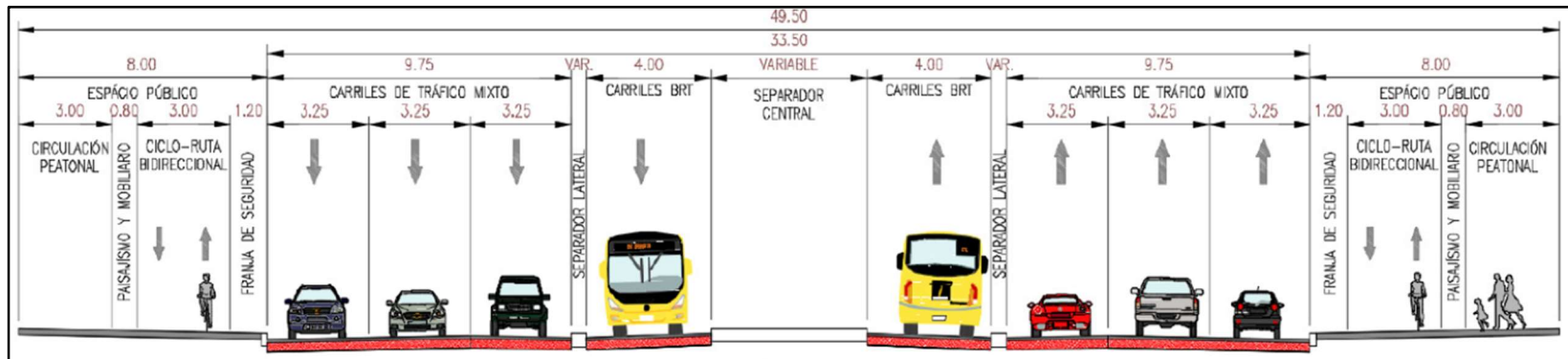


Figura 95. Sección con proyecto con separador central.

Fuente: Adaptación figura 14 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

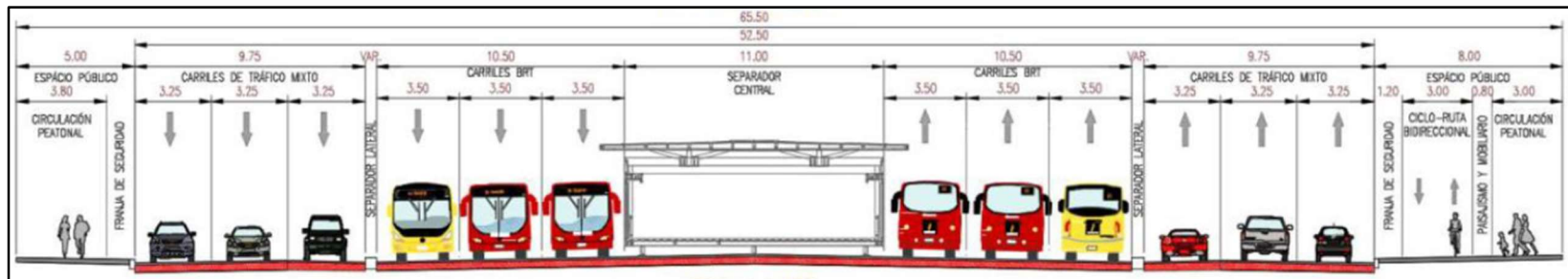


Figura 96. Sección con proyecto en estación T4 Dentada.

Fuente: Adaptación figura 4 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

Cerca al área de análisis de la L2MB se encuentran localizadas las siguientes estaciones:

Tabla 12. Localización de estaciones de Transmilenio sobre la Av. Carrera 68 entre Calle 63 y Av. Calle 80

Estación No.	Tipología	Nombre Estación	Entrada Sur	Entrada Norte
--------------	-----------	-----------------	-------------	---------------

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

12	T3	Simón Bolívar	Salitre	Coldeporte
13	T3	Calle 66	Calle 64C	Calle 66
14	T2	Calle 72	Calle 68B	Av. Calle 72
15	T2	Calle 80	Calle 78	Calle 80

Fuente: Adaptación del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

Las dos tipologías de estaciones que se proyectan entre la Calle 63 y la Av. Calle 80 se ilustran a continuación:

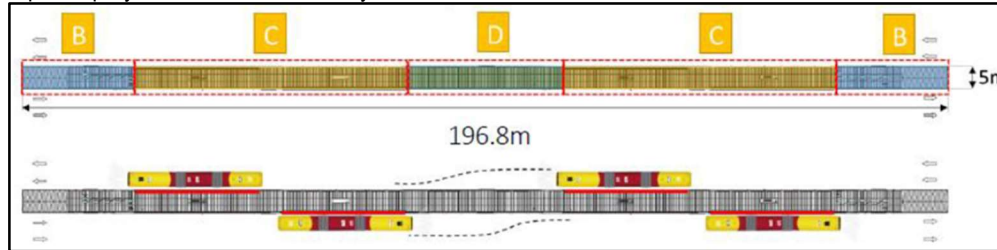


Figura 97. Configuración estación T2.

Fuente: Adaptación del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

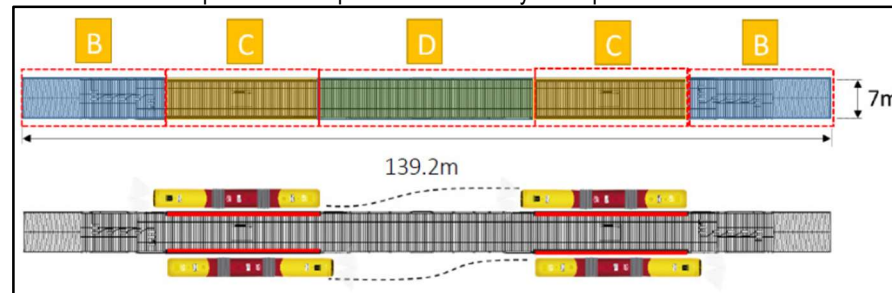


Figura 98. Configuración estación T3.

Fuente: Adaptación del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

De acuerdo con la descripción de intersecciones a desnivel del corredor las intersecciones de la Calle 63, Calle 72 y Calle 80 no se modifican con proyecto. En cuanto a las intersecciones semaforizadas se identifica que la Calle 66 no sufre modificación alguna, se incluye una nueva intersección semaforizada peatonal para brindar acceso

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

a estación a la altura de la Calle 67D Bis (mov. 1, 2, 21, 22, 721 y 722) y se modifica la intersección de la Calle 78, eliminando los movimientos 5 (10(1)) y 6 (10(2)) para incorporar el paso peatonal que da acceso a estación (mov. 21, 22, 721 y 722).

Como solución o redistribución de los movimientos eliminados se proponen los siguientes desvíos:

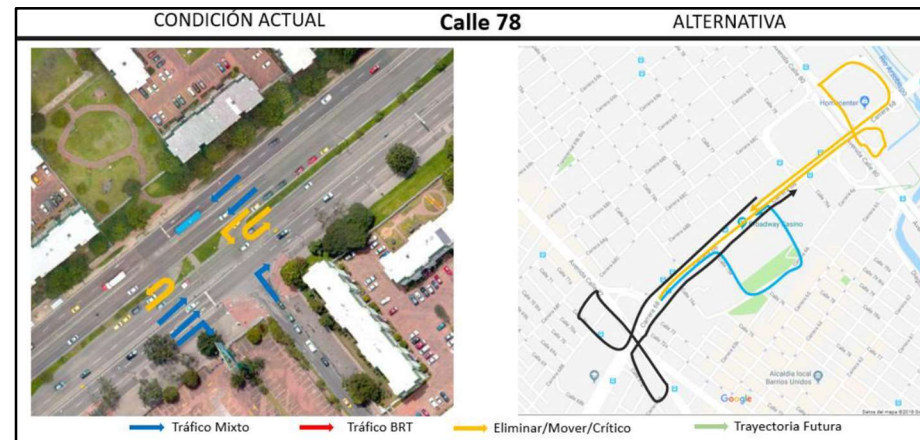


Figura 99. Propuesta de solución a movimientos restringidos en la Calle 78 con Carrera 68.
Fuente: Adaptación de la figura 56 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

En cuanto a la infraestructura de ciclistas se menciona que el proyecto cuenta con el diseño de cicloruta bidireccional al costado occidental de la Carrera 68 entre Calle 80 y Carrera 7 con ancho efectivo de 2,6 m y 13,6 Km de infraestructura nueva al costado oriental de la troncal. Para permitir el intercambio de calzada a los ciclistas, se han diseñado pasos en “O” en intersecciones semaforizadas, pasos a desnivel (puentes) y pompeyanos en ramales.

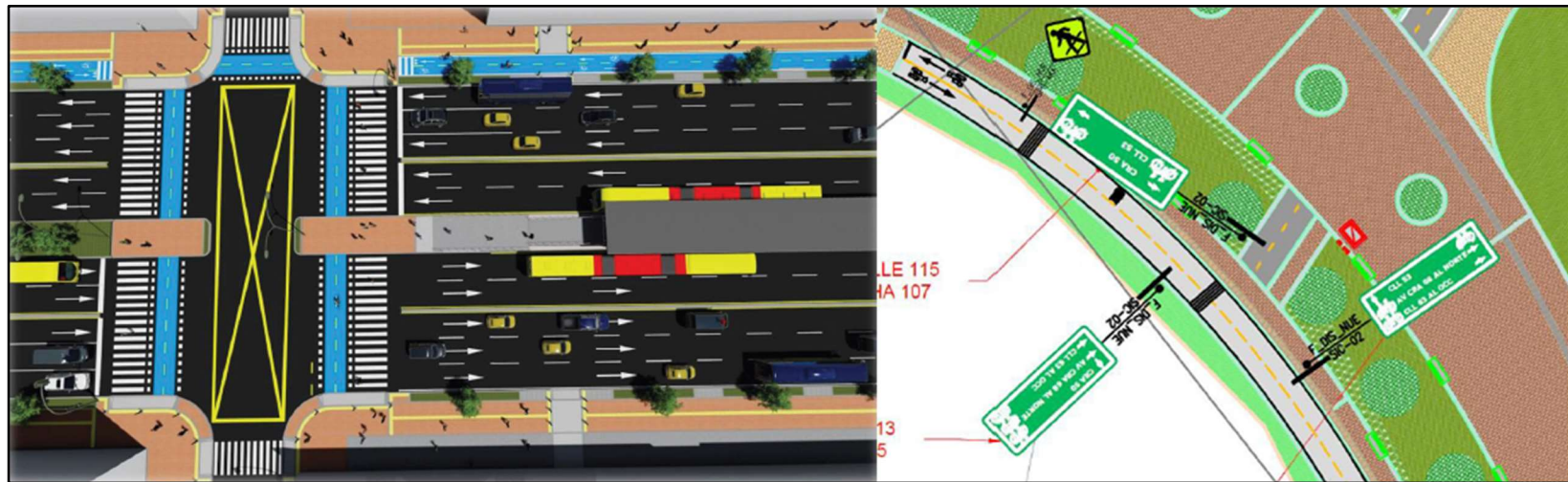


Figura 100. Propuesta pasos peatonales y biciusuarios.

Fuente: Adaptación de las figuras 76 y 89 del capítulo 5.3 Tránsito y Transporte Troncal Carrera 68.

De acuerdo al diseño planteado de cicloparqueaderos para la Troncal Av. Carrera 68, la única estación con cicloparqueaderos cercana a la zona de análisis es la Estación Calle 80. Por otro lado, se identifican puentes peatonales a la altura de las estaciones Simón Bolívar y Calle 80. En la Calle 72 se menciona la instalación de una rampa peatonal.

5.7. Avenida Longitudinal de Occidente

De acuerdo con la información obtenida del repositorio institucional del IDU, en el año 2017 adjudicaron el contrato No. 1475 de 2017, el cual tenía como finalidad desarrollar los estudios y diseños a nivel de factibilidad de la Av. Longitudinal de Occidente, la cual busca permitir una comunicación entre el norte y sur de la ciudad.

Según lo descrito en el POT de Bogotá, Decreto 190 de 2004, el perfil vial a diseñar a implementar será V0b, siendo un perfil vial arterial regional de 100 m de ancho que incluya la construcción de ciclorruta y espacio público, como se ilustra a continuación:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

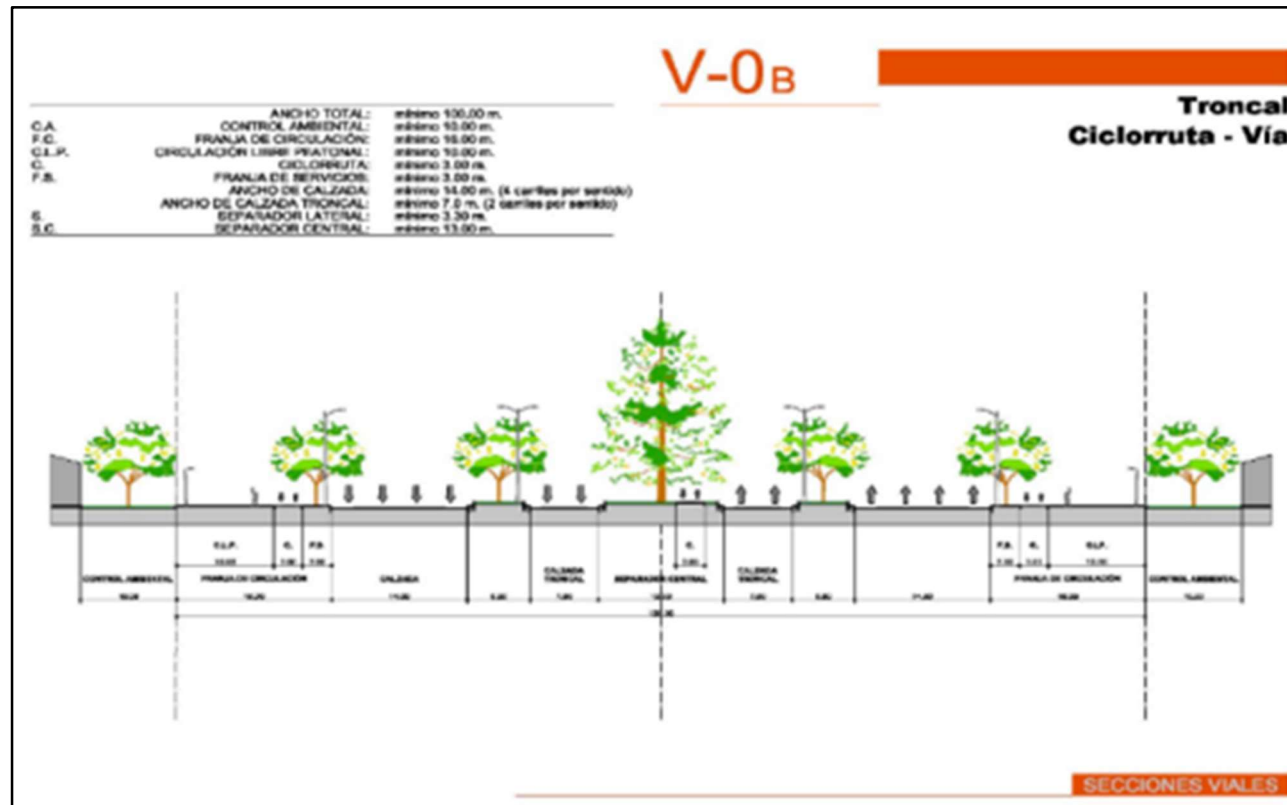


Figura 101. Perfil vial V0B Av. Longitudinal de Occidente.
Fuente: Decreto 190 de 2004 (POT).

Acorde a la información presentada en los estudios y diseños de factibilidad, la Av. ALO se compone de aproximadamente 21,5 km entre el límite con el Río Bogotá y la Calle 153. De acuerdo a la alternativa definida para el proyecto la sección transversal se compone por dos calzadas principales por sentido, con separador central de 13 m de ancho, el cual puede variar entre 5 m (en estaciones) y 7 m (en retornos operacionales). Cada calzada cuenta a su vez con una calzada compuesta por uno o dos

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

carriles de BRT (calzada independiente) de 3,5 m, separador entre BRT y autopista entre 0,5 m y 1,5 m, calzada de autopista urbana de dos carriles de 3,5 m, berma interna de 0,5m y berma externa de 1,6 m; además cuenta con una calzada mixta no paga de dos carriles de 3,25 m con separador entre calzadas que oscila entre 1m y 7,40 m. Por otra parte, el espacio público cuenta con una sección de 12 m de andén y 4 m de ciclorruta.

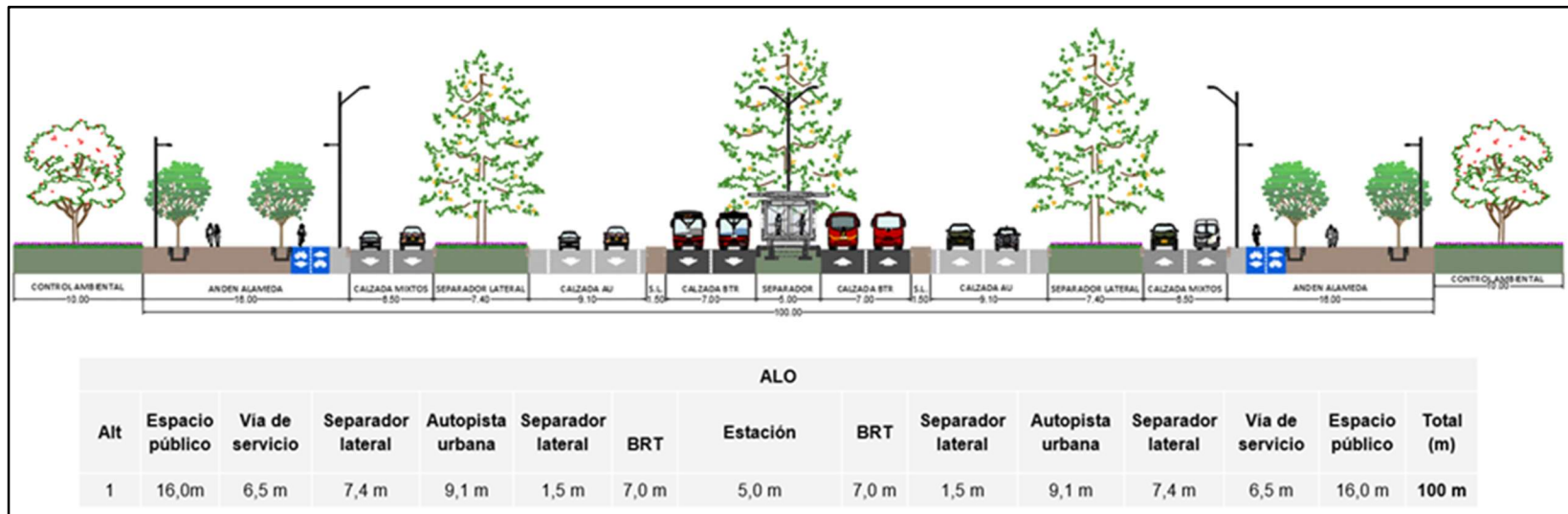


Figura 102. Sección transversal de la Av. Longitudinal de Occidente - etapa de factibilidad.

Fuente: Informe DTALO-EYD-INF-CAP3-SEÑA-RB.

En la zona de análisis del proyecto de la L2MB, el estudio proyecta las estaciones Calle 128 (T1), Calle 132 (T1) y Av. Suba (T3).

Cabe aclarar que el proyecto descrito no se encuentra en desarrollo, sin embargo, desde la planeación proyectada para la ciudad en términos de infraestructura, es una información relevante a contemplar durante la elaboración del Estudio de Movilidad.

6. METODOLOGÍA

Como se menciona al inicio de este documento, la debida diligencia se refiere a la recopilación y análisis de la información secundaria disponible y recibida, y un análisis del modelo de transporte proporcionado por la Secretaría Distrital de Movilidad para los efectos del Estudio de Demanda (última versión del modelo) y la utilidad que esto tendrá para el estudio de factibilidad de la demanda de la Línea 2 de Metro de Bogotá (L2MB), para lograr este objetivo se establece la siguiente metodología:

6.1. Proceso de Modelación

El proceso del modelo de transporte tiene 3 grandes componentes, como se muestra en la siguiente figura.

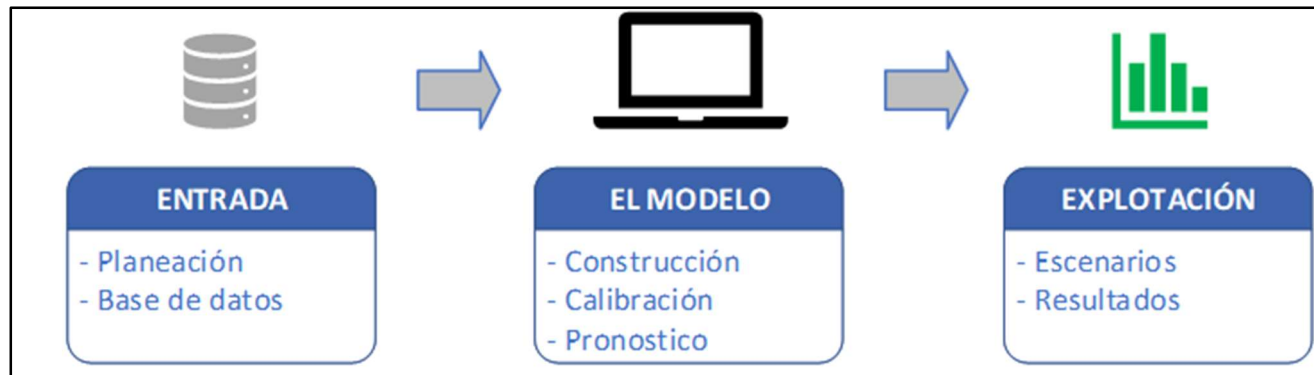


Figura 32. El proceso de modelación

Fuente: Elaboración propia

- Entrada de datos. Aquí el componente principal es la calidad de los datos que se utilizó como insumo. Si los datos son de mala calidad, los resultados serán de mala calidad, o lo que es lo mismo ENTRE BASURA Y SALE BASURA;

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- El modelo. Con los datos, se construye el modelo de transporte y se hace la calibración y validación, para un año base. Luego se pronostica la demanda;
- Explotación. Es la fase de explotación del modelo y el valor real del mismo, pues permitirá plantear escenarios futuros y conocer cuantitativamente los impactos de algún proyecto de interés.

6.2. Fuerza de Tarea

La fuerza de tarea involucra 3 componentes, y se muestra en la siguiente figura.

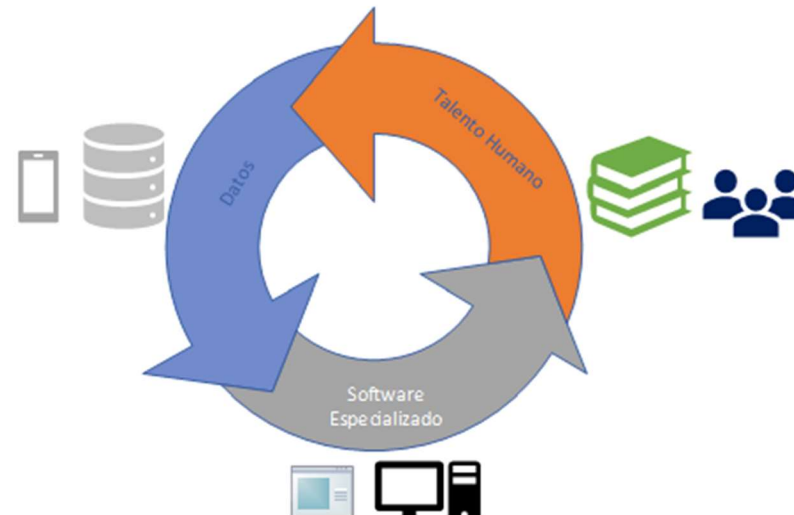


Figura 33. Fuerza de tarea del proceso de modelación

Fuente: Elaboración propia

- Datos: Aplicación de Ciencia de los Datos al transporte, implica el uso de conocimientos de matemáticas y estadísticas, ciencias de la computación e ingeniería de transporte (conocimiento del negocio), es muy importante al momento de hacer gestión del flujo, limpieza y tratamiento de los datos. Como por ejemplo en

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

la actualidad se generan grandes volúmenes de datos que para gestionarlos se requieren utilizar herramientas como geo-estadística, gestores de base de datos y visualizadores, en un solo ambiente para su análisis. ver figura.



Figura 34. Ciencia de los datos

Fuente: Varios

- Software Especializado: En macro modelación de transporte, como EMME, TransCAD, PTV VISUM, CUBE, AISUM, etc., Para gestión de datos software libres como R, python, QGIS, PowerBI, Transact-SQL, Ngene (pago), Biogeme entre otros.
- Talento humano: Multidisciplinario, como ingenieros de transportes, ingenieros en ciencia de los datos, planificadores, economistas entre otros.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

6.3. Proceso de revisión

Considerando los puntos anteriores, se aplicarán la debida diligencia sobre modelo de transporte y la recopilación de datos secundarios para la fase de estudio de factibilidad de la L2MB, el procedimiento será como sigue:

- Resumen del contenido en análisis, en la cual se referencia el documento o banco de datos del modelo;
- Análisis y comentarios estarán dentro del recuadro.

Para nuestro análisis consideraremos los siguientes aspectos:

6.3.1. El modelo de transporte del estudio de prefactibilidad de la L2MB

El modelo entregado por parte de la SDM corresponde a la última versión del modelo de transporte, el cual tiene algunas mejoras con respecto al modelo de la L2MB.

Aquí revisaremos en base a dos aspectos:

- Información documentada respecto al proceso de construcción del modelo de transporte utilizado. Como los manuales de construcción, calibración y operación. Estos manuales ayudan una transferencia de conocimiento de parte de los desarrolladores hacia los usuarios finales y su posterior actualización y mantenimiento y apropiación de la herramienta.
- El modelo de transporte en formato nativo en EMME recibida; Se realizará una revisión respecto a la secuencia del proceso de 4 etapa, el uso de los parámetros definidos en procesos previos y en particular las características de la representatividad en el modelo del proyecto L2MB,

6.3.2. Información secundaria para estudio de factibilidad de la L2MB

Basado en las revisiones previas, se complementará con lo siguiente:

- Información documentada para el modelo de transporte de la fase de factibilidad de la L2MB. Se analizará información de fuentes secundarias que permitan actualizar el modelo de transporte, como los nuevos vectores de población actualizada y las diferentes visiones de ciudad y escenarios futuros a desarrollar;
- Actualización del modelo de transporte de acuerdo con los hallazgos y que se pueda realizar dentro del alcance y plazos del estudio.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

7. ACLARACIÓN DE CONCEPTOS

Aquí se coloca algunas aclaraciones conceptuales

7.1. Generación de viajes y viajes generados

En los documentos relacionados a la modelación de transporte, se utiliza el concepto de “viajes generados” o “generación de viajes” de manera indistinta y estos se presta a confusión para el lector especializado, debido a que son conceptos muy distintos.

- El concepto de generación de viajes corresponde a la primera etapa de un modelo de cuatro etapas, que considera la producción de viajes y la atracción de viajes;
- En la literatura especializada, se utiliza el concepto de generación de viajes para describir la producción de viajes, como tasas de generación de viajes, etc. allí radica la confusión.
- Respecto al concepto de generación de viajes, se debe hacer la aclaración en todos los documentos, que se refiere a la producción de viajes o viajes basados en hogar de ida, etc.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Respecto al concepto de “viajes generados” se debe evitar su uso debido a la literatura especializada estas se confunden con los viajes inducidos que en muchos casos también se le denomina “viajes generados”, cuya definición se describe:

Demanda inducida. Demanda de viajes generada por aumento de capacidad o disminución de precio o costo generalizado. La demanda inducida puede representar viajes que se han realizado a otros destinos, por otros modos y rutas, y/o en otros momentos, ahora se refleja en una nueva opción de viaje en respuesta a la mejora del desempeño local, así como a representar nuevas (latentes) demanda en la red. La nueva demanda puede asociarse con factores sociodemográficos de crecimiento o simplemente puede ser una demanda que fue suprimida por los costos de viaje anteriores. De acuerdo con (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018), en su página 221 muestra una figura con los diferentes tipos de volumen de tránsito (viajes), en la cual el concepto de tránsito (viajes) generados tiene otro significado.

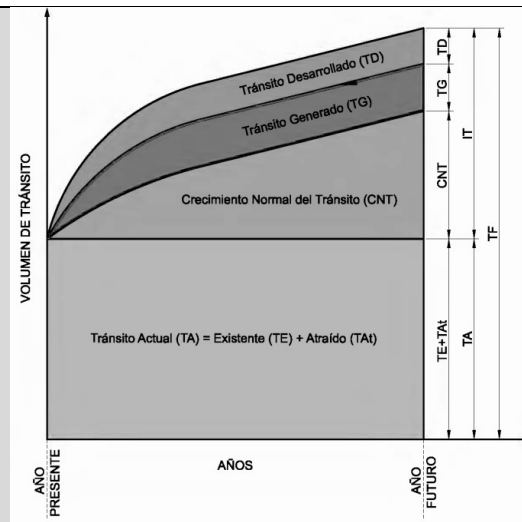


Figura 35. Crecimiento del volumen de tránsito

El lector interesado puede obtener más información en la bibliografía de referencia.

7.2. Área de Influencia

El área de influencia es lo primero que se debe definir antes de realizar la recopilación de datos y el construir el modelo de transporte. El área de influencia para las encuestas cubre toda la zona que funcionalmente están relacionados por las actividades diarias y por lo tanto la movilidad de sus habitantes. Por lo general superan las limitaciones políticas establecidas y debe considerar las posibles zonas de crecimiento de las ciudades. En muchos casos esa delimitación funcional, se debe complementar con una línea imaginaria denominada “*Línea de Cordón Externo*”, que viene a ser un conjunto de puntos de entradas y salidas del área de influencia. Esta explicación es importante para la correcta lectura de los resultados, en la siguiente figura, se muestra un ejemplo.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

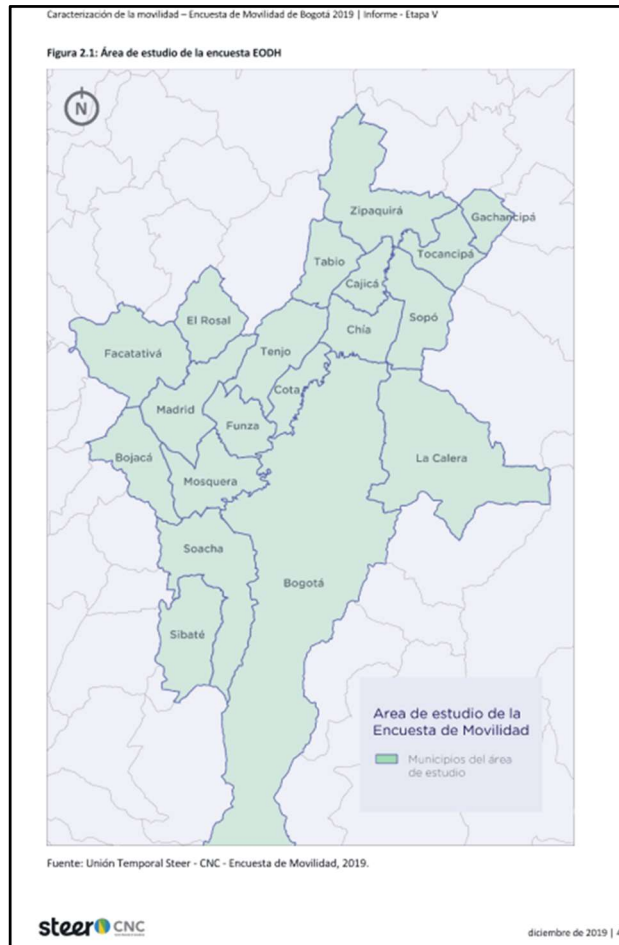


Figura 36. Área de influencia (ejemplo)
Fuente: Elaboración propia

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

7.3. Zonas de Análisis de Transporte

En términos generales se puede decir que el área de estudio debería cubrir todos los lugares, donde se producen o se atraen los viajes que utilizan el sistema de transporte que se desea analizar. Aunque en transporte urbano el área de estudio está normalmente asociada con los límites espaciales de la ciudad, muchas veces es necesario considerar las influencias externas (por ejemplo, transporte interurbano de pasajeros y de carga). El modelo explica (o trata de explicar) la operación del sistema de transporte dentro del área de estudio -cuyo perímetro físico está definido por un cordón externo- y las influencias externas deben ser tratadas como datos exógenos del problema, que el modelo debe considerar, pero que no puede explicar.

7.4. Configuración de Zonas de Análisis de Transporte

Definido el contexto espacial, el área de influencia se divide en zonas más pequeñas, que constituirán en adelante la unidad básica del análisis de transporte. La primera característica deseable de las zonas es su homogeneidad en términos de utilización de suelos y de características socioeconómicas de la población, dado que éstas son dos variables fundamentales para explicar la demanda de viajes. La definición geográfica de las zonas debe respetar las divisiones administrativas y políticas de la ciudad, sobre todo, las divisiones geográficas del Censo de Población que el Estado realiza periódicamente. De esta manera será posible obtener con facilidad ciertos datos básicos de entrada para el análisis de transporte, tales como el número de hogares por zona estratificados por ingreso, posesión de automóvil, tamaño familiar, etc. Además, en torno al Censo de Población suelen desarrollarse estudios de proyección de sus datos, información también útil para el análisis de transporte.

El número de zonas es otra definición delicada. A mayor número de zonas, el análisis de transporte es más preciso y detallado, pero también son mayores los requerimientos del modelo y de la información necesaria. Por otro lado, un número demasiado pequeño de zonas podría conducir a análisis demasiado agregados, reñidos con los objetivos de un estudio de transporte. Por ejemplo, un número demasiado reducido de zonas resultará en áreas zonales muy grandes (difícilmente homogéneas) lo que a su vez redundará en un gran número de viajes intrazonales, dado que la unidad de análisis básico es la zona, los modelos de asignación no pueden tratar tales viajes, y el análisis completo pierde credibilidad.

La cantidad de zonas ideal sería que cada hogar lo sea, lo que resultaría poco práctico, luego sería cada manzana lo que resultaría un poco más razonable pero aún requiere muchos datos. Entonces, el criterio lo que utilizamos en la modelación es el espacio que razonablemente una persona puede caminar, es de 4 cuadras o 400 metros a la redonda¹ que sería el tamaño recomendado de una zona de tránsito.

¹ Es decir, si suponemos un “centro” en la zona de tránsito, sería un radio de 4 cuadras o 400 metros o lo que pueda cubrir los polígonos de las manzanas de manera razonable.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Es recomendable que las zonas distinguan adecuadamente aquellas zonas singulares de la ciudad. Ello se justifica porque normalmente no poseen un comportamiento de viajes similar al de otras zonas preferentemente residenciales, comerciales o industriales. A base de la experiencia adquirida en el desarrollo de diversos estudios de transporte, es aconsejable identificar como una zona independiente a las siguientes singularidades:

- Estación de metro o sistemas tipo BRT o sistema similar con paraderos definidos.
- Cuarteles,
- Cerros,
- Lugares de espectáculos masivos como estadios deportivos, teatros, etc.
- Campus de Universidades,
- Grandes centros comerciales/mercados.
- Grandes hospitales,
- El Aeropuerto,
- El Puerto,
- Parques industriales;
- Cementerio y otros sectores que el analista estime pertinente;
- Cualquier otra área que amerita ser tratado de manera particular.

La ventaja de ello radica en que las zonas resultantes son homogéneas en términos de su uso de suelos y en términos de los viajes producidos y atraídos. Su tratamiento no es diferente al de otras zonas, con la salvedad de que en éstas no es necesario que existan hogares, y para estimar la cantidad de viajes en muchos casos se requerirá de estudios específicos de producción – atracción de viajes.

7.5. Tipos de Zonas de Análisis de Transporte

Existen los siguientes tipos de Zonas de Análisis de Transporte:

- **zonas internas.** Son Zonas de Análisis de Transporte que están dentro de la línea del cordón externo, estas zonas son las que razonablemente consideramos están interactuando en sus actividades;
- **zonas externas.** Son aquellas que están fuera de la línea cordón externo, pero que interactúan con el área de influencia de manera menos frecuente, desde el punto de vista de los viajeros. Estos se consideran ciudades vecinas, aeropuerto o puerto².

² Se debe diferenciar entre viajeros y acompañantes, y los que trabajan en sus instalaciones.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

7.6. Cartografía de Referencia Base

Las Zonas de Análisis de Transporte son áreas que tienen una composición homogénea desde un punto de vista comportamiento de la movilidad. Con el apoyo de software de sistema de información geográfica, se debe asegurar que las Zonas de Análisis de Transporte desarrollados sean homologables con una cartografía de los datos espaciales generados por alguna institución pública oficial como la que genera la de institución a cargo de los Censos (DANE), porque será necesario asegurar que los datos de población y hogares y demás que genere sean agregadas a nivel de Zonas de Análisis de Transporte de transporte para su utilización con el menor error posible.

La base de la configuración de las Zonas de Análisis de Transporte, deben ser la cartografía elaborada por la institución de estadísticas (DANE), debido a que los datos de Los Censos de Población y Vivienda, Nivel Socio económico (estratos) que son base para desarrollar todo el modelo de demanda en el modelo están en base con fuente de información del DANE y debe ser **preferida** a cualquier otra fuente de cartografía, si fuera necesaria la cartografía externa debe ser homologada a la del DANE.

7.7. Línea Cortina

Una línea cortina se determina a partir de identificar una barrera física, como en río que divide la zona de estudio en dos o más partes. Por ejemplo, algún río que es una barrera física que se puede cruzar solamente por los puentes. También pueden ser zonas en la cual es posible identificar líneas imaginarias que pueden dividir una gran área en algo más pequeñas utilizando estas líneas. Entonces, se recopilan datos de vehículos y de pasajeros que cruzan sobre dichas líneas y al sumarse tenemos la cantidad de vehículos que cruzan de un lado a otro y la cantidad de pasajeros permiten validar posteriormente información de viajes.

7.8. Línea Cordón Externo

Línea de Cordón Externo son puntos de entrada y salida del área de influencia hacia o desde otras ciudades y se hacen recopilación de datos en dichos puntos, para cuantificar la cantidad de viajes que entran, salen o cruzan.

El área que queda dentro de la línea de cordón externo, se les denomina zonas internas y aquellas que quedan fuera de dicha línea zonas externas. En la siguiente figura, se resumen los conceptos previamente descritos.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

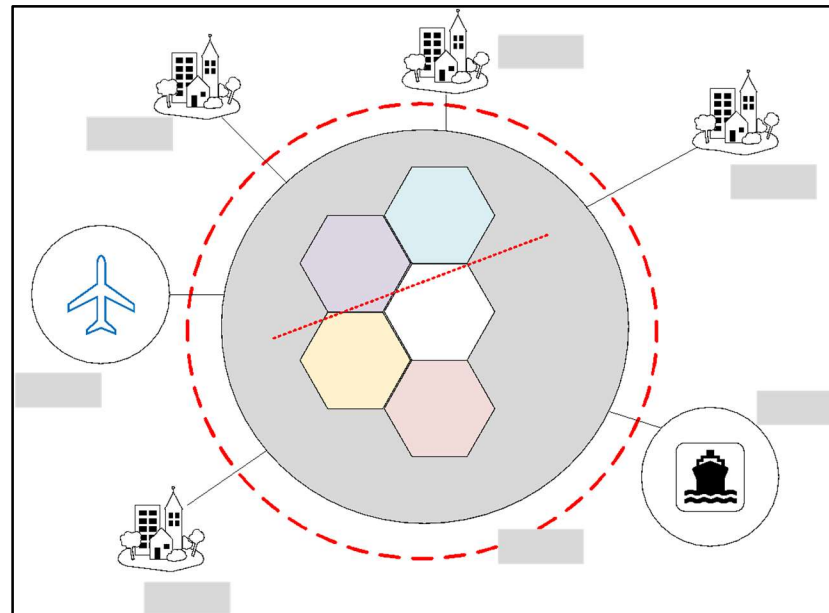


Figura 37. zonas internas, externas y líneas importantes

Fuente: Elaboración propia

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: En los diferentes documentos revisados, no se identifica la denominación de líneas cortina o línea de cordón externo. Por ejemplo, las encuestas en las entradas/salida del área de estudio y tampoco del Aeropuerto Internacional "El Dorado", más análisis se verán más adelante.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

8. REVISIÓN DE INFORMACIÓN

A continuación se hace una revisión de la información recibida.

8.1. Estimación del Modelo COVID-19 de FET

El documento recibido “FET. Factores demanda por UTAM.xlsx” y Método FET-TM 26-05-21.pptx”, que brevemente se resumen a continuación. Se plantean modelos de demanda que relacionan validaciones y otras variables como desempleo, precio de la gasolina y tarifa tanto para las rutas troncales y zonales; modelo de probabilidad de trabajo/estudio desde casa con varias variables para la situación Pre-covid, Actual y Post-Covid.

Al respecto, hacemos los siguientes comentarios.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: La pandemia de COVID-19 afectó a toda la humanidad, el impacto relacionado a la movilidad sufrió dichas consecuencias, pero de diferentes maneras de acuerdo con las medidas de prevención decididas por los gobiernos.

- En el caso específico de Colombia. La causa de la reducción de la movilidad en las ciudades fue consecuencia de las decisiones de cerrar algunas actividades económicas de parte del gobierno local y nacional para prevenir el contagio debido a que no había suficiente capacidad hospitalaria para la atención de los afectados. Entonces, considerando el concepto causa-efecto, sería que los **[viajes durante del COVID-19] = función (decisiones del gobierno)**, no identificamos otra variable. Esto significa que si el gobierno central o local, levanta dichas restricciones a las actividades económicas, los viajes deben probablemente recuperar su situación pre-COVID.
- La consecuencia del cierre de algunas actividades económicas durante varios meses ha producido cierres o reconversión de dichas actividades y también pérdidas de puestos de trabajo y en algunas actividades se implementaron el trabajo remoto o desde sus hogares en la medida que dicha actividad lo permitía, pero a su vez ha generado más actividades en la industria farmacéutica, distribución de carga y servicio a domicilios, entre otros.
- Cuando se levante todas las restricciones de parte del gobierno local y nacional y luego de los cambios sufridos es muy probable que la situación no sea similar al estado pre-COVID debido al fenómeno conocido “hábito y histéresis de la demanda” (Ortúzar & Willumsen, 2011). Es decir, la misma tendencia que genera un cambio (motivo) no es la misma tendencia que sigue cuando deja de haber el motivo. Siempre habrá un remanente positivo o negativo dependiendo del efecto del cambio.
- Por otra parte, en el caso del estudio de factibilidad de la L2MB el año base es el año 2030. Consideramos que los efectos de la pandemia de COVID-19, estaría totalmente superado de acuerdo con los pronósticos. Banco de la República el año 2025.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Se realizará un análisis de sensibilidad hipotética para el año 2030, con los vectores desarrollados por la SDM del Estudio SDM y FET - Evaluación demanda SITP.

8.2. Vectores de Visión 1 , 2 y 3

Las visiones 1, 2 y 3 corresponden a las visiones en cuanto a las proyecciones generadas por la Secretaría Distrital de Planeación el cual toma en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial, planes de renovación urbana y demás herramientas de ordenamiento territorial vigente o en curso.

- Visión 1. Formulada el año 2018, en la que visualiza una ciudad con una mayor expansión hacia el norte;
- Visión 2. Formulada el año 2014, que prevé una ciudad más densa con un menor desarrollo en el norte de la ciudad;
- Visión 3. Formulada en el año 2021, por la actual administración del Distrito.

Las visiones 1 y 2 fueron utilizadas en el estudio de prefactibilidad, pero como bien se menciona en dicho informe las visiones 1 y 2 utilizó unos vectores de población aún no actualizados con los últimos datos del DANE 2018.

La Visión 3 es la visión más reciente del Distrito y los vectores de población con datos actualizados DANE 2018 también se incluye las visiones 1 y 2.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Las versiones de Visión 1 y 2 utilizados en el estudio de prefactibilidad son actualizados conjuntamente con la última visión 3. Las visiones descritas se traducen en la estimación de los siguientes vectores:

- Vector de población por rango de edad, entre 5-24, 25-64 y 65 y más años desde el 2019 al 2050, por cada zona de tránsito.
- Vector de uso de suelos (usos definidos), por cada zona de tránsito para los años 2022, 2026, 2030 y 2050. Para los otros años requeridos hemos realizado una interpolación.
- Para el estudio de factibilidad de la demanda de la L2MB, se utilizará la última versión de las visiones 3, 2 y 1 recibidas.

Más comentarios lo describimos en la parte de revisión del modelo de transporte del estudio de prefactibilidad.

8.3. Encuesta de Hogares del 2019

La base de información corresponde a la fuente abierta y publicada por SDM, las cuales corresponden a la EODH realizado en el año 2019, entre las cuales tenemos:

- Características de la movilidad – Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019 (archivo en pdf)
- ViajesEODH2019.xlsx

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

COMENTARIOS - ETAPA FACTIBILIDAD: Al respecto, tenemos los siguientes comentarios.

- El porcentaje de personas que no viajaron el día anterior es menor al 20%, de acuerdo con (Peter & Cheryl, 2006), es uno de los indicadores de calidad de una EODH. Como se puede observar en la Tabla 4.3 del informe de movilidad, este supuesto se cumple.

Tabla 9. Número de personas que viajan por estrato de la vivienda en Bogotá

Estrato	Viajó	No Viajó	Porcentaje de personas que viajaron
1	716,137	110,420	86.6%
2	2,420,863	415,691	85.3%
3	2,192,789	395,630	84.7%
4	649,861	116,058	84.8%
5	179,880	32,832	84.6%
6	127,577	27,000	82.5%

Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

- Realizamos un histograma del factor de expansión de la base de datos de la encuesta (viajesEODH2019.xlsx, campo f_exp), y tenemos la siguiente figura.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

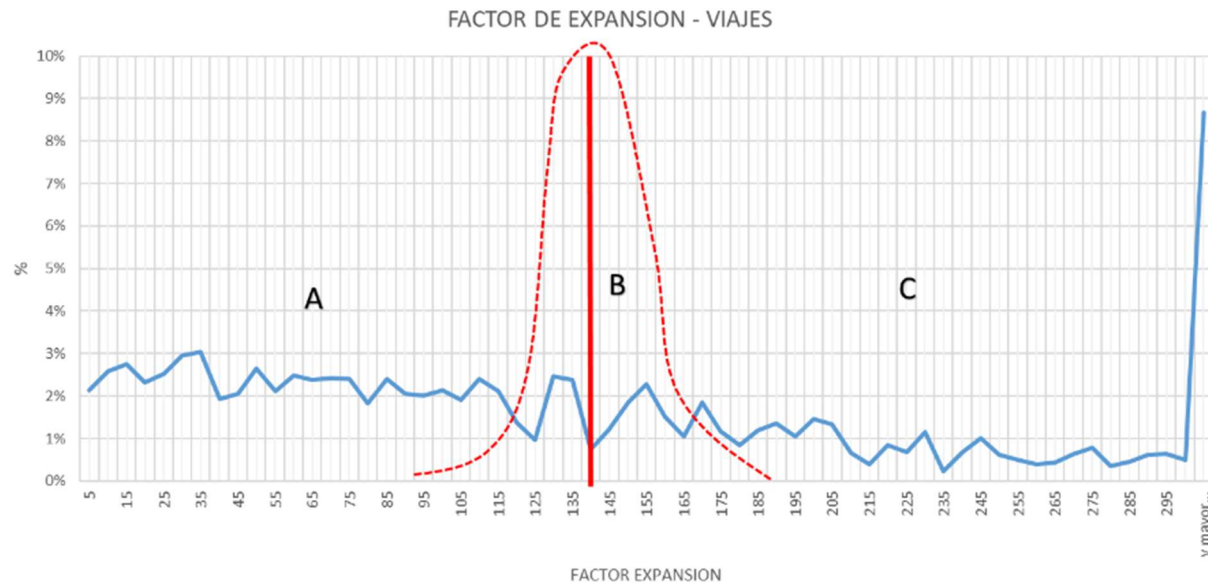


Figura 38. Factor de Expansión

De acuerdo con la muestra de hogares de todo al área de estudio es del 0.73%, entonces un factor de expansión media de 137 (1/0.73%). Entonces, los factores de expansión esperados deben estar aproximadamente dentro del área B. Sin embargo, se observa por ejemplo en el área A al tener un factor de expansión bajo significa que tiene una mayor muestra que la media y en el área C por tener altos factores de expansión tiene una baja muestra y estaría subrepresentada. Los pares OD que están dentro del área C, son muy preocupantes debido a que un solo viaje de muestra podría representar por el factor de expansión más de 300 viajes en el 9% de los casos, por ejemplo.

En este caso nuestra recomendación es que para las sucesivas EODH, se debe revisar la estrategia del diseño del tamaño de muestra.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

9. CALIBRACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE

9.1. Características Generales

9.1.1. Manuales

Respecto a los manuales del modelo de transporte, no se ha recibido ninguna documentación con dichas características; principalmente se ha recibido informes técnicos de su desarrollo.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Es recomendable, que los modelos de transporte tengan los siguientes manuales:

- Manual de construcción del modelo. Aquí se debe describir los detalles de la construcción del modelo en todas sus etapas, como la recopilación de datos, construcción de los modelos de oferta, demanda, modelos de distribución, modelos de elección modal y los modelos de crecimiento, y los supuestos seguidos en cada proceso, entre otros.
- Manual de calibración. Se debe describir, el proceso de depuración de los datos de campo, criterios de calibración de resultados logrados, proceso de ajuste de matrices, estadísticos como GEH, R^2 , %RMSE entre otros indicadores.
- Manual de operación. El proceso que se sigue en aplicación del modelo y la tarea que realiza cada script o macro. Eso permite que el cliente se apropie del modelo de transporte y pueda realizarse un mantenimiento, mejoras y actualizaciones.

Estos manuales permiten que se pueda aprovechar los modelos de transporte realizados y esta no se convierta en cajas negras de difícil entendimiento y de aprovechamiento de parte de los usuarios finales. Nuestra recomendación es que dichos manuales deben ser elaborados para futuros modelos de transporte.

Entonces, nuestros análisis se realizarán considerando las siguientes fuentes de datos:

- Informes técnicos
- Datos en formatos tipo de hojas de cálculo de algunos procesos
- Banco de datos del modelo en EMME

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

9.1.2. El modelo de transportes utilizado en el estudio de prefactibilidad

Se tuvo acceso al banco de datos del modelo de transporte entregado por la FDN. La SDM mediante la FDN ha realizado la entrega de la última versión del modelo de transporte de 4 etapas en formato nativo EMME, con las siguientes características:

- Escenarios
 - Escenario 1000: 2019 Calib_EODH
 - Escenario 1901: Escenario 2019 – PAM
 - Escenario 1902: Escenario 2019 - Valle
 - Escenario 27000: 2028_EscCortoPlazoPOT_v2 ajustes
 - Escenario 32000: 2032_EscMedPlazoPOT_v2-ajustes
 - Escenario 35000: 2032_EscLargoPlazoPOT_v2-ajustes
- El modelo de transporte en su formato nativo contiene los siguientes componentes: la red vial y sus atributos, las rutas y sus atributos, matrices de viajes (actuales y futuras), parámetros que permiten la correcta asignación del modelo de transporte actual y futura, y las macros o script editables que sirven para ejecutar el modelo de 4 etapas. La última versión del modelo incluye las redes y matrices asociados y desarrollados dentro de la etapa de prefactibilidad de la Línea 2 del Metro de Bogotá;
- El modelo incluye los vectores para las etapas de generación (producción y atracción) de viajes del modelo de 4 etapas tanto para la situación actual (año base) como para los años futuros de modelación, en donde se incluye las visiones 1 y 2 de crecimiento de la ciudad.
- Datos utilizados en el proceso de calibración e informes técnicos que explican los procesos.

9.2. Calibración del Modelo

El modelo de transporte fue utilizado en el proceso de estudio de prefactibilidad de L2MB, además se menciona la calibración. En ese sentido, consideramos que ya existe cierto nivel de apropiación del modelo de transporte. Entonces, haremos una rápida revisión de algunos aspectos relacionados al proceso de calibración y mencionaremos nuestros comentarios.

Para esta parte, hemos considerado como documento de referencia el informe “Etapa IV – actualización del modelo de transporte” diciembre 2019.

9.2.1. Criterios de Calibración

A continuación, describimos estadísticos comúnmente utilizados en los procesos de calibración de un modelo de transporte.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

9.2.1.1. Datos en la red vial

Los criterios para la comparación de datos observados en la red son aplicables para los siguientes casos de comparación:

- Aforos de vehículos.
- Flujo de Pasajeros en tramos de la red vial o de sistemas de rutas.
- Tiempos de viaje en tramos de la red vial.

Los datos en la red a comparar pueden ser lo más desagregados que sea posible, por ejemplo: tipo de vehículo, por ruta, tipo de vía, etc.

9.2.1.2. Estadístico GEH

Estadístico GEH por enlace, aceptado por la mayoría de los consultores como un indicador de calibración sobre la red. Su formulación es:

$$GEH(i) = \sqrt{\frac{(C_i - A_i)^2}{\frac{(C_i + A_i)}{2}}}$$

Donde: C_i es el dato observado y A_i es el dato asignado por el modelo en el enlace i .

Los criterios de aceptación son:

- El valor de $GEH \leq 4$ para líneas cortinas, un corredor de interés de estudio.
- Al menos el 60% tengan $GEH \leq 5$.
- El 90% de casos el $GEH \leq 10$
- El 100% de casos menor $GEH \leq 12$

Un GEH mayores todavía puede ser aceptado, siempre y cuando estos estén muy lejanos de la zona de mayor interés de estudio.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La razón para introducir este estadístico en la calibración es la incapacidad que tiene la diferencia absoluta o la diferencia relativa para hacer frente a un amplio rango de flujos. Por ejemplo, una diferencia absoluta de 100 autos/día puede tener una gran relevancia si el flujo está en el orden de 200 autos/día, pero podría considerarse sin importancia para flujos del orden de varios miles de autos al día. De manera similar, un error del 10% sobre 100 autos/día podría no ser tan relevante, mientras que un error del 10% sobre 3,000 autos/día podría significar la diferencia entre construir un carril extra o no.

9.2.1.3. Estadístico %RMSE

El Root Mean Square Error (RMSE), es la raíz cuadrada de las diferencias al cuadrado entre la predicción (asignación) y el análisis de los datos observados divididos entre el número de observaciones.

$$\%RMSE = 100 * \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (C_i - A_i)^2}{(N - 1)}}}{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_i}{N}}$$

Donde: Ci es el dato observado y Ai es el dato asignado por el modelo en el enlace i, N es número de observaciones.

El criterio de aceptación es: %RMSE<=30%

Esta medición también se puede hacer, respecto a la línea cortina o corredor de interés. Se puede aceptar valores mayores de %RMSE, siempre y cuando estos correspondan al conjunto de los valores que estén muy alejados de la zona de mayor interés del estudio.

9.2.1.4. Estadístico R2

Es el coeficiente de determinación R², es consecuencia de los niveles de ajustes del GEH y %RMSE y se debe verificar los siguientes rangos de valores.

Sea: $Dato_{e lo} = A + B * Dato_{observado}$

El criterio de aceptación es:

Estadístico $R^2 > 0.80$ y $A = 0$ ó muy próximo y $B = 0.85 - 1.15$

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

9.2.1.5. Calibración de parámetros con histogramas

Aquí se refiere a la comparación de histogramas de datos observados sobre todo el sistema que se obtienen a partir de las EODH o de una muestra y los histogramas obtenidos como resultado del modelo de transportes. Una forma más precisa de calibrar es comparando los promedios y desviación estándar de cada histograma, en muchos casos son reportados por los softwares de planificación o se puede obtener fácilmente en forma externa.

Los histogramas más importantes son:

- Tiempos de viaje total por modos.
- Tiempo de espera en paraderos en transporte público.
- Tiempo de caminata.
- Número de transbordos.
- Matrices de viajes, si se realiza ajuste por aforos.

La calibración de estas variables se realiza comparando valores promedios obtenidos a través de encuestas donde se pregunta directamente a los usuarios, con los valores promedios resultantes de la calibración del modelo.

Para realizar la calibración de estos valores, es necesario ajustar los “pesos” que tienen el tiempo de espera, el tiempo de caminata y el de trasbordo en la asignación.

En la figura siguiente se muestra el histograma de tiempos de viaje en transporte público, el promedio de este tiempo debe compararse con el obtenido en alguna encuesta EODH o muestra con el propósito de calibración.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

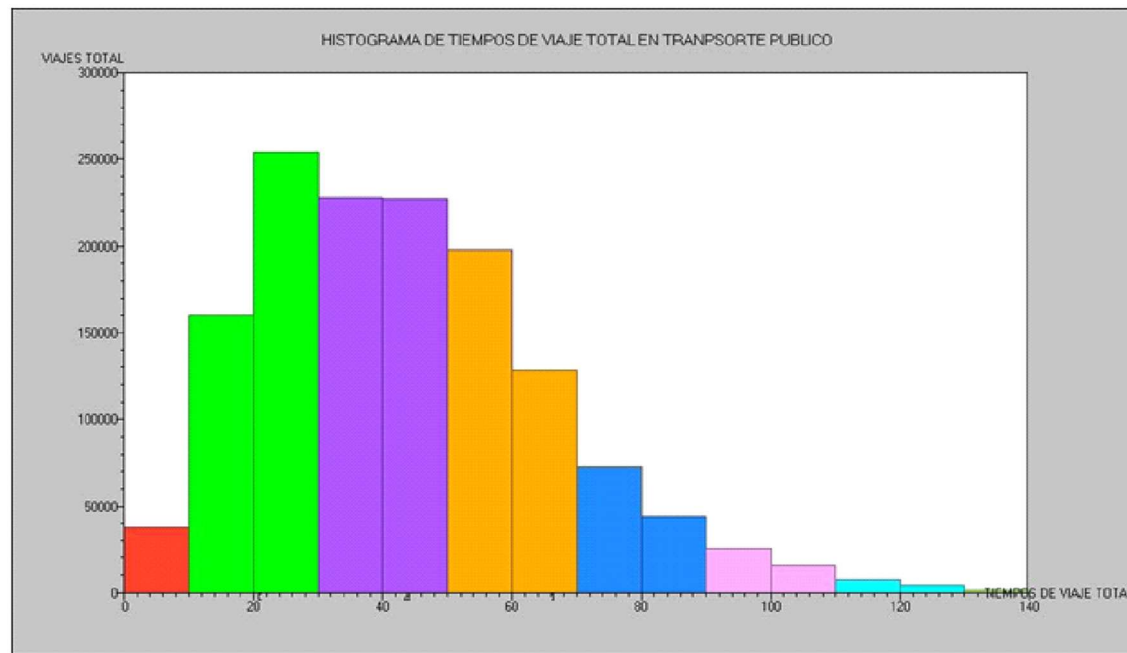


Figura 39. Histograma de tiempo de viaje en transporte público
Fuente: Elaboración propia

9.2.1.6. Calibración de los caminos o rutas

Caminos en red privada

Antes de terminar la calibración del modelo, es importante analizar los caminos o que están utilizando los viajes entre determinados pares Origen Destino. Esto se puede hacer con:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Elegir 10 pares Origen Destino y mostrar gráficamente los caminos que toman para viajar entre cada par y los tiempos de viajes del modelo y elaborar una matriz 10x10 de tiempos de viaje. Los caminos elegidos deben ser validados por personas que hacen dichos viajes o por personas conocedoras y viajeros entre dichos pares.
- Elegir un centroide en la zona céntrica del área de estudio y a partir de este centroide construir líneas isócronas (igual tiempo) en toda la red vial en intervalos de 10 minutos, será validado igualmente que el caso precedente.

La calibración de los caminos de viaje permite verificar que el modelo esté asignando los viajes a caminos “lógicos”, o sea, que los usuarios efectivamente utilizan en sus desplazamientos. Como el modelo es de equilibrio, para un mismo par de origen destino puede haber diversos caminos utilizados. Sin embargo, solamente se puede verificar en pantalla aquellos que inclusive incluyendo el redondeo constituyan el camino más corto.

Caminos en red de transporte público.

La calibración de los caminos o de las estrategias es muy importante en el caso del transporte público. Permite verificar si las estrategias que los usuarios seleccionan para desplazarse de un par de origen destino a otro son razonables, considerando el conocimiento previo que se tenga del patrón de desplazamientos de los usuarios. Se toman en cuenta el número de transbordos, el tiempo de caminata y espera, el tiempo de viaje para realizar esta verificación.

Al igual que el caso anterior, se debe elaborar una matriz de 10x10 zonas para mostrar los diferentes componentes de los viajes y los caminos o rutas que eligen para viajar entre dichos pares.

Líneas de deseo de viajes.

Se debe mostrar en tablas y gráficamente las líneas de deseo de pares Origen Destino emblemáticos de la ciudad, por modo y motivo de viaje por cada período de modelación.

9.2.2. Calibración del transporte privado

Los principales valores de calibración en transporte privado de uso común son resultados de la siguiente comparación:

$$\begin{aligned} Vehiculos_Transporte_Público_{Modelo} &\cong Vehiculos_Transporte_Público_{observados} \\ Volumen_{Modelo} &\cong Volumen_{observados} \\ TiempoRecorrido_{Modelo} &\cong TiempoRecorrido_{observados} \end{aligned}$$

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

$$Caminos_{Modelo} \cong Caminos_{observados}$$

En donde:

- Vehículos de transporte público. corresponde a la comparación de los vehículos de transporte que resulta del modelo como el cálculo de:

$$VehTP_{i,t} = \sum_{r=1}^{r=n} \frac{60}{hdwy_{r,i,t}}$$

Donde:

i,t = Punto i, tipo de vehículo t

r = Cantidad de ruta

hdwy = Intervalo de la ruta. Tiempo de separación entre dos vehículos de una misma ruta.

Se compara con los vehículos de transporte público observados en los aforos clasificados de vehículos. Además, permite obtener un hdw calibrado que es muy importante debido a que la asignación de transporte depende de esta variable, además permite obtener una precarga adecuada en el modelo.

- Volumen. Se refiere al volumen vehicular en un punto de aforo vehicular, de acuerdo con tipo de vehículo. Por ejemplo, autos, taxi y motos.
- Tiempos de recorrido en algunos corredores o tramos de la red vial;
- Caminos. Por lo general, se construye una matriz 10x10 aleatoriamente y se comparan los caminos que siguen los viajeros, para cada tipo de vehículo.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: De la información recibida, tenemos la siguiente información.

- Calibración de vehículos particulares;
- Calibración de taxis ocupados;
- Calibración de motos.

Consideramos razonables.

Sin embargo, no hemos observado la siguiente calibración.

- Calibración de vehículos de transporte público (y también los hdwy). En el banco de datos se observa un campo de @aforotpu2019, pero si esto se compara con un cálculo de VehTP_{i,t} resultan con mucha diferencia.
- Calibración de tiempos de viaje, si bien se identifican los campos de recopilación, no se muestra el diagrama de dispersión.
- Calibración de caminos.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Por otra parte, se ha observado gráficamente los puntos de calibración en el área de influencia de L2MB, que se muestran en las siguientes figuras.

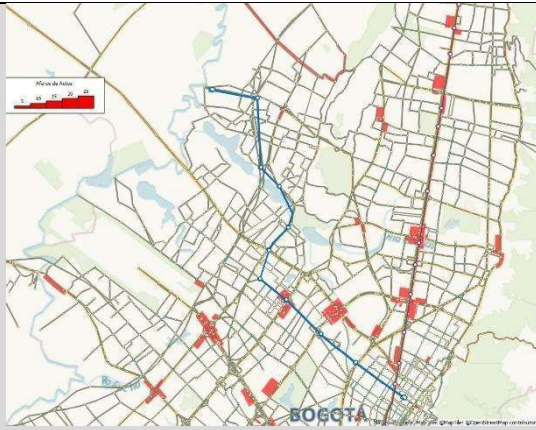


Figura 40. Puntos de aforos de vehículos particulares



Figura 41. Puntos de aforos de taxi ocupados

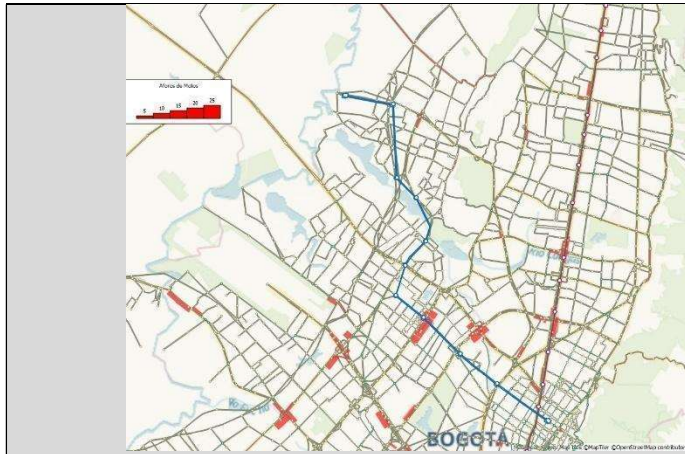


Figura 42. Puntos de aforo de motos

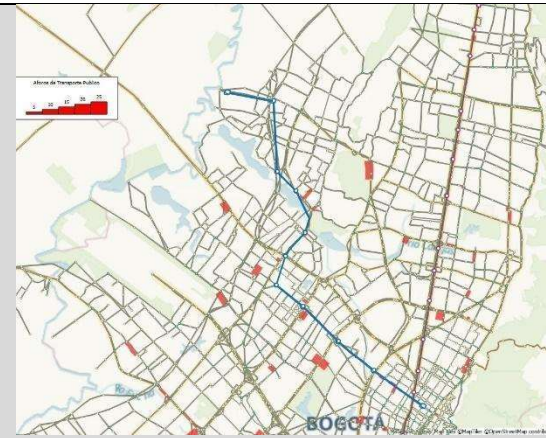


Figura 43. Puntos de aforos vehículos de transporte público**

** Si bien no se muestra el diagrama de dispersión de vehículos de transporte público, pero hemos observado que los aforos de monitoreo que realiza el distrito de manera regular tendrían suficiente información para haber obtenido información suficiente respecto a los intervalos de cada ruta, por lo que consideramos aceptable la estimación los hdwy y los vehículos de transporte público y la precarga.

En consecuencia, consideramos aceptable el proceso de calibración de transporte privado.

9.2.3. Calibración de transporte público

Se debe previamente haber obtenido una relación para tráfico mixto la relación de tiempo en transporte público y el de transporte privado. Esto se obtiene a partir de mediciones de tiempo de viaje tanto de transporte privado como de transporte público. Entonces se debe obtener una función de la siguiente característica

$$t_{transporte_publico} = kt_{transporte_privado}$$

Donde $k > 1$ y se puede diferenciar según tipo de ruta, corredores mixtos y tipo de vehículo de transporte público.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

- Los pesos de los diferentes componentes del tiempo de viaje en transporte público. Estos pesos inicialmente se obtienen a partir de una Encuesta de Preferencia Declarada. Sin embargo, podría modificarse dentro de un rango razonable.
- Los intervalos efectivos de las rutas. Los tiempos de espera están en función del intervalo de una ruta. Entonces, para el caso de rutas que tengan un intervalo real más de 15 minutos, es recomendable utilizar este valor como el umbral máximo. Esto es por sencilla razón de que el usuario al conocer el intervalo de la ruta, el arribo no será aleatorio y su tiempo de espera no está asociado al intervalo real de la ruta.

Entonces, para poder calibrar el modelo de transporte público, se debe comparar:

$$\begin{aligned} \text{Volumen_Pasajeros}_{\text{Modelo}} &\cong \text{Volumen_Pasajeros}_{\text{observados}} \\ \text{Tiempo_Recorrido}_{\text{Modelo}} &\cong \text{Tiempo_Recorrido}_{\text{observados}} \\ \text{Tiempo_Caminata}_{\text{Modelo}} &\cong \text{Tiempo_Caminata}_{\text{observado}} \\ \text{Tiempo_Espera}_{\text{Modelo}} &\cong \text{Tiempo_Espera}_{\text{observados}} \\ \text{Número_Transbordos}_{\text{Modelo}} &\cong \text{Número_Transbordos}_{\text{observados}} \\ \text{Caminos}_{\text{Modelo}} &\cong \text{Caminos}_{\text{observados}} \end{aligned}$$

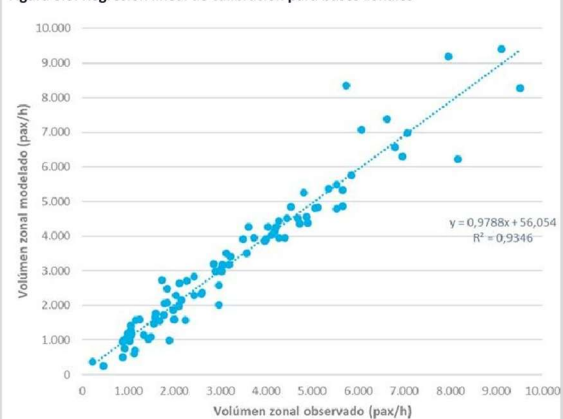
Como se puede observar, existe un mayor número de datos de comparación entre el modelo y la situación real, lo que resulta en un proceso más complejo de calibración que en el caso del transporte privado.

- Volumen de pasajeros. Este valor se obtiene a partir de los trabajos de campo Frecuencia y Ocupación Visual (FOV), para efectos reales deben ser un censo, pues desde esta información se debe obtener los intervalos de las rutas (hdw) y la cantidad de pasajeros. Sin embargo, en algunas circunstancias los vehículos de ocupación visual no se logra hacer un censo, en ese caso se convierte en una muestra y debe ser analizada desde ese punto de vista estadístico. Luego, se compara con los datos obtenidos de la asignación del transporte público;
- Tiempo recorrido. Es el tiempo medido en cada ruta, que en casos de las rutas recorren vías en tráfico mixto estas dependen de la velocidad de los vehículos privados o nivel de congestión de la vía; en el caso de rutas en vías segregadas como los sistemas BRT o Metro, estas tienen velocidades constantes obtenidas de observaciones reales o simuladas. La comparación se realiza mediante tiempos de modos específicos o mediante tiempos medios o comparación de modelos de distribución;
- El tiempo de caminata al inicio o final del viaje, tiempo de espera y número de transbordos. Se obtienen modelos de distribución del modelo de transporte y de campo como las EODH y se comparan;
- Caminos. Se elige una matriz 10x10 de manera aleatoria y se comparan la razonabilidad de los caminos elegidos para realizar sus viajes de acuerdo con observaciones reales, que puede ser de las EODH u otra medición o experiencia real de viajeros.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD:

- En el modelo de transporte, se han identificado que al año 2019 en el modelo calibrado, se tiene que el 12.8% de las rutas tienen un intervalo (hdw) mayor a 15 minutos. Estas rutas, están en desventaja respecto a las demás por el mayor tiempo de espera que le considera el modelo de transporte (tiempo de espera en paradero es =50% de hdw);
- Se recibieron los archivos en formato excel de los resultados del FOV 2019, pero sin el valor comparativo de datos del modelo de transporte. Sin embargo, en el documento de referencia se tiene las figuras 8.8 y figura 8.9, en la cual se muestran los diagramas de dispersión respectivo;

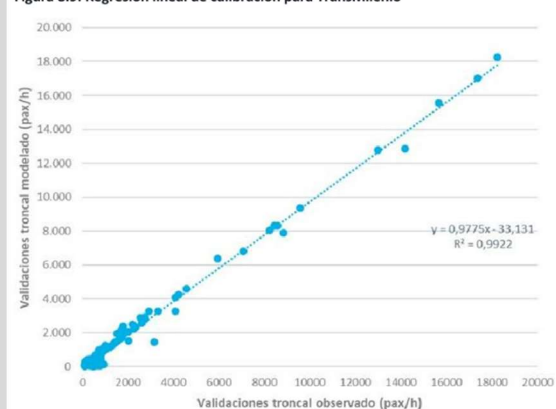
Figura 8.8: Regresión lineal de calibración para buses zonales



Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

Figura 44. Regresión Lineal de Calibración para Buses Zonales

Figura 8.9: Regresión lineal de calibración para TransMilenio



Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

Figura 45. Regresión Lineal de Calibración Para Transmilenio

- No se ha observado la calibración de las otras variables.

Como se tiene que el 12.8% de las rutas tienen intervalos de más de 15 minutos y no se ha observado la calibración de algunas variables descritas, se debe tener en cuenta esta situación para la correcta lectura de los resultados.

9.2.4. Métodos de Ajuste de Matrices

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Los métodos de ajuste de matrices implementados en los Software son metodología que nos permite ajustar las matrices de viajes a los datos observados en campo, llamado ODME (O-D Matrix Estimation). Este método se utiliza es recomendable debido a que son algoritmos matemáticos los que ajustan las matrices y no el ajuste manual realizado por el modelador, que podría no ser coherente e introducir sesgos importantes. Es muy recomendable utilizar este método de manera progresiva desde una iteración, 2, etc. y se debe ir analizando en cada iteración la razonabilidad de su resultado, pues muchas iteraciones pueden distorsionar de manera significativa los patrones de viajes de la matriz original, por ello recomendamos hacerlo este proceso con mucha cautela.

Antes de aplicar esta metodología se debe tener en cuenta los siguientes:

- Haber revisado la red vial y sus atributos;
- Clasificación de la red vial adecuada;
- Calibración de los intervalos de las rutas. Esta calibración solo se requiere del itinerario de las rutas y la cantidad de vehículos por hora en cada ruta;
- Los datos de campo sean depuradas y confiables;

Esta revisión previa, es necesaria para que no internalice algún problema de los puntos antes mencionado. Por otro lado, es importante elegir antes el método de asignación, pues el ajuste de matrices y la asignación final deben ser los mismos.

Para el proceso de calibración, no es recomendable utilizar datos de campo (pasajeros o vehículos) menor o igual a 30 por cada periodo, modo, punto y sentido, debido a que valores muy bajos es muy complejo de calibrarse, solo se puede utilizar con datos de control. Es decir, utilizarse para comparar los resultados, pero no necesariamente para reportar en los estadísticos de calibración.

COMENTARIO: En el documento base de actualización del modelo de transporte. Numeral 3.41 El cual se menciona a continuación

El último proceso para la construcción de las matrices consiste en el ajuste por conteos o volúmenes observados, que se realiza en conjunto con la calibración del modelo de asignación.

De este párrafo se concluye que si realizaron el ajuste de matrices por conteos o volúmenes observado. Sin embargo, no se identifica explicación de los detalles al respecto, como el tipo de algoritmo utilizado y la desviación de las matrices iniciales y el final ajustado.

Este proceso se realiza durante el proceso de calibración del modelo, por lo que se entiende que los diagramas de dispersión mostrados ya incluyen el resultado del ajuste de matrices. Aunque, este procedimiento es usual hacerlo, pero amerita utilizarlo con cautela para no modificar los patrones de viajes de manera importante, por lo que debe estar debidamente documentada.

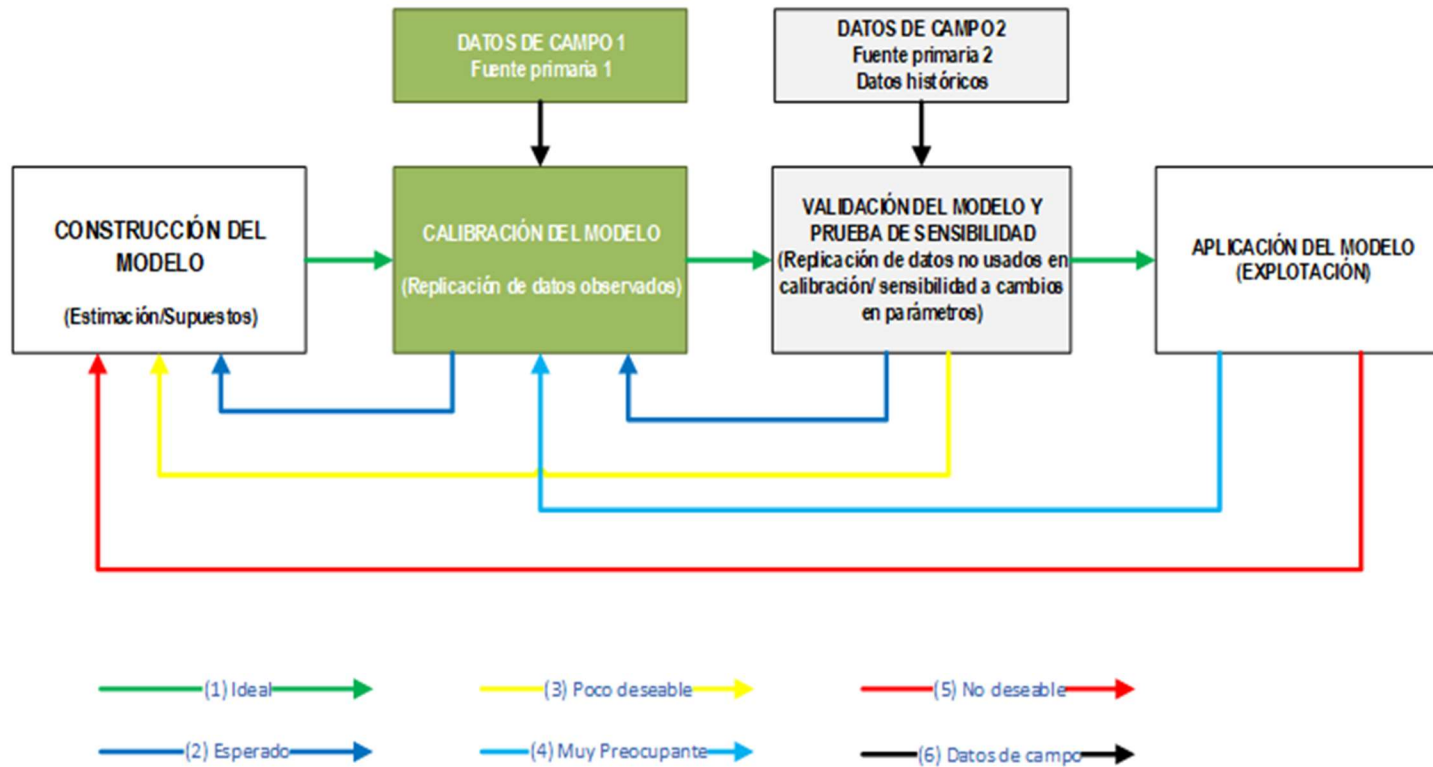
REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

En documento de referencia, no se describen otros métodos de ajuste de matrices, como balance tri-proporcional, línea cortina (de existir), o los factores K o generadores especiales de viajes, entre otros. Por lo que suponemos que no se realizaron.

9.2.5. Validación del Modelo

El proceso de validación de un modelo de transporte involucra varios procesos y es independiente del proceso de calibración del modelo, en forma esquemática se muestra en la siguiente figura (FHA, 2010):



Fuente: (FHA, 2010) y complemento elaboración propia

Figura 46. Proceso de calibración y validación de modelos de transporte

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

En donde:

Datos de campo 1: Corresponde a los datos de fuente primaria 1, como matrices EODH finales, aforos (conteos) vehiculares, FOV y demás.

Datos de campo 2: Corresponde a una porción no utilizada en Datos de campo 1, podría ser el 10% o datos de fuente primaria 2. Es decir, recopilado por otros proyectos en fechas próximas al estudio propio o recopilado de manera independiente por el usuario.

Datos Históricos: Podrían ser resultados de proyectos pasados (no más de 1 o 3 años atrás) y con matriz de viajes pronosticados hacia atrás, se comparan los resultados con los de otros proyectos.

En la figura anterior, se muestra una secuencia de procesos que tiene consecuencias muy importantes, que detallamos enseguida.

Línea de flujo (1): Color verde. Es un flujo ideal si no se encuentra ningún error en los procesos;

Línea de flujo (2): Color azul. Es un flujo esperado, pues siempre hay errores o ajustes que se deben hacer;

Línea de flujo (3): Color amarillo. Es un flujo no deseado pues hay una corrección en la propia construcción del modelo y se tiene que volver a calibrar. Puede pasar debido por ejemplo a una baja sensibilidad sobre la tarifa de transporte público por rutas, que podría ser un problema del VOT, o se descubre una inadecuada codificación de unas vías, etc.

Línea de flujo (4): Color celeste. Es un flujo muy preocupante, pues se descubre un problema cuando ya se está explotando el modelo de transporte. Esto podría pasar cuando se hace la presentación de resultados y alguna persona conocedora del área de estudio sospecha de la magnitud de los resultados, esto podría pasar debido a inadecuada recopilación de datos de campo o la zona no tuvo valores observados para restringir los flujos sea de vehículos o pasajeros.

Línea de flujo (5): Color rojo. Este es un flujo no deseable. Sucede cuando se omite hacer la parte de sensibilidad o no se agota en calcular la sensibilidad de parámetros críticos o parámetros que es necesario controlar en el proceso de validación. También cuando los modelos de demanda no tienen una suficiente segmentación y al ser muy agregados los resultados podrían ser extraños, entre otras razones. Entonces, se requiere modificar desde la construcción del modelo.

Línea de flujo (6): Color negro. Datos de campo, es únicamente de entrada. Se considera que los datos de campo 1 y 2 son de observación directa y deben ser los datos limpios y finales, pues el modelo se utiliza como entrada para los procesos del modelo de transporte.

Como se ha descrito, el proceso de validación es muy importante y permite identificar potenciales problemas posteriores, aunque no se puede eliminar todas las sensibilidades, se debe insistir en aquellas que pueden impactar de manera importante para un proyecto de interés y resolverlos.

COMENTARIOS - ETAPA FACTIBILIDAD: En el documento de referencia, no se menciona en ninguna parte que se haya hecho este proceso.

10. REVISIÓN DEL MODELO DE OFERTA

A continuación, comentaremos respecto al modelo de transporte del estudio de prefactibilidad, en lo referente al modelo de oferta. La base para esto ha sido el banco de datos entregado en formato nativo EMME.

10.1. Revisión en detalle en Área de Influencia de la L2MB

En las siguientes figuras se muestran los detalles de cada estación de la L2MB y comentamos respecto a las Zonas de Análisis de Transporte y la conectividad de la estación.

10.1.1. Estación 1

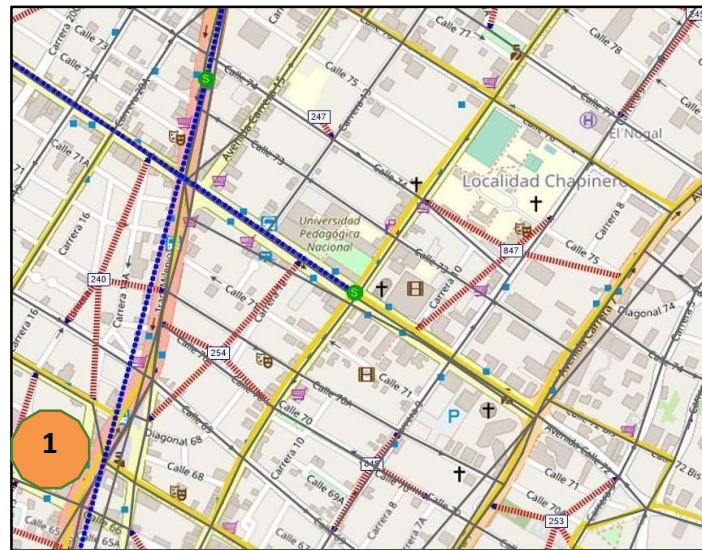
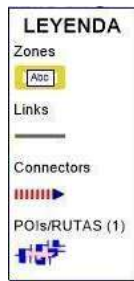


Figura 47. Conectividad Estaciones 1

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La estación 1. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 247, 847, 848 y 254. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, una conectividad al medio de la vía desde el conector es la más adecuada. La zona 247 también tiene conectividad con la estación de la Línea 1 de calle 74. Consideramos que la estación 1, tiene una zonificación alrededor adecuada.

10.1.2. Estación 2

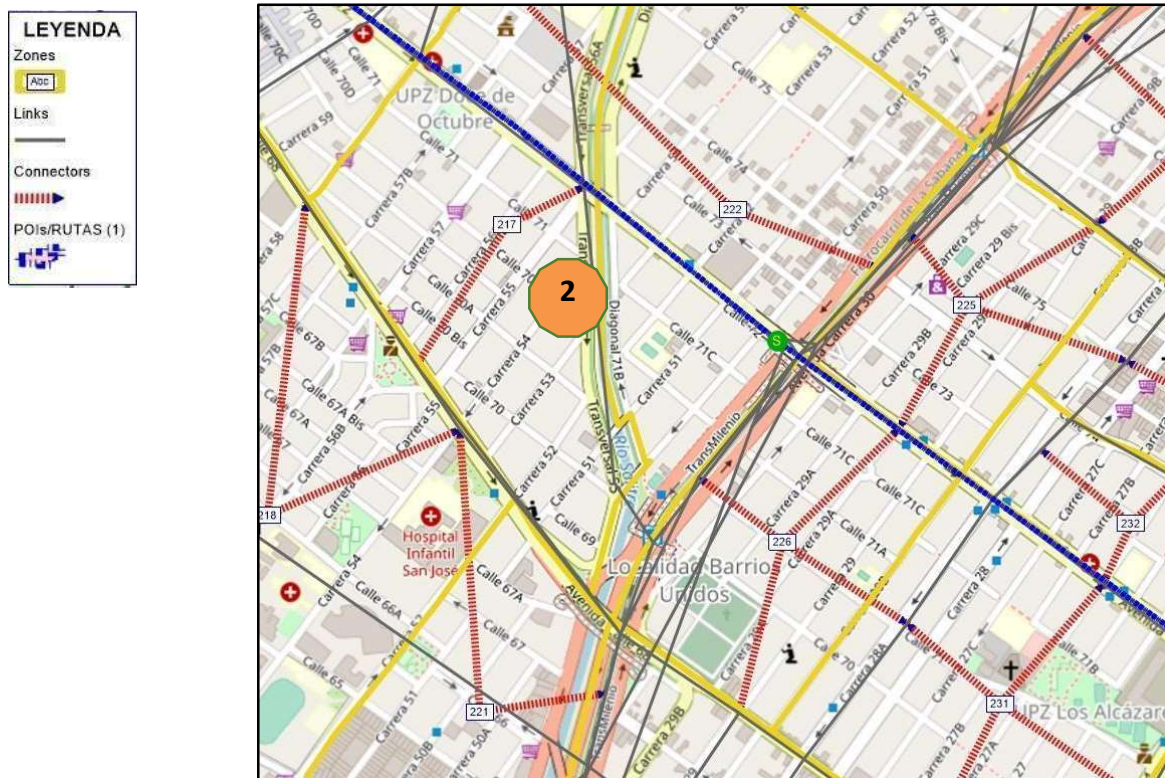


Figura 48. Conectividad Estación 2

La estación 2. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 222, 225 y 226. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad.

10.1.3. Estación 3

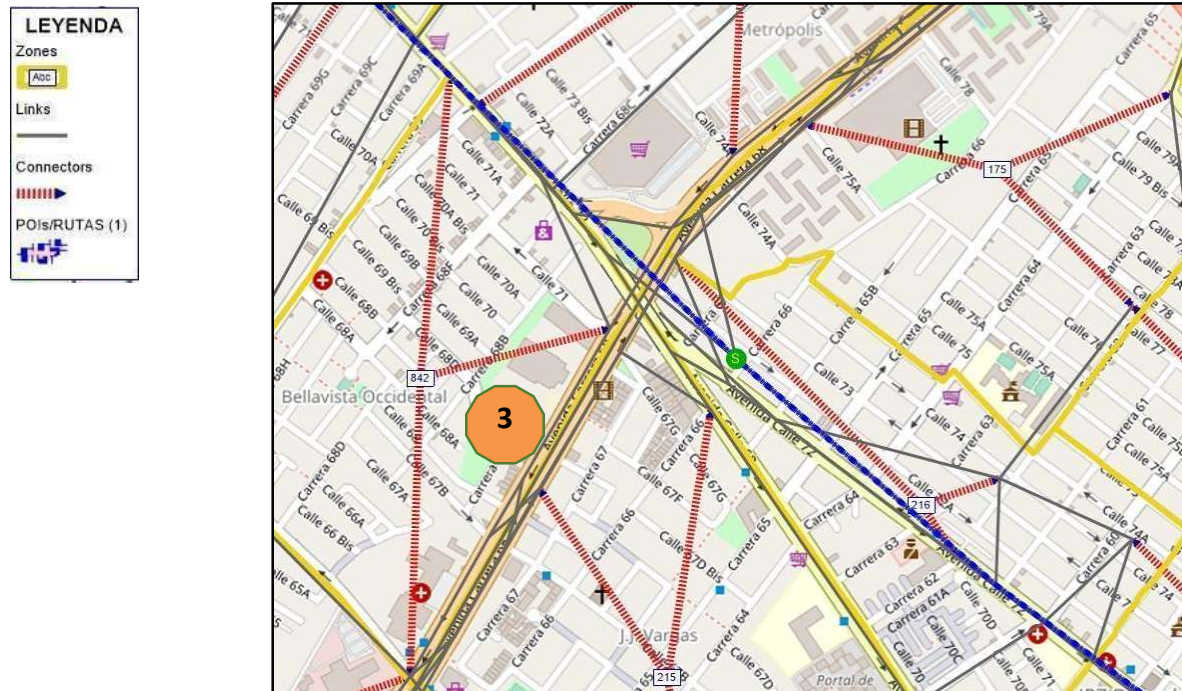


Figura 49. Conectividad Estación 3

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La estación 3. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 175, 216, 215, 842 y 176 (por la Calle 68C). Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad.

10.1.4. Estación 4

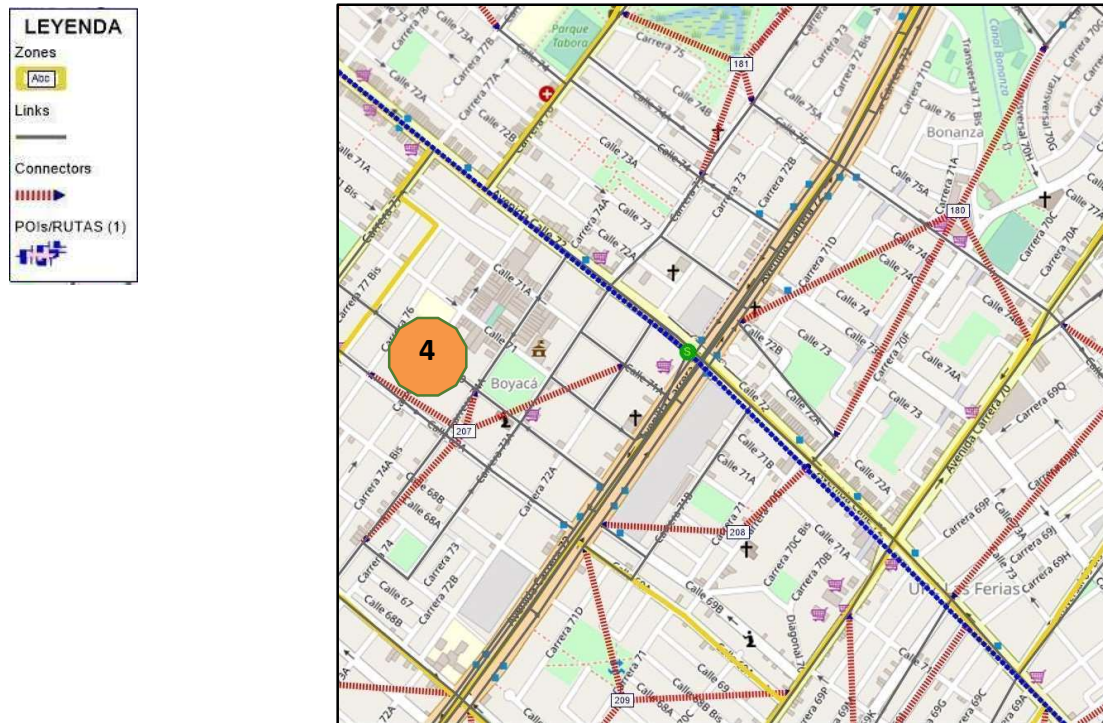


Figura 50. Conectividad Estación 4

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

La estación 4. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 181, 180, 208 y 207. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad.

10.1.5. Estación 5

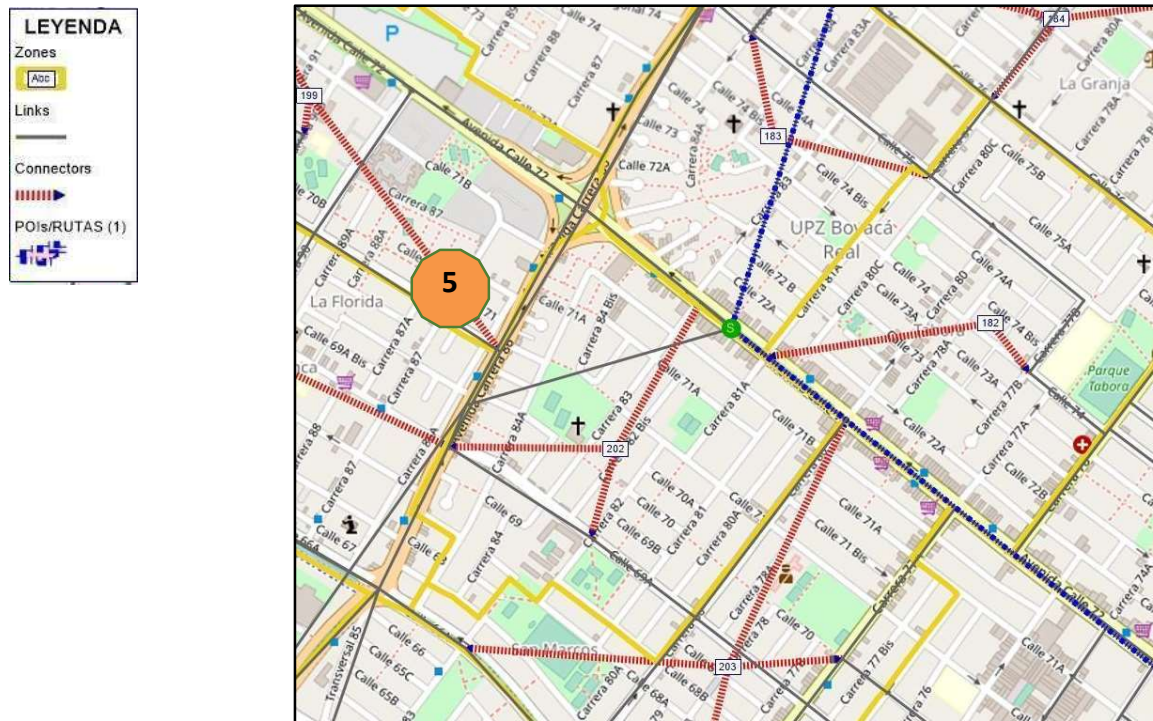


Figura 51. Conectividad Estación 5

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La estación 5. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 183, 182, 203 y 202. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad

10.1.6. Estación 6

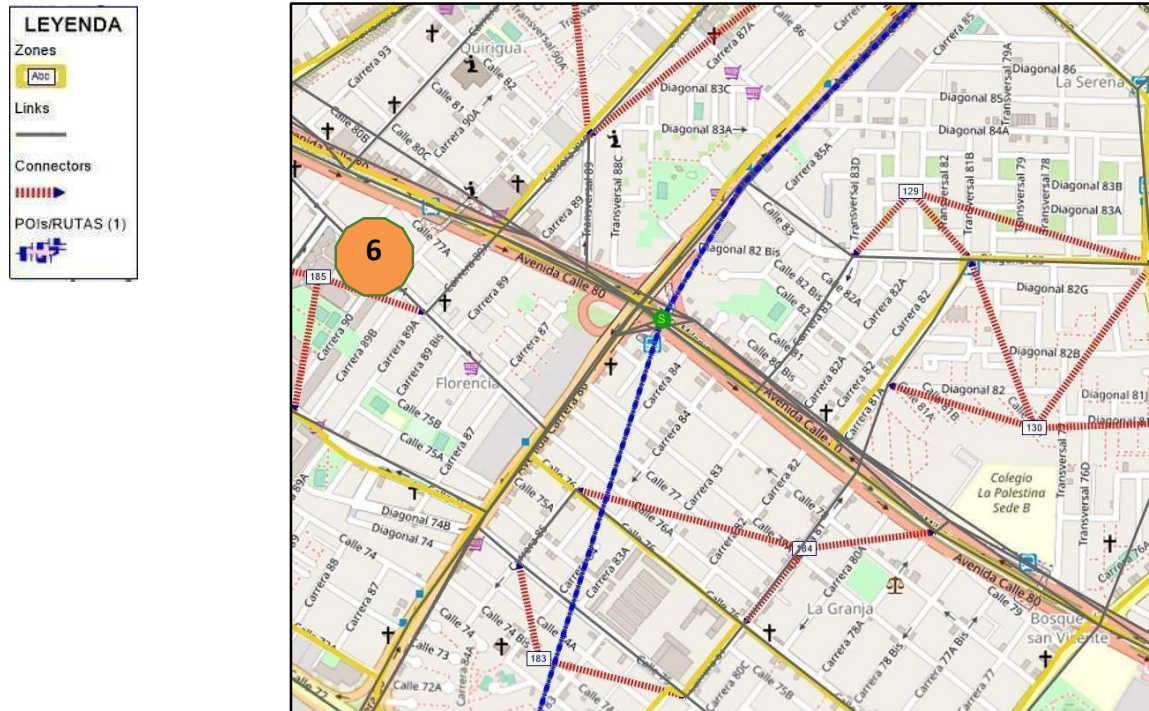


Figura 52. Conectividad Estación 6

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

La estación 6. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 129, 130, 184 y 185. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad

10.1.7. Estación 7

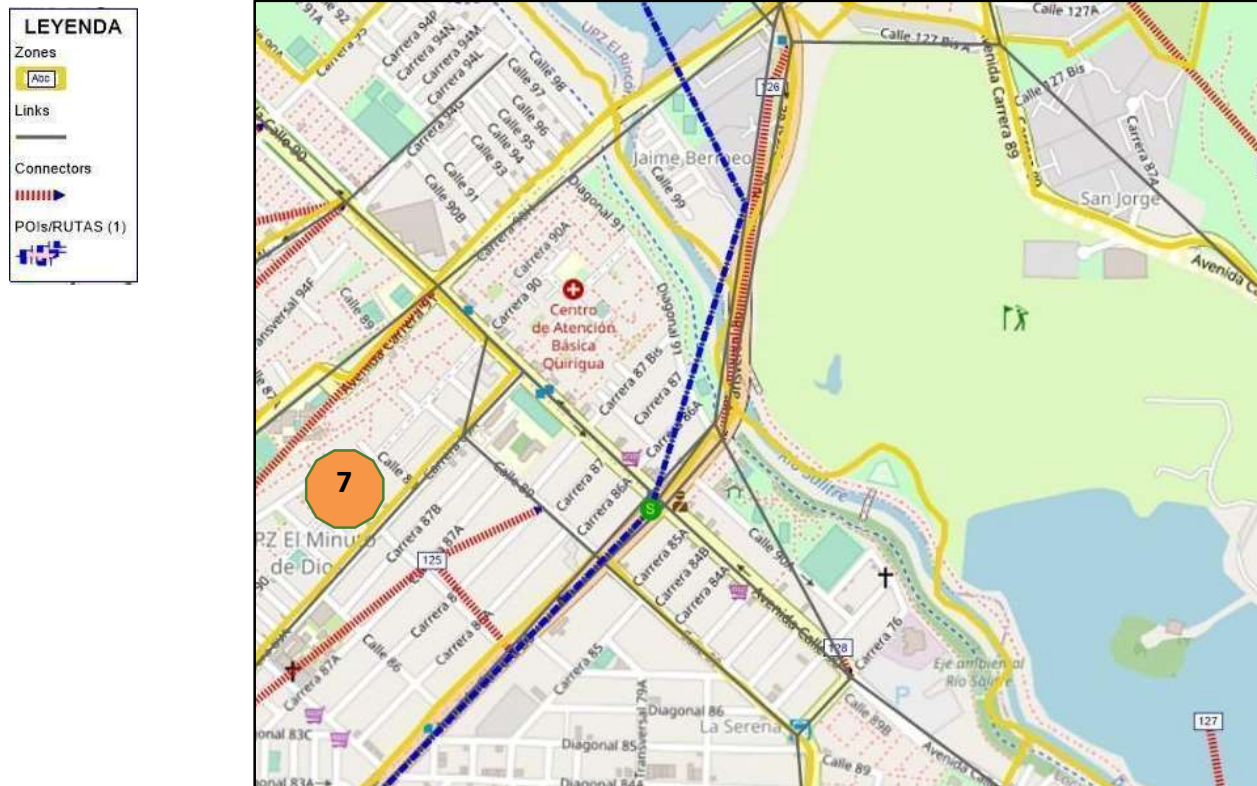


Figura 53. Conectividad Estación 7

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La estación 7. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 125 y 128. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad

10.1.8. Estación 8

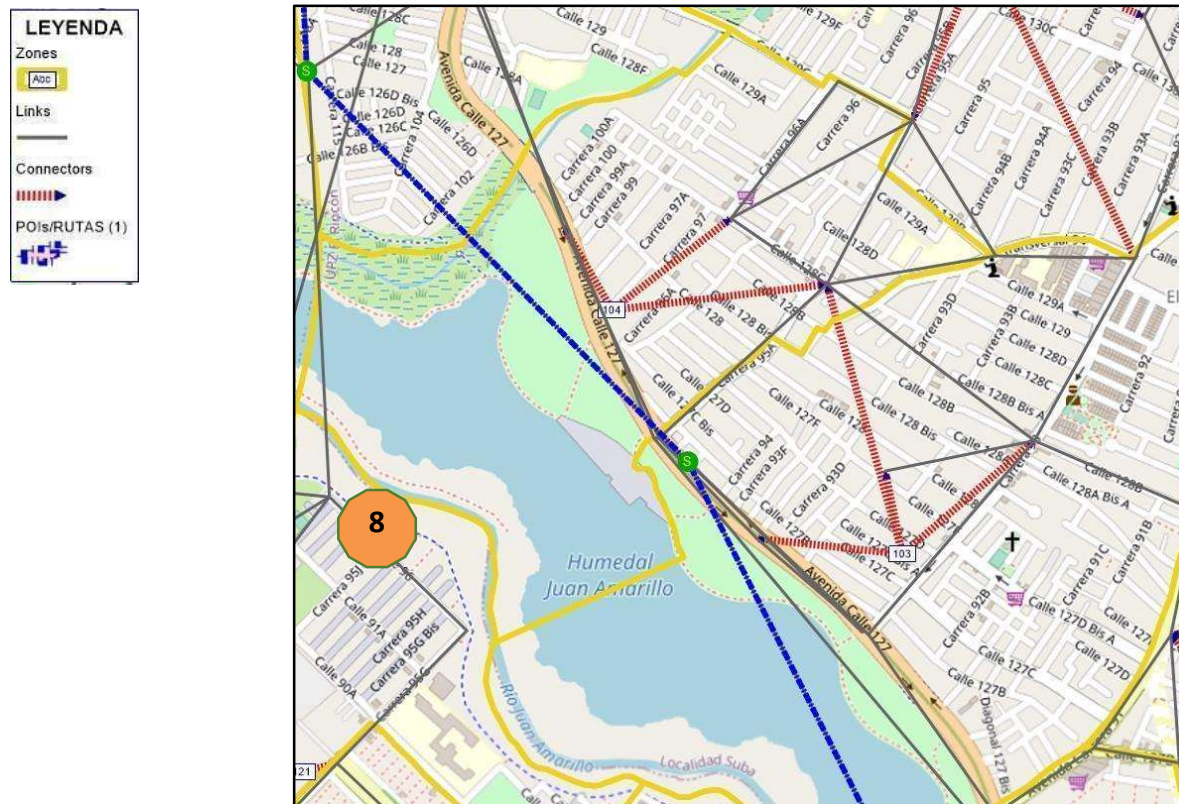


Figura 54. Conectividad Estación 8

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

La estación 8. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 103 y 104. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad

10.1.9. Estación 9

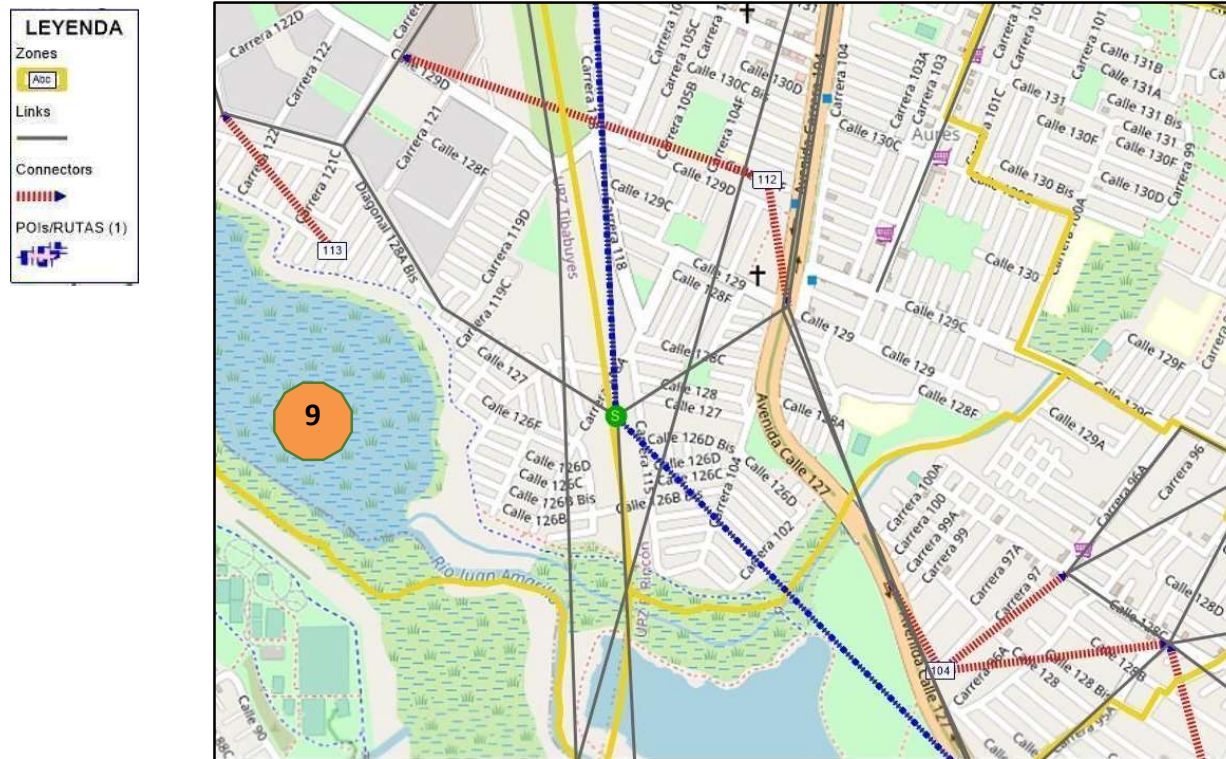


Figura 55. Conectividad Estación 9

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

La estación 10. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 40 y 110. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación, el conector conecta al medio de un tramo es una adecuada representación de la accesibilidad.

10.1.11. Estación 11

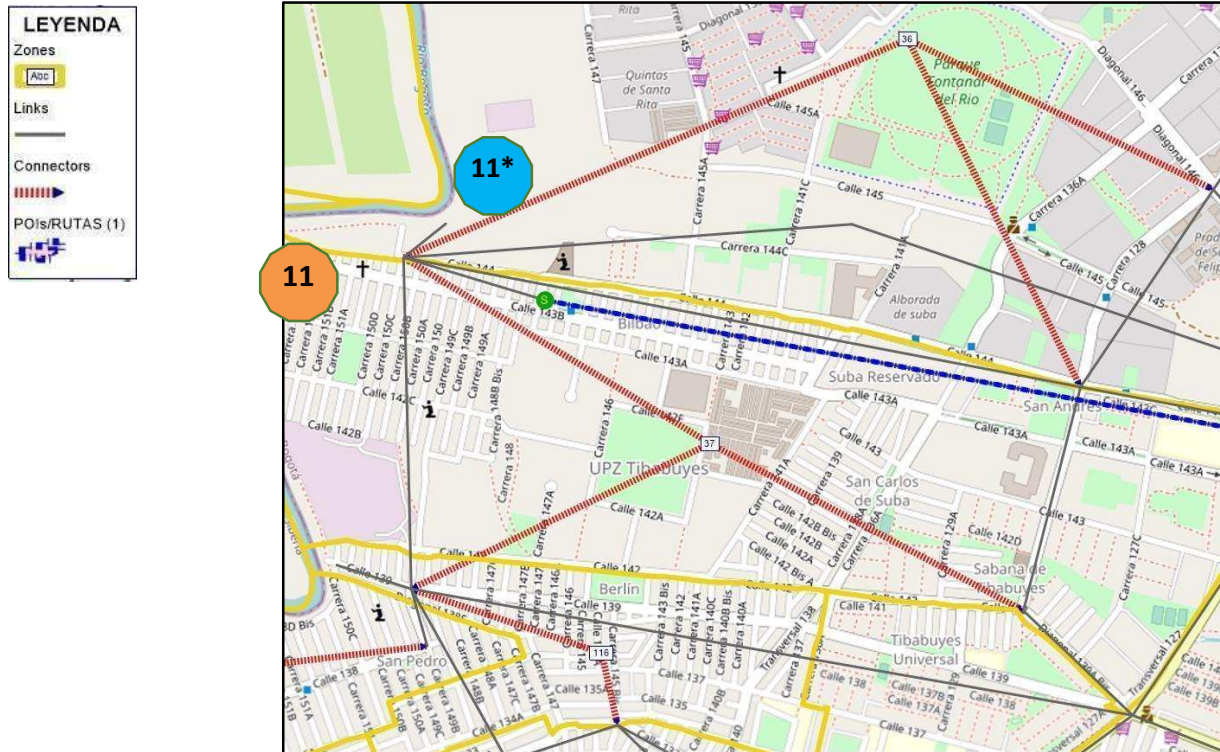


Figura 57. Conectividad Estación 11

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

La estación 11. Debe actualizarse el trazado por la Calle 145 y la estación 11* será con la intersección con la Carrera 145. Está conectado con las Zonas de Análisis de Transporte 36 y 37. Desde estas zonas se puede ingresar/salir caminando de la estación. Sin embargo, se realizará la revisión de la accesibilidad de acuerdo con la actualización de la estación 11.

Por proximidad se evidencia conexión con la Primera Línea de Metro, Transmilenio Av. Boyacá, Transmilenio Calle 80.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Como se ha descrito todas las estaciones tienen adecuada Zonas de Análisis de Transporte a su alrededor, por lo que no amerita ser modificada, de igual manera los conectores centroides tienen una adecuada representación y conexión. Como se mencionó, la estación 11 es la única que debe se debe actualizar su trazado correcto.

En esta etapa se verificará la conexión con los otros modos de transporte público masivo, lo anterior teniendo en cuenta que las estaciones podrán ser ajustadas en su localización.

10.2. Sistemas de rutas de transporte público

El sistema de rutas de transporte, considerado en el estudio de prefactibilidad se muestra en la siguiente figura.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

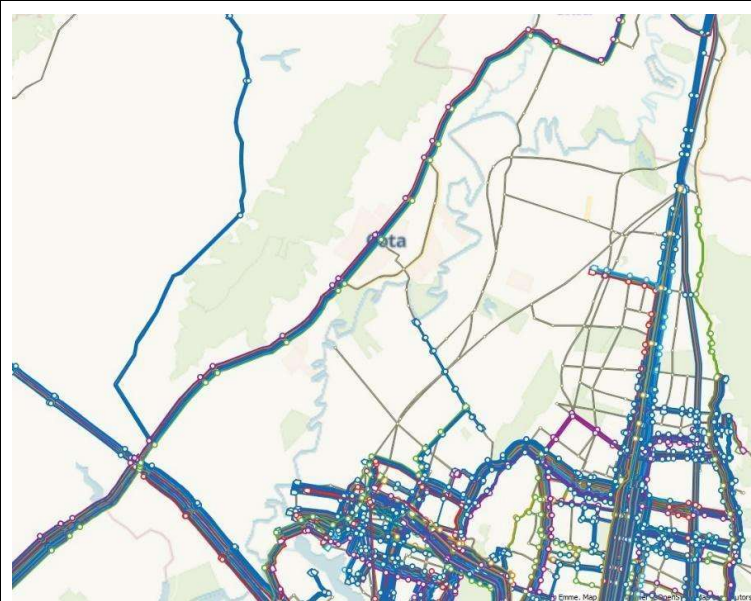


Figura 58. La estación 11 y sistemas de rutas



Figura 59. Estaciones 11-10-9-8

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

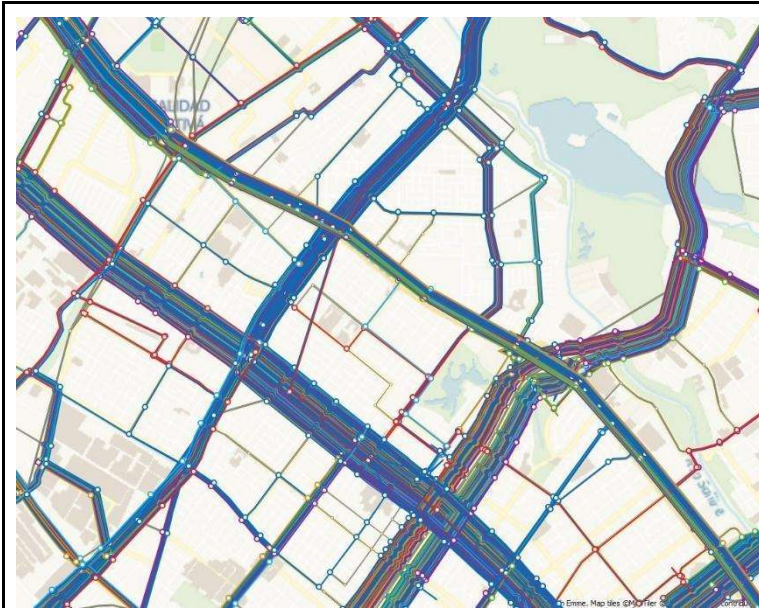


Figura 60. Estaciones 7-6-5-4



Figura 61. Estación 4-3-2-1

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Como se puede apreciar, en cada una las estaciones tienen suficiente conectividad con el sistema de rutas de transporte público a su alrededor, pero debido a la gran diferencia de velocidades de la L2MB que está en promedio a 40km/hr puede afectar a las rutas de transporte zonal que recorren en paralelo y esto debe ser revisado a fin hacer una propuesta de reestructuración que trabaje con la L2MB como alimentador. De acuerdo con las lecturas de los documentos de referencia, en la etapa de prefactibilidad no se realizó ninguna reestructuración de rutas. Esto ha sido solicitado para la etapa de factibilidad como una propuesta de reestructuración de rutas de transporte público sin Troncales.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

10.3. Municipio de Chía y Cota

10.3.1. Zonas de Análisis de Transporte

Respecto a estos dos municipios, hacemos el siguiente análisis en cuanto a las Zonas de Análisis de Transporte y conectividad.

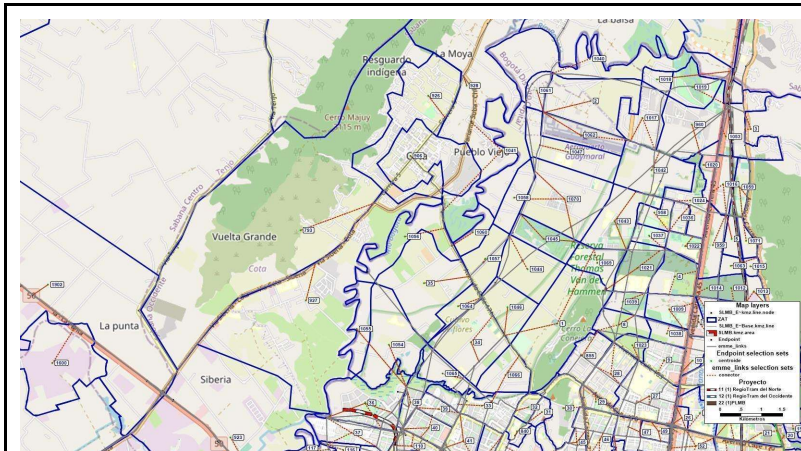


Figura 62. Zonas de Análisis de Transporte del Municipio de Cota

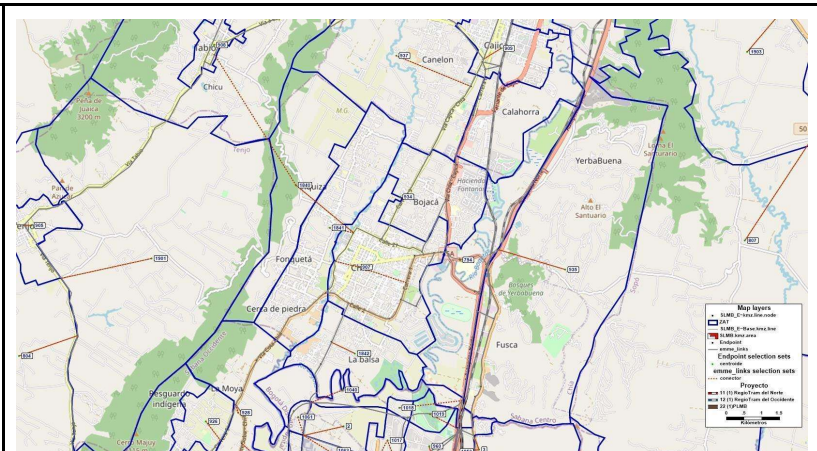


Figura 63. Zonas de Análisis de Transporte del municipio de Chía

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: como se puede apreciar en las figuras previas, las Zonas de Análisis de Transporte de ambos municipios consideramos suficiente.

- En el caso de Municipio de Cota las Zonas de Análisis de Transporte 793 y 927 se ven grandes, pero una desagregación no aporta más información debido a que tienen una única vía de salida;
- En el caso de Municipio de Chía las Zonas de Análisis de Transporte 1901, 1840 y 1841 una desagregación no aporta más información pues tienen una conexión cuya entrada/salida está bien definida y en otro como las zonas 794 y 935 tienen una única vía de salida la vía Autopista Norte y que no impacta en la conectividad de la L2MB

Nuestra recomendación es mantener las Zonas de Análisis de Transporte definidas en estos dos municipios de acuerdo con estudio de prefactibilidad.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

10.3.2. Sistema de rutas en Chía y Cota

Respecto al sistema de rutas que conectan los municipios de Chía y Cota, se muestra en la siguiente figura.

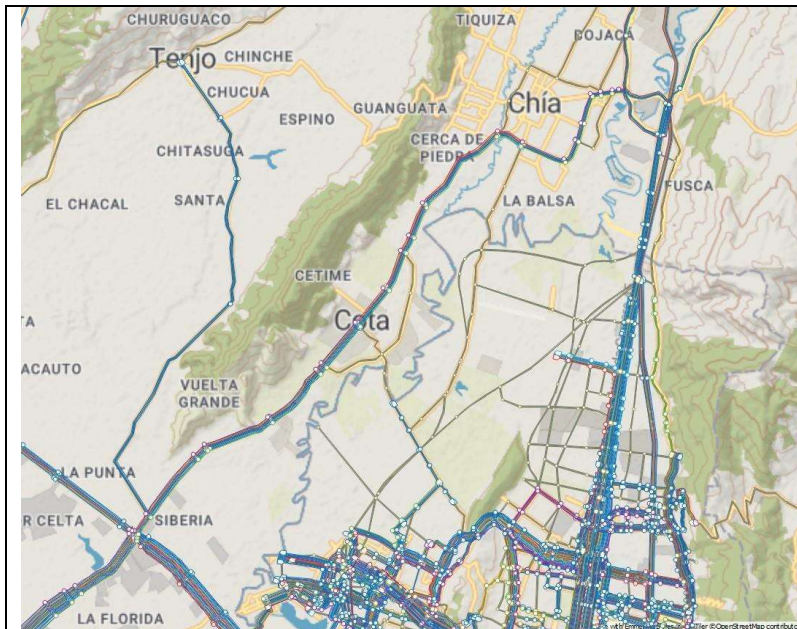


Figura 64. Sistema de rutas en Chía y Cota y estación 11 de L2MB

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Se puede observar que no hay ruta de transporte público que conecte con el municipio de Cota y Chía con la estación 11 de la L2MB.

Entonces, se plantea realizar un análisis de sensibilidad dando conectividad a través de rutas hacia la estación 11 y/o mover algunas rutas intermunicipales de la terminal de la 80 hacia la estación 11 de la L2MB, al menos por la vía actual de conexión Avenida Calle 171 o una posible nueva infraestructura de acceso.

10.4. Características operacionales de la Línea 2

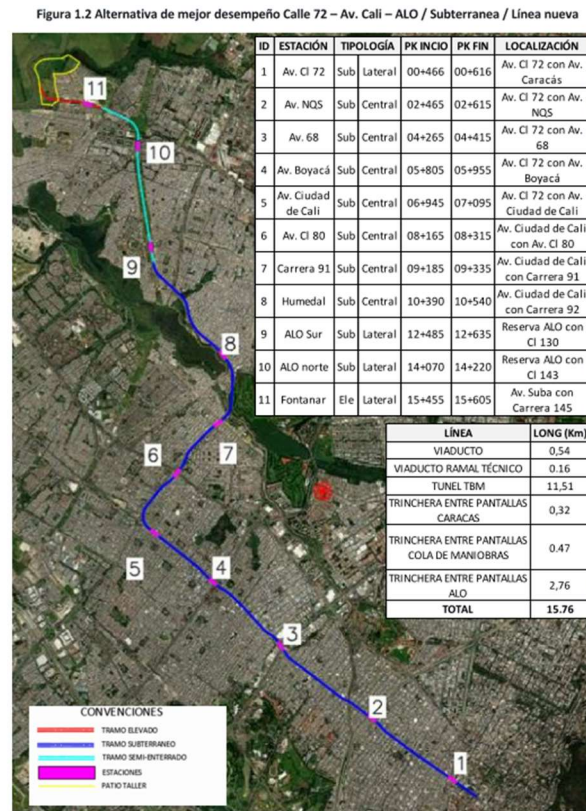
Las características de operación del metro se muestran en las siguientes figuras.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

10.4.1. Datos de L2MB del estudio de prefactibilidad

A continuación, mostramos la longitud, velocidad entre estaciones y tiempo de parada en cada estación.



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

Figura 65. Trazado y localización de estaciones de L2MB (estudio prefactibilidad)

Tabla 10. Velocidad entre estaciones y tiempo de parada de L2MB (estudio prefactibilidad)

Tiempo de recorrido comercial

Los resultados de los tiempos de recorrido se presentan en las tablas a continuación. Estos tiempos son válidos para el horizonte 2030 y el horizonte 2050 (mismo tiempo de recorrido entre estaciones y mismo tiempo de estacionamiento en las estaciones).

Tabla 6.9 Tiempo de recorrido. Sentido Calle 72 > Fontanar

N°	Estación	PK frente del tren (m)	Distancia interestación (m)	Marcha tendida (s)	Tiempo de distención (s)	Tiempo de regulación (s)	Tiempo Total de trayecto interestación (s)	Velocidad interestación (km/h)	Tiempo de parada en estación (s)	Llegada (hh:mm:ss)	Partida (hh:mm:ss)
1	Calle 72	844	-	-	-	-	-	-	-	-	00:00:00
2	NQS	2819	1975	115	5,8	10	131	54,4	20	00:02:11	00:02:31
3	CR 68	4618	1799	108	5,4	9	122	52,9	20	00:04:33	00:04:53
4	Av. Boyacá	6138	1520	95	4,8	8	107	51,0	20	00:06:40	00:07:00
5	Calli	7303	1165	79	4,0	6	89	47,2	20	00:08:29	00:08:49
6	Cl 80	8522	1219	83	4,2	6	93	47,1	20	00:10:22	00:10:42
7	Cr 91	9540	1018	72	3,6	5	81	45,4	20	00:12:03	00:12:23
8	Humedal	10742	1202	79	4,0	6	89	48,6	20	00:13:52	00:14:12
9	ALO Sur	12838	2096	120	6,0	10	136	55,3	20	00:16:29	00:16:49
10	ALO norte	14424	1586	97	4,9	8	110	52,0	20	00:18:38	00:18:58
11	Fontanar	15808	1384	90	4,5	7	101	49,1	-	00:20:40	-

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

Tiempos de recorrido sentido Fontanar – calle 72

Tabla 6.10 Tiempo de recorrido. Sentido Fontanar > Calle 72

N°	Estación	PK frente del tren (m)	Distancia interestación (m)	Marcha tendida (s)	Tiempo de distención (s)	Tiempo de regulación (s)	Tiempo Total de trayecto interestación (s)	Velocidad interestación (km/h)	Tiempo de parada en estación (s)	Llegada (hh:mm:ss)	Partida (hh:mm:ss)
1	Fontanar	15663	-	-	-	-	-	-	-	-	00:00:00
2	ALO norte	14279	1384	88	4,4	7	99	50,2	35	00:01:39	00:02:14
3	ALO Sur	12693	1586	97	4,9	8	110	52,0	20	00:04:04	00:04:24
4	Humedal	10597	2096	119	6,0	10	135	55,7	20	00:06:40	00:07:00
5	Cr 91	9395	1202	81	4,1	6	91	47,5	20	00:08:31	00:08:51
6	Cl 80	8377	1018	73	3,7	5	82	44,8	20	00:10:12	00:10:32
7	Calli	7158	1219	84	4,2	6	94	46,5	20	00:12:07	00:12:27
8	Av. Boyacá	5993	1165	79	4,0	6	89	47,2	20	00:13:55	00:14:15
9	CR 68	4473	1520	94	4,7	8	106	51,5	20	00:16:02	00:16:22
10	NQS	2674	1799	109	5,5	9	123	52,5	20	00:18:25	00:18:45
11	Calle 72	699	1975	117	5,9	10	133	53,6	-	00:20:58	-

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

A continuación, se presentan los perfiles de velocidad a lo largo de la línea.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

10.4.2. Características en el modelo de transporte.

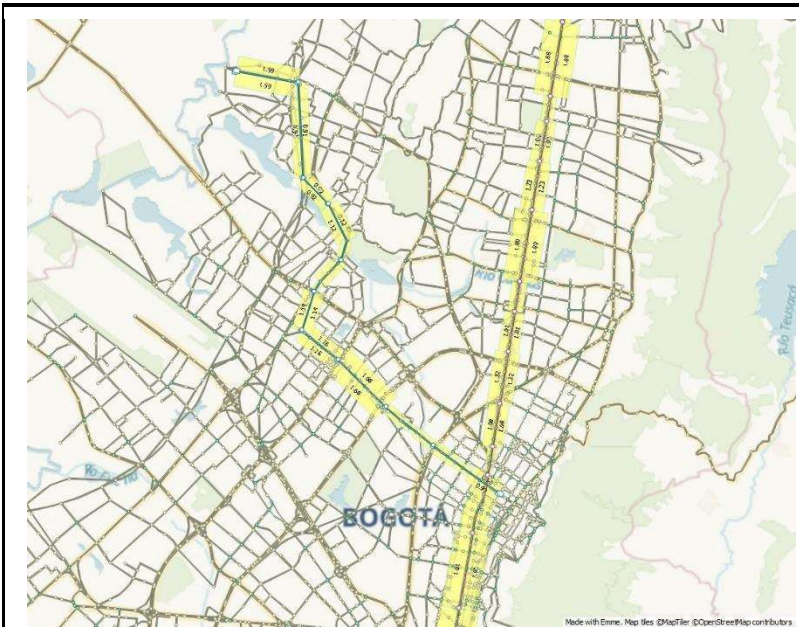


Figura 66. Longitud entre estaciones de L2MB (modelo de transportes)

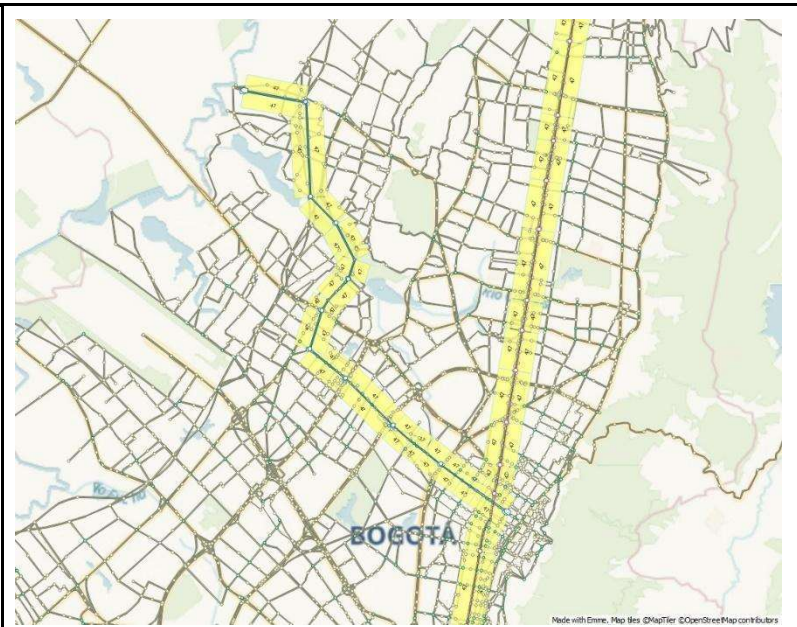


Figura 67. Velocidad entre estaciones de L2MB

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Tabla 11. Tiempo de parada en estación de L2MB

Línea de Metro	Estacion	Tiempo Parada en Estación (min)
m2NS	11	0.20
m2NS	10	0.20
m2NS	9	0.20
m2NS	8	0.20
m2NS	7	0.20
m2NS	6	0.20
m2NS	5	0.20
m2NS	4	0.20
m2NS	3	0.20
m2NS	2	0.20
m2NS	1	0.50
m2SN	1	0.20
m2SN	2	0.20
m2SN	3	0.20
m2SN	4	0.20
m2SN	5	0.20
m2SN	6	0.20
m2SN	7	0.20
m2SN	8	0.20
m2SN	9	0.20
m2SN	10	0.20
m2SN	11	0.25

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD:

- Se observa que en el modelo de transporte la L2MB tiene una longitud de 13.6 km Vs. 15.7 km

```
TRANSIT LINE SUMMARY
*****
line      description      mode veh. hdwy  speed  length  no.of  -----user data-----
          type (min) (km/hr) (km)   segs   ut1    ut2    ut3
m2NS     m1SN                 m   50   1.93  40.00  13.677  16     0     0  6.88491
m2SN     m2SN                 m   50   1.93  40.00  13.677  16     0     0  6.88491
```

- Se puede observar diferencias de longitud entre estaciones, de acuerdo con la información de ingeniería y la del modelo de transporte del estudio de prefactibilidad
- La velocidad entre estaciones obtenida por operaciones no coincide con la velocidad del modelo de transporte que está en 47km/hr y constante para todos los tramos; siendo en realidad diferente por cada tramo de acuerdo con un modelo de simulación de dicha velocidad;
- Los tiempos de parada en las estaciones son de 20 segundos en su mayoría según datos de operaciones, esto es de 0.33 minutos. Sin embargo, en el modelo de transporte esto está en 12 segundo (0.2 minutos)

En resumen, se debe actualizar las características de operación de la L2MB, para el estudio de factibilidad.

11. REVISIÓN DEL MODELO DE DEMANDA

Para la planificación por escenarios se tomó como base dos diferentes visiones de ciudad en las cuales varía la ubicación y densidad de la población y de los usos de suelo. Dichas visiones son producto del trabajo desarrollado por la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) y la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), estas se resumen en lo siguiente:

- Visión 1 fue la formulada en 2018 en las que se visualiza una ciudad con una mayor expansión hacia el norte;
- Visión 2, formulada en el año 2014, prevé una ciudad más densa con un menor desarrollo en el norte de la ciudad;
- Visión 3. Formulada el año 2021 por la actual administración.

Las visiones antes descritas contienen la siguiente información.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Vectores de población por rango de edad, para la producción de viajes;
- Usos de suelos por diferentes actividades para los vectores de atracción de viajes;

Como resultado de las EODH2019, también se elaboraron tasas de producción de viajes por rango de edad y tasas de atracción de viajes por usos de suelos.

11.1. Datos de Visión 3, 2 y 1.

- La Visión 3 la hemos recibido de parte de la SDM actualizado los vectores de población de acuerdo con los resultados definitivos de DANE 2018 y los usos de suelos, también una nueva versión de las visiones 1 y 2.
- El modelo de producción de viajes está basado en pronóstico de la población por rango de edad, de 5 a 24, 25-64 y más de 65 años;
- En el informe del estudio de prefactibilidad, se mencionaba que los vectores de población de la visión 1 y visión 2 deben ser actualizados de acuerdo con los resultados definitivos de la publicación del DANE;

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Se recibió la última versión de la visión 3, con los datos actualizados de población por rango de edad de acuerdo con las cifras definitivas publicadas del DANE 2018, como también la última versión de usos de suelo. Junto con esta versión se recibieron una nueva versión de las Visiones 1 y 2, que únicamente serán actualizados por el lado del vector de población, manteniendo los datos de usos de suelos. Como las visiones 1,2 y 3 consideran toda el área metropolitana que se cubre en la modelación, consideramos que los datos como tales se deben utilizar directamente en el proceso de modelación.

11.2. Tasas de viajes

Las tasas de viajes que se utilizan en el modelo de demanda son:

- Tasas de viajes por rango de edad de 5-24, 25-64, 65 y más años, de acuerdo con los estratos, para los modelos de producción de viajes;
- Tasas de viajes por actividad de usos de suelos para los modelos de atracción de viajes.

Las tasas de viajes se obtuvieron en el estudio de “Actualización del modelo de transporte de diciembre del 2019” y en el punto 4.10 se menciona.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

“ 4.10 Este método asume que las tasas de viajes son estables en el tiempo, por lo que se pueden estimar escenarios futuros acorde al cambio en las variables de clasificación asociadas a las tasas. El método encuentra las tasas a partir de la segmentación de datos de viaje de una población, por lo que requiere de una base de datos robusta como la Encuesta de Movilidad”

Tabla 12. Tasas de viajes por grupo de edad, estrato y motivo de viaje

Tabla 4.2: Tasas de generación de viajes por estrato, motivo y grupo etario para Bogotá

Estrato/Edad	Trabajo			Estrato/Edad	Otro		
	5 a 24	25 a 64	Mayor a 64		5 a 24	25 a 64	Mayor a 64
1	0.010397	0.073155	0	1	0.034953	0.02023	0.012178
2	0.010397	0.073155	0	2	0.034953	0.02023	0.012178
3	0.031855	0.094614	0.01987	3	0.056411	0.041689	0.033636
4	0.058653	0.121411	0.046667	4	0.083209	0.068486	0.060433
5	0.05513	0.117889	0.043145	5	0.079686	0.064963	0.05513
6	0.05513	0.117889	0.04314	6	0.079686	0.06496	0.05513

Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Tabla 13. Tasas de viajes por usos de suelo y estrato y motivo

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

Tabla 4.5: Tasa de atracción de viajes por estrato y uso de suelo para motivo trabajo

Uso	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Municipios
Residencial	0	0	0	0.0009	0.0012	0	0
Comercial	0	0	0.0057	0.0106	0	0.026	0
Industrial	0	0.0026	0	0.0062	0	0	0
Equipamientos	0.0083	0	0	0	0	0	0
Educativo	0	0.0059	0	0	0	0	0
Comercio y Servicios	0.0059	0	0.0085	0.009	0.0109	0.0062	0
Recreación y Turismo	0	0	0.0571	0	0	0	0
Cupos	0	0	0	0.0533	0	0	0.0119

Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

Tabla 4.6: Tasa de atracción de viajes por estrato y uso de suelo para otros motivos

Uso	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Municipios
Residencial	0	0.0004	0.0004	0	0.0019	0	0
Comercial	0	0	0.0036	0	0	0.0171	0
Industrial	0	0	0	0	0	0	0
Equipamientos	0	0	0	0.0093	0	0	0
Educativo	0.0085	0	0.0131	0	0	0	0.0028
Comercio y Servicios	0.0025	0	0.0021	0.0054	0.0036	0	0
Recreación y Turismo	0	0	0.0486	0	0	0.0268	0
Cupos	0	0.0397	0	0.1081	0	0	0.0123

Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

Las aplicadas en el modelo de transporte, se muestran en la siguiente tabla (fue elaborada a partir de los scripts del modelo de 4 etapas aplicados y organizados).

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Tasas motivo trabajo				Tasas otros motivos			
Estrato/gt	5-24 años	25-64 años	65+mas	Estrato/go	5-24 años	25-64 años	65+mas
1	0.010476	0.085191	0	1	0.036759	0.024003	0.017661
2	0.010476	0.085191	0	2	0.036759	0.024003	0.017661
3	0.037524	0.112239	0.02623	3	0.063807	0.05105	0.044771
4	0.071145	0.145861	0.05985	4	0.097428	0.084672	0.078331
5	0.062227	0.136943	0.05094	5	0.08851	0.075754	0.069413
6	0.062227	0.136943	0.05094	6	0.08851	0.075754	0.069413

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Usos de suelos	Tasas de atracción de viajes motivo trabajo						Municipios
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
res: metros cuadrados residenciales	0	0	0	0	0.0019	0	0
com: metros cuadrados de comercio	0	0	0	0.0117	0	0	0
Ind: metros cuadrados de industria	0	0.0036	0	0.0106	0	0	0
equ: metros cuadrados de equipamientos	0.0094	0	0	0	0	0	0
edu: metros cuadrados educativos	0	0.0073	0	0	0	0	0
cys: metros cuadrados de comercio y servicios	0.0074	0	0.0137	0.0113	0.0123	0.0109	0.0003
ryt: metros cuadrados recreativos y de turismo	0	0	0.0731	0	0	0	0
cup: cupos educativos	0	0	0.0107	0.062	0	0	0

Usos de suelos	Tasas de atracción otros motivos						Municipios
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
res: metros cuadrados residenciales	0.0005	0.0003	0.0006	0	0.0015	0	0
com: metros cuadrados de comercio	0	0	0	0	0	0.0186	0
Ind: metros cuadrados de industria	0	0	0	0	0	0	0
equ: metros cuadrados de equipamientos	0	0	0	0.0125	0	0	0
edu: metros cuadrados educativos	0	0	0.0161	0	0	0	0
cys: metros cuadrados de comercio y servicios	0.0022	0	0.0028	0.0054	0.0022	0	0
ryt: metros cuadrados recreativos y de turismo	0	0	0.0529	0	0	0.032	0
cup: cupos educativos	0	0.0467	0	0.1119	0	0	0.0041

Si se realiza la comparación por cada celda de datos, encontramos que no son las mismas.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Las tasas obtenidas en el estudio de actualización del 2019 y las entregadas en el modelo de transporte por parte del SDM, son diferentes. La SDM confirmó (mediante correo de la EMB a la FDN del 29 de octubre) que había realizado dicha actualización en el Modelo. De acuerdo con el concepto de tasas de viajes, estas se deben mantener constante en el tiempo (ver punto 4.10 de estudio de referencia y con la estamos de acuerdo). En todo caso, trabajaremos con las tasas de viajes recibidas en el modelo de 4 etapas proporcionado por la SDM. Se aclara que las tasas de viajes existentes en el modelo fueron modificadas por el consultor de la EODH-19, de acuerdo con una revisión solicitada por la SDM, que sin embargo no fueron actualizadas en el presente documento pero se dará la explicación pertinente en la etapa de factibilidad.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

11.3. Tasas de viajes en zonas fuera del distrito

En el modelo de transporte en EMME recibido y que corresponde a una versión del estudio de prefactibilidad, hicimos la revisión de los scripts y las tasas de viajes y obtuvimos lo siguiente:

- Para las Zonas de Análisis de Transporte fuera del distrito, se utiliza una única tasa de viaje y que afectan al rango de edad de 25-64 años, por lo que la población total de dichas zonas debe estar agregados en dicho rango de edad;
- En el modelo entregado de las visiones 1 y 2 (versión de prefactibilidad), en las Zonas de Análisis de Transporte fuera del distrito, la población en el modelo estaba en rangos de 5-24 y 25-64 años. Esto hacía que la población de 5-24 años no aporten viajes (tasa de viajes 0).

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: Este procedimiento se ha corregido para los vectores de visión 1,2 y 3 para el estudio de factibilidad.

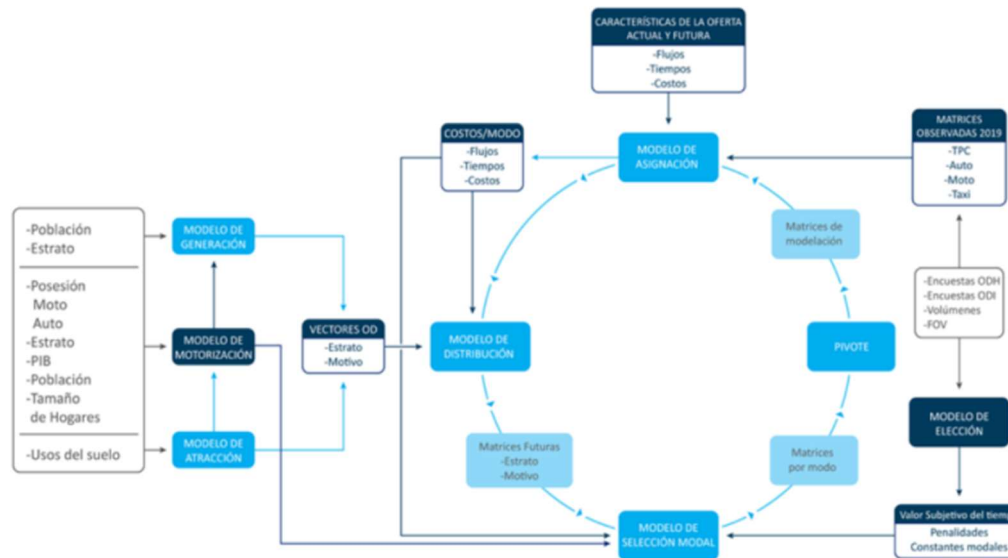
12. PROCESO DEL MODELO DE 4E

Como se establece en el documento de prefactibilidad “La estructura de modelo de transporte corresponde a una estructura clásica de cuatro etapas, también llamado cuatro pasos y permite incorporar en el análisis los escenarios de desarrollo urbano y crecimiento poblacional del área de estudio, junto con las medidas y proyectos de cambios en la oferta de transporte.

Las cuatro etapas principales del modelo son:

- Modelo de generación y atracción tiene por objeto estimar la cantidad de viajes que se generan y atraen en cada una de las zonas del modelo.
- El modelo de distribución de viajes tiene por objeto definir la relación entre los viajes generados y atraídos en cada zona y, a través de una relación matemática y de los costos entre cada zona, determinar la cantidad de viajes para cada par origen-destino.
- El modelo de selección modal tiene por objeto estimar la proporción de viajes que se realizan en los diferentes modos de transporte para cada par origen-destino.
- El modelo de asignación tiene por objeto estimar las rutas que cada uno de los viajes toma entre cada par origen-destino.

A continuación, se presenta la estructura actual del modelo de transporte de Bogotá, así como la información utilizada para la estimación de los submodelos de cada una de las etapas y su relación con los otros procesos”.



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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Figura . Proceso del Modelo de 4 Etapas. Fuente: Documento Prefactibilidad Steer.

Para el Pivote se utiliza la misma metodología implementada en el modelo de 4E entregado por la SDM, según se relaciona a continuación:

.. “ El modelo de desarrollo incremental es el ciclo de vida de desarrollo software en el cual un proyecto es descompuesto en una serie de incrementos, cada uno de los cuales suministra una porción de la funcionalidad respecto de la totalidad de los requisitos del proyecto. El modelo usa un modelo incremental (“Pivote”), el cual toma los resultados de las cuatro etapas para los escenarios futuros y utiliza las diferencias con la modelación de 2019 para estimar la demanda futura, manteniendo la estructura de la matriz del año base.”...

12.1. Consideraciones

Antes de proceder a la revisión del modelo de 4 etapas, hacemos las siguientes consideraciones.

- Los modelos de cuatro etapas (M4E) tienen una amplia documentación técnica como en (Ortúzar & Willumsen, 2011), (Hensher & Button, 2008) entre otros autores;
- El M4E está probado su utilidad para cuantificar el impacto de cambio modal de grandes proyectos y en ciudad de más de 1 millón de habitantes, principalmente por el tema de la congestión;
- En Bogotá D.C la aplicación del M4E viene de hace muchos años (más de 10 años) y las decisiones de políticas públicas en materia de movilidad ha sido realizadas basados en sus resultados;
- Hay una identificación de parte de las instituciones de Bogotá D.C. en el uso de esta herramienta de modelación y creen en sus resultados, aunque claro está que la herramienta depende mucho de la calidad de datos que se usa como insumo, el software de probada credibilidad y de equipo multidisciplinario que participa en su construcción.
- Aunque existen aspectos que se pueden mejorar, como manuales más detallados y su mayor apertura para migrar entre diferentes plataformas de software de modelación.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: En este contexto, no realizaremos una revisión del proceso del M4E (secuencia de pasos) debido a que ha sido ampliamente probado su validez, sino revisaremos cuestiones operativas de posibles problemas de ingreso de datos o secuencias del programa.

12.2. Etapa generación de viajes

Cómo hemos mencionado en el capítulo de modelo de demanda, se ha identificado los siguientes aspectos:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Las tasas de viajes en la producción y atracción fueron actualizadas por la SDM respecto al obtenido en el proceso de calibración utilizando la EODH2019, consideramos que la SDM tiene suficiente justificación técnica para haber realizado esta actualización y que el equipo Consultor utilizará;
- Las tasas de viajes para las Zonas de Análisis de Transporte del distrito, están por estratos. Para los municipios externos al distrito no tienen segmentación y para las zonas externas no tienen tasas de viajes.
- Existe segmentación de las tasas de los municipios externos a Bogotá de acuerdo con su ubicación geográfica.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD:

- Los supuestos de las tasas de viajes hasta el nivel descrito son razonables. Sin embargo, para las externas (viajes fuera del área utilizada para la modelación), esa tasa de viajes es 0.
- Los viajes externos, basado principalmente a partir de la línea de cordón externo (ver capítulos anteriores), son los viajes que muchos casos son personas que no radica en los hogares que permanecen en hoteles por algunos días y estos pueden ingresar a la ciudad por vía terrestre o aérea (Aeropuerto internacional, con vuelos nacionales e internacionales) que no son captados en una EODH regular. Por esta razón, recomendamos para la próxima recopilación de datos, se considere considerar la línea de cordón externo y generar una matriz de viajes externos que luego se incorpore en el M4E (por lo general es directamente en los procesos de asignación);
- En la documentación técnica recibida, hay conceptos que se deben mejorar, como:
 - Se describen sólo dos motivos de viajes al trabajo y otros. Sin embargo, se debe explicar que en realidad esos viajes son viajes basados en el hogar de ida por motivo trabajo y(estudios) o de viajes recurrentes o viajes obligados;
 - Los otros motivos corresponden a viajes basados en el hogar de ida pero que no son de trabajo ni estudio;
 - No existen viajes no basados en el hogar. Son los viajes en el período pico de la mañana que no tienen ni el origen ni el destino el hogar, aunque esta proporción podría ser pequeña. Debe quedar documentado;
- En la mayoría de los modelos de 4 etapas, los modelos de generación de viajes están basados en tasas de viajes por hogar, nivel de ingreso, tasa de motorización y tamaño de hogar. Pero el modelo desarrollado en el distrito está basado en población por rango de edad no hemos encontrado una documentación que explica este método, pero entendemos viene siendo aplicado hace varios años y tiene la aceptabilidad de los usuarios del distrito.
- El uso de la segmentación de la demanda por estratos tiene algunos inconvenientes que detallamos. El estrato está vinculado a la calificación de la residencia física y que esta calificación no tiene cambios (al menos por largos años). Por ejemplo, si un hogar reside en una zona de tránsito de estrato 3 lo será por un largo tiempo, a pesar de que el hogar pudo haber mejorado su nivel de ingreso, esto no se verá reflejado y se le aplica la tasa de viajes de estrato 3, cuando en realidad es probable que dicho hogar haya aumentado su tasa de viajes.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Respecto a la tasa de motorización, no se ha encontrado documentación que explique el porqué se ha adoptado en 600 vehículos/1000 personas como tasa motorización de saturación.

Lo anterior son los aspectos encontrados en el modelo de 4E, no obstante se mantendrán para el desarrollo del proceso del Modelo para la Etapa de Factibilidad.

12.3. Etapa de distribución

12.3.1. Calibración de parámetros de la función combinada

En esta etapa, hemos encontrado algunas diferencias en cuanto a los parámetros del modelo de distribución. De acuerdo con la EODH 2019, se calibraron los parámetros de la función de distribución combinada (gamma o Tanner), los resultados se muestran enseguida:

- Una vez construidos los histogramas, el siguiente paso consiste en ajustar los parámetros alfa y beta en la función combinada de impedancia, de tal forma que se reproduzca de la manera más fiable posible la distribución exhibida en los segmentos. Para ellos, se emplean una serie de iteraciones sobre los parámetros alfa y beta, de tal forma que al final se escoge el par con menor diferencia porcentual respecto a los histogramas a reproducir. A partir de esto, se obtienen las siguientes curvas de ajuste de la función de impedancia que corresponde a la función combinada con parámetros alfa= 2.7 y beta = 0.07 para el segmento de estratos 1,2 y 3 y alfa = 1.05 y beta=0.055 para el segmento de estratos 4,5 y 6
- Dado que para los municipios no se tiene una segmentación basada en la estratificación, se emplea un único ajuste que recoge a todos estos con parámetros alfa = 10 y beta = 0.115
- A continuación se muestran también los ajustes correspondientes para los viajes con motivo distintos a trabajo (otros) en Bogotá y desde los municipios aledaños que corresponden a la función combinada con parámetros alfa = 0.2 y beta = 0.03 para el segmento de estratos 1,2,3 y alfa = 0.081 y beta= 0.06 para el segmento de estratos 4,5,y 6

Luego, lo que está en los programas de los M4E, son los siguientes:

Tabla 16. Parámetros de la función combinada de los M4E

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Motivo Trabajo				Motivo Otros			
Grupo	Bogota E1,2,3	Bogota E4,5,6	Municipios	Grupo	Bogota E1,2,3	Bogota E4,5,6	Municipios
Alfa	4.150	2.000	6.500	Alfa	1.10	1.20	4.50
Beta	3.150	2.600	3.000	Beta	1.60	2.10	2.15

Como se puede apreciar, los parámetros calibrados, no se utilizan en el modelo de 4 etapas.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: En la documentación compartida, no se encuentra la explicación de dichos cambios de parámetros. Para la Etapa de Factibilidad se mantendrán los mismos parámetros.

12.3.2. Función de impedancia media

Para el cálculo del costo generalizado promedio para obtener una matriz única, se calcula de la siguiente manera:

$$\ln(p_{vp} \cdot e^{c_{vp}} + p_{mt} \cdot e^{c_{mt}} + p_{tp} \cdot e^{c_{tp}}) = mf(\text{cost})$$

En el cálculo final la impedancia se divide entre 20 (la matriz en el exponente de e). de acuerdo con las especificaciones técnicas del EMME, los rangos de valores que tiene son de 10^{32} y 10^{-32} o lo que sería aproximadamente e^{75} y e^{-75} , sobre esos valores el EMME puede generar errores o truncar los valores.

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: el uso del cálculo del log-sum no es crítico, en otros casos se utilizan simplemente el promedio de las impedancias de acuerdo con la proporción de los modos existentes. Para la Etapa de Factibilidad se mantendrá la misma función.

12.4. Modelo de elección modal

Hay suficiente documentación respecto a los modelos de elección modal. Solo hemos identificado algunas variables mal codificadas.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

Tabla 17. Variable en macro selectmode.py

<pre>276 #----- 277 # Coeficientes Dispone Auto o Moto 278 v # Coeficientes E 1 y 2 279 EscalaTP12 = 1 280 EscalaVP12 = 1 281 EscCostTaxi = 1 282 EscCostoTP = 1 283 CTiempoAu12 = -0.0292 284 CCostoAu12 = -0.000191 285 ASCAu12 = 1.57 286 CTiempoTx12 = -0.0292 287 CCostoTx12 = -0.000191 288 ASCTx12uc = 0.06 289 ASCTx12um = 0.34 290 CTiempoMo12 = -0.0249 291 CCostoMo12 = -0.000191 292 ASCMo12 = 0.85 293 CCostoTP12 = -0.000191 294 TAbordoTP12uc = -0.0292 295 TAbordoTP12um = -0.0249 296 TAbordoTP12um = -0.102 297 TAccesoTP12uc = -0.0347 298 TAccesoTP12um = -0.026 299 TransbTM12 = -0.102 300 TransbME12 = -0.102 301 ASCME12uc = 0.294 302 ASCME12um = 0.183 303 TransbSI12 = -0.102</pre>	<p>En la línea 296 la variable TAbordoTP12um tiene dos valores</p> <pre>TAbordoTP12um = -0.0249 TAbordoTP12um = -0.102</pre> <p>De acuerdo con la secuencia la variable utiliza el valor de -0.102 Cuando el valor correcto es -0.0249</p> <p>Hemos procedido a eliminar el segundo valor.</p>
--	--

12.5. Modelo de asignación

En la macro asignación de transporte privado, hemos identificado el siguiente problema de variable.

Tabla 18. Macro Asig:4E.py

```

83  # Inverso de Valores del tiempo en minutos (min/$)
84  r1=0.006356 # Carro y taxi E1y2
85  r2=0.006356 # Carro y taxi E3
86  r3=0.005158 # Carro y taxi E4
87  r4=0.004091 # Carro y taxi E5y6
88  r5=0.006511 # Carro Camion P vpx2
89  r6=0.004373 # Carro Camion G vpx3
90  r7=0          #cobro por distancia
91  r11=0.007454 # Moto E1y2
92  r12=0.007454 # Moto E3
93  r13=0.006045 # Moto E4
94  r14=0.004801 # Moto E5y6
95  # Equivalencias
96  r8=3          #Equivalencia camiones grandes
97  r9=2          #Equivalencia camiones pequeños y buses escolares
98  r10=0.3       #Equivalencia motos

1621 print (u"---Cálculo matrices tiempos vehículo privado - datetime: " + str(datetime.datetime.now().strftime("%c")))
1622 with _m.logbook_trace(u"Cálculo matrices tiempos vehículo privado "+str(input_scen)+" - "+str(time.strftime("%H:%M:%S"))):
1623     i=0
1624     while i <= 3:
1625         p=1
1626         q=73
1627         s= [0.006356,0.006356,0.005158, 0.004373]
1628         spec1 = {
1629             "expression": ("mf"+str(p+i))+ "-" + ("mf"+str(q+i))+"*" +str(s[i]),
1630             "constraint": {
1631                 "by_value": None,
1632                 "by_zone": None
1633             },

```

Hay un error al hacer referencia en la lista de la variable s en la línea 1627 en el 4to valor, corresponde al de camión grande y debe corresponder a la de autos E56, que es el valor correcto de r4= 0.004091 en lugar de 0.004373 que corresponde a camiones grandes.

Esta se corrige en la macro para el estudio de factibilidad

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

12.6. Proceso general de asignación del M4E

El proceso completo del modelo de M4E está organizado con las siguientes secuencias de macros.

- Asig_total.py
- AsigTPr_4E.py
- asigTPr_Asig.py
- asigTPu_4E.py
- asigTPu_asig.py
- BOG4E.py
- Distribución.py
- exportaEMB19.py
- generación.py
- iteración.py
- selectmode.py
- transferencias.py
- vectores.py

La macro principal de inicio de secuencia es iteracion.py, se elige el escenario y el año de corte temporal y se ejecuta.

Se realizó la corrida de las macros y se realizó la comparación.

Comparación de aplicación de la secuencia de macros

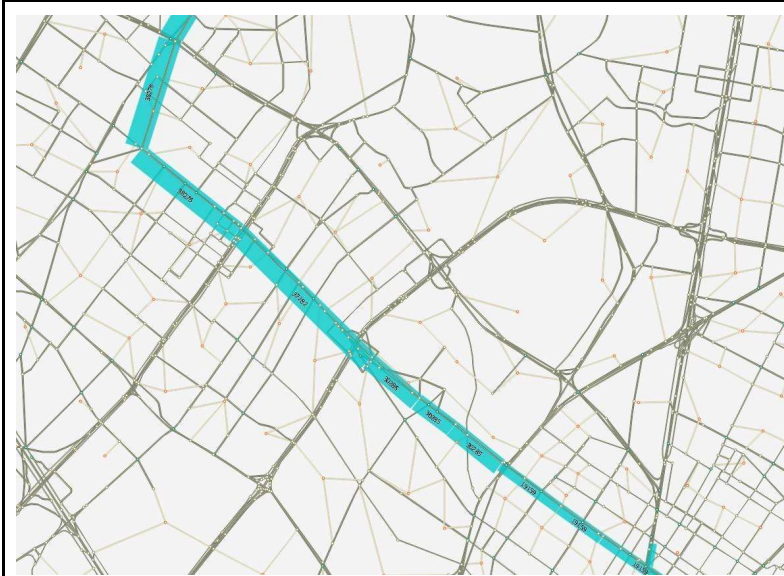


Figura 68. Asignación de escenario 32000 de M4E dentro del banco de datos entregado por la EMB

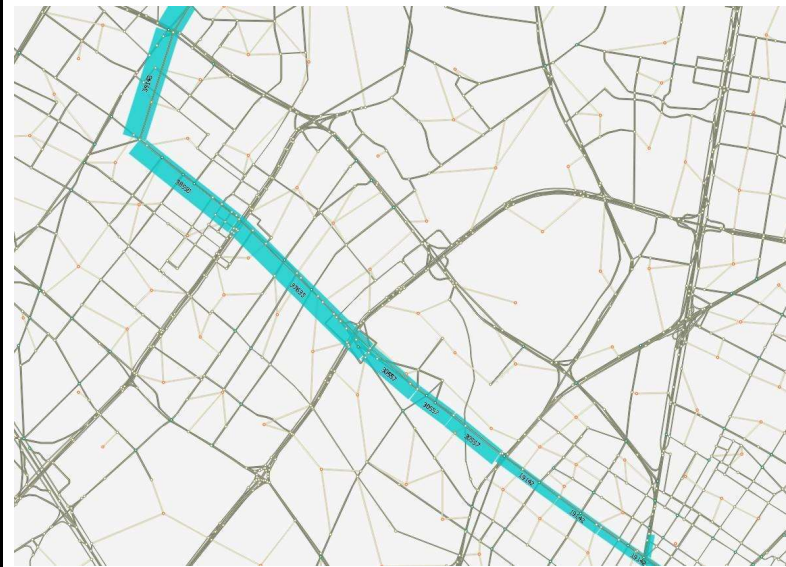


Figura 69. Asignación de escenario 32200 de M4E realizado localmente

COMENTARIO - ETAPA FACTIBILIDAD: la aplicación de la secuencia de códigos, prácticamente se ha reproducido la demanda de la L2MB, por lo que consideramos que la secuencia de macros (*.py) es la que corresponde al aplicado por la EMB y procederemos a continuar la aplicación en la fase de factibilidad.

Por razones antes explicadas, hay ajustes menores que se realizarán dentro de las macros para su aplicación plena en el estudio de factibilidad.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

13. INFORMACIÓN SECUNDARIA

13.1. POT CHÍA

Hoy en día el POT vigente del municipio de Chía es el Acuerdo 017 del 2000. En el 2016 se desarrolló un documento que corresponde al acuerdo 100 , el cual se encuentra suspendido. Finalmente, en el 2020 se comenzó una revisión del POT para la actualización del mismo. Como se evidencia, el POT de este municipio tiene ya 21 años de vigencia, lo que lleva a concluir que puede no estar muy alineado con las políticas y estrategias regionales que se hayan planteado en años posteriores.

A continuación se traen a colación algunos artículos importantes para el desarrollo del estudio de demanda.

- En el artículo 3, numeral 3.2 el POT establece dentro de sus políticas generales que La renovación, actualización y mantenimiento del equipamiento necesario en medios vías y transporte.
- En el artículo 4, numeral 4.2.8 se establece como uno de los objetivos específicos lograr el asentamiento de una nueva cultura de comunicación y movilidad para optimizar la infraestructura de tecnologías de información y comunicación, vial y de transporte.
- En el artículo 5, numeral 5.7 dentro de las estrategias para el ordenamiento territorial se establece la iniciativa de adoptar el plan vial y de transporte municipal articulado con el plan distrital, departamental y nacional.

13.2. PBOT COTA

Hoy en día el PBOT del municipio de Cota es el Acuerdo No. 012 (20 de octubre de 2000) por el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial municipal, se definen los usos del suelo para las diferentes zonas del municipio de cota - cundinamarca, se establecen las normas de desarrollo urbanístico y se define el programa de ejecución para el desarrollo territorial del municipio. Como se evidencia, el PBOT de este municipio tiene ya 21 años de vigencia, lo que lleva a concluir que puede no estar muy alineado con las políticas y estrategias regionales que se hayan planteado en años posteriores. A continuación se traen a colación algunos artículos importantes para el desarrollo del estudio de demanda.

- En el artículo 4: objetivos: son objetivos de ordenamiento territorial municipal: b. determinar las necesidades de infraestructura física para el desarrollo integral del territorio el sistema vial y de transporte: determinar un plan vial jerarquizado y acorde con el contexto regional.
- En el artículo 28, equipamiento del transporte público se habla sobre El Plan Vial Municipal el cual tendrá que prever su articulación con el sistema vial y de transporte regional, especialmente con las ciclo-rutas, el tren de cercanías de la región Sabana y la navegación por el Río Bogotá.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

13.3. POT BOGOTÁ

Se tiene una propuesta del Plan de Ordenamiento Territorial POT 'Bogotá reverdece 2022-2035'. La cual fue radicada en septiembre al concejo, este tiene un plazo de 90 días para su aprobación.

Dentro de los ejes estratégicos de esta revisión el POT se orienta a *privilegiar los desplazamientos en modos de transporte activos, de cero y bajas emisiones. De acuerdo con las políticas establecidas en el proyecto de acuerdo Plan de Ordenamiento Territorial 2022-2035 La Política de Movilidad Sostenible y Descarbonizada. Se orienta a privilegiar los desplazamientos en modos de transporte activos, de cero y bajas emisiones. El eje estructurador de la movilidad es el peatón y el desarrollo de un sistema de corredores verdes de alta y media capacidad, que cambien el modelo la movilidad urbana, descarbonizar el sistema de transporte público, conecten la ciudad con la región, soporten una ciudad de proximidad, cuidadora e incluyente, mejoren las condiciones de accesibilidad de las zonas de origen informal e incorpore el desarrollo orientado al transporte y la revitalización alrededor de las infraestructuras de movilidad. Esta Política se soporta en la construcción de cinco líneas de metro, dos regiotram y siete cables 5 aéreos, que junto con la consolidación de corredores verdes y una red de infraestructura peatonal y de cicloinfraestructura buscan establecer una movilidad sostenible y segura en el marco de las descarbonización de los viajes en el distrito capital. Asimismo en el artículo 7 del documento mencionado se habla del Modelo de Ocupación Territorial, el cual contiene elementos que concretan los desafíos regionales:*

- *Inserción urbana del Regiotram del Norte y de Occidente en el tejido urbano de Bogotá, aprovechando las oportunidades de revitalización urbana.*
- *Construcción del metro hasta Soacha, y conexión con el sistema férreo al occidente y norte de la ciudad, consolidando una red de transporte férreo regional.*
- *Construcción de cables hasta Soacha, como estrategia de integración de la demanda de transporte en dicho municipio, en la red de transporte de alta de capacidad de Bogotá.*
- *Construcción de cable hasta La Calera con especial aptitud turística y recreativa, disminuyendo. la presión de tráfico que tiene la vía Bogotá-La Calera.*
- *Organización del funcionamiento logístico regional, a través del Anillo Logístico de Occidente, que se consolida mediante dos Actuaciones Estratégicas, la consolidación del circuito de infraestructura para el transporte de carga que conforman la ALO centro, la 63 extendida hasta el Río Bogotá, la Calle 80, la Calle 13 ampliada y consolidada como corredor de alta capacidad de transporte, las cuales conectan con los municipios circunvecinos de la Sabana Occidente con la vía Chía-Mosquera-Girardot ramal Soacha y vías regionales, conocida como Devisab, formando el anillo logístico de occidente.*
- *Construcción de la perimetral del Sur en territorio bogotano.*
- *Construcción y operación de los Complejos de Intercambio Modal*
- *Conexión de los grandes servicios metropolitanos con la red estructurante de transporte estructurador de la movilidad es el peatón y el desarrollo de un sistema de corredores verdes de alta y media capacidad, que cambien el modelo la movilidad urbana, descarbonizar el sistema de transporte público, conecten la ciudad con la región, soporten una ciudad de proximidad, cuidadora e incluyente, mejoren las condiciones de accesibilidad de las zonas de origen informal e incorpore el desarrollo orientado al transporte y la revitalización alrededor de las infraestructuras de movilidad.*



14. CONCLUSIONES

14.1. Prefactibilidad

Una vez evaluados los escenarios de oferta de la prefactibilidad, se concluye que estos no serán tomados para la etapa de factibilidad y de acuerdo con las proyecciones de Ciudad, Los escenarios de oferta para la factibilidad se definieron por la FDN y EMB, principalmente para incorporar nuevos proyectos de acuerdo con las nuevas priorizaciones de las entidades responsables y estableciéndose el siguiente cronograma estratégico.

- o Año 2030, proyectos a corto plazo;
- o Año 2035 proyectos a mediano plazo;
- o Año 2040 en adelante proyectos a largo plazo.

En la prefactibilidad se tuvieron en cuenta 2 visiones de ciudad, para la etapa de factibilidad se ha incorporado una visión 3 que corresponde a una última propuesta de la SDM. Las Visión 1 y 2 también fueron actualizadas por la SDM para esta Etapa. De acuerdo con las actualizaciones de los escenarios de oferta y demanda (visiones), con los cuales se desarrollará el modelo de transporte del presente estudio.

La metodología de análisis multicriterio aplicado para la evaluación de alternativas en la etapa de prefactibilidad es una metodología ampliamente utilizada para los proyectos de esta envergadura y que en lo sustantivo incorpora variables cuantitativas y cualitativas, incorporando ponderaciones de valorización de cada componente para la evaluación final. Resaltamos dos aportes relevantes, en cuanto a transporte se refiere:

- o Índice de necesidades de transporte para cada UPZ y localidad de Bogotá;
- o Preferencias declaradas tipo Best-Worst para elegir alternativas

El impacto directo de componente de demanda está relacionado a: Beneficios sociales por mejoras en transporte con un peso del 18%, estos incluyen 3 indicadores, i) pasajeros transportados (HP), ii) ahorro en tiempo y iii) facilidad de conexión Metro-BRT-Tranvía-LRT.

La alternativa elegida es la Alternativa 2.14 / Calle 72 – Av. Cali / Mixto / Línea nueva, se mantendrá para el estudio de factibilidad.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

14.2. COVID

El documento remitido por parte de la Secretaría Distrital de Movilidad, “FET. Factores demanda por UTAM.xlsx” y Método FET-TM 26-05-21.pptx”, plantea modelos de demanda que relacionan validaciones y otras variables como desempleo, precio de la gasolina y tarifa tanto para las rutas troncales y zonales; modelo de probabilidad de trabajo/estudio desde casa con varias variables para la situación Pre-covid, Actual y Post-Covid.

La pandemia de COVID-19 afectó a toda la humanidad, el impacto relacionado a la movilidad sufrió dichas consecuencias, pero de diferentes maneras de acuerdo con las medidas de prevención decididas por los gobiernos. En el caso específico de Colombia. La causa de la reducción de la movilidad en las ciudades fue consecuencia de las decisiones de cerrar algunas actividades económicas de parte del gobierno local y nacional para prevenir el contagio debido a que no había suficiente capacidad hospitalaria para la atención de los afectados. Entonces, considerando el concepto causa-efecto, sería que los **[viajes durante del COVID-19] = función (decisiones del gobierno)**, no identificamos otra variable. Esto significa que si el gobierno central o local, levanta dichas restricciones a las actividades económicas, los viajes deben probablemente recuperar su situación pre-COVID.

La consecuencia del cierre de algunas actividades económicas durante varios meses ha producido cierres o reconversión de dichas actividades y también pérdidas de puestos de trabajo y en algunas actividades se implementaron el trabajo remoto o desde sus hogares en la medida que dicha actividad lo permitía, pero a su vez ha generado más actividades en la industria farmacéutica, distribución de carga y servicio a domicilios, entre otros. Cuando se levante todas las restricciones de parte del gobierno local y nacional y luego de los cambios sufridos es muy probable que la situación no sea similar al estado pre-COVID debido al fenómeno conocido “hábito y histéresis de la demanda” (Ortúzar & Willumsen, 2011). Es decir, la misma tendencia que genera un cambio (motivo) no es la misma tendencia que sigue cuando deja de haber el motivo. Siempre habrá un remanente positivo o negativo dependiendo del efecto del cambio. Por otra parte, en el caso del estudio de factibilidad de la L2MB el año base es el año 2030. Consideramos que los efectos de la pandemia de COVID-19, estaría totalmente superado de acuerdo con los pronósticos. Banco de la República el año 2025. Por lo anterior se realizará un análisis de sensibilidad hipotética para el año 2030, con los vectores desarrollados por la SDM del Estudio SDM y FET - Evaluación demanda SITP.

14.3. Visiones

Las visiones 1, 2 y 3 corresponden a las visiones en cuanto a las proyecciones generadas por la Secretaría Distrital de Planeación el cual toma en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial, planes de renovación urbana y demás herramientas de ordenamiento territorial vigente o en curso.

- Visión 1. Formulada el año 2018, en la que visualiza una ciudad con una mayor expansión hacia el norte;
- Visión 2. Formulada el año 2014, que prevé una ciudad más densa con un menor desarrollo en el norte de la ciudad;

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Visión 3. Formulada en el año 2021, por la actual administración del Distrito.

Las visiones 1 y 2 fueron utilizadas en el estudio de prefactibilidad, pero como bien se menciona en dicho informe las visiones 1 y 2 utilizó unos vectores de población aún no actualizados con los últimos datos del DANE 2018. Por otro lado, la Visión 3 es la visión más reciente del Distrito y los vectores de población con datos actualizados DANE 2018 también se incluye las visiones 1 y 2.

En la etapa de factibilidad las versiones de Visión 1 y 2, son actualizados conjuntamente con la última visión 3. Las visiones descritas se traducen en la estimación de los siguientes vectores:

- Vector de población por rango de edad, entre 5-24, 25-64 y 65 y más años desde el 2019 al 2050, por cada zona de tránsito.
- Vector de uso de suelos (usos definidos), por cada zona de tránsito para los años 2022, 2026, 2030 y 2050. Para los otros años requeridos hemos realizado una interpolación.
- Para el estudio de factibilidad de la demanda de la L2MB, se utilizará la última versión de las visiones 3, 2 y 1 recibidas.

14.4. Encuestas de hogares

Respecto a la encuesta de hogares (EODH), el porcentaje de personas que no viajaron el día anterior es menor al 20%, de acuerdo con (Peter & Cheryl, 2006), es uno de los indicadores de calidad de una EODH. Como se puede observar en la Tabla del informe de movilidad del documento de prefactibilidad, este supuesto se cumple.

Tabla 4.3: Número de personas que viajan por estrato de la vivienda en Bogotá

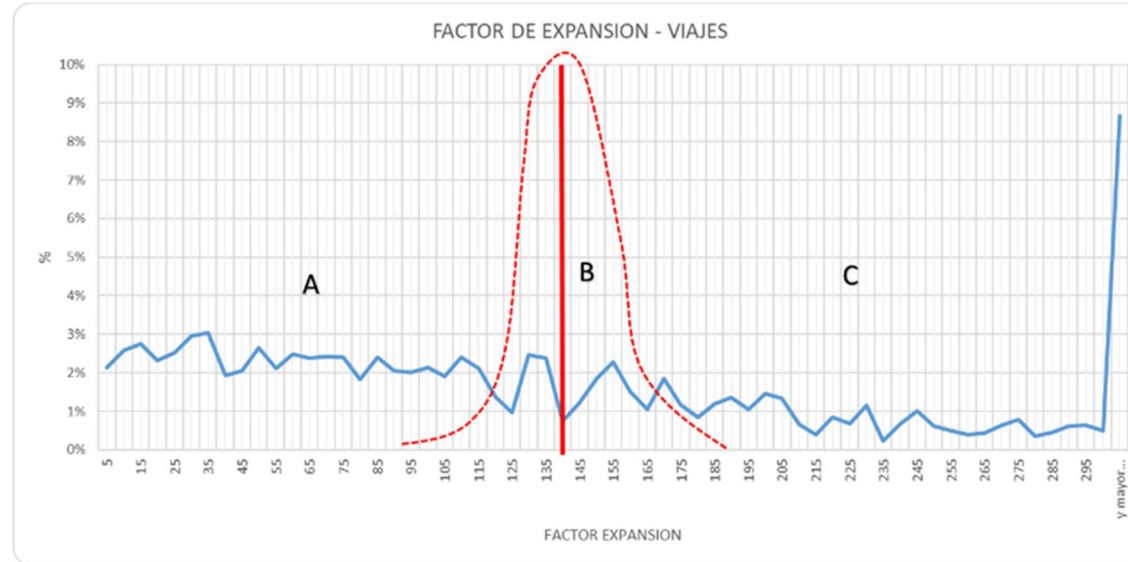
Estrato	Viajó	No Viajó	Porcentaje de personas que viajaron
1	716,137	110,420	86.6%
2	2,420,863	415,691	85.3%
3	2,192,789	395,630	84.7%
4	649,861	116,058	84.8%
5	179,880	32,832	84.6%
6	127,577	27,000	82.5%

Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Se realizó un histograma del factor de expansión de la base de datos de la encuesta (viajesEODH2019.xlsx, campo f_exp), y tenemos la siguiente figura.



De acuerdo con la muestra de hogares de todo el área de estudio es del 0.73%, entonces un factor de expansión media de 137 ($1/0.73\%$). Entonces, los factores de expansión esperados deben estar aproximadamente dentro del área B. Sin embargo, se observa por ejemplo en el área A al tener un factor de expansión bajo significa que tiene una mayor muestra que la media y en el área C por tener altos factores de expansión tiene una baja muestra y estaría subrepresentada. Los pares OD que están dentro del área C, son muy preocupantes debido a que un solo viaje de muestra podría representar por el factor de expansión más de 300 viajes en el 9% de los casos, por ejemplo. En este caso nuestra recomendación es que para las sucesivas EODH, se debe revisar la estrategia del diseño del tamaño de muestra.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

14.5. Calibración modelo

El modelo entregado por la SDM, no cuenta con manuales que permitieran su entendimiento y análisis. Estos manuales permiten que se pueda aprovechar los modelos de transporte realizados y esta no se convierta en cajas negras de difícil entendimiento y de aprovechamiento de parte de los usuarios finales. Nuestra recomendación es que dichos manuales deben ser elaborados para futuros modelos de transporte.

- Manual de construcción del modelo. Aquí se debe describir los detalles de la construcción del modelo en todas sus etapas, como la recopilación de datos, construcción de los modelos de oferta, demanda, modelos de distribución, modelos de elección modal y los modelos de crecimiento, y los supuestos seguidos en cada proceso, entre otros.
- Manual de calibración. Se debe describir, el proceso de depuración de los datos de campo, criterios de calibración de resultados logrados, proceso de ajuste de matrices, estadísticos como GEH, R^2 , %RMSE entre otros indicadores.
- Manual de operación. El proceso que se sigue en aplicación del modelo y la tarea que realiza cada script o macro. Eso permite que el cliente se apropie del modelo de transporte y pueda realizarse un mantenimiento, mejoras y actualizaciones.

Se recibió la siguiente información del modelo de transporte:

- Calibración de vehículos particulares;
- Calibración de taxis ocupados;
- Calibración de motos.

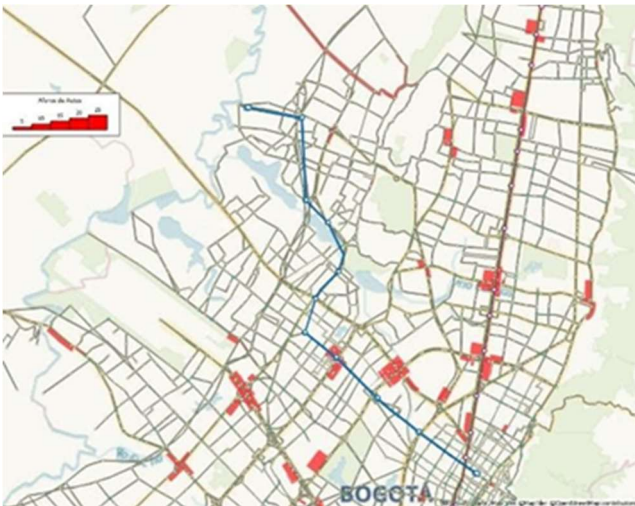
Estas calibraciones se consideran razonables. Sin embargo, no hemos observado la siguiente calibración.

- Calibración de vehículos de transporte público (y también los hdwy). En el banco de datos se observa un campo de @aforotpu2019, pero si esto se compara con un cálculo de $VehTP_{i,t}$ resultan con mucha diferencia.
- Calibración de tiempos de viaje, si bien se identifican los campos de recopilación, no se muestra el diagrama de dispersión.
- Calibración de caminos.

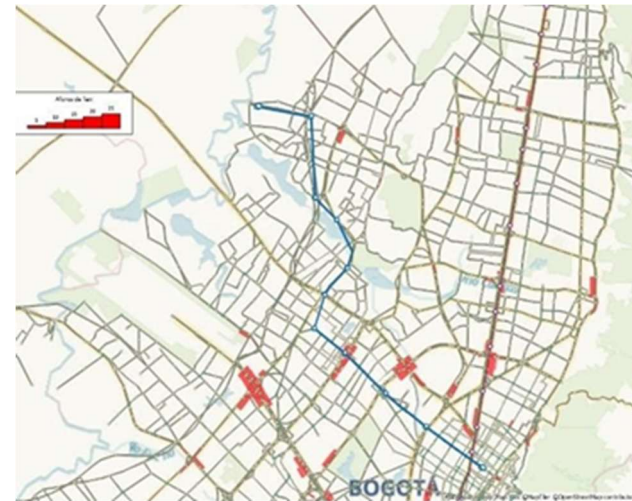
REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Se ha observado gráficamente los puntos de calibración en el área de influencia de L2MB, que se muestran en las siguientes figuras.



Puntos de aforos de vehículos particulares



Puntos de aforos de taxi ocupados

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF



Puntos de aforo de motos



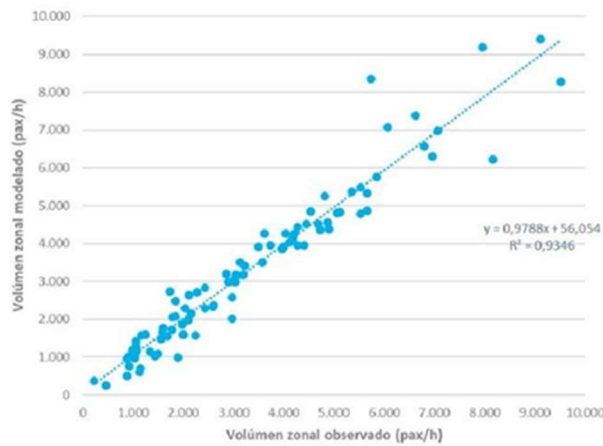
Puntos de aforos vehículos de transporte público**

** Si bien no se muestra el diagrama de dispersión de vehículos de transporte público, pero hemos observado que los aforos de monitoreo que realiza el distrito de manera regular tendrían suficiente información para haber obtenido información suficiente respecto a los intervalos de cada ruta, por lo que consideramos aceptable la estimación los hdwy y los vehículos de transporte público y la precarga.

En consecuencia, consideramos aceptable el proceso de calibración de transporte privado.

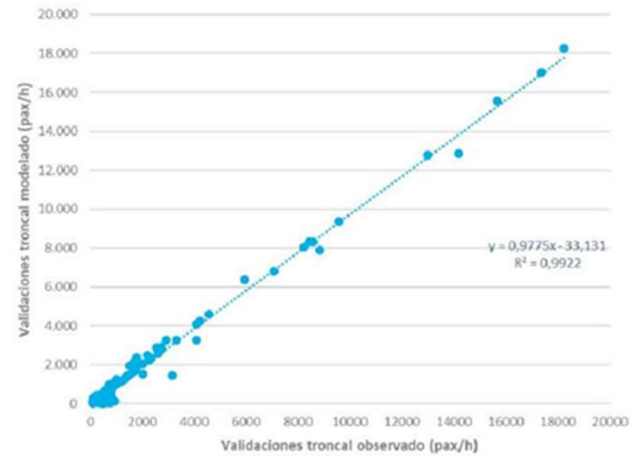
En cuanto a la calibración del transporte público, en el modelo de transporte, se han identificado que al año 2019 en el modelo calibrado, se tiene que el 12.8% de las rutas tienen un intervalo (hdw) mayor a 15 minutos. Estas rutas, están en desventaja respecto a las demás por el mayor tiempo de espera que le considera el modelo de transporte (tiempo de espera en paradero es =50% de hdw); se recibieron los archivos en formato excel de los resultados del FOV 2019, pero sin el valor comparativo de datos del modelo de transporte. Sin embargo, en el documento de referencia se tiene las figuras que se presentan a continuación, en la cual se muestran los diagramas de dispersión respectivo;

Figura 8.8: Regresión lineal de calibración para buses zonales



Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

Figura 8.9: Regresión lineal de calibración para TransMilenio



Fuente: Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad, 2019.

No se ha observado la calibración de las otras variables. Como se tiene que el 12.8% de las rutas tienen intervalos de más de 15 minutos y no se ha observado la calibración de algunas variables descritas, se debe tener en cuenta esta situación para la correcta lectura de los resultados.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

En el documento base de actualización del modelo de transporte, *El último proceso para la construcción de las matrices consiste en el ajuste por conteos o volúmenes observados, que se realiza en conjunto con la calibración del modelo de asignación.* De este párrafo se concluye que si realizaron el ajuste de matrices por conteos o volúmenes observado. Sin embargo, no se identifica explicación de los detalles al respecto, como el tipo de algoritmo utilizado y la desviación de las matrices iniciales y el final ajustado

Este proceso se realiza durante el proceso de calibración del modelo, por lo que se entiende que los diagramas de dispersión mostrados ya incluyen el resultado del ajuste de matrices. Aunque, este procedimiento es usual hacerlo, pero amerita utilizarlo con cautela para no modificar los patrones de viajes de manera importante, por lo que debe estar debidamente documentada. En documento de referencia, no se describen otros métodos de ajuste de matrices, como balance tri-proporcional, línea cortina (de existir), o los factores K o generadores especiales de viajes, entre otros. Por lo que suponemos que no se realizaron.

14.6. Zonas de análisis de transporte y conectividad

Como se ha descrito todas las estaciones tienen adecuada Zonas de Análisis de Transporte a su alrededor, por lo que no amerita ser modificada, de igual manera los conectores centroides tienen una adecuada representación y conexión. Como se mencionó, la estación 11 es la única que debe actualizarse su trazado correcto. En la etapa de factibilidad se verificará la conexión con los otros modos de transporte público masivo, lo anterior teniendo en cuenta que las estaciones podrán ser ajustadas en su localización.

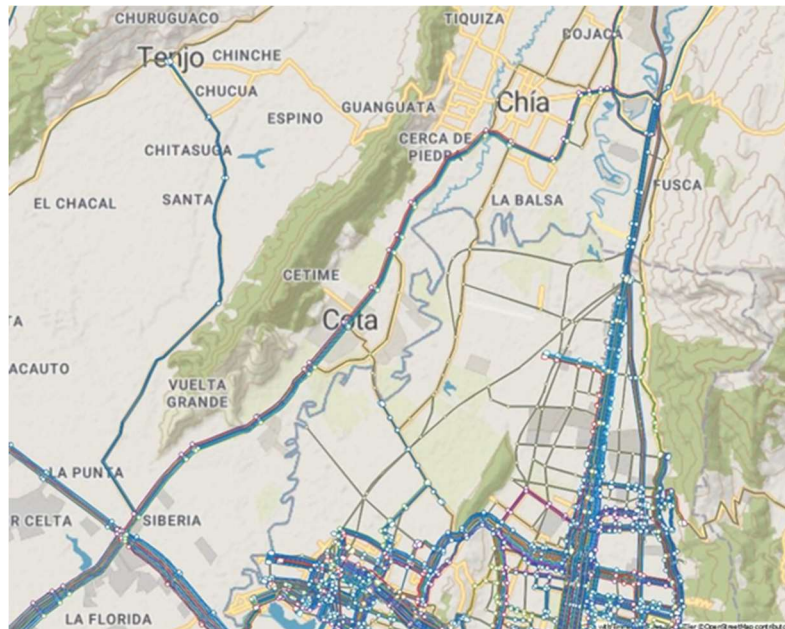
En cada una de las estaciones tienen suficiente conectividad con el sistema de rutas de transporte público a su alrededor, pero debido a la gran diferencia de velocidades de la L2MB que está en promedio a 40km/hr puede afectar a las rutas de transporte zonal que recorren en paralelo y esto debe ser revisado a fin de hacer una propuesta de reestructuración que trabaje con la L2MB como alimentador. De acuerdo con las lecturas de los documentos de referencia, en la etapa de prefactibilidad no se realizó ninguna reestructuración de rutas. Esto ha sido solicitado para la etapa de factibilidad como una propuesta de reestructuración de rutas de transporte público sin troncales.

Las Zonas de Análisis de Transporte de los municipios de Chía y Cota se consideran suficientes. En el caso del Municipio de Cota las Zonas de Análisis de Transporte 793 y 927 se ven grandes, pero una desagregación no aporta más información debido a que tienen una única vía de salida; en el caso del Municipio de Chía las Zonas de Análisis de Transporte 1901, 1840 y 1841 una desagregación no aporta más información pues tienen una conexión cuya entrada/salida está bien definida y en otro como las zonas 794 y 935 tienen una única vía de salida la vía Autopista Norte y que no impacta en la conectividad de la L2MB. Nuestra recomendación es mantener las Zonas de Análisis de Transporte definidas en estos dos municipios de acuerdo con el estudio de prefactibilidad.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

Sistema de rutas en Chía y Cota y estación 11 de L2MB



Se puede observar que no hay ruta de transporte público que conecte con el municipio de Cota y Chía con la estación 11 de la L2MB.

Entonces, se plantea realizar un análisis de sensibilidad dando conectividad a través de rutas hacia la estación 11 y/o mover algunas rutas intermunicipales de la terminal de la 80 hacia la estación 11 de la L2MB, al menos por la vía actual de conexión Avenida Calle 171 o una posible nueva infraestructura de acceso.

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001_VF

14.7. Modelo de Transporte - Operación L2MB

Se observa que en el modelo de transporte la L2MB tiene una longitud de 13.6 km Vs. 15.7 km

```
TRANSIT LINE SUMMARY
*****
```

line	description	mode	veh. type	hdwy (min)	speed (km/hr)	length (km)	no.of segs	-----user data-----		
								ut1	ut2	ut3
m2NS	m1SN	m	50	1.93	40.00	13.677	16	0	0	6.88491
m2SN	m2SN	m	50	1.93	40.00	13.677	16	0	0	6.88491

Se puede observar diferencias de longitud entre estaciones, de acuerdo con la información de ingeniería y la del modelo de transporte del estudio de prefactibilidad. La velocidad entre estaciones obtenida por operaciones no coincide con la velocidad del modelo de transporte que está en 47km/hr y constante para todos los tramos; siendo en realidad diferente por cada tramo de acuerdo con un modelo de simulación de dicha velocidad; Los tiempos de parada en las estaciones son de 20 segundos en su mayoría según datos de operaciones, esto es de 0.33 minutos. Sin embargo, en el modelo de transporte esto está en 12 segundos (0.2 minutos).

En conclusión, se debe actualizar las características de operación de la L2MB, para el estudio de factibilidad.

14.8. Etapa de Generación de viajes

Los supuestos de las tasas de viajes hasta el nivel descrito son razonables. Sin embargo, para las externas (viajes fuera del área utilizada para la modelación), esa tasa de viajes es 0.

Los viajes externos, basado principalmente a partir de la línea de cordón externo (ver capítulos anteriores), son los viajes que muchos casos son personas que no radica en los hogares que permanecen en hoteles por algunos días y estos pueden ingresar a la ciudad por vía terrestre o aérea (Aeropuerto internacional, con vuelos nacionales e internacionales) que no son captados en una EODH regular. Por esta razón, recomendamos para la próxima recopilación de datos, se considere considerar la línea de cordón externo y generar una matriz de viajes externos que luego se incorpore en el M4E (por lo general es directamente en los procesos de asignación);

En la documentación técnica recibida, hay conceptos que se deben mejorar, como:

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

E2 - DEBIDA DILIGENCIA TÉCNICA – L2MB-0000-000-MOV-DP-GEN-IN-0001 _VF

- Se describen sólo dos motivos de viajes al trabajo y otros. Sin embargo, se debe explicar que en realidad esos viajes son viajes basados en el hogar de ida por motivo trabajo y(estudios) o de viajes recurrentes o viajes obligados;
- Los otros motivos corresponden a viajes basados en el hogar de ida pero que no son de trabajo ni estudio;
- No existen viajes no basados en el hogar. Son los viajes en el período pico de la mañana que no tienen ni el origen ni el destino el hogar, aunque esta proporción podría ser pequeña. Debe quedar documentado;

En la mayoría de los modelos de 4 etapas, los modelos de generación de viajes están basados en tasas de viajes por hogar, nivel de ingreso, tasa de motorización y tamaño de hogar. Pero el modelo desarrollado en el distrito está basado en población por rango de edad no hemos encontrado una documentación que explica este método, pero entendemos viene siendo aplicado hace varios años y tiene la aceptabilidad de los usuarios del distrito.

El uso de la segmentación de la demanda por estratos tiene algunos inconvenientes que detallamos. El estrato está vinculado a la calificación de la residencia física y que esta calificación no tiene cambios (al menos por largos años). Por ejemplo, si un hogar reside en una zona de tránsito de estrato 3 lo será por un largo tiempo, a pesar de que el hogar pudo haber mejorado su nivel de ingreso, esto no se verá reflejado y se le aplica la tasa de viajes de estrato 3, cuando en realidad es probable que dicho hogar haya aumentado su tasa de viajes. Respecto a la tasa de motorización, no se ha encontrado documentación que explique el porqué se ha adoptado en 600 vehículos/1000 personas como tasa motorización de saturación.

En la documentación compartida, no se encuentra la explicación de dichos cambios de parámetros. Para la Etapa de Factibilidad se mantendrán los mismos parámetros.

Respecto al modelo de elección modal, la aplicación de la secuencia de códigos, prácticamente se ha reproducido la demanda de la L2MB, por lo que consideramos que la secuencia de macros (*.py) es la que corresponde al aplicado por la EMB y procederemos a continuar la aplicación en la fase de factibilidad. Por razones antes explicadas, hay ajustes menores que se realizarán dentro de las macros para su aplicación plena en el estudio de factibilidad.