



**REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA
DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL
SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS
DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE
CONCESIÓN NO. 163 DE 2019**

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL

Documento No. EPLMB-ELM-E4-DGV-0001_R0



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

CONTROL DE CAMBIOS

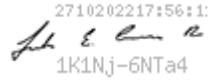
ÍNDICE DE MODIFICACIONES (Para uso de la Asesoría)

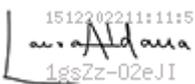
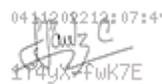
Versión	Fecha	Sección modificada	Observaciones
A	21-06-2022	-	Versión inicial para revisión
B	21-07-2022	Todo el documento	Ajustado según comentarios de Interventoría informe (PLMBX-INT-04-01-VIAL-IFR-001_00 del 01-07-2022) y EMB (correo electrónico del 05-07-2022).
C	12-08-2022	Todo el documento	Ajustado según comentarios de Interventoría informe (PLMBX-INT-04-01-VIAL-IFR-002_00 del 02-08-2022) y EMB (Radicado EXTS22-0004198 del 02-08-2022)
D	06-09-2022	Todo el documento	Ajustado según comentarios de Interventoría informe (PLMBX-INT-04-01-VIAL-IFR-003 del 23-08-2022) y EMB (Radicado EXTS22-0004615 del 22-08-2022)
E	27-09-2022	Capítulos 9,10	Ajustado según comentarios de Interventoría informe (PLMBX-INT-04-01-VIAL-IFR-004 del 15-09-2022) y EMB (Radicado EXTS22-0005173 del 16-09-2022)
F	28-10-2022	Todo el documento	Ajustado según comentarios de Interventoría informe (PLMBX-INT-04-01-VIAL-IFR-005 del 10-10-2022) y EMB (Radicado EXTS22-0005601 del 10-10-2022)
0	16-02-2023	-	Versión aprobada según Rad. EXTS23-0000773 del 15-02-2023.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

REVISIÓN Y APROBACIÓN (Para uso de la Asesoría)

<p>Preparó: 2710202207:02:4'  1K1Nj-6NTa4 K. Quintana 16-02-2023</p>	<p>Revisó: 2710202217:56:1'  1K1Nj-6NTa4 J. González 16-02-2023</p>	<p>Aprobó: 2710202217:15:1'  1K1Nj-6NTa4 J. Ávila 16-02-2023</p>	<p>Aprobó: 2810202218:07:3'  1K1Nj-6NTa4 I. Dussan 16-02-2023</p>
VoBo. Ingeniero ejecutor	VoBo. Coordinador Técnico	VoBo. Director de Departamento	VoBo. Director de la División

<p>Revisó: 1512202211:11:5'  1gsZz-02eJI L. Aldana 16-02-2023</p>	<p>Revisó:  A. Alves 16-02-2023</p>	<p>Revisó: 0411202212:07:4'  1T4yX-FwK7E F. Sánchez 16-02-2023</p>	<p>Revisó:  M. Cermesoni 16-02-2023</p>
VoBo. Coordinador INGETEC	VoBo. Coordinador SYSTRA	VoBo. Coordinador Técnico	VoBo. Director de Estructuración Técnica

REVISIÓN Y APROBACIÓN (Para uso de FDN)

<p>Juan Camilo Pantoja Vela 16-02-2023</p>
Gerente de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	9
2.1. OBJETIVO	9
2.2. ALCANCE	9
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN GEOMÉTRICA ACTUAL	9
2.3.1. Calle 81 a calle 82	10
2.3.2. 2.3.2.Calle 87	12
2.3.3. Calle 99 a calle 101	13
2.3.4. Conectante calle 103B	15
2.3.5. Conectante calle 108	16
3. METODOLOGÍA	17
3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	17
3.2. DISEÑOS	20
3.2.1. Parámetros de Diseño	20
3.2.2. Identificación de sectores a intervenir	21
3.2.3. Verificación de alternativas de diseño	21
3.2.4. Diseño en planta y perfil	21
3.2.5. Diseño de secciones transversales	22
3.2.6. Elaboración de planos	22
3.2.7. Cálculo de cantidades de obra	22
3.2.8. Informe final	22
4. DISEÑO GEOMÉTRICO	23
4.1. NORMATIVIDAD APLICABLE	23
4.2. ALTERNATIVA DE TRAZADO	24
4.3. CRITERIOS DE DISEÑO	24
4.3.1. CONSIDERACIONES	24
4.3.1.1. Consideraciones de Tránsito	25
4.3.1.2. Consideraciones hidráulicas	25
4.3.1.3. Consideraciones base catastral	25
4.3.2. PERFILES VIALES	26
4.3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TRAZADO DEL EJE FÉRREO	27
4.3.3.1. Distancias del eje a edificaciones y otros factores limitantes	28
4.3.4. PARÁMETROS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL	33
4.3.4.1. Curvas horizontales que no requieren espiral de transición	36
4.4. CONSIDERACIONES ESPECIALES	41
4.5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRAZADOS	42

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

4.5.1. CALLE 81 A CALLE 82	43
4.5.2. CALLE 89 A CALLE 87	46
4.5.3. CALLE 99 A CALLE 101	47
4.5.4. CONECTANTE CALLE 103B	48
4.5.5. CONECTANTE CALLE 108	49
4.6. INSUMOS PARA EL TRÁMITE DE RESERVA VIAL	49
5. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS	51
6. CANTIDADES DE OBRA	52
7. ENTIDADES INTERESADAS	53
8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	54
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
10. ANEXOS	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Situación actual Calle 81 a Calle 82
- Figura 2. Salida a calzada lateral en dirección Avenida Caracas
- Figura 3. Ramal de incorporación a calzada central
- Figura 4. Situación actual Calle 99 a Calle 101
- Figura 5. Segregación calzada lateral en dos calzadas
- Figura 6. Carril incorporación Intersección calle 100 movimiento Este - Sur
- Figura 7. Situación actual Conectante calle 108
- Figura 8. Red vial en el área de influencia de la extensión de la PLMB
- Figura 9. Verificación Gálibo en calzada Transmilenio P7
- Figura 10. Verificación Gálibo en Puente Carrera 30 en P40
- Figura 11. Verificación Gálibo en Puente Carrera 45 en P42
- Figura 12. Verificación Gálibo en ramal calle 94 en P46
- Figura 13. Verificación Gálibo vertical puente existente Autopista Norte con Calle 100
- Figura 14. Elemento de contención tipo
- Figura 15. Esquema de localización de contención en secciones con aislamiento menor a 60cm
- Figura 16. Sección transversal típica Ramal Calle 82
- Figura 17. Sección transversal Calle 100
- Figura 18. Sección transversal carril conectante Calle 108
- Figura 19. Esquema de disposición de la zona de confinamiento del pavimento
- Figura 20. Diseño Ramal Calle 82
- Figura 21. Zona libre adicional entre conexión ramal existente y ramal propuesto
- Figura 22. Condición actual y proyectada en zona libre o restringida al tránsito
- Figura 23. Diseño propuesto Calle 100
- Figura 24. Diseño propuesto conectante Calle 108

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Sectores incluidos dentro del alcance de diseño geométrico vial
- Tabla 2. Proyectos IDU en el área de influencia del proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro
- Tabla 3. Otros proyectos en el área de influencia del proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá
- Tabla 4. Proyectos a considerar en la armonización con el proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá
- Tabla 5. Nivel de servicio año base 2047 con Proyecto
- Tabla 6. Rangos de referencia por tipos de calle
- Tabla 7. Parámetros de diseño del eje férreo
- Tabla 8. Identificación gálibo horizontal
- Tabla 9. Radios para diferentes velocidades de diseño y peraltes-Método 2 AASHTO
- Tabla 10. Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño y peraltes máximos
- Tabla 11. Radios máximos para el uso de curva de transición
- Tabla 12. Parámetros de diseño geométrico vial
- Tabla 13. Sectores viales a diseñar
- Tabla 14. Espesor estructura de pavimentos
- Tabla 15. Volúmenes de Explanación
- Tabla 16. Cantidades estructura de Pavimentos
- Tabla 17. Entidades interesadas en el desarrollo del proyecto
- Tabla 18. Listado de planos diseño geométrico

1. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto Extensión Primera Línea del Metro de Bogotá, el proyecto de Factibilidad tiene como finalidad diseñar la ingeniería de acuerdo con los criterios, parámetros y consideraciones establecidas bajo los cuales se rigen los diseños a nivel de factibilidad del proyecto.

El presente el Contrato Interadministrativo 277 de 2021 tiene por objeto establecer la estructuración de las definiciones técnicas complementarias o modificatorias de los apéndices técnicos de la PLMB-Tramo 1, definidos por Empresa Metro de Bogotá para la licitación internacional del Contrato de Concesión No. 163 de 2019, que son necesarias para la adición de la extensión hasta la calle 100 con Autopista Norte.

En razón de lo anterior, dicha extensión hereda de todas las especificaciones técnicas de la PLMB-Tramo 1 plasmadas en los apéndices técnicos del Contrato de Concesión No. 163 de 2019, excepto en aquellos/as infraestructuras, sistemas, subsistemas donde explícitamente se deben establecer criterios de diseños distintos a aquellos ya definidos en el marco de la PLMB-Tramo 1. Por lo tanto, todos los sistemas, subsistemas o elementos que no son modificados por el presente estudio de factibilidad, quedan regulados y definidos por los apéndices técnicos oportunamente establecidos en el Contrato de Concesión No. 163 de 2019.

Adicionalmente, en relación con los riesgos de modificar las definiciones técnicas y tecnológicas del contrato de origen, se indica que en caso de realizar los análisis y obtener una conclusión diferente a lo establecido en los apéndices técnicos, esto conduciría a una modificación sustancial y severa de las condiciones del Contrato de Concesión No. 163 de 2019 y ya no limitada a la extensión solamente sino a toda la línea, con el consecuente impacto en plazo y costo económico.



Este documento presenta la solución técnica definida para el proyecto a nivel del componente de Diseño Geométrico Vial. En el documento se describen los trabajos correspondientes al diseño geométrico realizado para los sectores de la Calle 82, Calle 87, Calle 100, Conectante Calle 103B y Conectante Calle 108. Desde el punto de vista geométrico el proyecto plantea aspectos de mejora.

El documento se desarrolla en los siguientes capítulos:

Capítulo 2.	Objetivo y Alcance
Capítulo 3.	Metodología
Capítulo 4.	Diseño Geométrico
Capítulo 5.	Recomendaciones Geotécnicas
Capítulo 6.	Cantidades de Obra
Capítulo 7.	Entidades Interesadas
Capítulo 8.	Identificación de riesgos
Capítulo 9.	Conclusiones y recomendaciones
Capítulo 10	Anexos

El presente informe tiene como propósito la presentación de la solución técnica definida para el proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá a nivel del componente de Diseño Geométrico Vial.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. OBJETIVO

Realizar el diseño geométrico a nivel de factibilidad de los sectores de la Autopista Norte que se ven afectados por el trazado del eje de la línea férrea de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá.



2.2. ALCANCE

El alcance del proyecto Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá a nivel de diseño geométrico vial se centra en la definición del trazado de factibilidad de la infraestructura vial que se pueda ver afectada por la implantación del proyecto, implantación que corresponde al sector que va de la calle 80 a la calle 108.

De acuerdo con el trazado del eje de la línea férrea, únicamente se afectarán y se realizará diseño geométrico de los sectores relacionados en la Tabla 1.

Tabla 1. Sectores incluidos dentro del alcance de diseño geométrico vial

VÍA	SECTOR	Tipología POT Decreto 555 de 2021
Autopista Norte Costado Occidental	Calzada mixta lateral entre Calle 81 y calle 82	A0
	Calzada mixta lateral entre Calle 87 y calle 88	A0
	Calzada mixta lateral entre la calle 99 y la calle 101.	A0
	Conectante occidental en la calle 103B	A0
	Conectante occidental en la calle 108	A0

Fuente: Elaboración propia

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN GEOMÉTRICA ACTUAL

El corredor de la Autopista Norte entre calle 80 y Calle 108, corresponde a un corredor urbanísticamente consolidado en donde los anchos de espacio público son variables al igual que los anchos de sección vial correspondiente a los carriles de tráfico mixto y carril Transmilenio, en general, geométricamente el corredor presenta deflexiones menores

en planta y pendiente bajas en el diseño de rasantes; siendo un corredor consolidado será importante mantener las condiciones de drenajes adecuadas y garantizar los accesos a predios y conectividad.

En general, la Autopista norte se caracteriza por tener un corredor central para la circulación de TransMilenio, el cual está compuesto por un separador central en donde se ubican las estaciones de abordaje al sistema y uno o dos carriles exclusivos; una calzada central de tráfico Mixto con tres carriles por sentido y una calzada lateral de tráfico mixto la cual presenta un ancho variable con dos o tres carriles según el sector.

El proyecto Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, por su parte se desarrollará sobre el costado occidental de la autopista Norte por cuanto los corredores a describir en el presente capítulo centran su atención sobre este costado.

2.3.1. Calle 81 a calle 82

Este sector corresponde a la zona de transición entre la Autopista Norte y la Avenida Caracas por cuanto se evidencia una transición en los elementos y anchos que conforman la sección transversal, específicamente sobre el costado occidental y a partir de la intersección con la Avenida NQS en dirección norte - sur los vehículos que transitan por la calzada central para tomar la Calle 80 o a la Avenida Caracas deben tomar la calzada lateral hasta la altura de la calle 83 en donde se encuentra el ramal de enlace a la calzada central, lo anterior dado que la calzada central a partir de la Avenida NQS permite únicamente el tránsito de vehículos hacia la calle 82 en dirección al oriente o que deban tomar la Autopista Norte en dirección norte.

En ese sentido, los vehículos en dirección a la Calle 80 o a la Avenida Caracas se incorporan a una calzada lateral de dos carriles hasta la calle 83, en donde quienes se dirigen al sur pueden tomar el enlace existente a la calzada central retornando en este punto a una calzada de tres carriles, 100 metros adelante de esta incorporación se encuentra otro ramal de enlace desde la calzada lateral a la calzada central por cuanto aparece un cuarto carril que desaparece en el semáforo de la Intersección de la Calle 80 en donde se conecta a la Avenida Caracas; A partir de allí la avenida Caracas continúa al sur en dos carriles.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

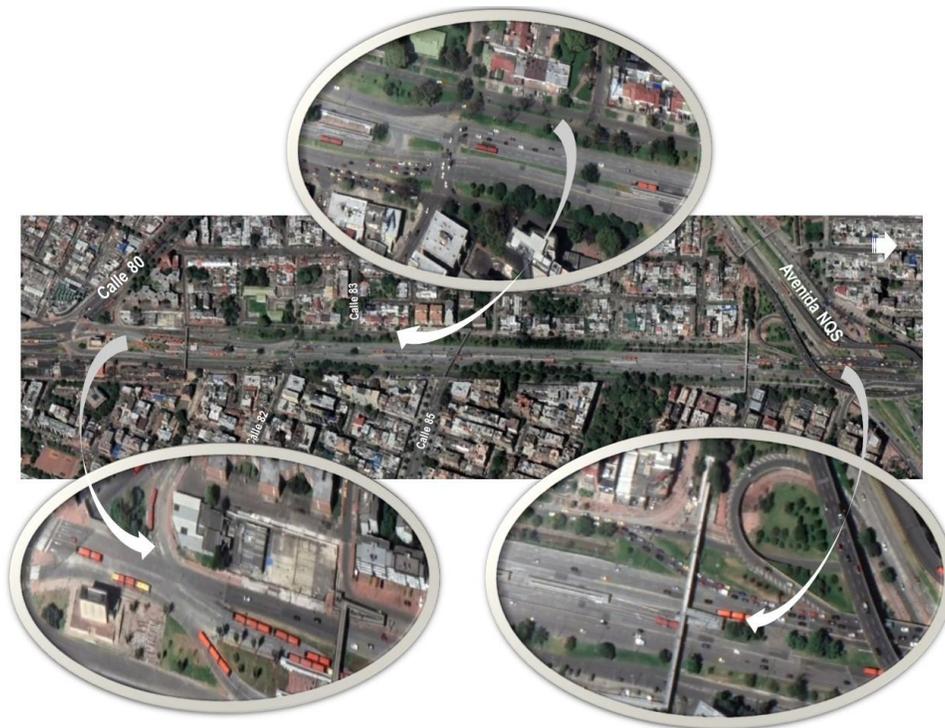


Figura 1. Situación actual Calle 81 a Calle 82
Fuente: Google Earth



Figura 2. Salida a calzada lateral en dirección Avenida Caracas
Fuente: Google Earth

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



Figura 3. Ramal de incorporación a calzada central
Fuente: Google Earth



2.3.2. 2.3.2.Calle 87

En sentido Norte Sur, entre Calle 89 y Calle 87 la calzada paralela de la Autopista norte está conformada por dos carriles de circulación con un ancho cada uno de 3,0 m que conducen el tráfico que se dirige desde el Norte de la ciudad a tomar la Calle 80 o Avenida Caracas.

Particularmente sobre el costado occidental en un trayecto de aproximadamente 70m de longitud se ha generado un sobreaño adicional variable que se cierra a la altura de la calle 87, sin que sobre este se puedan generar maniobras de adelantamiento o estacionamiento permitido.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



Figura 4. Situación actual Autopista norte calzada lateral norte - sur Calle 87
Fuente:Elaboración propia

2.3.3. Calle 99 a calle 101

El sector entre calle 99 y Calle 101, se caracteriza por la presencia de la Intersección con la Calle 100 o Avenida Carlos Lleras Restrepo, la cual corresponde a una intersección tipo trébol que conecta sobre los carriles de la calzada mixta lateral.

La Autopista Norte en este sector está compuesta por un corredor central para la circulación de TransMilenio, el cual incluye un separador central en donde se ubican las estaciones de abordaje al sistema Transmilenio y un carril exclusivo haciendo transición a dos en estación; una calzada central de tráfico Mixto con tres carriles por sentido y una calzada lateral de tráfico mixto con tres carriles hasta la calle 101 aproximadamente, en donde la calzada lateral hace transición a dos calzadas de dos carriles segregadas por un separador que asume la diferencia de nivel existente hasta la calle 97 aproximadamente, en este punto se transiciona nuevamente a una calzada de tres carriles.

Los ramales de entrada en los movimientos Este - Sur y Norte - Este de la Intersección de la calle 100, conectan directamente sobre una de las calzadas laterales sin carril de cambio de velocidad. Mientras que el ramal del movimiento Norte - Oeste sale de forma directa y el ramal del movimiento Oeste - Sur conecta mediante un carril de cambio de velocidad extenso.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



Figura 5. Situación actual Calle 99 a Calle 101
Fuente: Google Earth



Figura 6. Segregación calzada lateral en dos calzadas
Fuente: Google Earth

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



Figura 7. Carril incorporación Intersección calle 100 movimiento Este - Sur
Fuente: Google Earth



2.3.4. Conectante calle 103B

A la altura de la calle 103B se localiza el carril de conexión desde la calzada rápida hacia la calzada lateral de tráfico mixto, ésta conectante cuenta con un ancho de calzada de aproximadamente 7m que parte de un carril de cambio de velocidad sobre la calzada central y conecta con la calzada lateral dando la posibilidad de conectar al occidente por la calle 100.

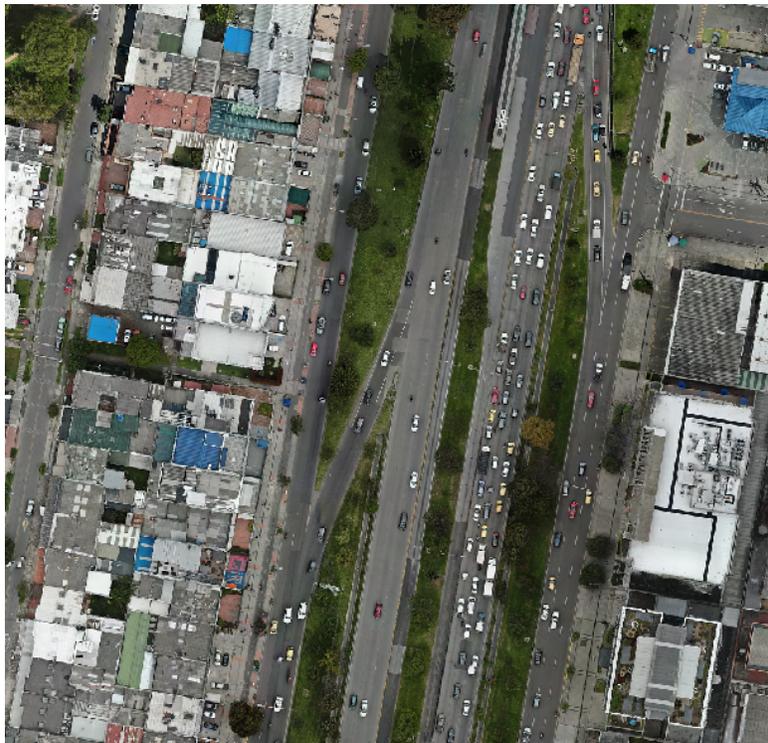


Figura 8. Situación actual calle 103B
Elaboración Propia

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

2.3.5. Conectante calle 108

Actualmente a la altura de la calle 108 y desde la calzada lateral se incorpora un carril de cambio de velocidad para dar lugar a la conectante desde esta calzada hacia la calzada central de tráfico mixto, a donde se conecta mediante un carril de cambio de velocidad.



Figura 9. Situación actual Conectante calle 108
Fuente: Google Earth

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

3. METODOLOGÍA

Dentro del proceso de diseño para la etapa de factibilidad se han contemplado dos momentos, el primero relacionado con la recopilación de información, en donde se identifican los proyectos cercanos al área de influencia y se verifica su uso dentro del diseño lo cual es presentado de forma extensa en el documento EPLMB-ELM-E2.1A-GEN-0001, y el segundo la etapa propiamente de diseño en donde se establecen los parámetros a utilizar y los pasos a seguir para llegar a la estimación de cantidades y definición de afectaciones causadas.

3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

De acuerdo con la revisión de información adelantada en los repositorios de las entidades involucradas, se presenta en la Tabla 2 los proyectos desarrollados por el instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá - IDU, y en la Tabla 3 los proyectos de otras entidades y que se relacionan con el proyecto en estudio.

Tabla 2. Proyectos IDU en el área de influencia del proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro

CONTRATO	OBJETO	ESTADO
Contrato Año 1994	Puente vehicular Calle 92 por Autopista Norte	Construcción Terminada
Contrato IDU 531 de 2002	Mantenimiento estructural y actualización sísmica de los puentes vehiculares de la Autopista Norte por Calle 92 (Oriental y Occidental antiguos) en Bogotá D.C.	Construcción Terminada
Contrato IDU 146 de 2000	Interventoría técnica, administrativa y financiera para la evaluación y complementación de los diseños, rehabilitación de las calzadas de tráfico mixto y adecuación para la operación de Transmilenio de la Autopista Norte desde los Héroes hasta la Calle 184 en Santa Fe de Bogotá D.C.	Interventoría Terminada
Contrato IDU 403 de 2000	Rehabilitación de las calzadas centrales de tráfico mixto y adecuación para la operación de Transmilenio en la Autopista Norte de los Héroes a la Calle 176 en Santa Fe de Bogotá	Construcción Terminada
Contrato IDU 453 de 2000	Implantación y construcción de Paraderos en la Autopista Norte para el Sistema de Transporte Transmilenio Grupo 2, en Santa Fe de Bogotá D.C.	Construcción Terminada
Contrato IDU 585 de 2000	Implantación de los estudios, diseños y construcción de puentes peatonales en la Autopista Norte grupo 1 proyecto Transmilenio, en Bogotá D.C.	Construcción Terminada
Contrato IDU 106 de 2003	Adecuación de la Troncal Norte Quito Sur al sistema Transmilenio, entre la Avenida Paseo Los Libertadores (Calle 92) y la Avenida Gabriel Andrade Lleras (Calle 68), en Bogotá D.C.	Construcción Terminada
Contrato IDU 172 de 2003	Ajustes a los estudios y diseños de andenes y espacio público de la	Construcción

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

CONTRATO	OBJETO	ESTADO
	Troncal Autopista Norte para el proyecto Transmilenio en Bogotá D.C.	Terminada
Contrato IDU 70 de 2006	Construcción de las obras para reforzamiento de la superestructura del puente vehicular oriental recto de la Autopista Norte por Calle 92 en Bogotá D.C.	Construcción Terminada
Contrato IDU 5 de 2012	Intersección AK 9 (Av 19 – Calle 94). Incluye 1 Puente Peatonal y 2 Intersecciones a Desnivel	Construcción Terminada
Contrato IDU 1521 de 2017	Ajustes, complementación, actualización, estudios, diseño y construcción de la red peatonal Zona Rosa en Bogotá	Construcción Terminada
Contrato IDU 1495 de 2017	Factibilidad, estudios y diseños para la ampliación de estaciones del sistema Transmilenio en troncales fase I y fase II en Bogotá D.C.	Estudios y Diseños Terminados
Contrato IDU 1564 de 2017	Aceras y Ciclorruta Calle 92 y Calle 94 desde Carrera 7 hasta la Autopista Norte	Estudios y Diseños Terminados
Contrato IDU 1345 de 2017	Factibilidad, estudios y diseños para la adecuación al sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) desde la Carrera 7 hasta la Autopista Sur y de los equipamientos urbanos complementarios, en Bogotá, D.C.	Estudios y Diseños Terminados
Contrato IDU 1347 de 2017	Estudios y diseños de la conexión regional Canal Salitre y Río Negro desde el Río Bogotá hasta la NQS y la Carrera 7	Factibilidad Terminada
Contrato IDU 1394 de 2017	Estudios y diseños Autopista Norte desde Héroes hasta la Calle 193 y Av. San José (Calle 170) desde la Av. Alberto Lleras Camargo (Carrera 7) hasta la Carrera 92, a lo largo del corredor de la vía Suba-Cota hasta el límite con el Distrito - Río Bogotá	Factibilidad Terminada
Contrato IDU 1574 de 2017	Reforzamiento Estructural De Puentes Vehiculares Grupo 2: Grupo B: Avenida Alejandro Obregón por Avenida Paseo de Los Libertadores (curvo) Reforzamiento Estructural De Puentes Vehiculares Grupo 2: Grupo B: Avenida Ciudad de Quito por Avenida Paseo de los Libertadores (Conectante TM)	Estudios y Diseños Terminados
Contrato IDU 1525 de 2017	Estudios y diseños para la construcción del puente peatonal ubicado sobre la Av. Laureano Gómez (AK. 9) por Calle 112 y factibilidad, estudios y diseños del Ciclo-puente Canal Molinos por Autonorte en la ciudad de Bogotá D.C	Estudios y Diseños Terminados
Contrato IDU-1318 de 2018	Estudios, diseños y construcción de las obras complementarias para el mejoramiento de la capacidad de estaciones del Sistema Transmilenio, en Bogotá D.C. Grupo 1 Ampliación Estación Calle 100	Construcción Terminada
Contrato IDU 1640 de 2019	Estudios, diseño y construcción de aceras y ciclorrutas del costado	Estudios y diseños

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

CONTRATO	OBJETO	ESTADO
	Oriental de la Autopista Norte entre la Calle 80 y la Calle 128B y obras complementarias, en Bogotá D.C.	(en ejecución)
Contrato IDU 352 de 2020	Troncal Av. 68 Grupo 9 - Carrera 48 a Carrera 7	Construcción (en ejecución)
Contrato IDU 1279 de 2020	Aceras y Ciclorruta Calle 92 y Calle 94 desde Carrera 7 hasta la Autopista Norte	Construcción (en ejecución)
Contrato IDU 352 de 2020	Troncal Av. 68 Grupo 8 - Carrera 65 a Carrera 48	Construcción (en ejecución)
Contrato IDU 1573 de 2020	Ciclo Alameda Medio Milenio	Estudios y diseños (en ejecución)

Fuente: IDU – DTP

Tabla 3. Otros proyectos en el área de influencia del proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá

Contrato	Nombre Proyecto	Etapas Actual del Proyecto	Enlace
163 de 2019 PLMB	Contrato de Concesión Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)	Diseño y Construcción (en ejecución)	https://www.metrodebogota.gov.co/?q=e-es-metro
CONVENIO 048 DE 2019	Regiotram del Norte	Estructuración (en ejecución)	https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/31-12-2020/ficha_tren_del_norte_1.pdf
Contrato 002 de 2017	Estructuración técnica de la primera línea del metro de Bogotá	Estructuración (finalizada)	N.A.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la revisión y análisis de la pertinencia de la información ejecutado en el marco del producto de "Levantamiento y análisis de la información secundaria" EPLMB-ELM-E2.1A-GEN-0001_RE en donde se analizó la importancia, relevancia y vigencia de los proyectos desarrollados dentro de la zona de influencia del presente proyecto, los siguientes proyectos serán tenidos en cuenta para la armonización y empalme con los diseños de geometría vial de la extensión de la PLMB, por ser aquellos que tienen relevancia para el proyecto y se encuentran vigentes:

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

Tabla 4. Proyectos a considerar en la armonización con el proyecto de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá

CONTRATO	PERTINENCIA	INFORMACIÓN A UTILIZAR
Contrato IDU 1345 de 2017	Pertinente	Estudios y diseños de la etapa de estudios detallados.
Contrato IDU 1640 de 2019	Parcialmente pertinente	Diseños geométricos
Contrato 002 de 2017	Pertinente	Estudios y diseños de la etapa de estructuración técnica del primer tramo de la PLMB. Todos los entregables del diseño básico.
Contrato IDU 1394 de 2017	Pertinente	Topografía, Diseño geométrico vial, Geotecnia, Pavimentos, Paisajismo y urbanismo, Redes de servicios públicos, Estudios prediales.
Contrato IDU 352 de 2020	Pertinente	Diseño geométrico vial, Geotecnia, Pavimentos, Estructuras, Paisajismo y urbanismo, Redes de servicios públicos, Infraestructura y operaciones TransMilenio.
Contrato IDU 163 de 2019	Pertinente	Todo el componente técnico del contrato.
Contrato IDU 1525 de 2017	Pertinente	Diseño geométrico Urbanismo y paisajismo Redes de acueducto y alcantarillado

Fuente: Elaboración propia

3.2. DISEÑOS

La metodología a seguir para la ejecución de los diseños geométricos viales del proyecto Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá es la siguiente:

3.2.1. Parámetros de Diseño

Se establecen los parámetros de diseño de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Guía de diseño Urbano de Bogotá y normativa aplicable; en características como velocidad de diseño, radios mínimos, anchos de calzada, pendientes máximas y mínimas, longitudes mínimas de cada elemento geométrico y perfiles viales aplicables. Estos parámetros deben ser adecuados para las condiciones de operación requeridas en la vía y guían el desarrollo de los trabajos de diseño vial, de tal forma que se cumpla con lo establecido en los términos de referencia del contrato, dándose una solución óptima y viable desde el punto de vista económico, operacional y de seguridad. Tal como se presenta en el numeral 4.3 Criterios de diseño.

Adicionalmente y como información de referencia, en interacción con las demás áreas del proyecto se establecen los aspectos técnicos que pueden afectar el trazado o la condición de las vías diseñadas desde los parámetros propios del diseño de los demás elementos, en este caso específico los parámetros de diseño del viaducto y las consideraciones operacionales de la Troncal de Transmilenio en caso de que se generen afectaciones al sistema que repercutan en las vías de uso exclusivo.

3.2.2. Identificación de sectores a intervenir

Una vez identificados los tramos que se encuentran en la zona de proyecto, como insumo inicial durante esta etapa se cuenta con la cartografía, planos topográficos del corredor incluidos dentro del documento de Topografía y los cuales son la base para el desarrollo del proyecto Planimétrico y Altimétrico.

Una vez recibida la información correspondiente a la Implantación del Viaducto, tanto a nivel planimétrico como altimétrico en donde se incluya la localización de pilas; se identifican las zonas en donde se pueden presentar interferencias con la malla vial actual y en donde desde el componente de diseño geométrico vial se requiere generar modificaciones en las vías existentes, esto aplica tanto a nivel de planimetría identificando afectaciones a las calzadas existentes por las pilas del Viaducto como a nivel altimétrico teniendo en cuenta la presencia de estructuras elevadas a lo largo del corredor en donde se verifican los gálibos propuestos con el fin de descartar posibles intervenciones sobre estructuras existentes.

De la implantación inicial del viaducto se revisa el cumplimiento de gálibos horizontales y verticales con relación a la vía y demás elementos del diseño que puedan verse involucrados, para el caso específico se deberá revisar la ubicación del viaducto con relación tanto a las intersecciones a desnivel existentes como el trazado y desarrollo del sistema TransMilenio que se localiza sobre el separador central de la Autopista.

De acuerdo con la identificación de los sectores a intervenir y de la mano con el área de tránsito se revisarán las afectaciones resultantes a la malla vial y las necesidades en cuanto a planteamiento de Planes de Manejo de tránsito o desvío según la ejecución, en este punto y en paralelo con la definición de alternativas se identifican aquellos sectores que puedan verse afectados por necesidades a suplir durante el proceso de ejecución de la obra; esto previendo que puedan requerirse cambios en la geometría de las vías como resultado de la generación de desvíos.

3.2.3. Verificación de alternativas de diseño

De acuerdo con los sectores de intervención definidos y en concordancia con los parámetros de diseño establecidos se analizan las posibles alternativas de trazado que puedan dar solución a la intervención requerida, en el caso del proyecto Extensión Primera Línea del Metro de Bogotá y teniendo en cuenta que el diseño se debe realizar dentro de una zona con un perfil vial consolidado, se trabaja en el espacio disponible por cuanto el diseño presentado corresponde a la única alternativa viable.

3.2.4. Diseño en planta y perfil

Ahora, para la generación de la geometría del corredor en planta teniendo en cuenta la implantación de la sección de diseño dentro del corredor disponible se ha considerado el aprovechamiento de la infraestructura existente evitando la generación de grandes afectaciones y garantizando el cumplimiento de las zonas de aislamiento requeridas con relación a las pilas del viaducto. Bajo este criterio y una vez se tenga el modelo topográfico y estén establecidos los parámetros de diseño geométrico e identificados los puntos de empalme obligados, se procede a ejecutar el diseño en planta. De manera simultánea, se verifica el perfil utilizando pendientes mínimas, máximas y curvas verticales según lo definido dentro de los parámetros de diseño de manera que cumplan con los criterios establecidos, presente buenas condiciones de operación y cause el menor impacto posible al entorno.

Los diseños geométricos se desarrollan simultáneamente y en forma coordinada con los estudios geotécnicos e hidráulicos, de manera que no solo será posible optimizar el costo de la solución adoptada, sino que además se agilizarán los tiempos de diseño.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

3.2.5. Diseño de secciones transversales

Una vez se tiene definido el diseño planimétrico y altimétrico, de acuerdo con la sección vial definida y las recomendaciones del área de pavimentos se procede a la generación de las secciones transversales de diseño las cuales son el insumo básico para el cálculo de cantidades de obra.

Para el diseño de secciones transversales se incluyen dentro de las condiciones de desarrollo los lineamientos establecidos en cuanto a intervenciones del espacio público por el área de Espacio Público e Urbanismo, de tal forma que, de generarse intervenciones sobre el espacio público la sección transversal muestre de manera esquemática la posición y ancho de los elementos propuestos. De la misma forma se incluirán las consideraciones expuestas por el área de pavimentos en relación no solo a los espesores de la estructura de pavimento sino a los anchos de la franja de confinamiento en los casos requeridos.

3.2.6. Elaboración de planos

Finalmente, con los alineamientos horizontales y verticales diseñados, se elaboran los planos que contengan el diseño horizontal, diseño vertical y diseño de secciones transversales, localización de muros, si se requieren, y obras de drenaje.

Por el tipo de proyecto en ejecución, estos planos incluyen las líneas de intervención definidas por proyecto, línea de reserva vial vigente o a modificar según el caso, y la ubicación de proyectos en ejecución que puedan afectar los trazados propuestos, esto con el fin de visualizar la interacción del proyecto con las demás obras.

3.2.7. Cálculo de cantidades de obra

Basados en el diseño geométrico realizado y utilizando el modelo digital del terreno, se procede al cálculo de volúmenes de movimiento de tierra y estructura de pavimento, así como el de las demás cantidades resultantes de los diseños. En el cálculo de las cantidades de obra se utilizan los modelos 3D y se utilizan formatos preestablecidos que permitan la fácil identificación de los componentes y un seguimiento futuro adecuado.

3.2.8. Informe final

Una vez terminado los trabajos de diseño se realiza el informe final en el cual se consignan todos los resultados y conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto.

Durante el proceso de diseño, se cuenta con la participación de las demás áreas de proyecto, las cuales en la medida del avance del proyecto van alimentando las definiciones de trazado de tal forma que la solución final contempla los aspectos de tránsito, geotécnicos, hidráulicos, de espacio público y ambientales generales del proyecto.

4. DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1. NORMATIVIDAD APLICABLE

De acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto y con base en la experiencia en el área, a continuación se indica la normatividad que será aplicable para el desarrollo del diseño geométrico vial de los sectores que se verán afectados por el trazado de la Extensión de la primera Línea del Metro de Bogotá:

- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del Ministerio de Transporte.
- Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C. – CAF, IDU, Universidad Nacional de Colombia 2015.
- A policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO 2011.
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente.
- Ley 146 de 1963 (31 de diciembre de 1963) - Preciso los criterios para la construcción de vías con el fin de evitar la existencia de pasos a nivel sobre vías férreas
- Decreto 323 de mayo 29 de 1992 (o la norma que lo sustituya), por el cual se reglamentan las zonas viales de uso público y en lo referente a las áreas para el sistema vial general y para el transporte masivo, la red vial local de las urbanizaciones y el equipamiento vial.
- Norma NTC 4901-1,2007 - NTC 4901-1, Vehículos para el transporte Urbano Masivo de pasajeros.
- Resolución 303 del 2016 (Secretaría Distrital de Movilidad) “Por medio de la cual se modifica parcialmente la Resolución 264 de 2015 y se dictan otras disposiciones.”
- Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2009.
- Decreto No. 798 (11 marzo de 2010) – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Estándares para Carril para zonas y predios urbanizables no urbanizados.
- Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector Vial del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2011.
- Manual de Normatividad Férrea – Ministerio de Transporte 2013
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes del Instituto Nacional de Vías INVIAS – CCP – 2014.
- Manual de Señalización Vial – Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Resolución 1885 de 2015. Ministerio de Transporte.
- Decreto 787 del 28 de diciembre del 2017, por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 327 de 2004 y su Anexo N° 1, en lo que respecta a los radios de giro y se dictan otras disposiciones.

- Resolución No.3258 del 2018 Ministerio de Transporte - Por la cual se adopta la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas.



4.2. ALTERNATIVA DE TRAZADO

Dentro de los diseños viales a desarrollar, se incluye únicamente aquellos sectores de vía que dentro del corredor de la Autopista Norte se ven afectados de manera directa por la implantación del proyecto Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, lo anterior debido a que dentro del proyecto no se considera la generación de afectaciones directas al sistema de transporte masivo TransMilenio, ni a la infraestructura existente toda vez que el eje y diseño del viaducto se encuentra localizado sobre el costado occidental de la Autopista Norte, ocupando en mayor parte las zonas de separador existente.

De lo anterior, en este componente y como se indicó anteriormente, únicamente se diseñarán las adecuaciones requeridas para la implantación de las pilas del viaducto en los siguientes sectores:

- Autopista Norte calzada mixta del costado occidental entre la Calle 81 y Calle 82, en donde se ubica una de las estaciones del corredor férreo cerrando el ramal de acceso hacia el corredor central.
- Autopista Norte calzada mixta del costado occidental entre la Calle 89 y Calle 87, en donde se ubica una de las pilas del viaducto y en donde por seguridad vial se requiere garantizar el aislamiento.
- Autopista Norte, calzada mixta del costado occidental entre la calle 99 y calle 101 en donde las pilas del eje del corredor férreo pasan sobre la calzada lateral mixta del costado occidental existente ocupando dos de los carriles laterales.
- Autopista Norte costado occidental en la conectante de la calle 103B entre la calzada central de tráfico mixto y la calzada paralela.
- Autopista Norte costado occidental en la conectante de la calle 108 entre la calzada paralela y la calzada central de tráfico mixto.

Teniendo en cuenta que el diseño de la Autopista norte costado occidental entre la calle 99 y calle 101, costado occidental entre la calle 81 y calle 82, calzada occidental entre calle 89 y calle 87, la conectante occidental en la calle 103B y la conectante occidental en la calle 108, se debe realizar dentro de una zona con un perfil vial consolidado, se trabajó en el espacio disponible por cuanto el diseño presentado corresponde a la única alternativa viable.

4.3. CRITERIOS DE DISEÑO

4.3.1. CONSIDERACIONES

La Extensión de la PLMB, continua por la Avenida Caracas y la Autopista Norte, dentro del trazado ya establecido y que tiene como punto de partida el corredor e intervenciones definidas dentro del Contrato 02 de 2017 celebrado entre FDN y el Consorcio Metro Bog (Convenio Interadministrativo No. 1880 de 2014) Celebrado entre la Financiera de Desarrollo Nacional S.A. y el Instituto de Desarrollo Urbano IDU, en el cual se realiza la localización de estaciones de acuerdo con lo definido dentro de los Parámetros Técnicos Operacionales de la Primera Línea de Metro de Bogotá con el Sistema Transmilenio a la versión 02 de 2017, documento elaborado por la Subdirección Técnica y de Servicios de Transmilenio S.A.

Con base en lo anterior, las evaluaciones y alternativas estudiadas para el corredor central de la Extensión de la PLMB se reducen al estudio multidisciplinario de la mejor ubicación de las estaciones propias de la Extensión de la PLM conjugadas con la localización de las estaciones existente del Sistema Transmilenio; algunas de ellas con

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

Integración entre los dos sistemas y dentro del rango de localización propuesto en el documento Parámetros Técnicos Operacionales de tal forma que se reduzcan afectaciones sobre el corredor ya consolidado y teniendo en cuenta la intervención sobre predios que presentan una connotación especial dentro del desarrollo cultural de la ciudad.

En el caso del diseño geométrico vial, este se centra en el ajuste geométrico de los ramales y calzadas mixtas occidentales de la Autopista Norte que se afectan por la incorporación de las pilas del viaducto de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá; dado que las intervenciones previstas por el Proyecto Extensión Primera Línea del Metro de Bogotá no genera modificaciones a los carriles de circulación del Sistema Transmilenio.

4.3.1.1. Consideraciones de Tránsito

Para la elaboración del diseño geométrico, se tienen en cuenta lineamientos que lleven a la generación de permeabilidad y conexión dentro del corredor, garantizando las franjas funcionales útiles para todos los actores viales como peatones y ciclistas. En el documento EPLMB-EML-E6-MOV-0001 ESTUDIO DE MOVILIDAD se analizan los Niveles de servicio para la infraestructura una vez generadas las modificaciones que se dan por el diseño geométrico y en el anexo 9 Prediseno de señalización se presenta el prediseno derivado de la implementación.

De acuerdo con los análisis realizados, en el numeral 15.4.5. Escenario 2047 con EPLMB (Año 2047) del documento EPLMB-EML-E6-MOV-0001 se indica: “Con base en las demoras promedio generadas en la intersección se identificó el nivel de servicio de las zonas ajustadas geométrica y operacionalmente por la implementación y puesta en marcha de la EPLMB, el cual se enuncia a continuación.”

Tabla 5. Nivel de servicio año base 2047 con Proyecto

Intersección	Nivel de Servicio
Calzada N-S Autopista Norte entre Calle 85 y 81 - Sector de Héroes	C
Tramo Autopista Norte con Calle 82 - Giro izquierdo sentido N-E	C
Calzada Lateral sentido N-S Autopista Norte con Calle 100	A

Fuente: EPLMB-EML-E6-MOV-0001_RC ESTUDIO DE MOVILIDAD

En el desarrollo del Plan de Cierres y Alternativas de Desvíos (PCAD), una vez realizado el análisis de las afectaciones generadas por la construcción del viaducto, no se considera la necesidad de implementar desvíos dentro del corredor de la Autopista Norte, por cuanto en este entregable no se incluyen diseños asociados a la necesidad de realizar modificaciones en radios de giro o similares durante construcción, esto se ve reflejado en el documento EPLMB-EML-E6-MOV-0002 PLAN DE CIERRES Y ALTERNATIVAS DE DESVÍO - EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA DE METRO DE BOGOTÁ en donde se encuentra el detalle de los análisis realizados.

4.3.1.2. Consideraciones hidráulicas

Teniendo en cuenta que los tramos viales a diseñar se desarrollan en un sector urbano consolidado y obedecen a realineamientos y ajustes de las calzadas existentes sin cruces por cuerpos de agua, la rasante se ajustará a los niveles de terreno existentes.

4.3.1.3. Consideraciones base catastral

La base catastral utilizada para los diseños fue validada por el especialista catastral del proyecto y descargada de la fuente de datos abiertos Bogotá: infraestructura de datos espaciales para el distrito capital IDECA, capa “Lote. Bogotá D.C.” en formato Shape actualizada a la fecha de elaboración de los diseños.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

4.3.2. PERFILES VIALES

En el POT de Bogotá 2022 - 2035, mediante el Decreto 555 de diciembre 29 de 2021, artículo 155, se definen los perfiles viales para la ciudad, cuyas dimensiones se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Rangos de referencia por tipos de calle

RANGOS DE REFERENCIA POR TIPO DE CALLE (Medidas en metros)							
PERFIL COMPLETO			FRANJAS FUNCIONALES				
TIPO DE CALLE	ANCHO MÍNIMO	ANCHO MÁXIMO	ANCHOS MÍNIMOS				
			CIRCULACION PEATONAL	CICLO INFRAESTRUCTURA	TRANSPORTE PÚBLICO	FRANJA VEHICULAR	PAISAJISMO Y CALIDAD
A-0	90	>100	13	8	28	13	23
A-1	54	66	7	6	17	10	13
A-2	36	44	6	3	7	7	11
A-3	27	34	6	3	7	3	8
A-3E	22	27	6	3	6	3	4
I-4	22	<27	5	3	0	6	8
I-5	18	<22	5	1,7	0	3	6
I-6	16	<18	6	1,7	0	3	3
L-7	13	<16	4	1,7	0	3	3
L-8	10	<13	4	0	0	3	2
L-9	7	<10	4	0	0	0	3
L-10	4	6	4	0	0	0	0

Fuente: Decreto 555 de diciembre 29 de 2021, artículo 155

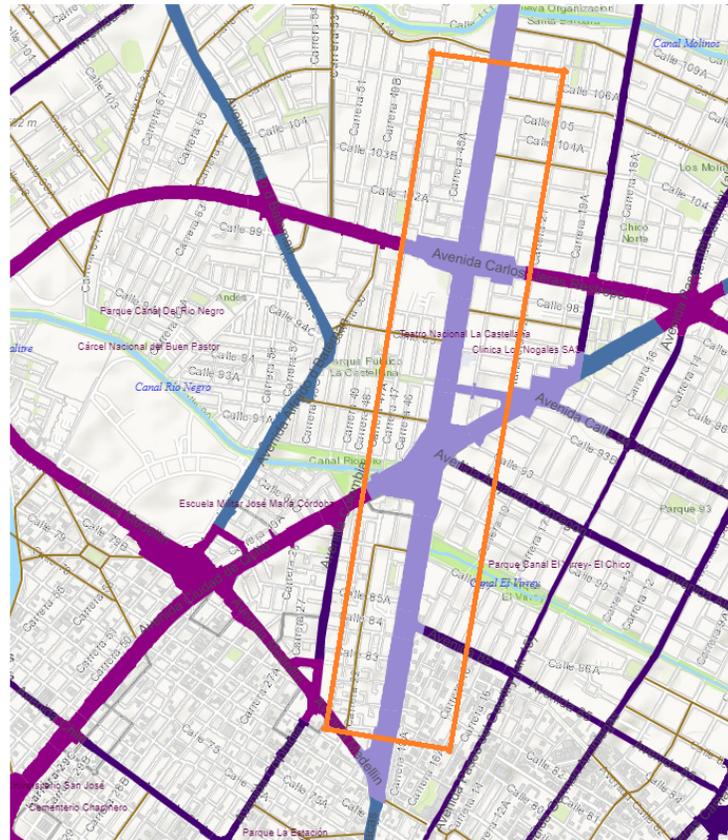
De acuerdo con los perfiles viales definidos dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, el recorrido de la Extensión de la Primera Línea de Metro de Bogotá coincide en su trazado con corredores identificados como vías de tipo A0, A1 y A3, los cuales se muestran en la Figura 10. En ella se observa que la extensión de la PLMB se desarrolla a lo largo del corredor existente de la Avenida Paseo de Los Libertadores (también denominada autopista Norte o AK 45), correspondiente a la categoría A-0 de la malla vial arterial.

A lo largo de este corredor se presentan intersecciones con la Avenida Carlos Lleras Restrepo, clasificada dentro de la categoría A-1, y con la Avenida Ciudad de Quito, clasificada desde la Intersección con la autopista Norte hacia el sur dentro de la categoría A-1, y entre la intersección con la autopista Norte y la Calle 94 como A-0. Así mismo, se identifican dentro del área de influencia vías de categoría A3 que corresponden a la Avenida Paseo del Country par vial occidental (Calle 85) y Avenida Germán Arciniegas par vial del Country (Calle 92).

Los tramos viales a diseñar se definen de acuerdo con la infraestructura vial que se vea afectada por la implantación del proyecto.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



Malla Vial Arterial Existente y Proyectada

■ A-0 ■ A-1 ■ A-2 ■ A-3

Figura 10. Red vial en el área de influencia de la extensión de la PLMB
Fuente: Adaptado de Galería Mapas P.O.T 2021

4.3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TRAZADO DEL EJE FÉRREO

Como información de referencia y de acuerdo con lo definido en el documento EPLMB-EMB-E4-DGF-000 DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO, a continuación se indica los parámetros a utilizar para el trazado de la línea férrea:

Tabla 7. Parámetros de diseño del eje férreo

PARÁMETRO	VALORES RECOMENDADOS	VALORES EXCEPCIONALES
ALINEAMIENTO HORIZONTAL (Trazado en planta)		
Ancho de vía	1.435 mm	
Riel	UIC-60	

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

PARÁMETRO	VALORES RECOMENDADOS	VALORES EXCEPCIONALES
Velocidad	90 Km/h	70 Km/h
Radio mínimo en planta (vías comerciales)	400m	160m
Radio mínimo en estación	Recta	
Longitud mínima elemento (recta, curva, clotoide)	30m	25m
Longitud mínima de andén en estación	150m	
Longitud mínima de alineación restante en estación	180m	150m
Entrevía monotubo y estación	3,65m	
Peralte máximo (D)	140 mm	
Insuficiencia máxima de peralte (I)	100 mm	
Aceleración transversal no compensada (máxima)	0,65 m/s ²	
Máxima variación aceleración no compensada con el tiempo - Jerk	0,40 m/s ³	
Variación máxima del peralte con el tiempo	50 mm/s	
Variación máxima de la insuficiencia de peralte con el tiempo	60 mm/s	
Variación máxima del peralte (alabeo)	180/V ≤ 2 mm/m	180/V ≤ 2,5 mm/m

Fuente: documento EPLMB-EMB-E4-DGF-000

4.3.3.1. Distancias del eje a edificaciones y otros factores limitantes

Las estructuras existentes localizadas en proximidades del trazado y que han sido tenidas en cuenta para el diseño del trazado férreo son las siguientes:

- El eje sigue la dirección Norte con sus apoyos centrados en el cauce Oeste;
- A la izquierda del eje están los edificios mantenidos a una distancia mínima de 23 metros;
- A la derecha del eje se encuentra la Autopista Norte por donde continuará la circulación del sistema vial;
- El eje cruza sobre el viaducto de la Avenida Carrera 30 y sobre la Diagonal 92, manteniendo siempre el gálibo vertical de vía (5,50 m);
- A la izquierda del eje están los paramentos de edificios mantenidos a una distancia mínima de 22 metros del eje de vía

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

- El eje cruza sobre el viaducto de la Avenida Calle 100, manteniendo siempre gálibo vertical de vía (5,50 m);
- A la izquierda del eje están los paramentos de edificios mantenidos a una distancia mínima de 20 metros; del eje de vía
- El eje coincide con la alineación de la red eléctrica de alta tensión, será necesario reubicar toda la red en este tramo.

A partir de lo anterior, y dado que el análisis detallado se encuentra en el entregable correspondiente al Diseño Geométrico del Viaducto, se realiza a manera de comprobación la verificación del gálibo sobre las estructuras existentes, encontrando que se cumple con un gálibo mínimo de 5,5m entre estructuras. En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de ello.

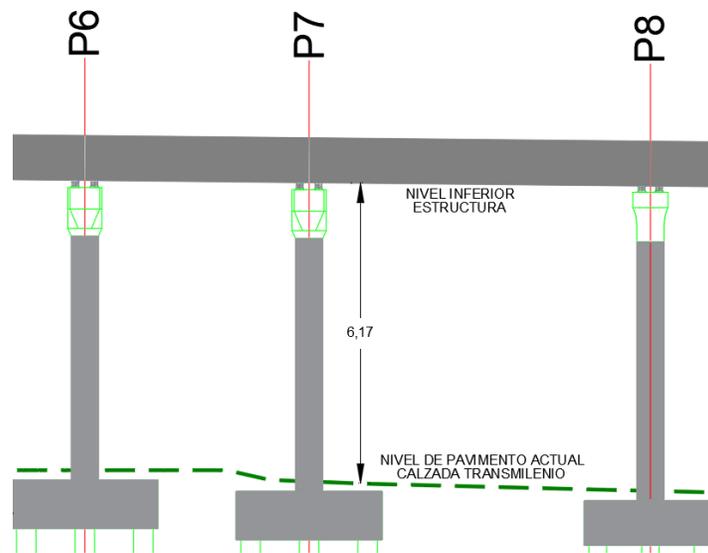


Figura 11. Verificación Gálibo en calzada Transmilenio P7

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

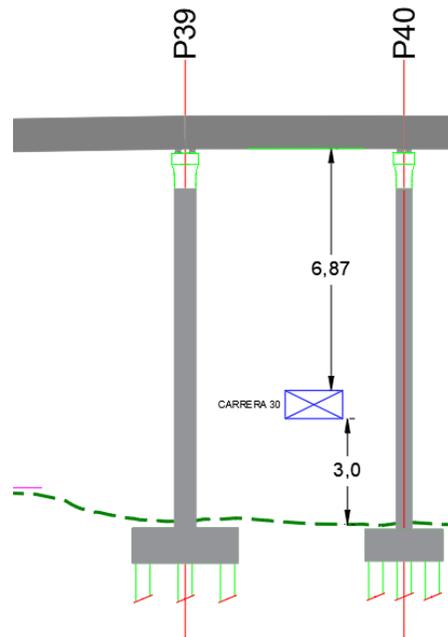


Figura 12. Verificación Gálibo en Puente Carrera 30 en P40

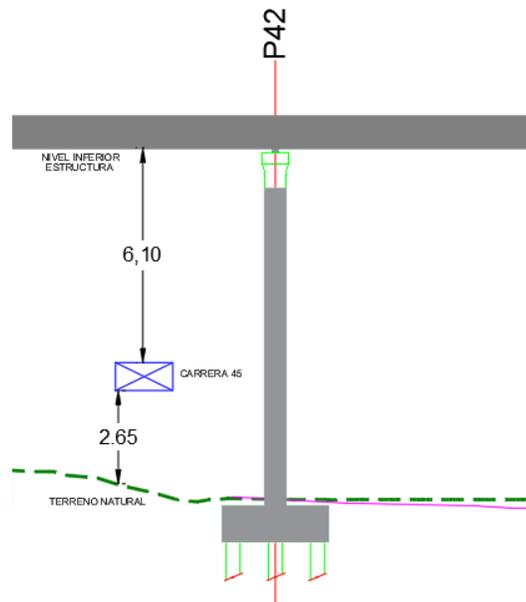


Figura 13. Verificación Gálibo en Puente Carrera 45 en P42

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

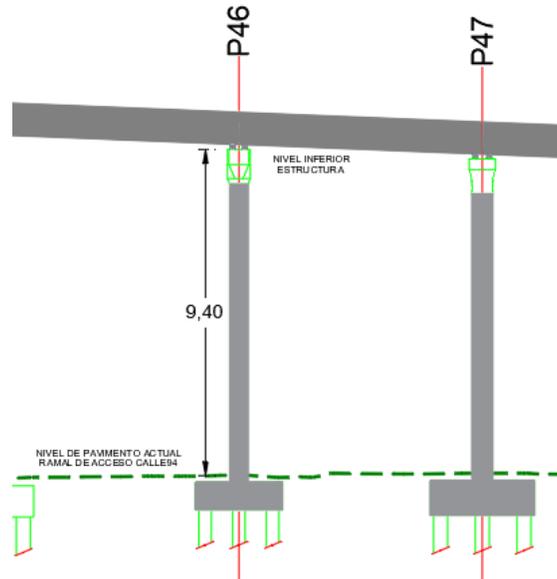


Figura 14. Verificación Gálibo en ramal calle 94 en P46

Con relación a la ampliación de la calzada de la Autopista norte a la altura de la calle 100, a continuación se presenta la comprobación del gálibo vertical de acuerdo con el diseño proyectado.

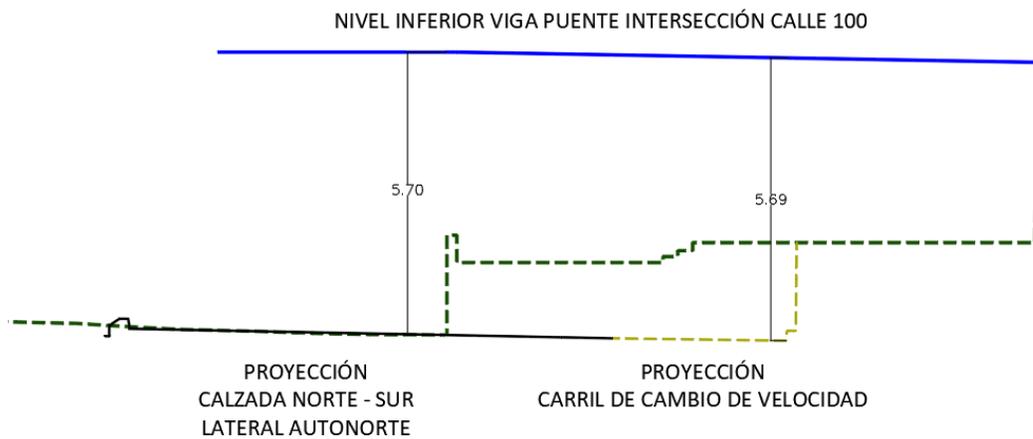


Figura 15. Verificación Gálibo vertical puente existente Autopista Norte con Calle 100

Ahora bien, desde el componente de diseño geométrico para la verificación de las zonas de aislamiento a estructuras se considera la comprobación de acuerdo con la normatividad aplicable, apoyándose en las recomendaciones del Código Colombiano de Puentes CCP14.



En este sentido y teniendo en cuenta las condiciones de consolidación del corredor de la Autopista norte, una vez realizadas las revisiones, sobreponiendo las pilas del Viaducto con los bordes de vía existentes y proyectados, puede identificarse una zona en donde no es posible el cumplimiento de estos parámetros mínimos de aislamiento horizontal según se muestra en la Tabla 8, esto debido a que es necesario contar con el pórtico P10 para tener un apoyo intermedio entre las pilas P9 y P11 puesto que la configuración de la infraestructura en este sector no permite contar con un vano de 65 metros considerando que este tramo se encuentra en una curva y no en un tramo recto. Por lo tanto, los esfuerzos que recibe el viaducto en este sector implican la presencia del apoyo P10.

Dicho apoyo debe necesariamente ser un pórtico, ya que el espacio disponible no permite la implantación de una pila clásica. Además, cabe precisar que las ubicaciones de ambas pilas del pórtico (occidental y oriental) son las únicas posibles dada la configuración vial de este sector para permitir, entre otros, contar con dos vanos estándares de 30 m hacia la P9 y 35 m hacia la P11.

Cabe agregar que los apoyos circundantes a la P10 (P1 a P9 y P11 a P12) ya consideran optimizaciones respecto a sus emplazamientos para evitar impacto al diseño vial existente, para contar con el espacio necesario para sus cimentaciones (sin interferencias con estructuras y redes existentes) y para contar con el aislamiento requerido.

Para estos sectores y bajo el entendido de que las estructuras están diseñadas para resistir la fuerza de colisión, como medida de seguridad vial se recomienda la localización de un sistema de contención rígido bien sea frente al elemento en aquellos sectores en donde se cuenta con una distancia mayor o igual a 60 cm o antes y después del elemento en aquellos sitios en donde la distancia es inferior a 60 cm.

Tabla 8. Identificación zona con gálibo horizontal menor a 1,0m

Pila	Gálibo horizontal (m)	Recomendación
10	0,9	El aislamiento del apoyo occidental contra la calzada pacificada que conduce a la calle 80Bis se reduce a 90cm, por cuanto sobre este costado se recomienda incluir sistema de contención.
34	0,827	Cuenta con una contención tipo New Jersey a borde de vía.
35	-	Cuenta con una contención tipo New Jersey a borde de vía



Figura 16. Elemento de contención tipo recomendado

4.3.4. PARÁMETROS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL

- **Vehículo De Diseño**

Teniendo en cuenta las definiciones que hacen parte de la Estructuración de la Primera Línea del Metro de Bogotá, para la configuración del Sistema Vial de este corredor se consideran como vehículo de diseño los vehículos en circulación los cuales corresponden a buses biarticulados y articulados.

Con relación a las calzadas mixtas el vehículo de diseño a contemplar está definido como un bus grande.

- **Velocidad de Operación**

Con base en las características definidas para la operación, así como las condiciones iniciales de operación por tipo de vía, definidas dentro del plan de ordenamiento Territorial, se ha adoptado una velocidad de **60,0 km/h** para el dimensionamiento de los elementos mínimos del corredor y **30,0 km/h** en intersecciones, no obstante, es preciso tener en cuenta que dicha velocidad se ve restringida en sitios donde se presenten intersecciones semaforizadas.

- **Peralte máximo**

Teniendo en cuenta las condiciones específicas del corredor en donde se debe garantizar la conectividad de las vías secundarias, así como la conectividad a predios y movilidad peatonal de acuerdo con lo establecido en la Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C se define un peralte máximo de **4,0%**

Aunque el uso de peraltes mejora las condiciones de operación, la guía para el diseño de vías urbanas de Bogotá 2010 y la AASHTO 2011 en el capítulo 3.3.6: Diseño para vías urbanas de baja velocidad argumentan diversos factores hacen que no sea práctico el uso de peraltes, entre estos está el drenaje, el empalme con bocacalles y el deseo de mantener un diseño para una velocidad de operación baja.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

Se argumenta el diseño de curvas horizontales, equilibrando la fuerza lateral únicamente con la fricción lateral. La AASHTO recomienda para vías urbanas de baja velocidad el método 2 donde se contrarresta la fuerza lateral con el máximo factor de fricción, siempre que este no supere el máximo, una vez se supere este valor se implementarán peraltes de acuerdo a la tabla 3.13 de la AASHTO. Se resalta que se pueden presentar curvas en contraperalte, las cuales tienen un radio que mayor al mínimo permitido, de acuerdo a la tabla citada anteriormente.

Tabla 9. Radios para diferentes velocidades de diseño y peraltes-Método 2 AASHTO

e (%)	Metric					
	V _d = 20 km/h	V _d = 30 km/h	V _d = 40 km/h	V _d = 50 km/h	V _d = 60 km/h	V _d = 70 km/h
	R (m)					
-6.0	11	32	74	151	258	429
-5.0	10	31	70	141	236	386
-4.0	10	30	66	131	218	351
-3.0	10	28	63	123	202	322
-2.8	10	28	62	122	200	316
-2.6	10	28	62	120	197	311
-2.4	10	28	61	119	194	306
-2.2	10	27	61	117	192	301
-2.0	10	27	60	116	189	297
-1.5	9	27	59	113	183	286
0	9	25	55	104	167	257
1.5	9	24	51	96	153	234
2.0	9	24	50	94	149	227
2.2	8	23	50	93	148	224
2.4	8	23	50	92	146	222
2.6	8	23	49	91	145	219
2.8	8	23	49	90	143	217
3.0	8	23	48	89	142	214
3.2	8	23	48	89	140	212
3.4	8	23	48	88	139	210
3.6	8	22	47	87	138	207
3.8	8	22	47	86	136	205
4.0	8	22	47	86	135	203

Fuente: Tabla 3.13a AASHTO 2011

- **Longitud de Transición de peraltes**

La longitud de la transición (L_r) se calcula de acuerdo con la relación indicada en la siguiente ecuación, de donde se puede obtener el valor de la longitud de transición (L_r) en función de la inclinación relativa de la rampa de peraltes (Δ), del ancho de la calzada que gira (w) y los cambios de peralte (e_d), variables ya definidas, por lo tanto, la expresión de cálculo es:

$$L_r = \frac{(wn_1) e_d}{\Delta} (b_w)$$

Donde:

L_r: Longitud mínima de transición, en metros.

w: Ancho de la calzada que gira en metros.

n₁: Número de carriles que giran.

e_d: Cambio de peralte, en porcentaje (%).

b_w: Factor de ajuste debido al número de carriles que giran.

Δ: Inclinación máxima relativa de la rampa de peraltes.

Definida como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma; con base en la experiencia en el desarrollo de proyectos urbanos y con base en la velocidad definida, se establece una **pendiente relativa máxima para la rampa de peraltes** equivalente a **1:167** según se indica en la tabla 7 de la Guía de diseño Urbano.

Es importante tener en cuenta que dadas las condiciones de localización y consolidación de la zona de proyecto, así como condiciones hidráulicas y número de intersecciones encontradas, en algunos sectores no se logra la condición ideal de peralte establecido siendo este más bajo e incluso más alto en algunas intersecciones con el fin de no realizar afectaciones con relación a accesos prediales y empalmes con bocacalles.

- **Radio mínimo de giro**

El radio mínimo (RC_{min}) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (VCH) de acuerdo con el peralte máximo (e_{máx}) y el coeficiente de fricción transversal máximo (f_{máx}). Este radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea inevitable la aplicación de radios mayores o donde se desee aprovechar al máximo la infraestructura de la vía existente. El radio mínimo se calcula de acuerdo con el criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})}$$

En la Tabla 10 se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas (VCH) según el peralte máximo (e_{máx}) y la fricción máxima (f_{máx}).

Tabla 10. Radios mínimos para diferentes velocidades de diseño y peraltes máximos

Velocidad de Diseño Km/h	f _{max}	Radio Mínimo Redondeado
		e _{max} = 4%
20	0,35	8
30	0,28	22
40	0,23	47
50	0,19	86
60	0,17	135
70	0,15	203
80	0,14	280
90	0,13	375
100	0,12	492
110	0,11	NA
120	0,09	NA

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

Fuente: Propia con base en AASHTO 2011

Con base en los parámetros arriba definidos se tiene un radio mínimo de giro equivalente a **135,0m**.

Por otro lado, teniendo en cuenta las condiciones particulares del diseño se define un radio mínimo de giro para **calzadas secundarias e intersecciones de 22,0m**.

Se contemplan radios específicos de giro a utilizar dentro de la operación del sistema y que serán implementados para el giro dentro de retornos operacionales y de contingencia teniendo en cuenta la circulación de vehículos Articulados y Biarticulados así:

Radio interno: 7,3m

Radio externo: 15,0m

- **Curvas de Transición**

- Longitud mínima de la espiral en condición crítica

Basados en las definiciones dadas dentro del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras para el establecimiento del valor mínimo de la espiral y contemplando las especificaciones AASTHO se establece una **longitud mínima de espiral** correspondiente a **24,0 m**.

- Longitud mínima de curva circular central de una espiral - círculo - espiral mínima de la espiral en condición crítica

El valor mínimo de la curva circular depende de la distancia que puede recorrer un vehículo a la velocidad de diseño durante dos segundos, con lo cual se determina un valor mínimo del **arco circular** de **33,33 m**.

4.3.4.1. Curvas horizontales que no requieren espiral de transición

El uso de radios de curvatura que no requieren de espirales será determinado por el criterio consignado en la norma AASHTO 2011, en la cual define un radio máximo para la aplicación de curvas de transición sobre la base de una mínima aceleración lateral de 1.3 m/s². Por lo anterior y dependiendo de la velocidad de operación de la vía, se establece un radio mínimo para el uso de las espirales de transición, tal como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Radios máximos para el uso de curva de transición

Velocidad de diseño	30	40	50	60
Máximo Radio	54	95	148	213

Fuente: Propia con base en AASHTO 2011

En el proceso de diseño del trazado en planta se implementará el siguiente criterio para la elección de los tipos de empalme dependiendo del ángulo de deflexión: para puntos de quiebre con deflexiones menores a 2° no se contempla la localización de curvas horizontales, entre 2° y 6° se implementarán curvas circulares, entre 6° y 20° curvas espiral - espiral y finalmente para deflexiones mayores a 20° curvas circulares espiralizadas, preferiblemente

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

simétricas. Sin embargo, se opta por empalmes circulares, todo esto, después de realizar una tarea de verificación de los valores de disloque y del desarrollo de las rampas para la transición del peralte como los principales criterios técnicos afectados que definen la aplicabilidad de la solución de empalme mencionada.

Por otra parte, cabe anotar que en algunos puntos del trazado son utilizados puntos de quiebre con valores menores o iguales a dos grados (2°) para corregir la dirección de algunas tangentes en condiciones especiales de desarrollo de la geometría.

- **Pendiente longitudinal**

De acuerdo con las actividades a ejecutar el diseño de rasante debe estar vinculado de tal manera que se garantice la congruencia y empalme con Bocacalles y accesos a predios, respondiendo a las necesidades de la movilidad peatonal.

De esta forma se tiene una pendiente mínima deseada igual a **0,5%** y **0,3%** como pendiente mínima recomendada para el diseño donde por las condiciones del corredor no sea posible el diseño con la pendiente mínima deseada lo cual se aplica a garantizar las condiciones mínimas de drenaje tanto en carriles de tráfico mixto como en calzadas exclusivas de Transmilenio

Con relación a la pendiente longitudinal máxima de diseño, se establecen los siguientes parámetros de acuerdo con la intervención que se proyecta:

- Corredor principal: **7,0%**
- Enlaces y Bocacalles: **12,0%**
- Puentes, túneles y corredores con control total de accesos: **6,0%**
- Rampas de acceso a estaciones deprimidas: **8,0%**¹

- **Longitud mínima de curva vertical**

Basados en la experiencia y recomendaciones se proyecta el uso de curvas verticales mínimas de **36,0m**

Para tramos donde la diferencia algebraica de las pendientes longitudinales de entrada y salida es menor o igual al 1.0%, no se proyectará curva vertical debido a que si se implementa curva vertical en estos casos, se genera un aplanamiento que dificulta el drenaje; adicionalmente el valor de la externa en estas curvas es tan pequeño que se pierde durante la etapa de construcción.

De acuerdo con las especificaciones de operación de las vías vinculadas dentro del corredor de la Extensión de la PLMB, se establecen los parámetros para el diseño geométrico vial, indicados en la Tabla 12.

Tabla 12. Parámetros de diseño geométrico vial

Parámetro	Unidad	Valor
Velocidad de diseño		
Corredor Principal	km/h	60
Intersecciones	km/h	30
Vehículo de diseño		
Calzada tráfico mixto	-	Bus Grande

¹ Este parámetro se establece con el fin de reducir la longitud de las rampas.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

Parámetro	Unidad	Valor
Radio mínimo	m	135
Pendiente Longitudinal máxima		
Calzadas principales	%	7
Calzadas secundarias	%	12
Pendiente Longitudinal mínima	%	0.3
Peralte Máximo	%	4.0%
Longitud mínima de curva vertical	m	36.0
Parámetro K		
Curvas cóncavas		18
Curvas Convexas		11
Ancho de Carril		
Calzada tráfico mixto	m	3.00, 3.25 ó 3.50

Fuente: Elaboración propia

- **Sección transversal**

Con respecto al diseño de sección transversal, con el diseño geométrico propuesto se busca reponer el perfil vial existente en la Autopista norte, a partir de lo cual se presentan las secciones transversales aplicadas.

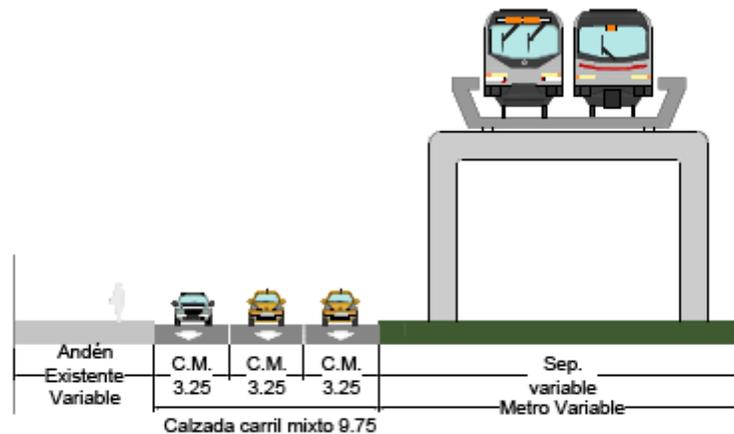


Figura 17. Sección transversal típica Ramal Calle 82

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

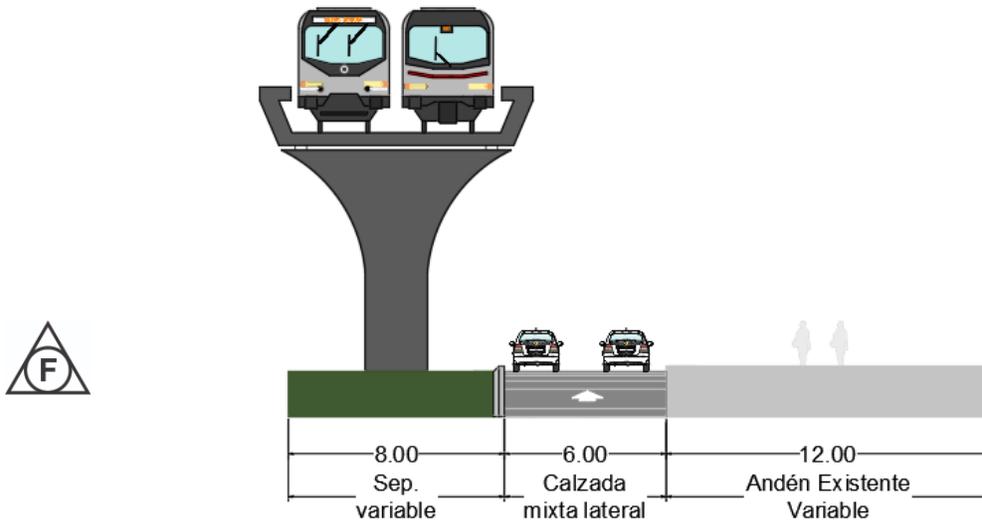


Figura 18. Sección transversal típica entre calle 89 y calle 87

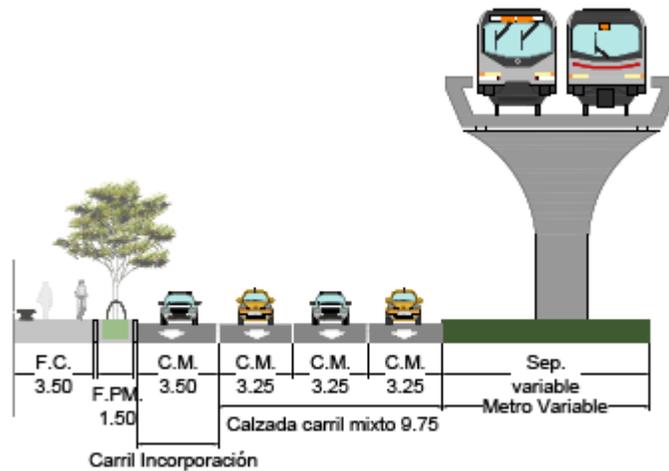


Figura 19. Sección transversal Calle 100

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

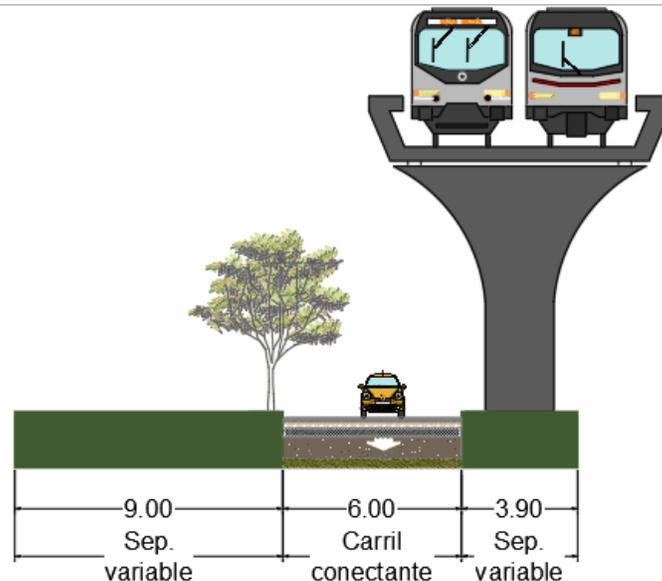


Figura 20. Sección transversal carril conectantes Calle 103B y Calle 108

Dado que las intervenciones planteadas en cuanto al diseño geométrico vial para la conectante de la calle 108, Calle 103B, sector calle 89 a calle 87 y ramal de acceso en la calle 82, están delimitadas a la adecuación de los carriles por la intervención de las pilas de la línea férrea, en estos sectores no se contemplan afectaciones sobre los andenes existentes dado que solamente se diseña la conectante a partir del carril de cambio de velocidad sin involucrar los carriles existentes, por cuanto todos sus elementos conservan las dimensiones actuales con lo cual no se incluye dicho espacio dentro de las secciones de diseño y con ello no se cuantifican cantidades asociadas ni a los carriles de la calzada paralela ni al espacio público (andenes, ciclorutas, etc).



Las intervenciones planteadas entre calle 99 y calle 101 por el contrario contemplan la intervención en andenes hasta el límite de intervención, esto debido a que en este punto se considera la modificación del espacio público por la inclusión de la estación de la calle 102, en la zona ubicada debajo de los puentes vehiculares el espacio público está conformado por un bordillo 0,20 m, zona de mobiliario y paisajismo 1,50 m, bordillo 0,20 m de segregación y zona de circulación compartida entre peatones y bici usuarios de 3,5 m. Los detalles de las intervenciones en espacio público y/o adecuaciones arquitectónicas se desarrollan en el documento EPLMB-ELM-E6-URP-0001 - Urbanismo URBANISMO Y ESPACIO PÚBLICO.

De esta manera, dentro de la sección de diseño y asociado a la estructura de pavimento se incluye una zona de confinamiento de 0,5m conformada por los granulares y estructuras de mejoramiento de la subrasante, solamente sobre el costado de intervención en separadores como se esquematiza en la Figura 21.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

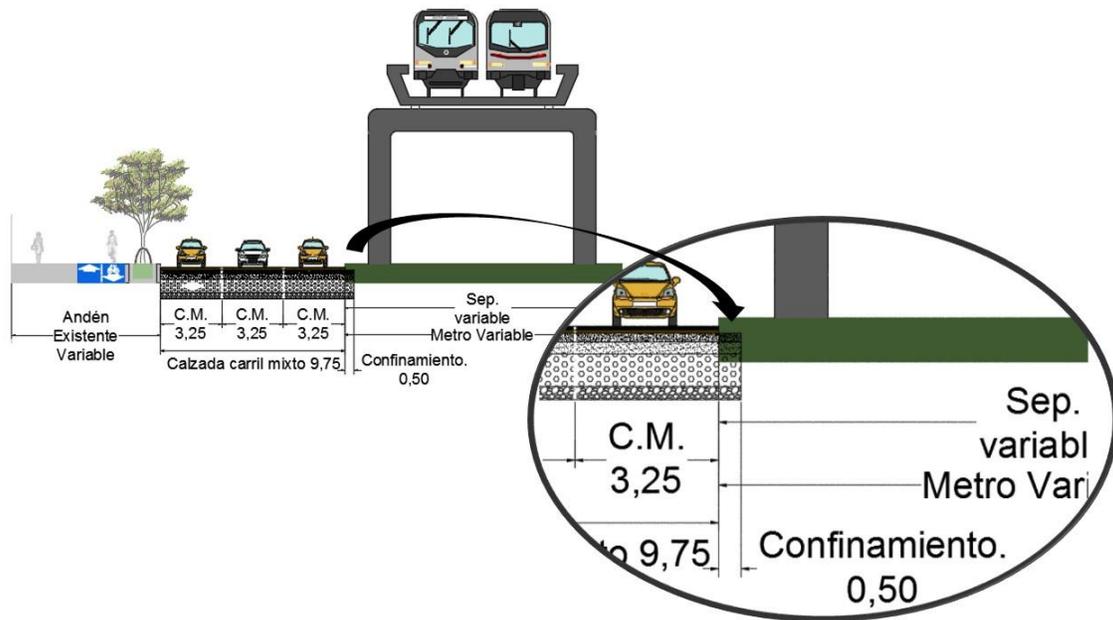


Figura 21. Esquema de disposición de la zona de confinamiento del pavimento

Teniendo en cuenta lo anterior, dentro del componente de Diseño geométrico vial no se presentan modificaciones a radios de giro en esquinas ni accesos a predios que requieran diseños específicos como se muestra en el Anexo 1.

4.4. CONSIDERACIONES ESPECIALES

De acuerdo con las características del proyecto se evidencia la adecuación del diseño a ciertas restricciones o complementaciones de carácter técnico, estas se describen así:

1. Teniendo en cuenta que solo el Manual de Carreteras del INVIAS 2008 tiene reglamentación y que la Guía para el Diseño de vías urbanas de Bogotá solo puede ser tomada como un lineamiento, existe un vacío en cuanto a la aplicación de ciertos criterios que son exclusivos a carreteras y no a vías urbanas, uno de ellos son las entretangencias, tanto mínimas como máximas, de esta forma y buscando la desambiguación de este concepto, basados en bibliografía internacional se establece que dentro de los parámetros de diseño urbanos, tanto horizontal como vertical, las longitudes de entretangencia están gobernadas por las actuales características geométricas del corredor el cual se debe procurar conservar al máximo para minimizar afectaciones prediales, afectar la reserva vial actual, y garantizar los accesos a predios y los empalmes con las bocacalles; así mismo la topografía es un factor determinante para el diseño vertical, que en conjunto con el diseño de redes húmedas asociadas a la escorrentía superficial, en armonía con el diseño urbanístico, determinan la necesidad de ciertos puntos bajos para el corredor, es por esto que en la GUÍA PARA EL DISEÑO DE VÍAS URBANAS PARA BOGOTÁ D.C. no se encuentra referenciado el parámetro de entretangencias.
2. Otro aspecto a considerar es la necesidad de incluir peraltes en enlaces o ramales de baja velocidad, especialmente en intersecciones; Es importante resaltar que teniendo en cuenta el carácter urbano de las

intersecciones y cruces que se desarrollan normalmente en el diseño urbano, su configuración geométrica se ve limitada por el entorno, es por esto que para la implantación de peraltes se establecen criterios como el de radios de esquina con trayectorias para evitar excesiva intervención predial, siempre tratando de cumplir con la velocidad de diseño. Por otra parte, para estas velocidades en corredores urbanos se es más flexible con la implementación y desarrollo del peralte, a tal punto que para la AASHTO en la tabla 3-13 se permite para radios de 34 m peraltes inversos de 2%, y en la Guía para el Diseño de Vías Urbanas de Bogotá D.C. para intersecciones, en su numeral 6.4.1, establece que los peraltes para velocidades de operación bajas no son gobernados por la necesidad de mantener en marcha el vehículo en curva, y que por el contrario este está enmarcado dentro del factor drenaje y empalme de rasantes. Finalmente, en estas concatenaciones de curvas sucesivas a baja velocidad se busca tener un peralte que esté dentro de los 2/3 de la curva circular para tratar de mantener la configuración de un peralte normal.

- Respecto al uso de pendientes longitudinales menores a las requeridas se establece que el empalme con rasantes existentes implica el uso de las condiciones geométricas actuales de estas, de esta forma y según el límite de intervención del proyecto se requiere el uso de pendientes acordes con las superficies actuales y que no pueden ser modificadas dadas sus condiciones.

4.5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRAZADOS

De acuerdo con lo definido en el numeral 2.2 Alcance, teniendo en cuenta el trazado del eje de la línea férrea de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, el diseño geométrico vial se desarrolla a nivel de factibilidad para los siguientes tramos de vía:

Tabla 13. Sectores viales a diseñar



VÍA	SECTOR	Tipología POT 2022 - 2035
Autopista Norte Costado Occidental	Calzada mixta lateral entre Calle 81 y calle 82	A0
	Calzada mixta lateral entre Calle 87 y calle 88	A0
	Calzada mixta lateral entre la calle 99 y la calle 101.	A0
	Conectante occidental en la calle 103B	A0
	Conectante occidental en la calle 108	A0

Fuente: Elaboración propia

No se incluye dentro del presente documento diseños geométricos viales asociados a las calzadas de tránsito exclusivo de TransMilenio, toda vez que el proyecto Extensión de la PLMB no considera realizar afectación directa al Sistema ni a la Infraestructura vial existente; en dicho sentido los planos de diseño geométrico vial muestran de manera esquemática la localización de las estaciones de TransMilenio existentes, sin detallar en su dimensionamiento y conformación.

De la misma forma, se tiene que los diseños geométricos viales asociados a la localización de pilas de la línea férrea no ocasionan modificaciones en la forma en la cual circulan los usuarios sobre las calzadas laterales, centrales y de TransMilenio de la Autopista Norte.

4.5.1. CALLE 81 A CALLE 82

De acuerdo con el diseño del eje de la línea férrea, sobre el ramal existente de enlace a la calzada central desde la calzada lateral occidental, se localiza una de las estaciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá denominada Estación Calle 82 por cuanto se debe reconfigurar el carril de enlace, en ese sentido en principio se buscó trasladar el carril existente 200 metros al sur de su localización actual, no obstante esto representaría un problema de seguridad vial, toda vez que a menos de 50 m al sur se encuentra un segundo ramal de enlace condición por la cual esta opción fue descartada, el diseño proyectado propone utilizar el ramal ubicado a la altura de la calle 81, localizando un carril adicional a partir de la calle 83 con lo cual esta calzada pasaría de 2 carriles a 3 de carriles de tránsito mixto. Así, el ramal de enlace mantiene el ancho de 3 carriles y conecta a la calzada central 100 metros antes del semáforo de la intersección de la calle 80 manteniendo los 3 carriles de circulación actual.

Geoméricamente, el alineamiento en planta corresponde a una línea recta desde el K0+000 hasta el K0+230 en donde se proyectan dos curvas espirales de 8° de deflexión y de diferente sentido. El diseño vertical mantiene las pendientes existentes, por cuanto no se intervienen los carriles existentes salvo en el empalme con el nuevo carril por cuanto los accesos a predios deberán mantenerse.

De acuerdo con los anchos existentes, en donde se tienen dos carriles de 3.25 m de ancho se proyecta el tercer carril en las mismas condiciones, como se muestra en la Figura 17.

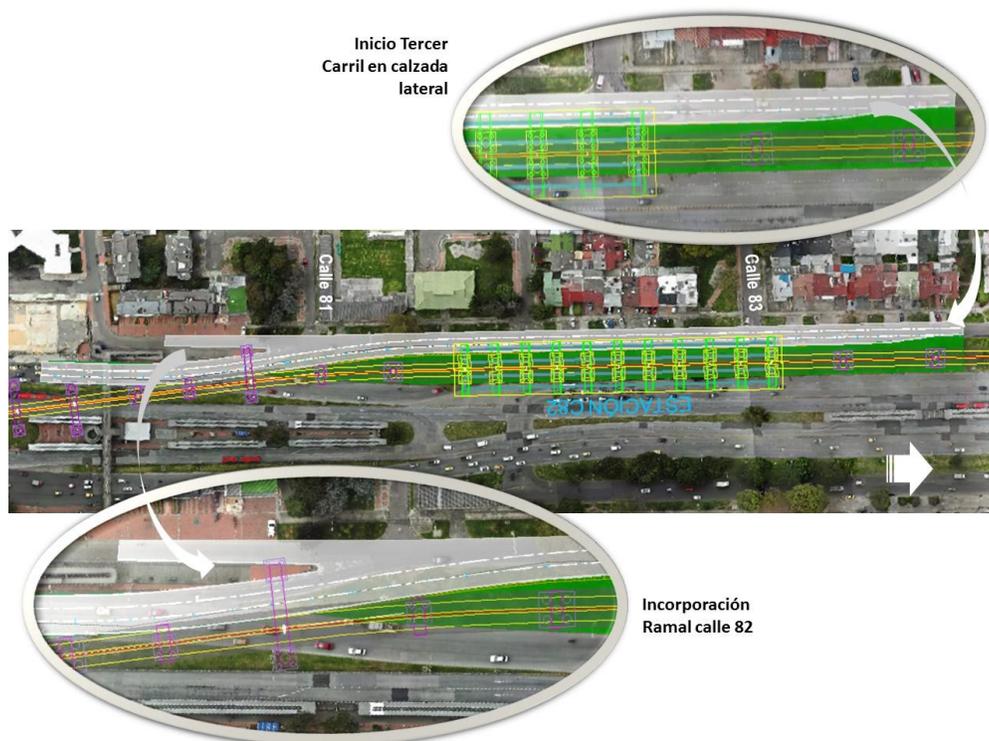


Figura 22. Diseño Ramal Calle 82

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

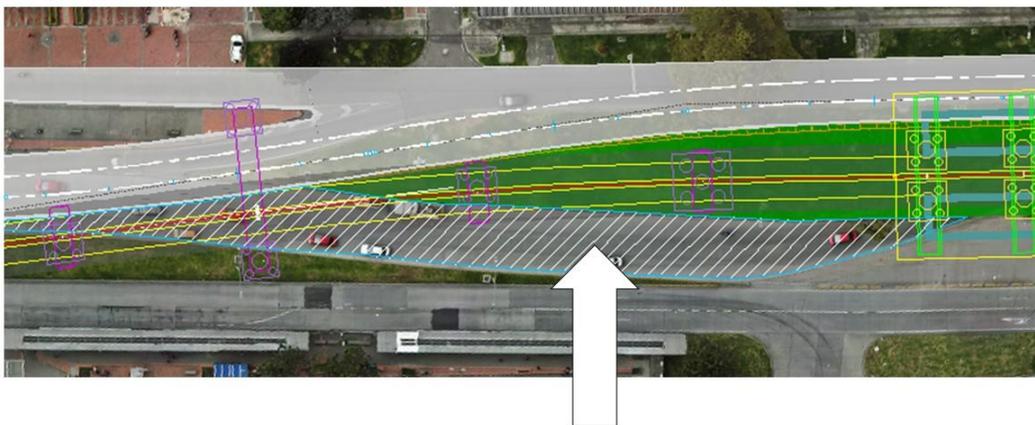
DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

Teniendo en cuenta que la calzada rápida de la Autopista Norte a la altura de la Calle 90 solamente permite el movimiento de vehículos en dirección occidente por la calle 82 o de retorno en sentido norte; con la proyección del ramal de la Calle 82 en la posición propuesta, se genera una zona libre (ver Figura 23) desde el punto de incorporación actual a la altura de la calle 81 hasta el nuevo punto de incorporación propuesto en la calle 82, la cual si bien será cerrada desde el componente de señalización podrá ser utilizada para otros fines, bien sea por EMB o Transmilenio S.A.

En la Figura 24 se esquematiza la configuración de los movimientos a la altura de la Calle 82, incluyendo las áreas restringidas al tránsito y mostrando la propuesta presentada, en la figura las flechas de colores indican:

- Flecha Roja: Circulación Transmilenio tanto sentido norte - sur como sur - norte en la actualidad y que se mantiene en el escenario con Proyecto.
- Flecha Verde: Movimientos permitidos actualmente sobre la calzada rápida de la Autopista Norte circulando en sentido Norte - Sur y los cuales se mantienen en el escenario con Proyecto.
- Flecha Azul: Movimiento actual sentido Norte - sur Autopista Norte por calzada paralela existente.
- Flecha Naranja: Proyección movimiento sentido Norte - sur Autopista Norte por calzada paralela, teniendo en cuenta que el carril de circulación actual será ocupado por las pilas de metro en el escenario con proyecto.

Por su parte el achurado blanco muestra la zona actualmente restringida a la circulación mediante la disposición de tachas y el achurado en líneas naranja la zona libre generada por la reconfiguración del movimiento Norte - Sur por la calzada paralela.



Zona libre

Figura 23. Zona libre adicional entre conexión ramal existente y ramal propuesto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

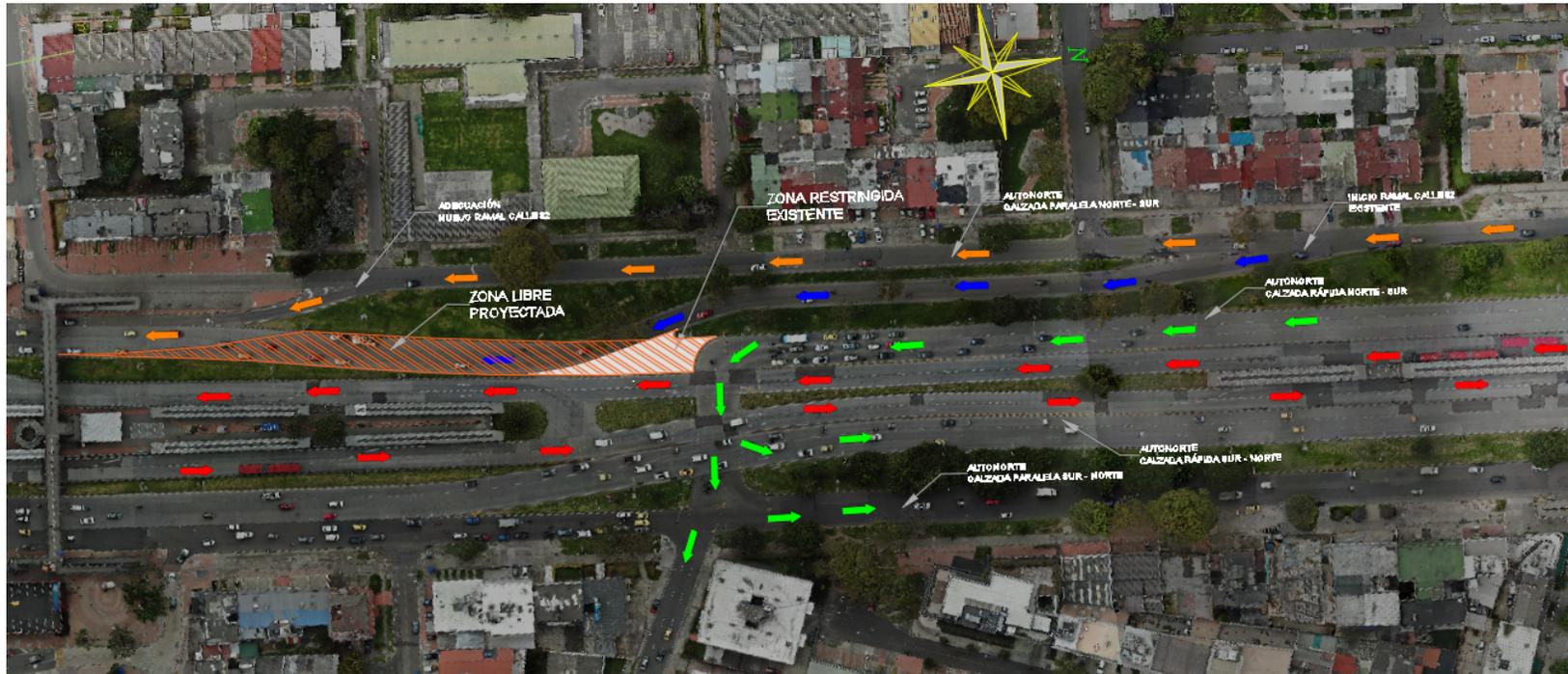


Figura 24. Condición actual y proyectada en zona libre o restringida al tránsito

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



4.5.2. CALLE 89 A CALLE 87

A la altura de la calle 87 se encuentra ubicada la pila N°28 del viaducto la cual si bien no interviene directamente zonas de circulación en calzada, se ubica a menos de 1 metros del borde de vía y sardinel existente de la calzada paralela de Autopista Norte como se muestra en la Figura 25, en ese sentido, teniendo en cuenta que entre calle 89 y calle 87 el ancho de calzada presenta una irregularidad, el diseño geométrico vial pretende redefinir el borde de calzada de tal manera que se garantice un ancho constante a lo largo de este sector del corredor y que sea acorde con la geometría.



Figura 25. Situación inicial Calle 87

De esta manera se proyecta un eje en planta por el borde interno de la calzada paralela, contra el separador que permitirá replantear la localización del bordillo delimitando una calzada de ancho fijo de 6,5m y ampliando el separador central de tal forma que se garantiza el aislamiento mínimo a la pila N° 28 del viaducto.



Figura 26. Realineamiento Bordillo calle 87

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

El alineamiento en perfil, corresponde con la geometrización del perfil natural de terreno por cuanto se presentan pendientes longitudinales menores a la mínima establecida dentro de los parámetros de diseño.

4.5.3. CALLE 99 A CALLE 101

En este sector, de acuerdo con el trazado del eje de la línea férrea, el cual se encuentra localizado sobre el costado occidental de la Autopista Norte, ubica sus pilas sobre una de las calzadas laterales de tráfico mixto, dejando solamente dos carriles de la calzada lenta o calzada lateral en circulación; teniendo en cuenta el flujo de vehículos existente y que tanto al norte como al sur de la intersección de la calle 100 la calzada lateral existente está conformada por tres carriles mixtos, se propone dar continuidad a estos tres carriles, desplazando la calzada lateral al occidente e interviniendo parte del espacio público ubicado en la zona de intersección con la calle 100, esto dado que previo a la intersección se cuenta con el espacio suficiente y se mantendrán las condiciones de calzada y espacio público actual.

Con base en lo anterior, se deben ajustar los ramales y orejas del costado occidental de la intersección de la calle 100, con lo cual se incorpora un carril de cambio de velocidad de tal forma que los usuarios que hacen los movimientos Este - Sur y Norte - Este, conecten a la Autopista en un carril exclusivo como se muestra en la Figura 27.

El ajuste de los movimientos en ramales Norte - oeste y Oeste - Sur, mantienen las condiciones iniciales ajustándose únicamente el empalme con el carril lateral.

El diseño del sector proyecta la continuidad de los tres carriles que vienen del norte por la calzada lateral con las mismas dimensiones existentes de 3.25 m, no obstante a la altura del K0+440 se genera una transición en el ancho de calzada de tal forma que se empalma con lo existente en carriles de 3.5 m de ancho.

Verticalmente el diseño mantiene los niveles de rasante actuales.

La implementación de la calzada lateral desplazándose hacia el occidente, implica una modificación en la sección transversal existente, especialmente bajo la intersección de la calle 100, en donde deberá ajustarse el espacio público; para estos fines se proyectará una zona de mobiliario y paisajismo de 1,50 metros más una zona de circulación compartida entre peatones y bici usuarios de 3,5 metros como se muestra en la Figura 19.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

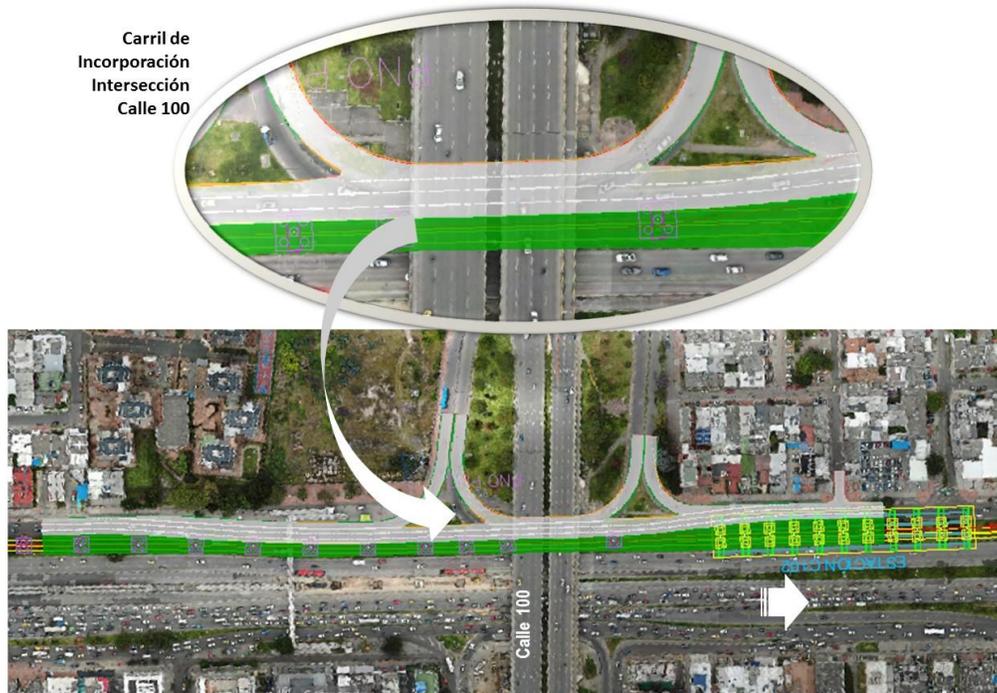


Figura 27. Diseño propuesto Calle 100



4.5.4. CONECTANTE CALLE 103B

La conectante de la calle 103B permite el paso de la calzada rápida a la calzada lenta en sentido norte - sur, en el diseño propuesto en esta factibilidad se requiere reestructurar el ancho de calzada con el fin de garantizar el flujo seguro de los vehículos y el aislamiento mínimo a la ls pilas del viaducto. Esta modificación se da, dado que la propuesta del eje de diseño de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá ubica sus pilas sobre un costado de la conectante.

El diseño propuesto conserva la geometría en planta y perfil actual con el fin de garantizar los correctos empalmes sobre las calzadas rápida y lenta de la Autopista Norte, por cuanto se presentan pendientes longitudinales menores a la mínima establecida dentro de los parámetros de diseño.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



Figura 28. Diseño Propuesto Conectante Calle 103B

4.5.5. CONECTANTE CALLE 108

La conectante de la calle 108, es una conectante existente para la cual el diseño propuesto en esta factibilidad modifica la deflexión de entrada conservando las condiciones de los carriles de cambio de velocidad tanto sobre la calzada lateral como en la calzada central. Esta modificación se da, dado que la propuesta del eje de diseño de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá ubica sus pilas sobre un costado de la conectante.



Figura 29. Diseño propuesto conectante Calle 108

4.6. INSUMOS PARA EL TRÁMITE DE RESERVA VIAL

En el anexo 1. Planos de Diseño Geométrico Vial, dentro de los planos generales y planos planta perfil se incluye el trazado en planta con los bordes de vía y ejes principales de diseño. No obstante es preciso indicar, que de acuerdo con las intervenciones que se plantean para ajustar el trazado de la Autopista Norte al proyecto Extensión Primera Línea del Metro de Bogotá, desde el componente de Diseño vial no se requiere adelantar procesos de modificación de la reserva vial.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

En dicho sentido, los planos de diseño geométrico vial incluyen la línea de intervención del proyecto la cual fue validada y consolidada con las áreas aferentes y, la línea de reserva vial modificada de acuerdo con las intervenciones que se plantean desde los demás componentes.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



5. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

A partir de los estudios realizados, se han definido las estructuras de pavimento recomendadas para el uso en las calzadas laterales de tráfico mixto de la Autopista Norte así:

Tabla 14. Espesor estructura de pavimentos

CALZADA LATERAL N-S	SECTOR E SEGÚN DOCUMENTO EPLMB-ELM-E4-GEO-0001_RF	MEJORAMIENTO		GRANULARES		CAPAS ASFÁLTICAS	
		Rajón (cm)	Relleno Seleccionado (cm)	Subbase Granular (cm)	Base Granular + Asfalto (cm)	GCR (cm)	MD-12 (cm)
Ramal Calle 82	(Calle 94 - Calle 80/ 25+460 - K24+100)	30	73	20	16	7	6
Ramal Calle 87		NA	NA	NA	NA	NA	NA
Calle 99 - Calle 101	(Calle 100 - Calle 94/26+060-K25+460)	30	70	27	20	8	7
Conectante Calle 103B	(Calle 106 - Calle 100/ K27+100 - K26+060)	30	70	30	20	8	7
Conectante Calle 108		30	70	30	20	8	7

Ahora bien, en cuanto a la proyección de taludes de corte y terraplén para la generación de las excavaciones o rellenos derivados del diseño geométrico vial, en las zonas de separadores verdes, se proyecta:

Talud de Corte 1:1 H/V

Talud de terraplén 1.5:1 H/V

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0



6. CANTIDADES DE OBRA

A partir del modelo digital de terreno y con base en las definiciones geométricas, de pavimento y espacio público adoptadas, mediante el software de diseño Civil 3D se obtuvieron los volúmenes de corte, terraplén y estructuras de pavimento para cada uno de los ejes proyectados y según se presenta en la Tabla 15 y Tabla 16 así:

Tabla 15. Volúmenes de Explanación

Eje		Corte (m3)	Terraplén (m3)
Ramal Calle 82		5,622.00	0.04
Calle 87		51.89	0.35
Calzada Mixta Occidental Calle 100	Calles 99 - Calle 101	8,741.76	5.58
	Ramal Norte - Oeste	1,106.14	0.00
	Oreja Este - Sur	1,045.01	0.62
	Oreja Norte - Este	1,259.96	0.01
	Ramal Oeste - Sur	2,483.93	0.13
Conectante Calle 103B		1,261.63	0.02
Conectante Calle 108		1,572.40	3.70

Tabla 16. Cantidades estructura de Pavimentos

Eje	MEJORAMIENTO		GRANULARES		CAPAS ASFÁLTICAS		
	Rajón (m3)	Relleno Seleccio (m3)	Subbase Granular (m3)	Base Granular + Asfalto (m3)	GCR (m3)	MD-12 (m3)	
Ramal Calle 82		891.41	2,169.10	594.27	475.42	188.60	161.66
Calle 87		-	-	-	-	-	-
Calzada Mixta Occidental Calle 100	Calles 99 - Calle 101	1,578.95	3,684.22	1,421.06	1,052.63	395.79	346.32
	Ramal Norte - Oeste	180.31	420.72	162.28	120.21	42.60	37.27
	Oreja Este - Sur	158.87	370.69	142.98	105.91	38.65	33.81
	Oreja Norte - Este	158.57	370.00	142.72	105.72	39.22	34.31
	Ramal Oeste - Sur	377.57	880.99	339.81	251.71	89.66	78.45
Conectante Calle 103B		222.78	519.81	222.78	148.52	51.86	45.37
Conectante Calle 108		282.34	658.80	282.34	188.23	66.89	58.53

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

7. ENTIDADES INTERESADAS

Dada la localización del proyecto y teniendo en cuenta las interacciones de la infraestructura con el entorno, la ejecución del proyecto requiere la socialización con las entidades Distritales y de estado interesadas, las cuales se relacionan en la Tabla 17 y de las cuales se incluye en el Anexo 6 copia de la correspondencia emitida a las Entidades.

Tabla 17. Entidades interesadas en el desarrollo del proyecto

CONSECUTIVO	ENTIDAD
1	Empresa Metro de Bogotá - EMB
2	Secretaría Distrital de Movilidad - SDM
3	TRANSMILENIO S.A.
4	Instituto de Desarrollo Urbano - IDU
5	Aeronáutica Civil
6	EMPRESAS DE ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES (ENEL Codensa, Claro, ETB, Movistar, Tigo, Vanti)
7	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB
8	Secretaría Distrital de Planeación - SDP
9	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA
10	Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático - IDIGER
11	CURADURÍAS
12	Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público - DADEP
13	EMPRESA FÉRREA REGIONAL
14	Instituto Distrital de Patrimonio Cultural - IDPC
15	Instituto Distrital de Recreación y Deporte - IDR D
16	ALCALDÍAS LOCALES
17	GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA
18	Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital
19	Corporación Autónoma Regional - CAR
20	Ministerio de Cultura

8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

De acuerdo con las intervenciones que se plantean sobre el corredor vial de la Autopista Norte desde el componente de diseño geométrico se identifican los siguientes riesgos:

- Errores en el cumplimiento o verificación de las normas y parámetros de diseño en la ingeniería detallada y en la construcción, tales como el gálibo vertical en la intervención bajo el puente vehicular de la Calle 100, que deriven en reprocesos, mayores cantidades y mayor tiempo en la ejecución de la obra.
- Cambios en la normatividad que deriven en modificaciones a los criterios de diseño y con ello, a los diseños, especificaciones y cantidades previstas.
- Modificaciones al trazado del Viaducto e intervenciones en estaciones del sistema Metro que deriven en la necesidad de realizar modificaciones a la línea de reserva vial.
- Cambios durante los procesos de interacción con las Entidades que deriven en ajustes al diseño del Viaducto y con ello generen nuevas intervenciones sobre la malla vial existente.

Adicionalmente, deben considerarse los riesgos asociados a las interferencias con redes de servicios públicos definidos en los documentos *EPLMB-EML-E6-RAA-0001 - INTERFERENCIAS CON REDES DE SERVICIOS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO* y *EPLMB-EML-E6-REL-0001 - INTERFERENCIAS CON REDES DE SERVICIOS REDES ELÉCTRICAS*.

Los anteriores riesgos fueron identificados en el marco del alcance estipulado en la Especificación Técnica ET-04 Diseño geométrico sistema vial aplicable a los estudios y diseños de factibilidad de este componente. Por su parte, el ejercicio de valoración de los riesgos identificados por cada uno de los componentes para la extensión de la PLMB puede ser consultado en el entregable 9, documento *EPLMB-EML-E9-ERT-0001 - Gestión de riesgos técnicos* en el cual se presenta el análisis y valoración del impacto y probabilidad de los riesgos previstos por esta asesoría.



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los objetivos y alcance establecidos, se realizó el diseño geométrico a nivel de factibilidad para los tramos viales afectados por la implantación del del proyecto Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá y los requeridos para su operación, de acuerdo con los parámetros de diseño adoptados.

Los tramos diseñados son los siguientes:

- Calzada mixta lateral entre Calle 81 y calle 82
 - Calzada mixta lateral entre Calle 89 y Calle 87
 - Calzada mixta lateral entre la calle 99 y la calle 101.
 - Conectante occidental en la calle 103B
 - Conectante occidental en la calle 108
- No se considera afectación directa al Sistema Transmilenio, ni a la Infraestructura vial existente.
 - Teniendo en cuenta la implantación de la estructura para el sistema férreo, no es necesaria la modificación geométrica del corredor de la autopista Norte, a excepción del tramo comprendido en el costado occidental entre la calle 99 y calle 101, donde el eje del corredor férreo pasa sobre la calzada mixta occidental existente. El diseño geométrico propuesto busca reponer el perfil vial existente para lo cual se requiere disponer del espacio público localizado en el andén occidental de la autopista Norte entre calles 99 y 101.
 - De acuerdo con las intervenciones realizadas desde el componente de diseño geométrico vial, no se requiere la intervención en andenes por cuanto no se proyectan radios de giro en bocacalles ni accesos a predios; las afectaciones que se generan sobre el espacio público son abordadas desde el componente de urbanismo y están focalizadas en las zonas de estación.
 - Los ajustes entre calles 81 y 82 occidental, y conectante de la calle 108 son puntuales y no generan afectación directa al Sistema Transmilenio, ni a las calzadas principales de la Autopista Norte.
 - Teniendo en cuenta los planteamientos del diseño geométrico vial, en el documento EPLMB-EML-E6-MOV-0001_ ESTUDIO DE MOVILIDAD, anexo 9 se incluye el prediseño de señalización.
 - Durante la etapa de Estudios y Diseños deberá validarse la información contenida en este documento e integrar los estudios de detalle que se desarrollen.
 - En la siguiente etapa deberá realizarse el replanteo de los ejes propuestos tanto a nivel de geometría vial como del Viaducto con el fin de identificar nuevas intervenciones.
 - Durante la siguiente etapa del diseño deberá verificarse la localización de los diseños del REGIOTRAM DEL NORTE con el fin de identificar posibles interferencias.
 - Según se indica en el informe de tránsito Plan de Cierres y Alternativas de desvío - Extensión Primera Línea del Metro de Bogotá, Documento No. EPLMB-EML-E6-MOV-0002_RC, el proyecto no requiere vías de desvío, en razón a que el tránsito durante construcción se maneja por cierres parciales por carriles.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

10. ANEXOS

Anexo 1. PLANOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

En la Tabla 18, se presenta el listado de planos producto del diseño geométrico.

Tabla 18. Listado de planos diseño geométrico

Nombre del Plano	Contenido del Plano
EPLMB-EML-PL-DGV-000-0001_RF	LOCALIZACIÓN GENERAL EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ
EPLMB-EML-PL-DGV-000-0002_RF	SECCIONES TÍPICAS EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ
EPLMB-EML-PL-DGV-000-0003_RA	SECCIONES TÍPICAS EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ
EPLMB-EML-PL-DGV-000-0004_RF	LOCALIZACIÓN DE SECTORES DE INTERVENCIÓN POR DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO DE BOGOTÁ
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0005_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL CONECTANTE CALLE 108 K0+000 A K0+180
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0006_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 K0+000 A K0+435
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0007_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 K0+400 A K0+513,68
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0008_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 RAMAL NORTE - OESTE Y OREJA ESTE - SUR
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0009_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 OREJA NORTE - ESTE Y RAMAL OESTE - SUR
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0010_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL RAMAL CALLE 82 K0+000 - K0+435
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0011_RF	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL RAMAL CALLE 82 K0+400 - K0+446,31
EPLMB-EML-PL-DGV-100-0012_RA	EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PLANTA PERFIL INTERCAMBIADOR CALLE 103 B - K0+000 A K0+168 PLANTA PERFIL BORDILLO CALLE 87 - K0+000 A K0+087
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0013_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CONECTANTE CALLE 108 - K0+000 A K0+100
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0014_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CONECTANTE CALLE 108 - K0+111,826 A K0+180,033
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0015_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 - K0+000 A K0+100
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0016_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 - K0+122,838 A K0+237,371
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0017_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 - K0+250 A K0+350

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL
EPLMB-EML-E4-DGV-0001_R0

EPLMB-EML-PL-DGV-200-0018_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 - K0+400 A K0+492,923
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0019_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 - K0+500 A K0+513,683
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0020_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 RAMAL NORTE - OESTE - K0+000 A K0+130
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0021_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 OREJA ESTE - SUR - K0+000 A K0+084,716
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0022_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 OREJA NORTE - ESTE - K0+000 A K0+099,955
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0023_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 RAMAL OESTE - SUR K0+000 A K0+197,425
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0024_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ CALZADA MIXTA OCCIDENTAL CALLE 99 - CALLE 101 RAMAL OESTE - SUR K0+200 A K0+271
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0025_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ RAMAL CALLE 82 - K0+000 A K0+260
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0026_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ RAMAL CALLE 82 - K0+279,126 A K0+400
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0027_RF	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ RAMAL CALLE 82 - K0+443,083 A K0+449,686
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0028_RA	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ INTERCAMBIADOR CALLE 103 B - K0+000 A K0+096,954
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0029_RA	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ INTERCAMBIADOR CALLE 103 B - K0+100 A K0+167,706
EPLMB-EML-PL-DGV-200-0030_RA	SECCIONES TRANSVERSALES EXTENSIÓN PRIMERA LÍNEA METRO BOGOTÁ BORDILLO CALLE 87 - K0+000 A K0+086,516

Anexo 2. REPORTES DE DISEÑO GEOMÉTRICO

Anexo 3. CARTERA DE VOLÚMENES DE MATERIALES Y EXPLANACIÓN

Anexo 4. ARCHIVOS DE ENTRADA

Anexo 5. MODELOS CIVIL 3D - ARCHIVOS DE SALIDA

Anexo 6. CORRESPONDENCIA ENTIDADES INTERESADAS