



**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**

**ENTREGABLE 4
DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO**

Documento No. EPLMB-EML-E4-DGF-0001_R0

Elaborado por:



CONTROL DE CAMBIOS

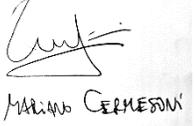
ÍNDICE DE MODIFICACIONES (Para uso de la Asesoría)

Versión	Fecha	Sección modificada	Observaciones
A	21-06-2022	-	Versión Inicial
B	21-07-2022	3.7, 4 y Planos	Versión ajustada según comentarios EMB e Interventoría
C	12-08-2022	-	Versión ajustada según comentarios EMB e Interventoría
D	06-09-2022	2, 3.8, 4.5 y Planos	Versión ajustada según comentarios EMB e Interventoría
0	27-09-2022	-	Versión aprobada

ÍNDICE DE MODIFICACIONES (Para uso de FDN)

Versión	Fecha	Sección modificada	Observaciones

REVISIÓN Y APROBACIÓN (Para uso de la Asesoría)

Preparó:  F. Cremonese 27-09-2022	Revisó:  A. Alves 27-09-2022	Revisó:  F. Sanchez C. 27-09-2022	Aprobó:  M. Cermesoni 27-09-2022
Especialista en Diseño Geométrico sistema Metro	Coordinación SYS	VoBo. Coordinador Técnico	VoBo. Director de la Estructuración

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

REVISIÓN Y APROBACIÓN (Para uso de FDN e Interventoría)

Juan Camilo Pantoja Vela 27-09-2022
Gerente de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	8
1.1.	MARCO CONTRACTUAL	8
1.2.	CONTEXTO DE LA PLMB Y DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1	9
1.3.	MARCO LEGAL	11
2.	TABLA DE CORRESPONDENCIA	12
3.	MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA DEL TRAZADO DEL SISTEMA FÉRREO DE PASAJEROS	14
3.1.	ALCANCE Y OBJETIVOS	14
3.1.1.	Objetivos de los estudios de factibilidad del trazado ferroviario	14
3.1.2.	Alcance de los estudios de factibilidad del trazado ferroviario	14
3.2.	ANTECEDENTES	14
3.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO	15
3.4.	GÁLIBO	17
3.5.	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO EN PLANTA	22
3.5.1.	DESDE EL MONUMENTO A LOS HÉROES HASTA LA CALLE 87 – PRIMER TRAMO (DE PK 23+740 A 24+720)	25
3.5.2.	DESDE CALLE 87 HASTA LA CALLE 97 – SEGUNDO TRAMO (DE PK 24+720 A 25+840)	28
3.5.3.	DESDE CALLE 97 HASTA LA ESTACIÓN N°19-Calle 100 – TERCER TRAMO (DE 25+840 A 27+100)	29
3.6.	DESCRIPCIÓN DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (PERFIL LONGITUDINAL)	31
3.6.1.	DESDE EL MONUMENTO A LOS HÉROES HASTA LA CALLE 87 – PRIMER TRAMO (DE PK 23+740 A 24+720)	31
3.6.2.	DESDE CALLE 87 HASTA LA CALLE 97 – SEGUNDO TRAMO (DE PK 24+720 A 25+840)	33
3.6.3.	DESDE CALLE 97 HASTA LA ESTACIÓN N°19-Calle 100 – TERCER TRAMO (DE 25+840 A 27+100)	35
3.6.4.	COMPROBACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE CONFORT	41
3.7.	Esquema de vías y características de los diferentes aparatos de vía	44
3.8.	Cortes transversales	45
4.	OTROS ASPECTOS DE INFRAESTRUCTURAS ASOCIADOS CON EL DISEÑO GEOMÉTRICO SISTEMA METRO	49
4.1	ESTIMACIÓN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS CON LISTADO DE MEDICIONES	49
4.2	ESQUEMA DE LA RED DE DRENAJE Y CONEXIÓN A LA RED GENERAL URBANA	49
4.3	PLANTA Y ALZADO GENERAL DE ESTRUCTURAS	50
4.4	DEFINICIÓN BÁSICA DE LA REPOSICIÓN DE LAS VÍAS AFECTADAS POR LA PLMB	51
4.4.1.	CALLE 81 A CALLE 82	51
4.4.2.	CALLE 99 A CALLE 101	55
4.4.3.	CONECTANTE CALLE 108	56
4.5	DISTANCIAS DEL EJE A EDIFICACIONES Y OTROS FACTORES LIMITANTES	57

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

4.6 SITUACIÓN DE ESTACIONES	59
4.7 LÍNEA RESERVA	61
4.8 ANÁLISIS DE LA POSIBLE CONEXIÓN CON OTRAS LÍNEAS FUTURAS Y CON LAS COCHERAS Y TALLERES NECESARIOS PARA ESTA LÍNEA	61
5. NORMATIVA APLICABLE	63
6. CONCLUSION	64
7. ANEXOS	65

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Gálibo Estático Adoptado	18
Ilustración 2 - Gálibo Dinámico Adoptado en Tramos Rectos	18
Ilustración 3 - Gálibo Dinámico Adoptado en Tramos Curvos	19
Ilustración 4 - Perfil transversal (Sección en recta y radios > 3000 m).....	20
Ilustración 5 - Perfil transversal (Sección en radios 2500 m < R < 3000 m).....	20
Ilustración 6 - Perfil transversal (Sección en radios = 2000 m).....	21
Ilustración 7 - Perfil transversal (Sección en radios = 1000 m).....	21
Ilustración 8 - Perfil transversal (Sección en radios = 750 m).....	22
Ilustración 9 - Vista del conjunto de la PLMB y de su extensión.....	23
Ilustración 10: Trazados PLMB y L2MB con punto de interconexión y trazado genérico de la EXT PLMB	24
Ilustración 11 - Vista en planta del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 72-calle 90.....	25
Ilustración 12 - Detalle del primer tramo de la EPLMB	26
Ilustración 13 - Vista en planta del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo “nodo calle 92”-calle 100 Sur.....	28
Ilustración 14 - Trazado EPLMB, Tramo calle 100 Norte.....	29
Ilustración 15 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 72-calle 90 – Vía 1.....	31
Ilustración 16 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 72-calle 90 – Vía 2.....	32
Ilustración 17 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo “nodo calle 92”-calle 100 Sur – Vía 1.....	33
Ilustración 18 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo “nodo calle 92”-calle 100 Sur – Vía 2.....	34
Ilustración 19 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 100 Norte – Vía 1.....	35
Ilustración 20 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 100 Norte – Vía 2.....	36
Ilustración 21 - Flujo de cálculo de los parámetros de confort.....	41
Ilustración 22 – Plano de vías de la extensión PLMB	44
Ilustración 23 - Primero ADV.....	44
Ilustración 24 - Segundo ADV.....	45
Ilustración 25 - Tercer ADV.....	45
Ilustración 26 - Cuarto ADV	45
Ilustración 27 – Sección transversal de nivel plataforma y mezzanina superior en PK 24+160	46
Ilustración 28 - Sección transversal en vía elevada en PK 24+800	46
Ilustración 29 - Sección transversal de nivel plataforma y mezzanina superior en PK 25+160	47
Ilustración 30 - Sección transversal en vía elevada PK 26+060	47
Ilustración 31 - Sección transversal de nivel plataforma y mezzanina superior en PK 26+260	48
Ilustración 32 - Sección transversal en vía elevada en PK 26+500	48
Ilustración 33 - Ejemplo de un PB en el trazado de la EPLMB	49
Ilustración 34 - Sección transversal Estación 17	50
Ilustración 35 - Sección longitudinal Estación 17	50
Ilustración 36 - Diseño Ramal Calle 82.....	52
Ilustración 37 - Zona libre adicional entre conexión ramal existente y ramal propuesto.....	53
Ilustración 38 - Condición actual y proyectada en zona libre o restringida al tránsito	54
Ilustración 39 - Diseño propuesto Calle 100	56
Ilustración 40 - Diseño propuesto conectante Calle 108.....	56
Ilustración 41 - Estación 17 y su entorno	57
Ilustración 42 - Distancias del eje en el Tramo 1 de la EPLMB	58
Ilustración 43- Estación 18 Nivel Calle.....	59
Ilustración 44 - Estación 17 Nivel Calle.....	60
Ilustración 45 - Fin de la PLMB	61
Ilustración 46 - Fin de la EPLMB e Inicio de una futura extensión.....	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Tabla de correspondencia entre el informe y lo solicitado por el contrato.....	13
Tabla 2 - Parámetros de diseño del trazado en planta	15
Tabla 3 - Parámetros de diseño del perfil longitudinal	16
Tabla 4 - Otros Parámetros de diseño	16
Tabla 5 - Vía 1: Alineamiento Horizontal.....	37
Tabla 6 - Vía 2: Alineamiento Horizontal.....	38
Tabla 7 - Vía 1: Alineamiento Longitudinal	39
Tabla 8 - Vía 2: Alineamiento Longitudinal	40
Tabla 9 - Comprobación de los parámetros geométricos de confort vía 1	42
Tabla 10 - Comprobación de los parámetros geométricos de confort vía 2	43
Tabla 11 - Sectores viales a diseñar.....	51
Tabla 12 - Listado de Normas.....	63

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MARCO CONTRACTUAL

La EMPRESA METRO DE BOGOTÁ (**en adelante EMB**) y la FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL (**en adelante FDN**), suscribieron el Contrato Interadministrativo 277 de 2021 (**en adelante el Contrato Interadministrativo**) que inició el 25 de noviembre de 2021, para realizar la estructuración técnica y financiera 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 (**en adelante EPLMB o el Proyecto**) en sus componentes técnicos y financiero.

En virtud de las obligaciones derivadas del Contrato Interadministrativo, el 07 de diciembre de 2021, FDN y la Unión Temporal Extensión Metro Línea 1, conformada por las empresas SYSTRA S.A. Sucursal Colombiana e INGETEC INGENIERÍA Y DISEÑO S.A.S., (**en adelante la Asesoría**), suscribieron el Contrato 85/2021 cuyo objeto es Acompañar a la FDN en las actividades de estructuración técnica 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 y aquellas establecidas en el Contrato Interadministrativo No. 277 de 2021. Dicho contrato inició con la suscripción del mismo y su duración se estableció hasta el 24 de septiembre de 2022.

Así mismo, el 07 de diciembre de 2021, FDN y SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS COLOMBIA S.A.S., (**en adelante la interventoría**), suscribieron el Contrato 86/2021 cuyo objeto es la interventoría técnica, administrativa, legal y financiera a los estudios y diseños técnicos de factibilidad que hacen parte del Contrato de Consultoría cuyo objeto es “Asesorar a la FDN en la estructuración técnica 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 suscrito entre la EMB y Metro Línea 1 S.A.S. (el “Contrato de Concesión No. 163 de 2019”)”. Dicho contrato inició con la suscripción del mismo y su duración se estableció hasta el 24 de septiembre de 2022.

Los estudios de factibilidad del proyecto fueron elaborados en vigencia del Plan de Ordenamiento Territorial contenido en el Decreto 555 de 2021, el cual fue suspendido temporalmente por el Juzgado Quinto Administrativo Oral del Circuito Judicial de Bogotá el catorce (14) de junio de 2022, es decir, con posterioridad a la elaboración de estos diseños. Sin embargo, una vez analizado el Plan de Ordenamiento Territorial en vigencia que corresponde al contenido en el Decreto 190 de 2004, se corroboró que los estudios de factibilidad realizados no contravienen lo establecido en dicho Decreto ni los instrumentos de Planeación Urbana que puedan derivarse del mismo.

El presente documento corresponde al entregable No. 4 a cargo de FDN, el cual se integra a las obligaciones de la FDN derivadas del Contrato Interadministrativo 277 de 2021. Este informe es denominado “*Diseño geométrico férreo*” y presenta los estudios del trazado del Sistema Metro de la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB).

El presente informe consta de los siguientes capítulos:

Capítulo 1: INTRODUCCION (este capítulo).

Capítulo 2: TABLA DE CORRESPONDENCIA.

Capítulo 3: MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA DEL TRAZADO DEL SISTEMA FÉRREO DE PASAJEROS.

Capítulo 4: OTROS ASPECTOS DE INFRAESTRUCTURAS ASOCIADOS CON EL DISEÑO GEOMÉTRICO SISTEMA METRO.

Capítulo 5: NORMATIVA APLICABLE.

Capítulo 6: CONCLUSIÓN.

Capítulo 7: ANEXOS.

Nota: Todas las tablas, figuras y fotografías incorporadas en el presente documento que no tienen indicada la fuente de donde provienen fueron generadas por las empresas integrantes de la Asesoría.

1.2. CONTEXTO DE LA PLMB Y DE LA EXTENSIÓN DE LA PLMB-TRAMO 1

El 26 de diciembre de 2014, el IDU y LA FDN suscribieron el Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014, el cual tiene por objeto “Aunar esfuerzos para el desarrollo de las actividades relacionadas con la estructuración integral del proyecto “Primera Línea del Metro de Bogotá” en dos fases, a saber: Fase 1, denominada “Diseño de la transacción” y Fase 2, denominada “Estructuración integral”. Mediante documento de cesión de fecha 10 de marzo de 2017, el IDU cedió a la Empresa Metro de Bogotá S.A. (EMB) su posición contractual en el Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014.

En la ejecución del Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014, el 03 de febrero de 2017, la FDN celebró el contrato 002 de 2017 con el Consorcio Metro Bog integrado por la sociedad colombiana INGENIEROS CONSULTORES CIVILES Y ELÉCTRICOS S.A. INGETEC S.A., y por la sociedad francesa SYSTRA, cuyo objeto fue la “Estructuración Técnica de Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá”. Este contrato fue desarrollado en su totalidad y los entregables derivados del mismo fueron aprobados por LA EMB, LA FDN y la correspondiente interventoría.

Consecuentemente, la FDN suscribió el contrato 003 de 2017 con el Consorcio Metro, conformado por la sociedad Sener Ingeniería y Sistemas Colombia SAS, y por la sociedad Integral SA con el objeto de realizar la “Interventoría técnica, administrativa, legal y financiera de los estudios y diseños a realizar dentro del contrato de consultoría para la estructuración técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá.”

Como resultado de la ejecución del Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014, y del contrato 002 de 2017, LA EMB adelantó el proceso de selección y celebró el contrato de Concesión N.º 163 de 2019 para la ejecución del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB – T1) con Metro Línea 1 S.A.S.

El alineamiento estratégico del proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá fue definido con la expedición del Decreto 398 de 2009, "Por el cual se informa a la ciudadanía de Bogotá D.C., el resultado de la Consultoría "Diseño conceptual de la Red de Transporte Masivo Metro y dimensionamiento y estructuración técnica, legal y financiera de la línea metro, en el marco del SITP para la ciudad" y se ordenan unas actuaciones administrativas y urbanísticas", con base en los resultados de la consultoría mencionada y siguiendo las directrices del Plan de Ordenamiento Territorial (Decreto 190 de 2004) y del Plan Maestro de Movilidad (Decreto 319 de 2006).

Dentro del proceso de maduración del proyecto de la PLMB, el alineamiento al que se refiere el anterior párrafo fue modificado en ciertos tramos con base en el desarrollo y los resultados de varios estudios y diseños adelantados entre los años 2013 y 2016. No obstante, siempre se mantuvo la concepción inicial de conectar el sector sur -occidental con el borde oriental y, este último, con el sector nororiental de la ciudad.

Las modificaciones efectuadas al Decreto 398 de 2009 han sido las siguientes:

1. Mediante Decreto Distrital 577 de 17 de diciembre de 2013 se modificó el artículo 1º del Decreto 398 de 2009, con el fin de precisar y adoptar el trazado general del Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá – PLMB, contenido y delimitado en el Mapa Anexo No. 1 - Primera Línea Metro-. En este decreto el trazado fue modificado en un tramo central entre la localidad de Kennedy y el centro de la ciudad.
2. Mediante el Decreto Distrital 425 de 2014 que adicionó el Decreto Distrital 577 de 2013, se efectuó el anuncio de la implementación del Ramal Técnico de Conexión al trazado del Proyecto de la PLMB.
3. Como resultado de estudios técnicos y económicos realizados entre los años 2016 y 2017, se expidió el Decreto Distrital 318 de 16 de junio de 2017 por medio del cual el trazado del Proyecto PLMB fue modificado en su parte central, sustituyendo el corredor de la Carrera 13, Carrera 11 y Carrera 9 por el corredor Avenida Caracas y Autopista Norte.
4. Mediante Decreto 634 de 2017 se integró al anuncio del Proyecto de la PLMB, el Ramal Técnico de Conexión y la localización del Patio Taller

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

De conformidad con lo establecido en el Documento CONPES 3882 de 2017, posteriormente ratificado en el Documento CONPES 3899 de 2017, y debido a la restricción presupuestal tanto de la Nación como de Distrito, la Primera Línea del Metro de Bogotá se estructuró para ser ejecutada en dos tramos así:

- Tramo 1 comprendido entre el “Patio-taller ubicado en la localidad de Bosa hasta la estación Calle 72 incluida la cola de maniobras que va hasta la calle 80 y Tramo 2 iniciando en Calle 80 hasta la calle 127 con Autopista Norte”.

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

De acuerdo con su objeto social, está en cabeza de la EMB adelantar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá.

De acuerdo con las definiciones de estudios de ingeniería de la Ley 1682 de 2013 sobre los proyectos de infraestructura de transporte, la EMB requiere estudiar las alternativas de trazado para llevar a cabo la PLMB- TRAMO 1 hasta el sector de la calle 100 con autopista Norte, así como realizar la factibilidad técnica, legal y financiera de la misma.

LA EMB determinó la necesidad de llevar a cabo la PLMB-TRAMO 1 hasta el sector de la calle 100 con autopista norte tomando como referencia, en términos generales, las especificaciones técnicas del Contrato de Concesión No. 163 de 2019 suscrito entre LA EMB y Metro Línea 1 S.A.S. (el “Contrato de Concesión No. 163 de 2019”). En este sentido, la EMB requiere analizar y determinar la viabilidad de una adición al mencionado contrato de concesión desde el punto de vista técnico, legal y financiero.

La tipología de la infraestructura de la extensión será similar a la desarrollada para la PLMB - TRAMO 1 hasta la calle 72; esto es una tipología 100% en viaducto con los mismos sistemas metroferroviarios, de modo que se logre una línea de metro que opere integralmente, incluido el nuevo tramo de la extensión.

Dada la necesidad de LA EMB de contar con el análisis, estudios y diseños técnicos y financieros para adelantar la PLMB-TRAMO 1 hasta el sector de la calle 100 con autopista Norte, LA EMB y LA FDN suscribieron el Contrato interadministrativo 277 de 2021 con el objeto de “Realizar la estructuración técnica y financiera 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.”

Se resalta que el componente legal y de integración de los estudios no hace parte del contrato 277 de 2021 mencionado anteriormente; estos estarán a cargo de LA EMB.

Teniendo en cuenta los antecedentes descritos, y de acuerdo con la necesidad de realizar la estructuración técnica y financiera de la PLMB-TRAMO 1 hasta el sector de la calle 100 con autopista norte, de acuerdo con las definiciones técnicas establecidas en el Contrato de Concesión No. 163 de 2019, la FDN contrató una asesoría técnico especializado que acompañe a la FDN en la estructuración técnica y financiera de la PLMB-TRAMO 1 (EPLMB) hasta el sector de la calle 100, de acuerdo con las definiciones establecidas en el Contrato de Concesión No. 163 de 2019 y aquellas complementarias del contrato 277 de 2021 firmado entre la EMB y la FDN, al cual ya se hizo referencia.

1.3. MARCO LEGAL

Este documento corresponde al entregable 4 denominado “*Diseño Geométrico Férreo*” que hace parte de las obligaciones asumidas por la FDN en el marco del contrato 277 de 2021, así como por la U.T. Extensión Metro Línea 1 con FDN, en virtud de lo previsto en el Contrato 085/2021. Este documento genera una metodología de relacionamiento entre FDN y el Asesor, y a su vez con la EMB.

De conformidad con lo anterior, para la Asesoría es claro y actuará en consecuencia con las siguientes consideraciones:

- La EMB no tiene relación ni responsabilidad alguna frente a los subcontratistas de FDN, en este caso la Asesoría.
- La FDN recibirá, revisará e integrará los productos entregados por su asesor técnico¹.

En consecuencia:

1. El canal formal de comunicación verbal y escrita entre EMB y la Asesoría será la FDN.
2. Todos los productos a cargo de la Asesoría serán dados a conocer a EMB a través de FDN, quien posteriormente recibirá de EMB las observaciones que correspondan, o las aprobaciones si son del caso, para transmitir las a la Asesoría.
3. Lo anterior sin perjuicio de lo que EMB y la Asesoría puedan tratar de manera directa en reuniones y talleres de trabajo con presencia de representantes autorizados de FDN.

¹ De acuerdo con el contrato 277 de 2021, la Interventoría (SENER) hará seguimiento, control, análisis, revisión, evaluación y aprobación de los entregables técnicos del contrato.

2. TABLA DE CORRESPONDENCIA

Se presenta en la siguiente tabla la relación entre los productos solicitados por el contrato y los capítulos en donde estos ítems están desarrollados.

N°	Ítems solicitados en el documento ET-05 DISEÑO GEOMÉTRICO SISTEMA METRO	Secciones en donde se desarrollan los ítems correspondientes
1	Memoria descriptiva y justificativa del trazado del sistema férreo de pasajeros.	Capítulo 3.
2	Parámetros de diseño y comprobación de cumplimiento.	- Parámetros de diseño en el subcapítulo 3.3 - Comprobación de cumplimiento en las tablas 2, 3 y 4 donde se precisa que los valores presentados no sobrepasan los mínimos y máximos estipulados en los criterios de diseño
3	Planta del eje a escala 1:1.500. Replanteo del eje. ²	En anexo – ver nota en pie de pagina Cabe precisar que el proyecto por su naturaleza no contempla ningún replanteo del eje
4	Perfiles longitudinales a escala H 1:500 / V 1:50.	En anexo – ver nota de pie de pagina
5	Perfiles transversales en función de los datos geométricos y geotécnicos recopilados.	Subcapítulo 3.8.
6	Definición completa y características de los elementos y puntos singulares del trazado (en planta, y perfil), incluyendo en estos casos el diseño del eje de cada vía para asegurar su constructividad.	Capítulo 3.
7	Cálculo estimado del movimiento de tierras con listado de mediciones.	Subcapítulo 4.1. Además, referirse a los siguientes documentos del entregable “Estructuras”: EPLMB-EML-IN-EST-30-0008 a 0020 ETPLMB-EML-IN-EST-30-0015

² En el entendimiento del diseñador, es más conveniente para FDN contar con planos en las escalas propuestas toda vez que permite una mirada de conjunto más apropiada y en una sola lámina. Esto en oposición a la indicada en los términos de referencia. Se propone considerar la escala (1:1000 para trazado en planta y H 1:1000 / V 1:400 para el perfil longitudinal) para mejorar la lectura de la información aprovechando que se pueda visualizar la información combinada perfil + trazado en planta en el mismo documento. Se precisa que la escala del perfil longitudinal solicitada en la ET no permite visualizar la información de manera adecuada (escala demasiado pequeña). Como consecuencia de la modificación de la escala del perfil longitudinal, se tuvo también que adaptar la escala del trazado en planta a 1:1000. El asesor opina que la escala propuesta es suficiente para visualizar la información de manera adecuada (el cambio hacia el 1:500 no permitiría tampoco que se puedan visualizar en el mismo documento el trazado en planta y el perfil longitudinal). Además, se precisa que las prácticas actuales en la ingeniería contemplan más la lectura de planos digitales que planos imprimidos y se propone entonces optar por este cambio.

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

		EPLMB-EML-IN-EST-40-0005 EPLMB-EML-IN-EST-40-0006 EPLMB-EML-IN-EST-40-0007
8	Planta y alzado general de estructuras, incluyendo replanteo básico.	Subcapítulo 4.3.
9	Esquema de la red de drenaje y conexión a la red general urbana.	Subcapítulo 4.2. Además, referirse a los siguientes documentos del entregable "Redes de servicios": EPLMB-ELM-E6-RAA-0001 - Interferencias con redes de servicios - Redes de acueducto y alcantarillado / Anexo 4 / 01. Alcantarillado
10	Distancias del eje respecto a edificaciones existentes y previstas, viales, cauces, conducciones y redes, etc. Todos los planos, y en particular las secciones transversales, incluirán información de los paramentos de las edificaciones próximas al trazado y elementos que puedan afectar al diseño	Subcapítulo 4.5 y Capítulo 7 – Anexos (Anexo 2 - Plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0002_R2: Secciones típicas).
11	Situación (en planta y perfil) de accesos y estaciones.	Capítulo 3.
12	Definición básica suficiente de la reposición de las vías afectadas por las obras de la línea del Metro.	Subcapítulo 4.4.
13	Línea de reserva.	Subcapítulo 4.7
14	Definición completa del trazado (planta y perfil) del eje de vías auxiliares, si existen.	No aplica al proyecto de extensión
15	Esquema de vías y situación de los diferentes aparatos de vía con sus características.	Subcapítulo 3.6 y Capítulo 7 – Anexos (Anexo 3 - Plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0003_R0: Esquema de vías y situaciones de los aparatos de vía).
16	Análisis de la posible conexión con otras líneas futuras y con las cocheras y talleres necesarios para esta línea.	Subcapítulo 4.8
17	Definición básica del trazado (planta y perfil) de las vías en patios y talleres, con el detalle suficiente para garantizar su funcionalidad.	Subcapítulo 4.4
18	Insumos requeridos para el trámite de la reserva vial y acompañamiento a la empresa.	Subcapítulo 4.7
19	Listados (planta y perfil) señalando los parámetros necesarios para la correcta definición analítica del trazado.	Capítulo 7 (Anexos).

Tabla 1 - Tabla de correspondencia entre el informe y lo solicitado por el contrato

3. MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA DEL TRAZADO DEL SISTEMA FÉRREO DE PASAJEROS

3.1. ALCANCE Y OBJETIVOS

3.1.1. Objetivos de los estudios de factibilidad del trazado ferroviario

El objetivo del estudio de Factibilidad de trazado ferroviario es fijar un trazado de referencia (en planta y longitudinal) para el desarrollo del proyecto y para los demás componentes de infraestructura del proyecto de la EPLMB, como Diseño de energía de tracción, Diseño de Estaciones, Diseño vial, etc.

3.1.2. Alcance de los estudios de factibilidad del trazado ferroviario

El presente documento contiene el diseño geométrico del trazado férreo en planta (escala 1:1000) y perfil del eje (escala 1:400) de vías, la Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) hasta alcanzar la intersección de Calle 108 con Autonorte.

Se exponen y se desarrollan a continuación los criterios geométricos de trazado para la extensión de la Primera Línea de Metro de Bogotá. En la elección de los criterios se han tenido en cuenta que los criterios que se emplearon en el marco de la PLMB (tramo entre estaciones 1 a 16) con miras a lograr la necesaria homogeneidad y mantener condiciones de operación óptimas, una buena integración del trazado en la topografía existente del terreno y una adecuada inserción en el tejido urbano de la ciudad.

Además, se deben añadir los principales parámetros que estructuran el Proyecto, tales como:

- El plano General de la línea con la posición de las estaciones;
- La ubicación del patio taller;
- El tipo de material rodante y sus velocidades máximas de proyecto
- Las ubicaciones de aparatos de vías, desvíos (definidos por el Plan de Operación Preliminar);
- La posición y la configuración de las vías de parqueo (número de trenes que hay que aparcar), de las vías de retorno, y de las vías terminales (datos de operación);
- La longitud de los andenes o plataformas (dados por el material rodante y la señalización);
- La distancia entre ejes de vía (dada por las secciones de las estructuras tipo de obra civil, depende del material rodante);
- La cota del riel en los tramos entre estaciones y en estación (dada por las secciones de las estructuras tipo de obra civil).

3.2. ANTECEDENTES

La Primera Línea de Metro de Bogotá tiene su origen al Occidente de Bogotá y se finaliza en la proximidad del antiguo monumento Los Héroes, con una longitud total de 23,8 km aproximadamente, de los cuales 2200m de ramal técnico entre la línea y talleres-cocheras.

La totalidad de la línea entre estaciones discurre en viaducto.

El trazado se inicia en el Noroccidente, en la zona de talleres y cocheras (PK Origen) en el Corzo. Luego continúa por la Av. del Tintal, y sigue por la Av. Ciudad de Villavicencio. Después, gira por la Av. 1° de Mayo y avanza hasta la altura de la avenida NQS, para girar al norte, cruzar sobre el canal Fucha y girar al Este por la Calle 8 Sur. Finalmente, enlaza con la Calle 1 hasta la Av. Caracas, donde gira hacia el Norte hasta el antiguo monumento Los Héroes.

La cola de maniobras comienza tras la estación de metro Calle 72 y finaliza a la altura de la Calle 80. Es a partir de este punto que la EPLMB se inicia hasta llegar al sector de la calle 100 con Autopista Norte.

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

Se debe privilegiar, en la medida de lo posible, las interconexiones con los otros sistemas de transporte de la ciudad existente o en curso de desarrollo como: el BRT y la L2MB que se encuentra en fase de diseño.

3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

A continuación, se destacan los parámetros geométricos del alineamiento horizontal y vertical de la vía del sistema metro considerados para el proyecto, todos los criterios diseño de PLMB serán respetados. Además, por ser una extensión de la PLMB, corresponde aplicar los mismos criterios de diseño empleados en el Tramo 1 y los mismos fueron oportunamente comprobados:

PARÁMETRO	VALORES RECOMENDADOS	VALORES EXCEPCIONALES
ALINEAMIENTO HORIZONTAL (Trazado en planta)		
Ancho de vía	1.435 mm	
Riel	UIC-60	
Velocidad	90 km/h	70 km/h
Radio mínimo en planta (vías comerciales)	400m	200m
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
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

Tabla 2 - Parámetros de diseño del trazado en planta

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

PARÁMETRO	VALORES RECOMENDADOS	VALORES EXCEPCIONALES
ALINEAMIENTO VERTICAL)Perfil longitudinal)		
Pendiente longitudinal máxima en línea	2%	4%
Pendiente longitudinal mínima en línea	0,20%	
Pendiente longitudinal máxima en estación	0%	
Acuerdo mínimo (R)	3125 m	1000 m
Longitud mínima elemento (rasante uniforme, acuerdo)	20 m	
Aceleración vertical máxima (a)	0,20 m/s ²	
Gradiente equivalente	G + 800/R	
Pendiente longitudinal máxima en posición de parqueo	0%	0,50%

Tabla 3 - Parámetros de diseño del perfil longitudinal

PARÁMETRO	VALORES RECOMENDADOS	VALORES EXCEPCIONALES
OTROS PARAMETROS		
Distancia entre aparatos de vía	15 m	10 m
Distancia entre andén y aparatos de vía	15 m	10 m
Tipo de aparatos de vía a utilizar	Desvío 1:9	
Distancia entre trenes en estacionados	5 m	
Distancia entre tren y tope de vía	5 m	
Distancia entre tren y aparatos de vía	15 m	

Tabla 4 - Otros Parámetros de diseño

3.4. GÁLIBO

Los gálivos para considerar se indican en el documento ETPLMB-ET16-L01-ETE-J-0001 apartado 6.4.3 que define los criterios de concepción del material rodante del contrato de la PLMB. Los estudios de vía férrea se realizan de acuerdo con este documento, particularmente en lo que concierne a las altimetrías y a las distancias horizontales libres a respetar entre el material y la estructura en estación (respecto a los andenes de viajeros) y en inter estación (respecto a los caminos de evacuación lateral).

Ningún obstáculo lateral o sobre la vía podrá rebasar el gálivo nominal de obstáculos, excepto en la plataforma en estación.

El posicionamiento exacto de las vías deberá tener en cuenta los sobre anchos debidos a las curvas en planta y al peralte de la vía.

Se recuerdan las hipótesis siguientes:

- Ancho de vía normal de 1.435 m;
- Ancho de vía máximo (incluye el desgaste del riel) de 1.455 m;
- Radio mínimo vertical en la vía y en el patio de 1.000 m;
- Distancia entre centros de bogies de 12.600 m;
- Velocidad máxima del tren en operación normal de circulación de 80 km/h.
- Velocidad máxima del tren en el patio son de 25 km/h;
- Parámetros geométricos y de suspensión de bogie:
 - Distancia de 2.100 mm entre ejes de bogie;
 - Desplazamientos verticales de la suspensión primaria hacia arriba de 25 mm y hacia bajo de 35 mm;
 - Desplazamientos verticales de la suspensión secundaria hacia arriba de 30 mm y hacia abajo de 55 mm;
 - Desplazamientos laterales de la suspensión secundaria de ± 35 mm;
 - Desplazamiento lateral de la suspensión primaria (posible desplazamiento excéntrico entre los ejes y la armazón del bogie) de ± 8 mm;
 - Desgaste diametral máximo de la rueda de 70 mm.

Las condiciones analizadas son para los gálivos estático y dinámico, para tramos rectos y curvos de la línea.

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

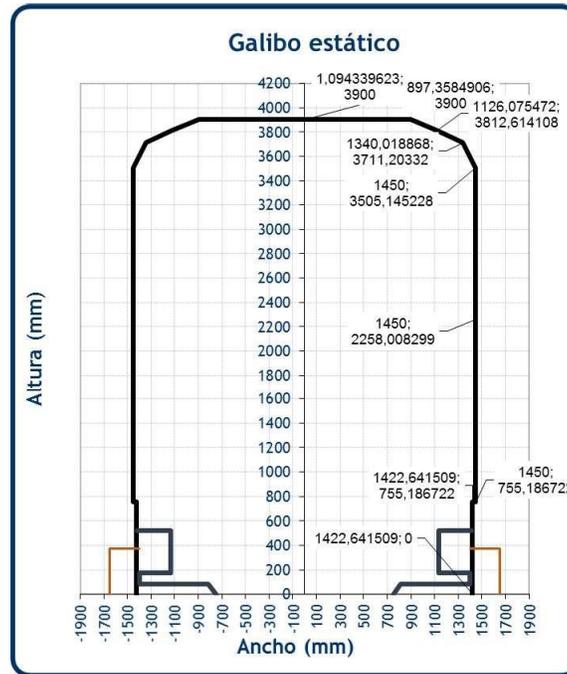


Ilustración 1 - Gálbo Estático Adoptado

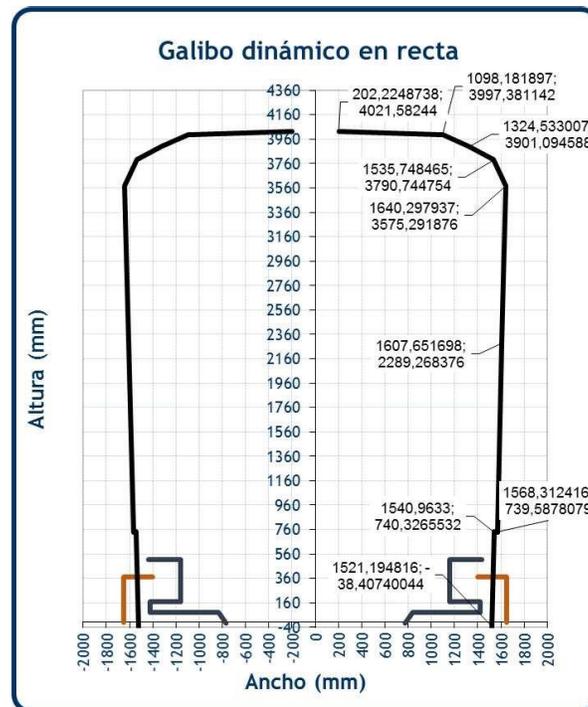


Ilustración 2 - Gálbo Dinámico Adoptado en Tramos Rectos

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

Para el gálibo dinámico del tren en curva se ha tomado en cuenta: Radio mínimo: 200m; Velocidad: 80km/h; Peralte: 140 mm.

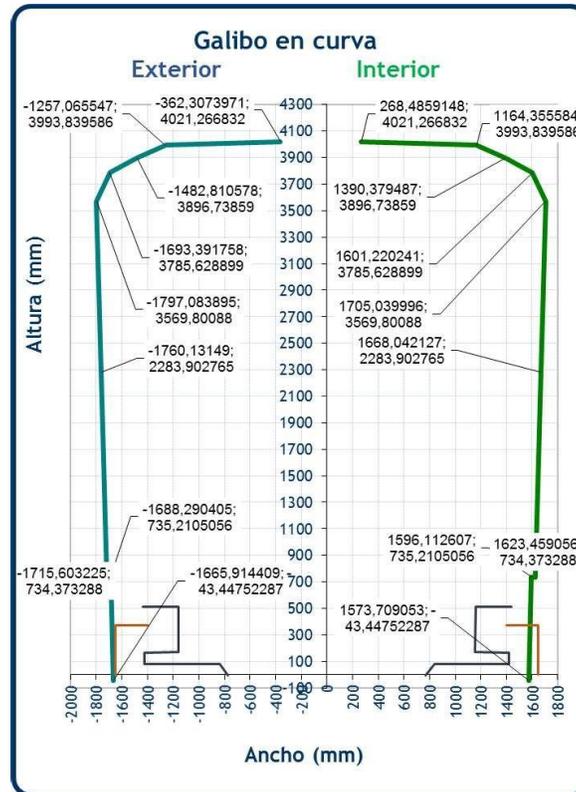


Ilustración 3 - Gálibo Dinámico Adoptado en Tramos Curvos

Se analizan siete configuraciones para la definición de los gálibos sobre el viaducto, teniendo en cuenta las características y la geometría del trazado.

En el tramo de la Extensión de la PMLB el galibo dinámico en sección en curva de radio máximo y mínimo son 4000m y 750m, velocidad máxima de proyecto de 90km/h permiten un intereje de 3,50m. El peralte máximo es de 75mm.

Las secciones funcionales establecidas de acuerdo con los puntos mencionados anteriormente son:

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

DOVELA DE PILA

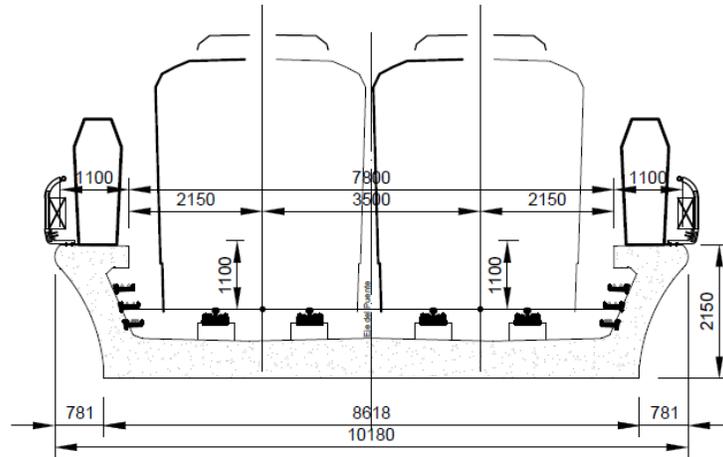


Ilustración 4 - Perfil transversal (Sección en recta y radios > 3000 m)

DOVELA DE PILA

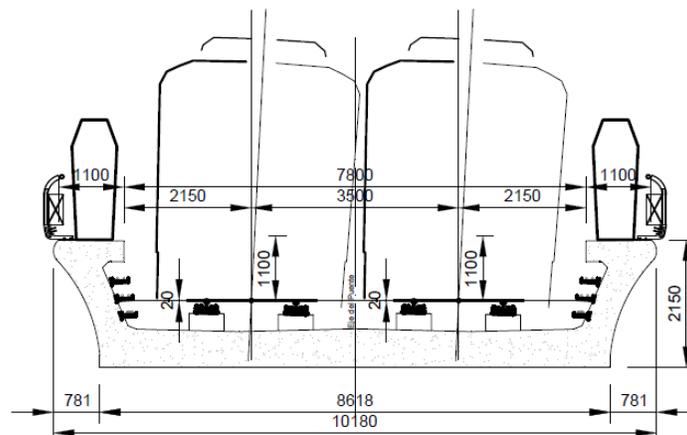


Ilustración 5 - Perfil transversal (Sección en radios 2500 m < R < 3000 m)

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

DOVELA DE PILA

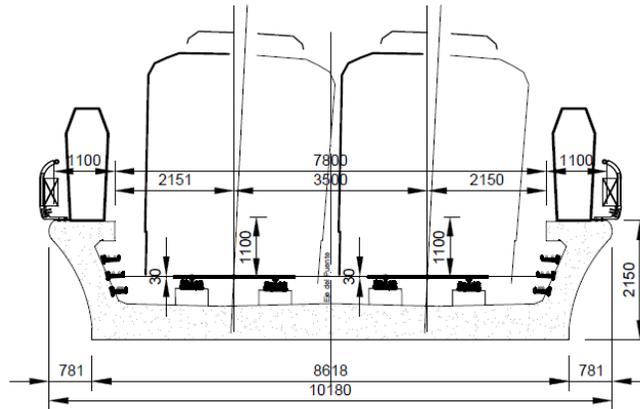


Ilustración 6 - Perfil transversal (Sección en radios = 2000 m)

DOVELA DE PILA

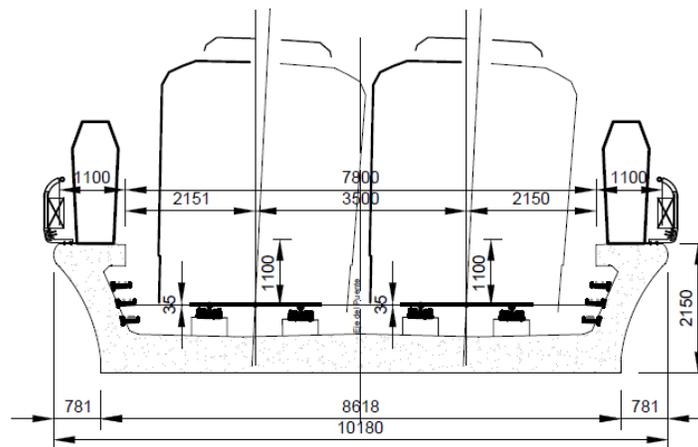


Ilustración 7 - Perfil transversal (Sección en radios = 1000 m)

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

DOVELA DE PILA

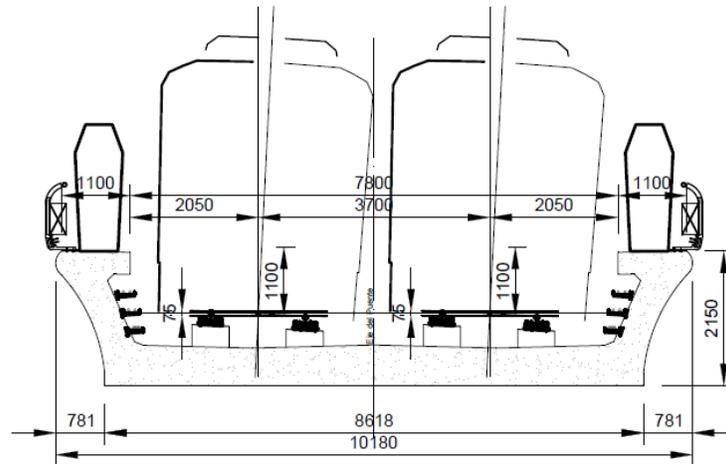


Ilustración 8 - Perfil transversal (Sección en radios = 750 m)

Según el análisis presentado anteriormente, la sección en curva tiene un sobre ancho de 45 cm respecto a la sección en trazado recto.

En el presente tramo del trazado, no existen secciones en curva con radio inferior a 300 m. Sin embargo, se han considerado 3 secciones de viaducto para la totalidad del trazado de la línea, una de las cuales se corresponde con radios inferiores a 300 para mantener uniformidad constructiva con el resto de PLMB.

- Para tramos curvos con radio en planta iguales o inferiores a 300 m, se adopta la sección transversal de anchura 9.90 m → intereje maxi 3,71 m.
- Para tramos curvos con radios en planta comprendidos entre 300 y 900 m, se adopta la sección transversal de anchura 9.90 m → intereje maxi 3,71. Misma sección que para radios inferiores o iguales a 300m.
- Para tramos rectos o curvos con radio en planta superiores o iguales a 900 m, se adopta la sección transversal de anchura 9.45 m → intereje maxi 3,48 m.

3.5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO EN PLANTA

La extensión de la Primera Línea de Metro de Bogotá tiene su origen a proximidad del antiguo monumento Los Héroes y finaliza al norte de éste, con una longitud total de aproximadamente 3,46 km. El trazado se inscribe en el separador vial de la Autonorte. Todo el trazado es en viaducto y de gran U.

La EPLMB incorporará 3 estaciones a la PLMB como se puede apreciar en el plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0001_R1:

- La estación N°17;
- La estación N°18;
- La estación N°19.

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

A continuación, se presenta la descripción del trazado de la línea principal estación a estación comenzando desde la zona de empalme con PLMB en el antiguo monumento a Los Héroes y terminando al norte de la estación N°19.

La posición del eje del metro se ha determinado teniendo en cuenta las secciones transversales resultantes de los estudios de geometría vial del separador de Autonorte, en el cual está emplazada la totalidad del trazado de la EPLMB.

De manera general, las imágenes descriptivas del trazado utilizadas en este informe se han integrado con el objetivo de facilitar la comprensión del texto. Sin embargo, para mayor detalle sobre el trazado (topografía, reservas viales, ...) favor referirse al plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0001_R1.



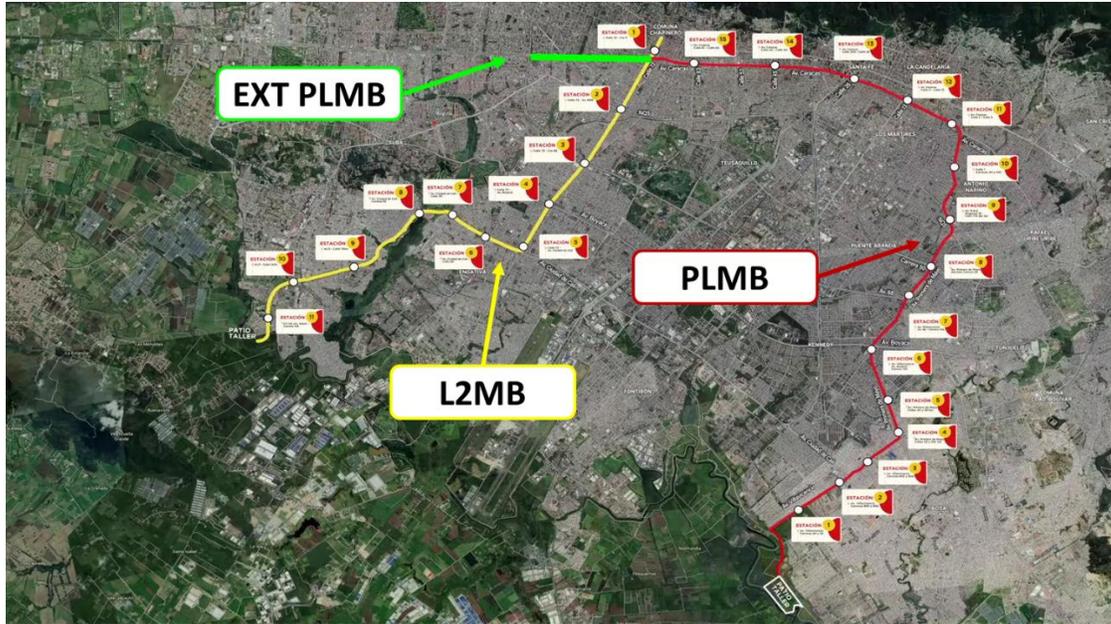
Ilustración 9 - Vista del conjunto de la PLMB y de su extensión

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

El trazado de la EPLMB se compone de una sección tipo, siendo el tramo en viaducto con extensión de 3455m.

Cabe precisar que la tipología de la infraestructura de la extensión debe ser similar a aquella desarrollada para la PLMB-Tramo 1 hasta la calle 72, es decir, una tipología 100% en viaducto con los mismos sistemas ferroviarios, de modo que se logre una línea de metro que opere integralmente, incluido el nuevo tramo de la extensión. Además, se debe privilegiar, en la medida de lo posible, las interconexiones con los otros sistemas de transporte de la ciudad existente o en curso de desarrollo como: el TransMilenio y la L2MB que se encuentra en fase de diseño.

Ilustración 10: Trazados PLMB y L2MB con punto de interconexión y trazado genérico de la EXT PLMB



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

3.5.1. DESDE EL MONUMENTO A LOS HÉROES HASTA LA CALLE 87 – PRIMER TRAMO (DE PK 23+740 A 24+720)

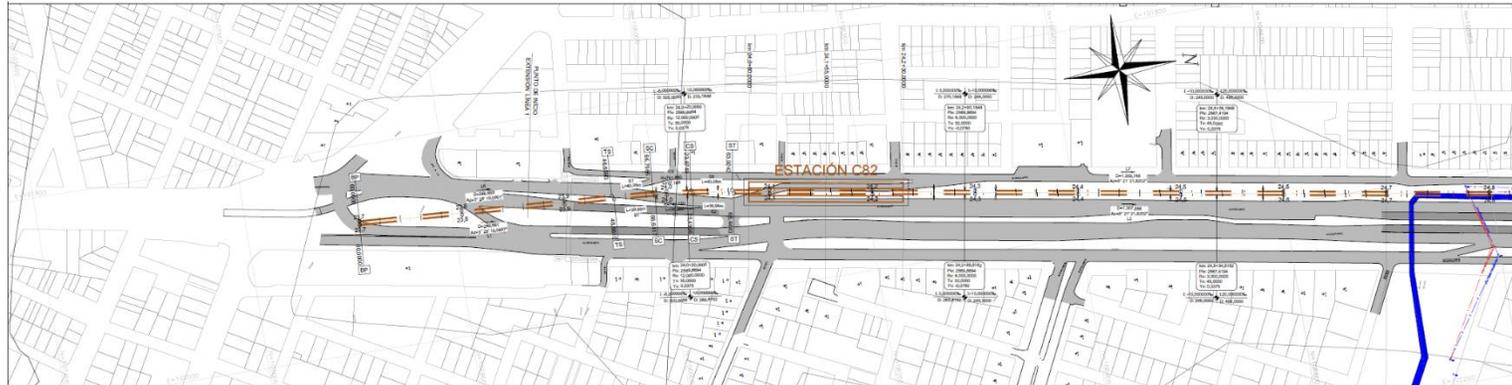


Ilustración 11 - Vista en planta del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 72-calle 90

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

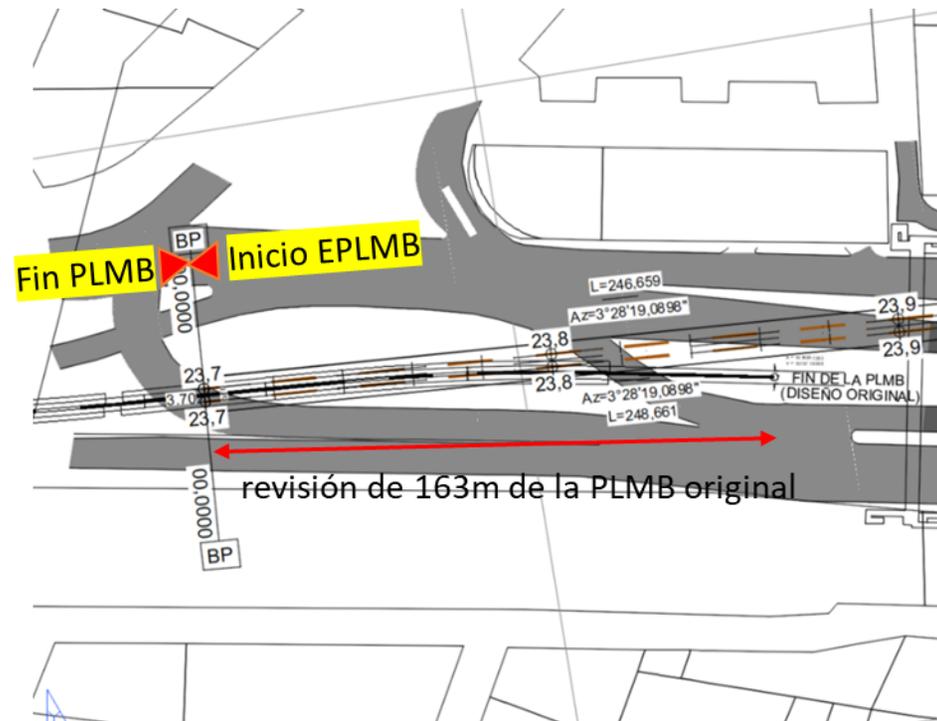


Ilustración 12 - Detalle del primer tramo de la EPLMB

La figura N°11 muestra la vista en planta del corredor vial de la Autopista norte, la cual discurre entre los barrios del Polo, al Occidente, y del Antiguo Country y del Virrey al Oriente. Este corredor tiene un ancho variable de alrededor de 75 m.

Al inicio está la plazoleta del antiguo monumento Los Héroes. El trazado cruza dicha ubicación de manera oblicua hacia el noroccidente en búsqueda del separador lateral occidental. Cabe indicar que el trazado de EPLMB ha sido dispuesto totalmente a lo largo del separador occidental, por lo que:

- Ostenta los mayores anchos libres para disponer infraestructura: mayor que el separador central y que el separador oriental;
- Evita las afectaciones de muy larga duración en las calzadas de Autopista norte o del TransMilenio;

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

- Conserva los atributos anteriores aún más allá de calle 100, con lo cual el separador se constituye en un emplazamiento viable también para las extensiones de PLMB que prosigan, previstas en las etapas 2 y 3 de desarrollo de PLMB.

El PK (punto kilométrico) 23+863 corresponde al final de la infraestructura de PLMB comprendida por el contrato de diseño, construcción, operación y mantenimiento que ha sido adjudicado a Metro Línea 1 SAS, y es, por lo tanto, el punto de empalme entre PLMB y EPLMB. Sin embargo, cabe señalar para la extensión de la línea que se requiere un nuevo punto de empalme entre PLMB y EPLMB en el PK 23+700 de la PLMB cambiando los últimos 163 m de modo a lograr el alineamiento que permita la travesía a través de la plaza del antiguo Monumento Los Héroe y alcanzar el separador en los términos descritos en el trazado.

	FIN PLMB	INICIO EPLMB
PK	Hasta el 23+700	A partir del PK 23+700 que pasa a se llamar : Vía 1 = 1.023,7 y Vía 2 = 2.023,7
Radio	tangente	tangente
Pendiente	0,5%	0,5%

Se presenta una oportunidad temporal para la realización de esta modificación con mínimo impacto en el contrato de Metro Línea 1 SAS puesto que está todavía en fase de elaboración de ingeniería del viaducto.

Continuando con el trazado, antes de llegar a la estación N° 17 en el punto kilométrico 24+080, se observa una curva horizontal con centro en el oriente y un radio de 750 m.

La estación N° 17, por su parte está ubicada de manera tal que por el extremo norte queda cerca para ser conectada con la estación TM calle 85, mientras que por el extremo sur quede cerca para ser conectada con la estación TM Los Héroe, logrando una óptima distribución de pasajeros intermodales. Tiene una pendiente longitudinal del 0% hasta PK 24+300, -1% hasta PK 24+535 y 2% hasta PK 24+700.

3.5.2. DESDE CALLE 87 HASTA LA CALLE 97 – SEGUNDO TRAMO (DE PK 24+720 A 25+840)

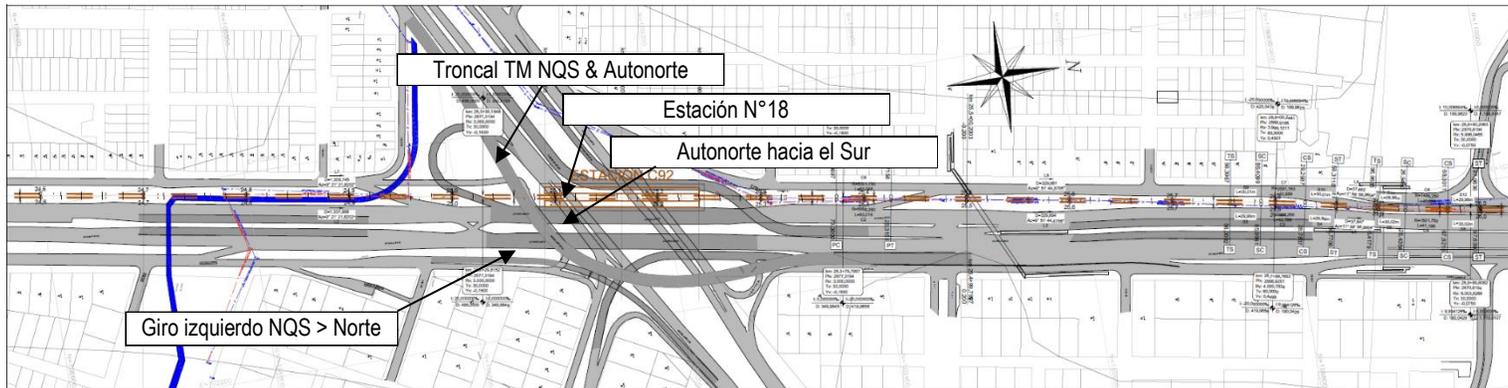


Ilustración 13 - Vista en planta del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo "nodo calle 92"-calle 100 Sur

En el segundo tramo del trazado, este último se mantiene emplazado sobre el separador lateral Occidental en todo su recorrido. La figura N°12 muestra en el centro la vista del el "nodo calle 92". Se trata de un intercambiador vial de 4 niveles con giros a izquierda y con gran complejidad. Para mayor abundamiento, está previsto que el Regioram del Norte ocupe el separador central de la avenida NQS con una estación a oriente del nodo, lo que agregará un elemento más en consideración en la resolución de la travesía de la PLMBZ por este nodo.

El "nodo calle 92" tiene al barrio de la Castellana al Occidente y el Chicó al Oriente.

En el sector donde el corredor de la Autopista norte todavía está confinado, cuenta con un ancho de alrededor de 95 m.

El trazado encuentra su recorrido por un espacio entre el tablero del puente de la Autopista norte por sobre la avenida NQS en sentido Norte-Sur y el tablero de la rama dedicada exclusivamente al Troncal TM NQS en su vínculo con la Autopista norte. Para alinearse en ese espacio, debe sortear por arriba, del lado izquierdo del nodo, el tablero de la rama de giro a izquierda desde Avenida NQS en dirección al Norte. En el extremo derecho del nodo, debe cruzar, ahora superiormente nuevamente la rama dedicada exclusivamente al Troncal TM NQS en su vínculo con la Autopista norte.

La estación ha sido prevista en el perímetro confinado con los 3 (o 4) elementos descriptos anteriormente, de donde resulta un espacio que inscribe un rectángulo de 19 m de ancho por 170 m de largo. Este espacio se destinará para la fundación de la estación en los niveles inferiores. Considerando que la estación tendrá 24 m de ancho - sin contar la superficie de la cubierta-, el nivel de plataforma y de mezzanina requieren elevarse por encima de los tableros viales indicados en el párrafo anterior para encontrar su espacio de desarrollo. En consecuencia, la cota de riel queda a una altura de 27,5 m respecto del terreno natural.

Como referencia, esta altura constituye prácticamente el doble de las cotas de riel previstas en la PLMB, las cuales eran del orden de los 13,6 m. El diseño de esta estación encuentra su justificación en la complejidad geométrica para cruzar el “nodo calle 92” con infraestructura de metro y con la voluntad de emplazar una estación en este nodo para lograr una integración modal de escala metropolitana con el Regiotram y troncal TM de NQS. Adicionalmente, este trazado evita absolutamente las adquisiciones prediales en este entorno.

El PK 25+030 (al sur de la estación N°18) corresponde con el final de la pendiente de ascenso de 2% evocada previamente mediante una curva vertical de radio 3.000 m.

Luego, el trazado continúa con pendiente 0% a través de la estación para luego encontrar otra curva vertical de igual radio en el PK 25+280 para iniciar un descenso de la cota de riel con pendiente 2% la cual se extenderá hasta el PK 25+780.

Cabe señalar que en todo el desarrollo del segundo tramo no existen curvas horizontales.

3.5.3. DESDE CALLE 97 HASTA LA ESTACIÓN N°19-Calle 100 – TERCER TRAMO (DE 25+840 A 27+100)

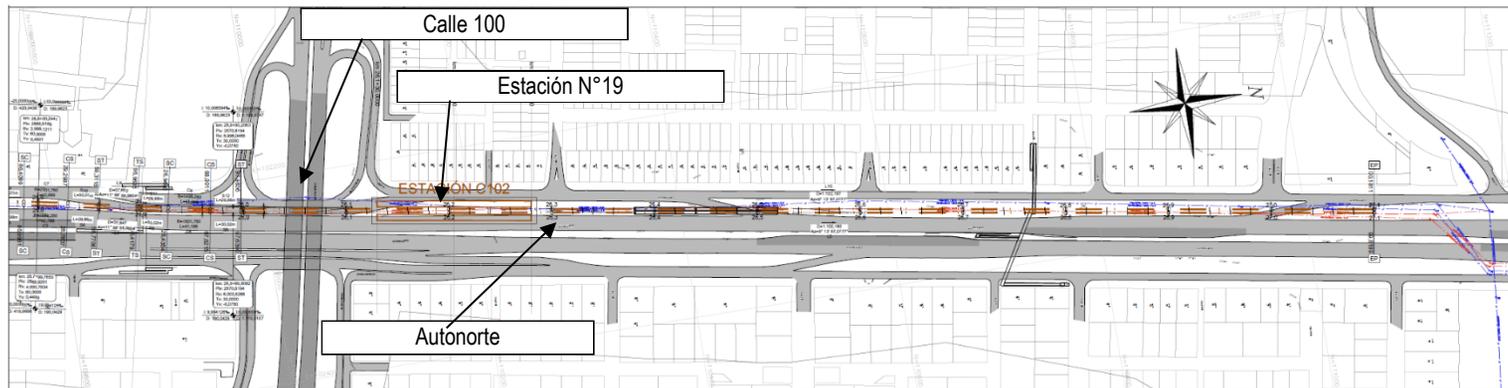


Ilustración 14 - Trazado EPLMB, Tramo calle 100 Norte

En el tercer tramo del trazado, este último se mantiene emplazado sobre el separador lateral Occidental en todo su recorrido. Lo anterior aplica, a pesar de que entre los PK 25+860 y 26+160 el separador desaparece, en correspondencia con el cruce por debajo del puente de calle 100. En este segmento, la calzada vehicular lateral Occidental avanza sobre el espacio del separador. Como parte de las intervenciones previstas para EPLMB se ha previsto recuperar el espacio para el separador Occidental y desplazar dicha calzada hacia el Occidente.

La figura N°20 muestra en el centro el intercambiador de la calle 100 con la Autopista Norte. Se trata de un intercambiador vial de 2 niveles con giros a izquierda y derecha. Por lo tanto, la estación N°19 queda emplazada al norte de la calle 100.

Los barrios definidos en cada cuadrante del nodo vial son La Castellana al Suroccidente, Chicó Norte al Sudoriente, Santa Bibiana al Nororiente y Pasadena al Noroccidente.

El trazado enfrenta la dificultad de cruzar el puente vial de la calle 100 en PK 26+060, lo cual es realizado por encima de dicha infraestructura. Este punto es condicionante para cota de riel de 18,8 m en la estación N°19 que tiene su extremo sur en PK 26+130. El otro extremo de la estación está en ubicado en el PK 26+280 y la pendiente es de 0%.

El emplazamiento de la estación contiguo a la calle 100 está determinado por la vocación de lograr el menor recorrido posible para la combinación entre EPLMB y troncal TM Calle 100-Carrera 68. Lo anterior sumando las combinaciones con troncales TM Corredor Norte en estación de calle 100 y de calle 106, las cuales, sin embargo, quedan relativamente alejadas con este emplazamiento. Esta definición encuentra su justificación en que el proyecto de EPLMB-Tramo 1 tiene múltiples puntos de combinación con TM Corredor Norte a lo largo de su trazado, pero cuenta solamente con un lugar geográfico para combinar con troncal TM Calle 100-Carrera 68, al menos en la zona norte de la ciudad.

Como referencia, esta altura de riel sigue siendo alta con respecto a las cotas de riel previstas en la PLMB, pero más baja que aquella del “nodo calle 92”.

Existe únicamente una curva horizontal en el tercer tramo de EPLMB: de radio 6.000 m. en el cruce por encima del puente de calle 100 (PK 25+990) de longitud 60 m;

El punto kilométrico 26+000 (al sur de la estación N°19) corresponde con el final de la pendiente de ascenso de 1% evocada previamente mediante una curva vertical de radio 6.000 m. Luego, el trazado continúa con una pendiente de 0% que se mantiene hasta el final de la cola de maniobra que corresponde al final del tercer y último tramo de la extensión.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

3.6. DESCRIPCIÓN DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (PERFIL LONGITUDINAL)

3.6.1. DESDE EL MONUMENTO A LOS HÉROES HASTA LA CALLE 87 – PRIMER TRAMO (DE PK 23+740 A 24+720)

Se ha respetado la distancia mínima de 10 metros entre el borde del viaducto y las fachadas de los edificios colindantes (el edificio más cercano se encuentra en la zona de la estación N° 17 y a 14 m del borde de dicho edificio).

El eje de la extensión PLMB-Tramo 1 discurre al occidente y paralelo al futuro carril de bicicleta a lo largo de todo el tramo entre calle 80 bis y calle 108.

El terreno es relativamente plano en esta zona con una pendiente descendiente de 0,50% hacia el norte. El perfil longitudinal de la línea desciende ligeramente hacia el norte después de bajar con pendiente de 1,0% hasta el PK 24+535 donde tiene centro una curva vertical de radio 2.000 m a partir de la cual comienza la pendiente ascendente de 2% que permitirá elevar el viaducto para atravesar el “nodo calle 92”.

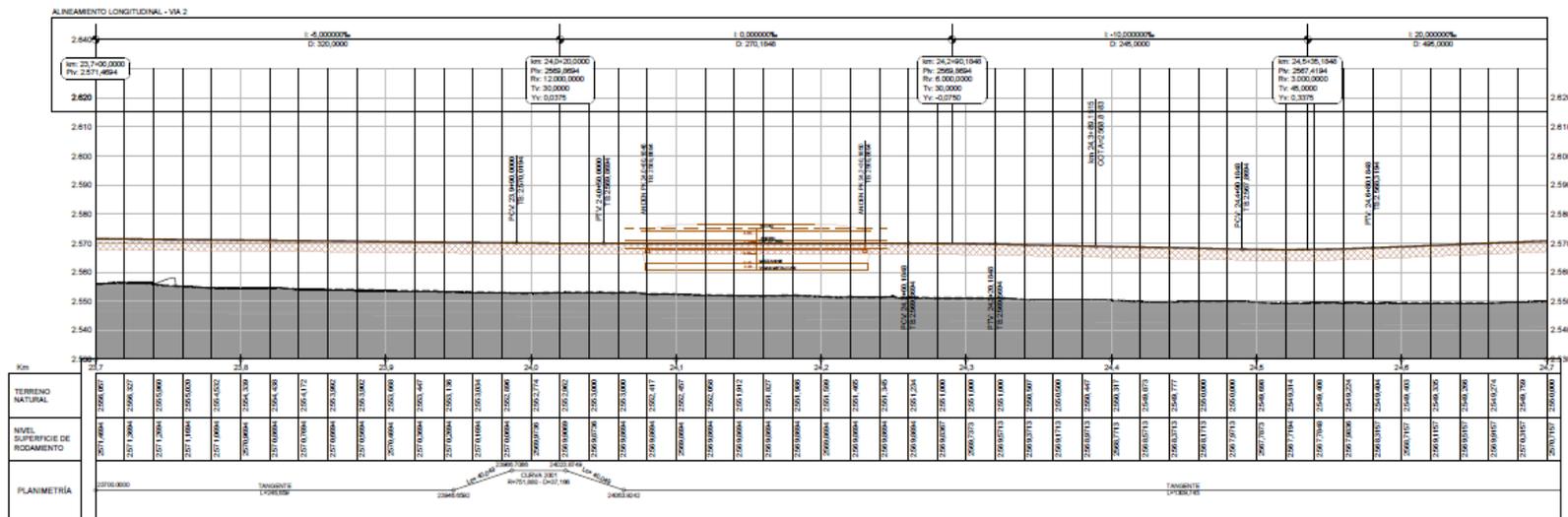


Ilustración 15 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 72-calle 90 – Vía 1

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

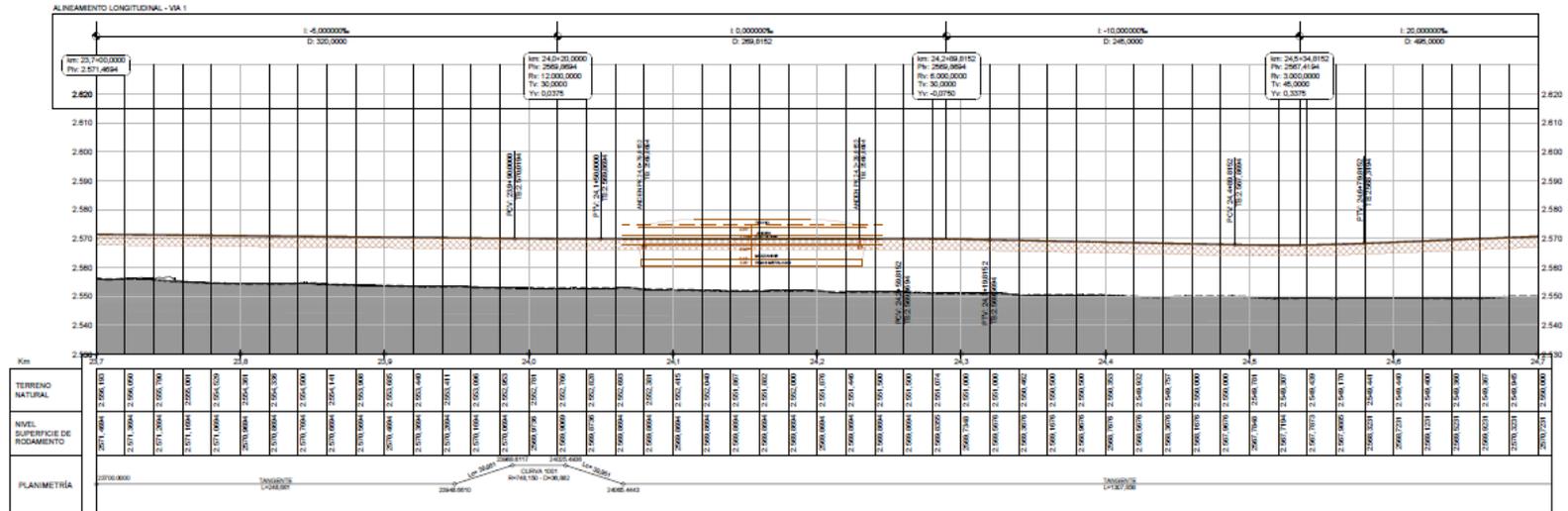


Ilustración 16 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 72-calle 90 – Via 2

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

3.6.2. DESDE CALLE 87 HASTA LA CALLE 97 – SEGUNDO TRAMO (DE PK 24+720 A 25+840)

El terreno es relativamente plano en esta zona. Los desniveles más pronunciados son artificiales y como consecuencia de la infraestructura que ha sido dispuesta en este corredor.

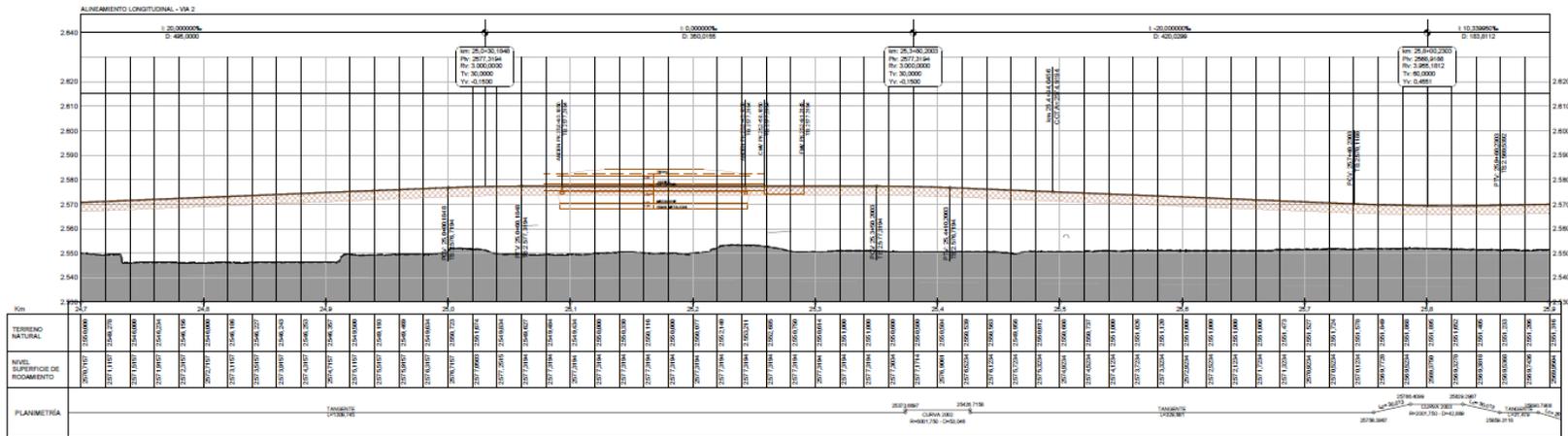


Ilustración 17 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo “nodo calle 92”-calle 100 Sur – Vía 1

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

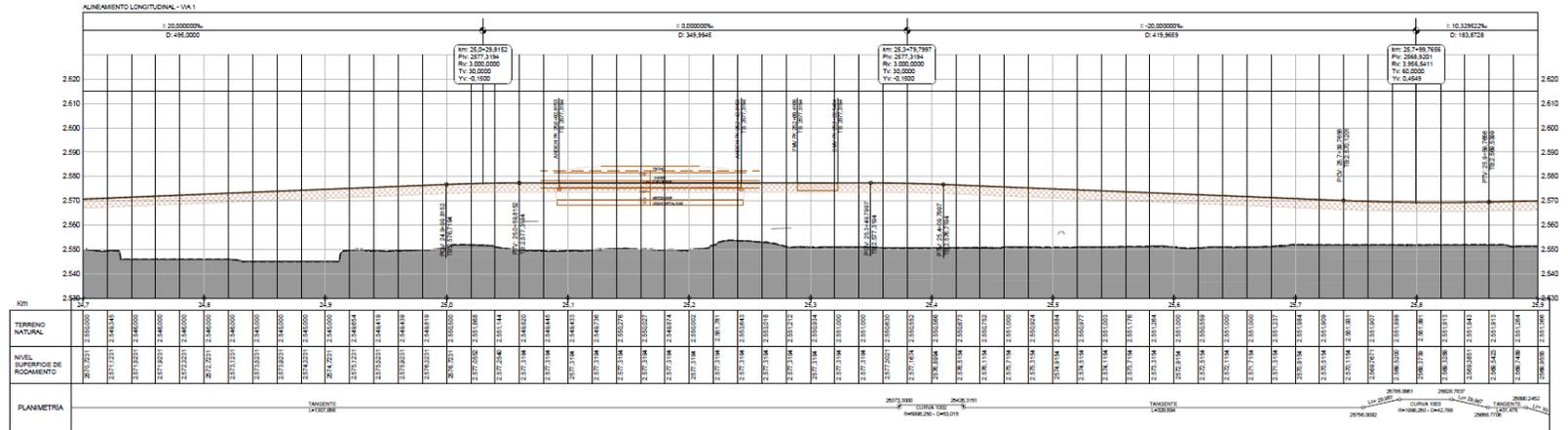


Ilustración 18 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo “nodo calle 92”-calle 100 Sur – Via 2

Se ha respetado la distancia mínima de 10 metros entre el borde del viaducto y las fachadas de los edificios aledaños en todo el segundo tramo con distancias del orden de los 17 m en la parte del trazado dispuesta al Sur del “nodo calle 92” y valores de 20 m para la parte del trazado dispuesta al Norte.

Complementariamente se señala que el trazado no afecta el puente peatonal atirantado por cuanto la infraestructura pasa por encima del mismo como lo indican las figuras siguientes.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

3.6.3. DESDE CALLE 97 HASTA LA ESTACIÓN N°19-Calle 100 – TERCER TRAMO (DE 25+840 A 27+100)

Se ha respetado la distancia mínima de 10 metros entre el borde del viaducto y las fachadas de los edificios aledaños en todo el segundo tramo con distancias del orden de los 14 m las cuales se manifiestan así en la estación. En el resto del trazado son superiores a los 20 metros.

Se mantiene el bicicorredor hasta la calle 108.

El terreno es relativamente plano en esta zona. Los desniveles más pronunciados son artificiales y como consecuencia de la infraestructura que ha sido dispuesta en este corredor.

El punto kilométrico 25,983 (al sur de la estación N° 19) se corresponde con el final de la pendiente de ascenso de 1% evocada previamente mediante una curva vertical de radio 6.000 m. Luego, el trazado continúa con pendiente 0% que sostiene hasta el final de la cola de maniobra y del tramo .

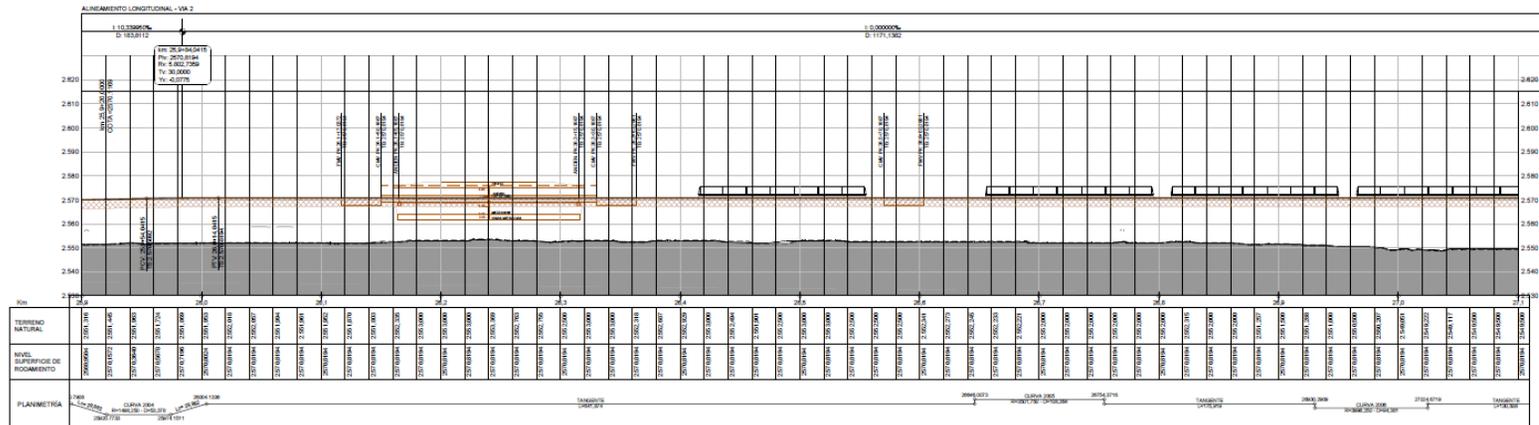


Ilustración 19 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 100 Norte – Via 1

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

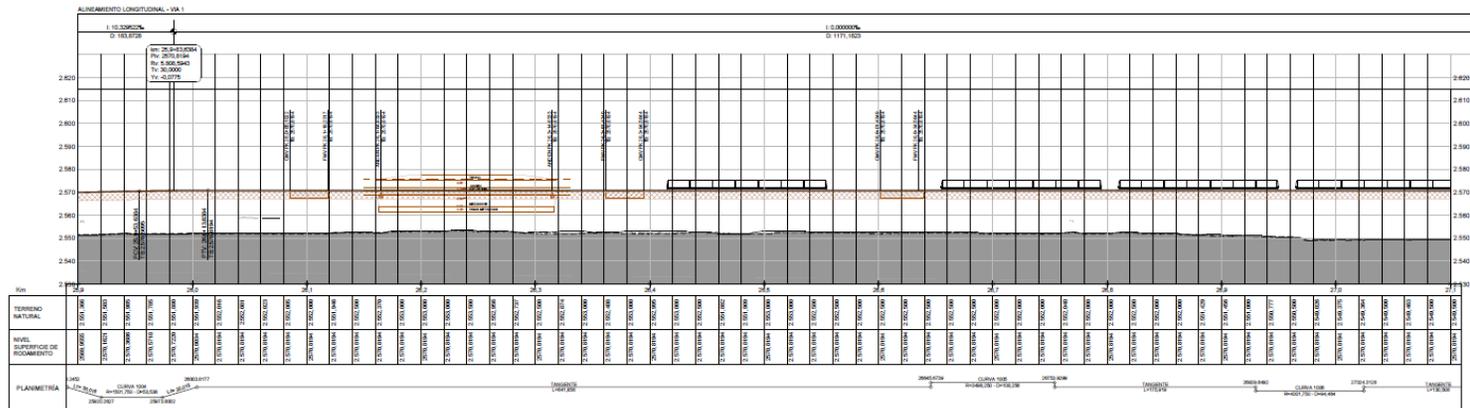


Ilustración 20 - Perfil longitudinal del trazado extensión PLMB-Tramo1, Tramo calle 100 Norte – Via 2

A continuación, se presenta la tabla con los pendientes exactos por tramo.

LÍNEA 1 - VÍA 1							
Curva	Puntos notables	KM	Coordenadas		Transición	Radio	Longitud
			X	Y			
C1	TS	1.023.9+48,661	101876,5836	107709,3268	39,951	748,15	36,882
	SC	1.023.9+88,612	101891,6425	107957,5314			
	CS	1.024.0+25,494	101894,4167	107997,3843			
	ST	1.024.0+65,444	101898,5364	108034,0317			
C2	TS	1.025.3+31,785	101904,6799	108073,5059	30,000	11998,3	76,046
	SC	1.025.3+61,785	102110,548	109323,0002			
	CS	1.025.4+37,830	102115,4374	109352,5991			
	ST	1.025.4+67,830	102128,1316	109427,5777			
C3	TS	1.025.7+56,009	102133,2577	109457,1365	29,987	1998,25	42,788
	SC	1.025.7+85,996	102182,6181	109741,0563			
	CS	1.025.8+28,783	102187,8282	109770,587			
	ST	1.025.8+58,770	102195,9232	109812,6011			
C4	TS	1.025.8+90,245	102202,0584	109841,9536	30,018	1501,75	53,538
	SC	1.025.9+20,262	102208,575	109872,7461			
	CS	1.025.9+73,800	102214,692	109902,1336			
	ST	1.026.0+03,817	102224,3149	109954,7963			
C5	TS	1.026.6+30,673	102228,9859	109984,448	30,000	3498,25	78,256
	SC	1.026.6+60,673	102324,4673	110603,9897			
	CS	1.026.7+38,929	102329,0792	110633,633			
	ST	1.026.7+68,929	102342,194	110710,7806			
C6	TS	1.026.9+14,848	102347,6366	110740,2827	30,000	4001,75	64,464
	SC	1.026.9+44,848	102374,3142	110883,7424			
	CS	1.027.0+09,312	102379,7621	110913,2436			
	ST	1.027.0+39,312	102390,7987	110976,7547			

Tabla 5 - Vía 1: Alineamiento Horizontal

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

LÍNEA 1 - VÍA 2							
Curva	Puntos notables	KM	Coordenadas		Transición	Radio	Longitud
			X	Y			
C1	TS	2.023.9+46,659	101872,8904	107709,5509	40,049	751,9	37,166
	SC	2.023.9+86,709	101887,8281	107955,7574			
	CS	2.024.0+23,875	101890,6082	107995,7088			
	ST	2.024.0+63,924	101894,7597	108032,6388			
C2	TS	2.025.3+32,154	101900,9192	108072,2103	30,000	12001,8	76,077
	SC	2.025.3+62,154	102107,0945	109323,5692			
	CS	2.025.4+38,231	102111,984	109353,168			
	ST	2.025.4+68,231	102124,6833	109428,1772			
C3	TS	2.025.7+56,396	102129,8095	109457,736	30,013	2001,8	42,889
	SC	2.025.7+86,410	102179,1675	109741,6429			
	CS	2.025.8+29,298	102184,3822	109771,1994			
	ST	2.025.8+59,312	102192,4963	109813,3129			
C4	TS	2.025.8+90,790	102198,6369	109842,691	29,983	1498,3	53,378
	SC	2.025.9+20,773	102205,1544	109873,4879			
	CS	2.025.9+74,151	102211,2642	109902,8411			
	ST	2.026.0+04,133	102220,8584	109955,3467			
C5	TS	2.026.6+31,007	102225,524	109984,9639	30,000	3501,8	78,364
	SC	2.026.6+61,007	102321,0081	110604,5228			
	CS	2.026.7+39,371	102325,62	110634,1662			
	ST	2.026.7+69,371	102338,7529	110711,4205			
C6	TS	2.026.9+15,290	102344,1955	110740,9226	30,000	3998,3	64,381
	SC	2.026.9+45,290	102370,8732	110884,3823			
	CS	2.027.0+09,671	102376,321	110913,8835			
	ST	2.027.0+39,671	102387,3435	110977,3132			

Tabla 6 - Vía 2: Alineamiento Horizontal

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

	PUNTO	PK	TB ELEV. (m)	K VALUE	RADIO (m)	LONGITUD DE LA CURVA (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (‰)
	Inicio	1.023.7+00,000	2571,469					
C1	PCV	1.023.9+90,000	2570,019	120	12000	60	320	-5,000000‰
	PIV	1.024.0+20,000	2569,869					
	PTV	1.024.0+50,000	2569,869				269,815	0,000000‰
C2	PCV	1.024.2+59,815	2569,869	60	6000	60	245,000	-10,000000‰
	PIV	1.024.2+89,815	2569,869					
	PTV	1.024.3+19,815	2569,569				495,000	20,000000‰
C3	PCV	1.024.4+89,815	2567,869	30	3000	90	495,000	20,000000‰
	PIV	1.024.5+34,815	2567,419					
	PTV	1.024.5+79,815	2568,319				349,985	0,000000‰
C4	PCV	1.024.9+99,815	2576,719	30	3000	60	349,985	0,000000‰
	PIV	1.025.0+29,815	2577,319					
	PTV	1.025.0+59,815	2577,319				419,966	-20,000000‰
C5	PCV	1.025.3+49,800	2577,319	30	3000	60	419,966	-20,000000‰
	PIV	1.025.3+79,800	2577,319					
	PTV	1.025.4+09,800	2576,719				183,873	10,329522‰
C6	PCV	1.025.7+39,765	2570,12	39,565	3956,541	120	183,873	10,329522‰
	PIV	1.025.7+99,765	2568,92					
	PTV	1.025.8+59,765	2569,54				1.171,182	0,000000‰
C7	PCV	1.025.9+53,638	2570,51	58,086	5808,594	60	1.171,182	0,000000‰
	PIV	1.025.9+83,638	2570,819					
	PTV	1.026.0+13,638	2570,819					
	Fin	1.027.1+54,820	2570,819					

Tabla 7 - Via 1: Alineamiento Longitudinal

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

	PUNTO	PK	TB ELEV. (m)	K VALUE	RADIO (m)	LONGITUD DE LA CURVA (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (‰)
	Inicio	2.023.7+00,000	2571,469					
C1	PCV	2.023.9+90,000	2570,019	120	12000	60	320,000	-5,000000‰
	PIV	2.024.0+20,000	2569,869					
	PTV	2.024.0+50,000	2569,869				270,185	0,000000‰
C2	PCV	2.024.2+60,185	2569,869	60	6000	60	245,000	-10,000000‰
	PIV	2.024.2+90,185	2569,869					
	PTV	2.024.3+20,185	2569,569				245,000	-10,000000‰
C3	PCV	2.024.4+90,185	2567,869	30	3000	90	495,000	20,000000‰
	PIV	2.024.5+35,185	2567,419					
	PTV	2.024.5+80,185	2568,319				495,000	20,000000‰
C4	PCV	2.025.0+00,185	2576,719	30	3000	60	350,015	0,000000‰
	PIV	2.025.0+30,185	2577,319					
	PTV	2.025.0+60,185	2577,319				350,015	0,000000‰
C5	PCV	2.025.3+50,200	2577,319	30	3000	60	420,030	-20,000000‰
	PIV	2.025.3+80,200	2577,319					
	PTV	2.025.4+10,200	2576,719				420,030	-20,000000‰
C6	PCV	2.025.7+40,230	2570,119	39,552	3955,181	120	183,811	10,339950‰
	PIV	2.025.8+00,230	2568,919					
	PTV	2.025.8+60,230	2569,539				183,811	10,339950‰
C7	PCV	2.025.9+54,041	2570,51	58,027	5802,736	60	1.171,138	0,000000‰
	PIV	2.025.9+84,041	2570,819					
	PTV	2.026.0+14,041	2570,819				1.171,138	0,000000‰
	Fin	2.027.1+55,179	2570,819					

Tabla 8 - Via 2: Alineamiento Longitudinal

3.6.4. COMPROBACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE CONFORT

Los cálculos de los parámetros siguen el siguiente flujoograma:

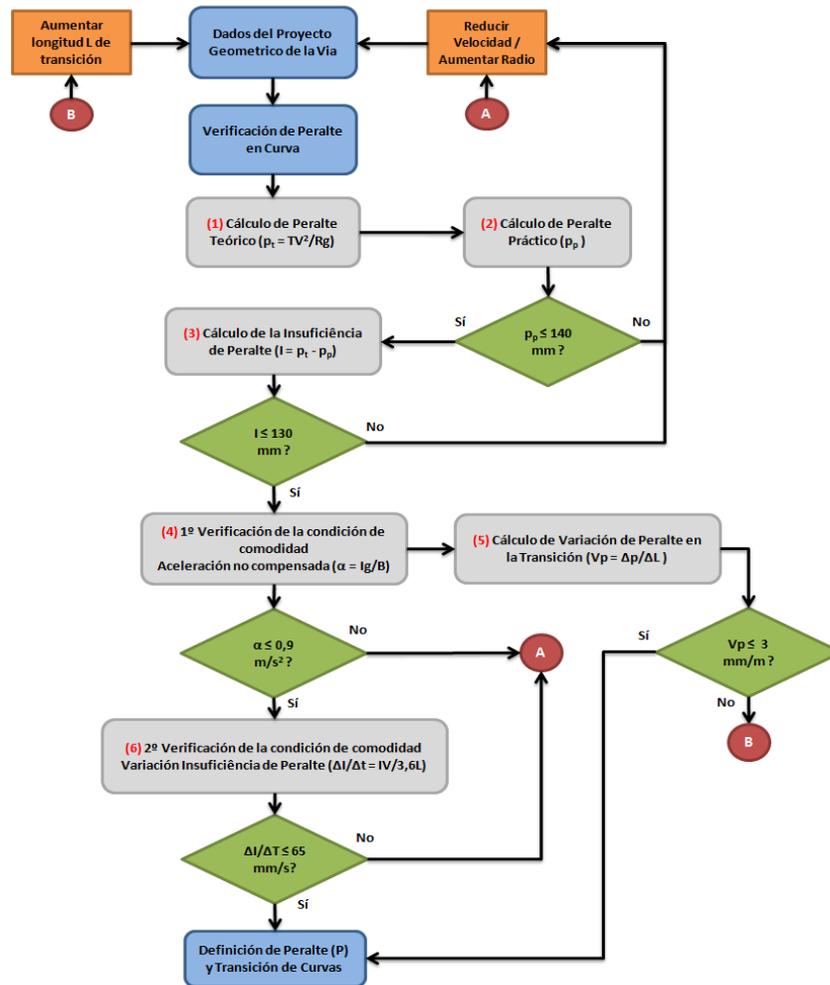


Ilustración 21 - Flujo de cálculo de los parámetros de confort

A continuación, se presentan la comprobación de los parámetros geométricos de confort, siguiendo a normatividad de la UIC 703-R y el flujo de cálculo anterior.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

Curva	Radio (m)	Transición (m)	Velocidad (km/h)	Peralte Teórico (mm)
1001	748,15	39,951	90	128
1002	11998,3	30,000	90	8
1003	1998,25	29,987	90	48
1004	1501,75	30,018	90	64
1005	3498,25	30,000	90	27
1006	4001,75	30,000	90	24

Curva	Peralte Práctico (mm)	Comprobación	Insuficiencia del peralte (mm)	Comprobación	Aceleración transversal no compensada (mm/s ²)	Comprobación
1001	75	VERIFICA	53	VERIFICA	0,35	VERIFICA
1002	5	VERIFICA	3	VERIFICA	0,02	VERIFICA
1003	28	VERIFICA	20	VERIFICA	0,13	VERIFICA
1004	37	VERIFICA	27	VERIFICA	0,17	VERIFICA
1005	16	VERIFICA	11	VERIFICA	0,07	VERIFICA
1006	14	VERIFICA	10	VERIFICA	0,07	VERIFICA

Curva	Variación de la insuficiencia de peralte con el tiempo (mm/s)	Comprobación	Variación aceleración no compensada con el tiempo - Jerk (m/s ³)	Comprobación	Variación del peralte con el tiempo (mm/s)	Comprobación
1001	33,4	VERIFICA	0,22	VERIFICA	46,8	VERIFICA
1002	2,8	VERIFICA	0,02	VERIFICA	3,9	VERIFICA
1003	16,7	VERIFICA	0,11	VERIFICA	23,3	VERIFICA
1004	22,1	VERIFICA	0,14	VERIFICA	31,0	VERIFICA
1005	9,5	VERIFICA	0,06	VERIFICA	13,3	VERIFICA
1006	8,3	VERIFICA	0,1	VERIFICA	11,6	VERIFICA

Tabla 9 - Comprobación de los parámetros geométricos de confort vía 1

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

Curva	Radio (m)	Transición (m)	Velocidad (km/h)	Peralte Teórico (mm)
2001	751,9	39,951	90	127
2002	12001,8	30,000	90	8
2003	2001,8	29,987	90	48
2004	1498,3	30,018	90	64
2005	3501,8	30,000	90	27
2006	3998,3	30,000	90	24

Curva	Peralte Práctico (mm)	Comprobación	Insuficiencia del peralte (mm)	Comprobación	Aceleración transversal no compensada (mm/s ²)	Comprobación
2001	74	VERIFICA	53	VERIFICA	0,35	VERIFICA
2002	5	VERIFICA	3	VERIFICA	0,02	VERIFICA
2003	28	VERIFICA	20	VERIFICA	0,13	VERIFICA
2004	37	VERIFICA	27	VERIFICA	0,17	VERIFICA
2005	16	VERIFICA	11	VERIFICA	0,07	VERIFICA
2006	14	VERIFICA	10	VERIFICA	0,07	VERIFICA

Curva	Variación de la insuficiencia de peralte con el tiempo (mm/s)	Comprobación	Variación aceleración no compensada con el tiempo - Jerk (m/s ³)	Comprobación	Variación del peralte con el tiempo (mm/s)	Comprobación
2001	33,2	VERIFICA	0,22	VERIFICA	46,5	VERIFICA
2002	2,8	VERIFICA	0,02	VERIFICA	3,9	VERIFICA
2003	16,6	VERIFICA	0,11	VERIFICA	23,3	VERIFICA
2004	22,2	VERIFICA	0,15	VERIFICA	31,1	VERIFICA
2005	9,5	VERIFICA	0,06	VERIFICA	13,3	VERIFICA
2006	8,3	VERIFICA	0,1	VERIFICA	11,7	VERIFICA

Tabla 10 - Comprobación de los parámetros geométricos de confort vía 2

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

3.7. Esquema de vías y características de los diferentes aparatos de vía

El Diseño de Geometría de vía sigue el Plano Operacional Preliminar que determina la Ubicación de los Aparatos de vías. Todos los aparatos de vía están en tramos en línea recta y se ubican próximos a las estaciones y con distancia mínima de 20m metros del inicio de los andenes de estaciones.

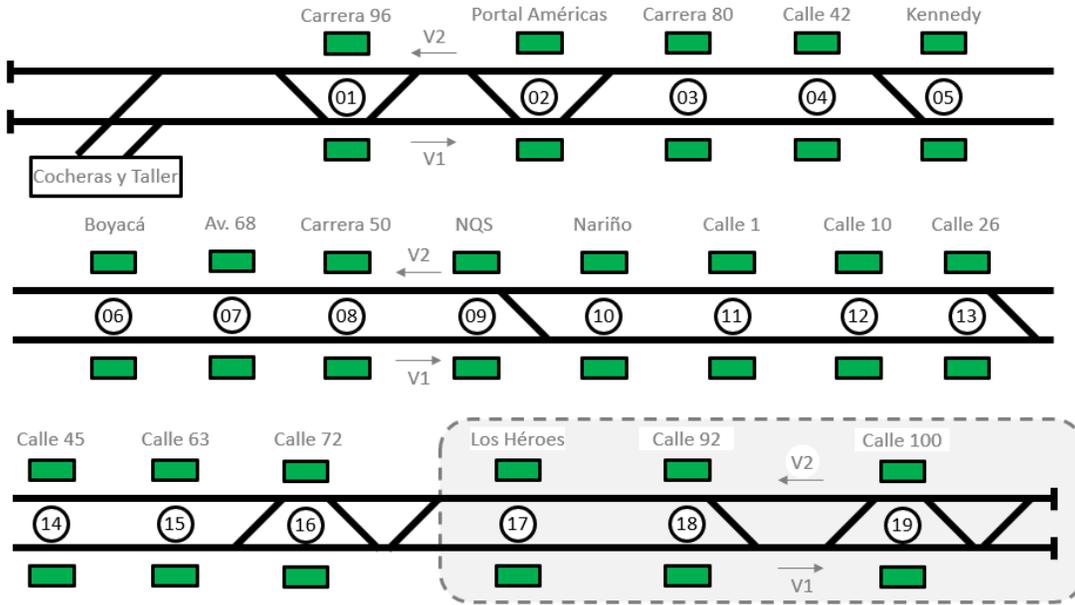


Ilustración 22 – Plano de vías de la extensión PLMB

La referencia para el dimensionamiento del diseño geométrico son aparatos de vías UIC-1:9 R=300. Para aparatos de vía con R=300m, la velocidad permitida es V= 42km/h.

El primero ADV se encuentra a occidente de la Estación 18 en el PK 25+291,130.

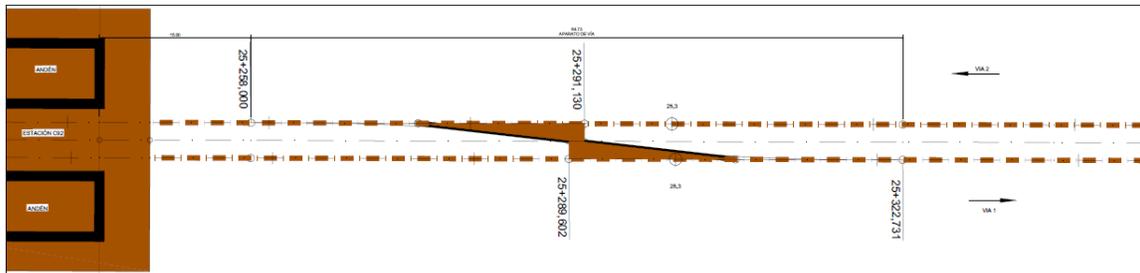


Ilustración 23 - Primero ADV

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

El segundo ADV se encuentra a oriente de la Estación 19 en el PK 26+116,871.

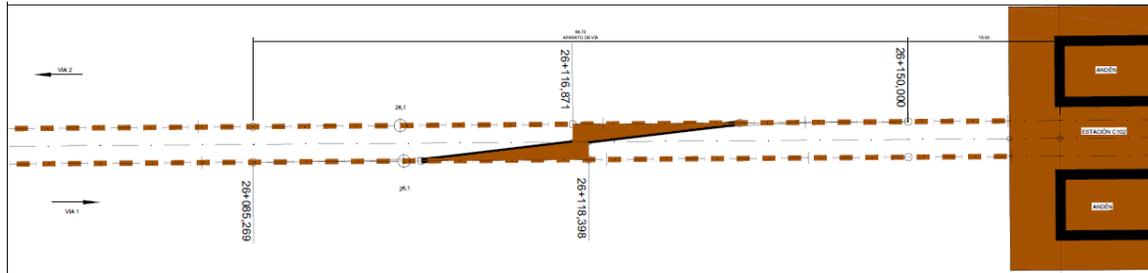


Ilustración 24 - Segundo ADV

El tercer ADV se encuentra a occidente de la Estación 19 en el PK 26+363,130.

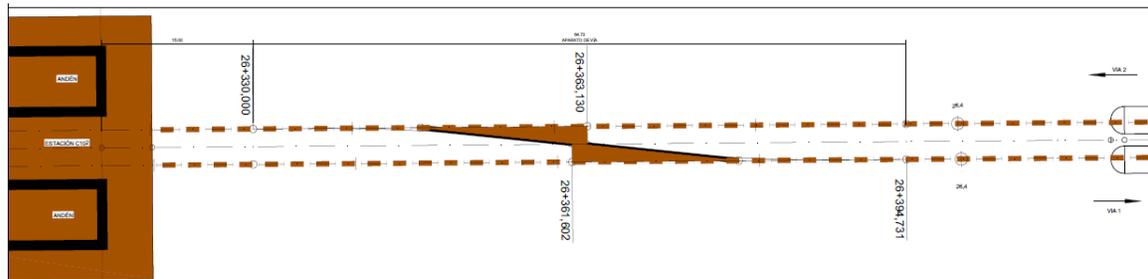


Ilustración 25 - Tercer ADV

El cuarto ADV se encuentra en el extremo occidente de la línea en PK 26+603,130.

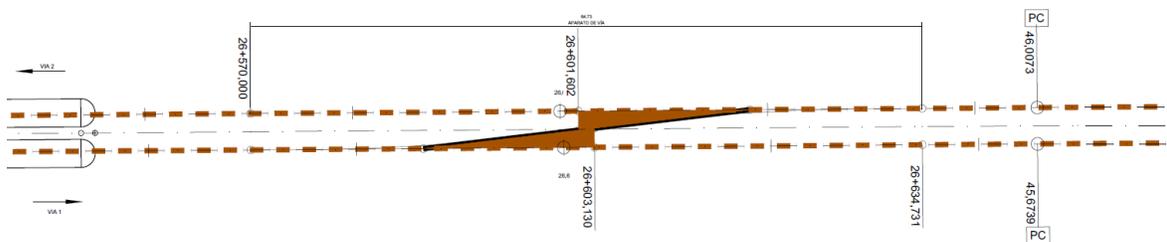


Ilustración 26 - Cuarto ADV

3.8. Cortes transversales

La tipología en el proyecto de la EPLMB es la sección en viaducto elevado.

Se ha respetado la distancia mínima de 10 metros entre el borde del viaducto y las fachadas de los edificios aledaños en todo el segundo tramo con distancias del orden de los 14 m las cuales se manifiestan así en la estación. En el resto del trazado son superiores a los 20 m. En lo relativo al tema de datos geotécnicos remitirse a Entregable de Estructuras. Además, se añadirá escalas y nota sobre el tipo de terreno.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

A continuación se presenta la Sección Transversal de la Estación 17:

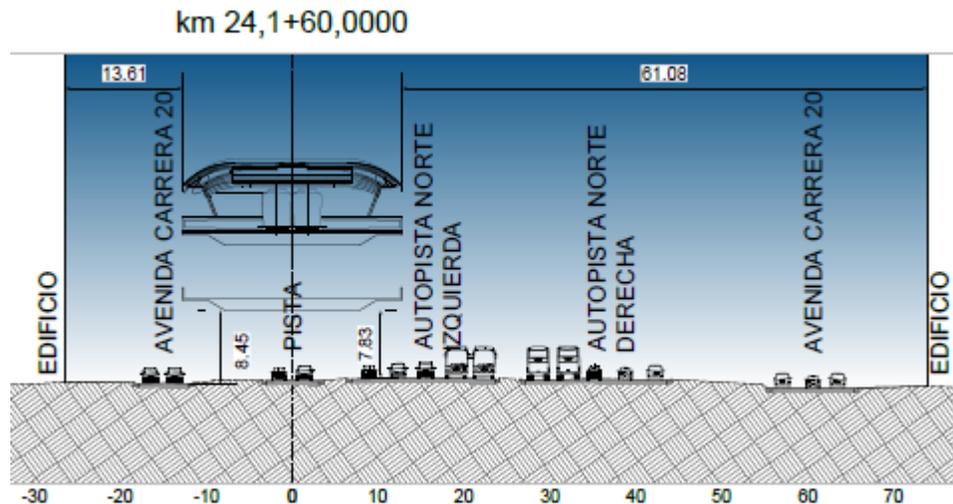


Ilustración 27 – Sección transversal de nivel plataforma y mezzanina superior en PK 24+160

A continuación se presenta la Sección Transversal del tramo entre la Estación 17 y la Estación 18:

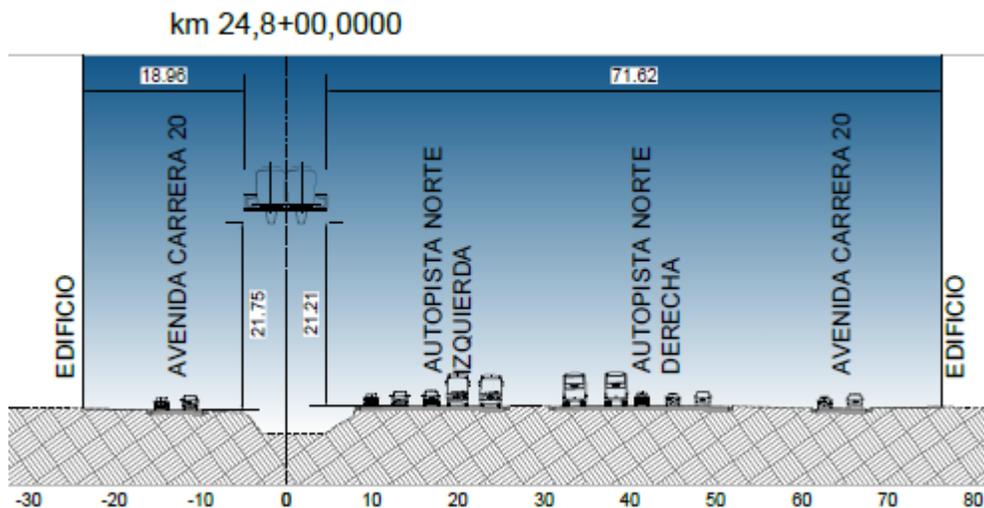


Ilustración 28 - Sección transversal en vía elevada en PK 24+800

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

A continuación se presenta la Sección Transversal de la Estación 18:

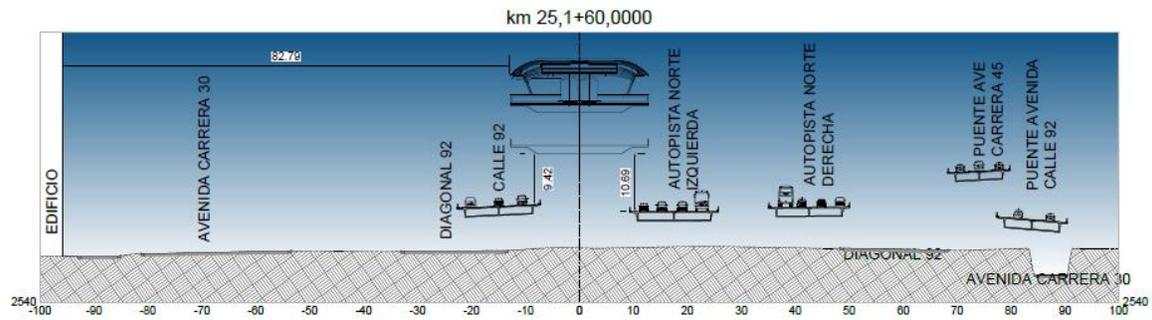


Ilustración 29 - Sección transversal de nivel plataforma y mezzanina superior en PK 25+160

A continuación se presenta la Sección Transversal del tramo entre la Estación 18 y la Estación 19:

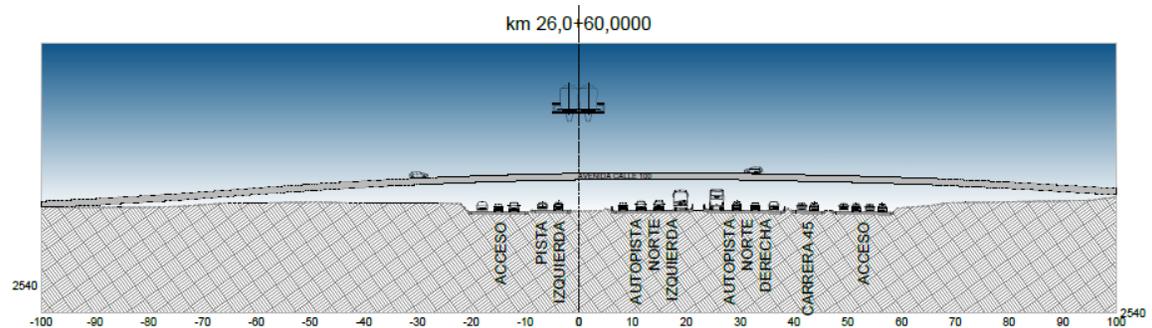
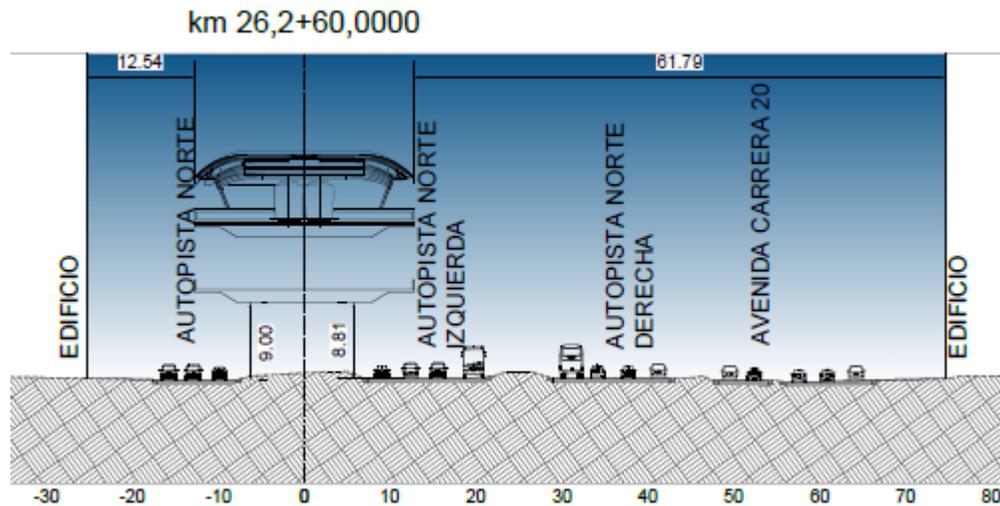


Ilustración 30 - Sección transversal en vía elevada PK 26+060

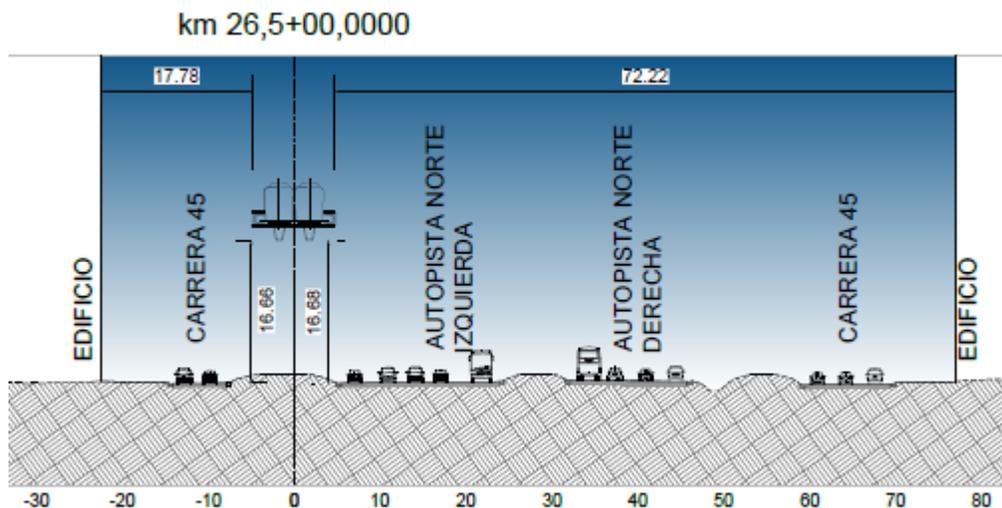
REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA PLMB-TRAMO 1 HASTA EL SECTOR DE LA CALLE 100, DE ACUERDO CON LAS DEFINICIONES ESTABLECIDAS EN EL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 163 DE 2019

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

A continuación se presenta la Sección Transversal de la Estación 19:



A continuación se presenta la Sección Transversal del tramo entre la Estación 19 y la cola de maniobra:



REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

4. OTROS ASPECTOS DE INFRAESTRUCTURAS ASOCIADOS CON EL DISEÑO GEOMÉTRICO SISTEMA METRO

4.1 ESTIMACIÓN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS CON LISTADO DE MEDICIONES

El movimiento de tierras estimado para la realización de las fundaciones del viaducto es de 40.000 m³. Para más información remitirse al informe de Estructuras (ET6). En relación con el movimiento de tierras del diseño vial, remitirse al ET4.

4.2 ESQUEMA DE LA RED DE DRENAJE Y CONEXIÓN A LA RED GENERAL URBANA

Referirse al Entregable N°6 – Estructuras y Redes de servicios. Además, se presenta en el anexo “Plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0001_R3: Planta y perfil geométrico de la estructura” los PKs de los puntos bajos del trazado, presentados como “PB”, como sigue en la ilustración:

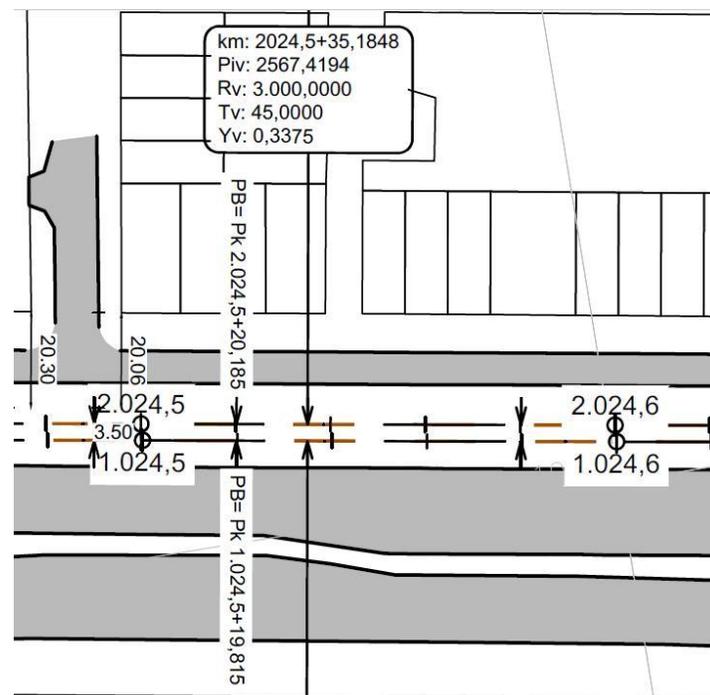


Ilustración 33 - Ejemplo de un PB en el trazado de la EPLMB

4.3 PLANTA Y ALZADO GENERAL DE ESTRUCTURAS

En lo relacionado a este tema debe consultarse en el ET Estaciones y ET Estructuras donde se encuentran las definiciones precisas y exhaustivas sobre la materia. No obstante, a título ilustrativo para un mejor entendimiento del conjunto en este informe, se proporcionan 2 secciones tipo de viaducto. Se aclara que, ante divergencias en los valores indicados, valen las definiciones elaboradas en el marco de los respectivos ETs.

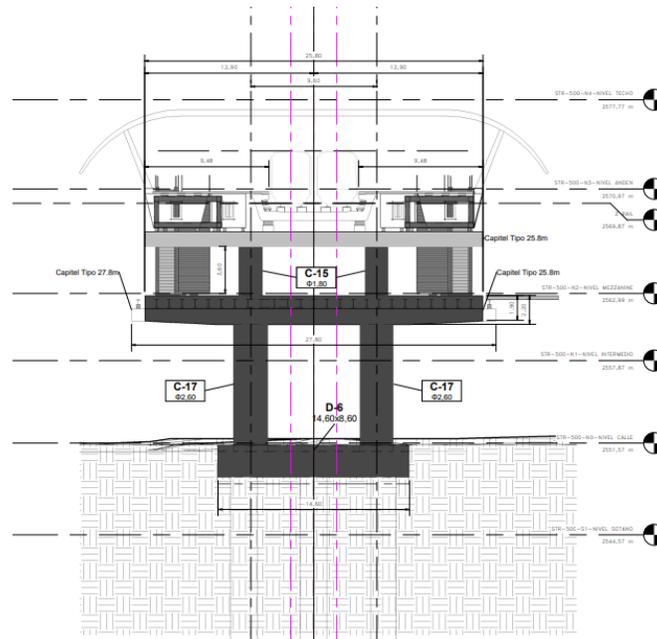


Ilustración 34 - Sección transversal Estación 17

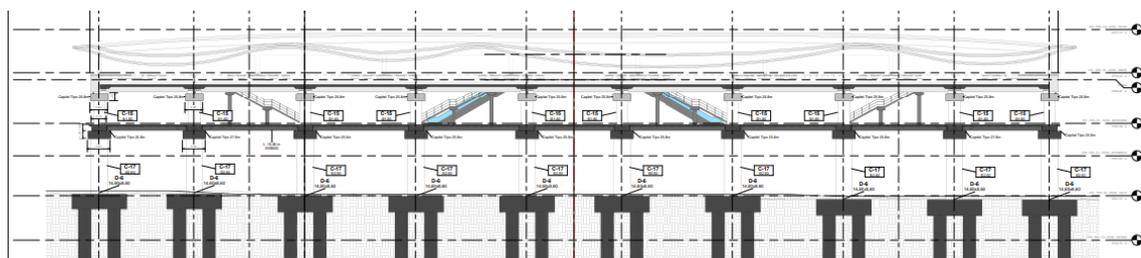


Ilustración 35 - Sección longitudinal Estación 17

4.4 DEFINICIÓN BÁSICA DE LA REPOSICIÓN DE LAS VÍAS AFECTADAS POR LA PLMB

De acuerdo con lo definido en el numeral 2.2 Alcance del informe de Diseño Geométrico Vial, 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:

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

Tabla 11 - Sectores viales a diseñar

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.

4.4.1. 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.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

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 13.

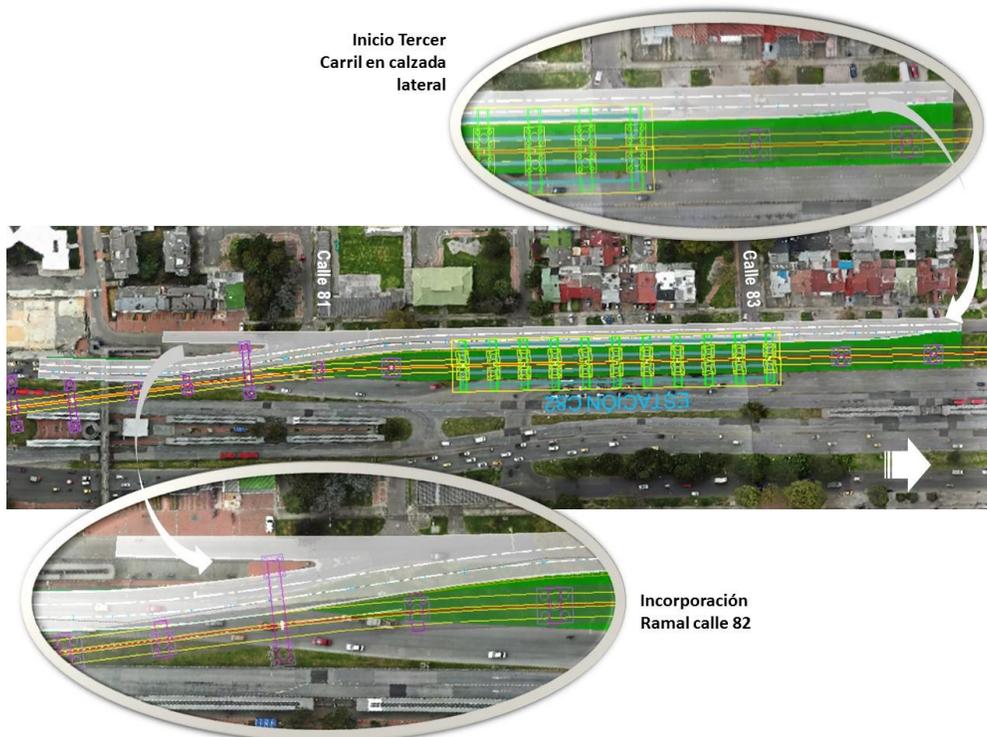


Ilustración 36 - Diseño Ramal Calle 82

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 18) 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 19 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 fechas 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.

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

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

Ilustración 37 - Zona libre adicional entre conexión ramal existente y ramal propuesto

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA 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

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

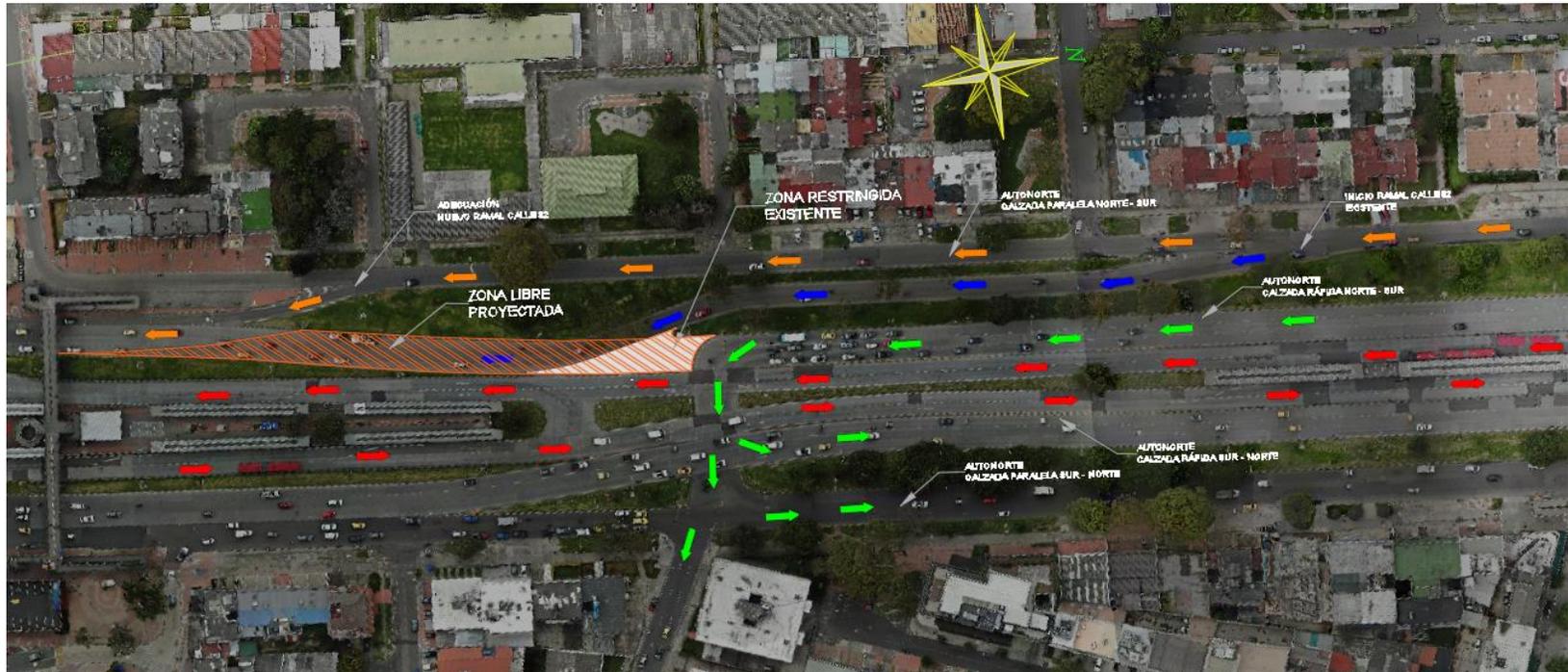


Ilustración 38 - Condición actual y proyectada en zona libre o restringida al tránsito

4.4.2. 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 20.

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 14.

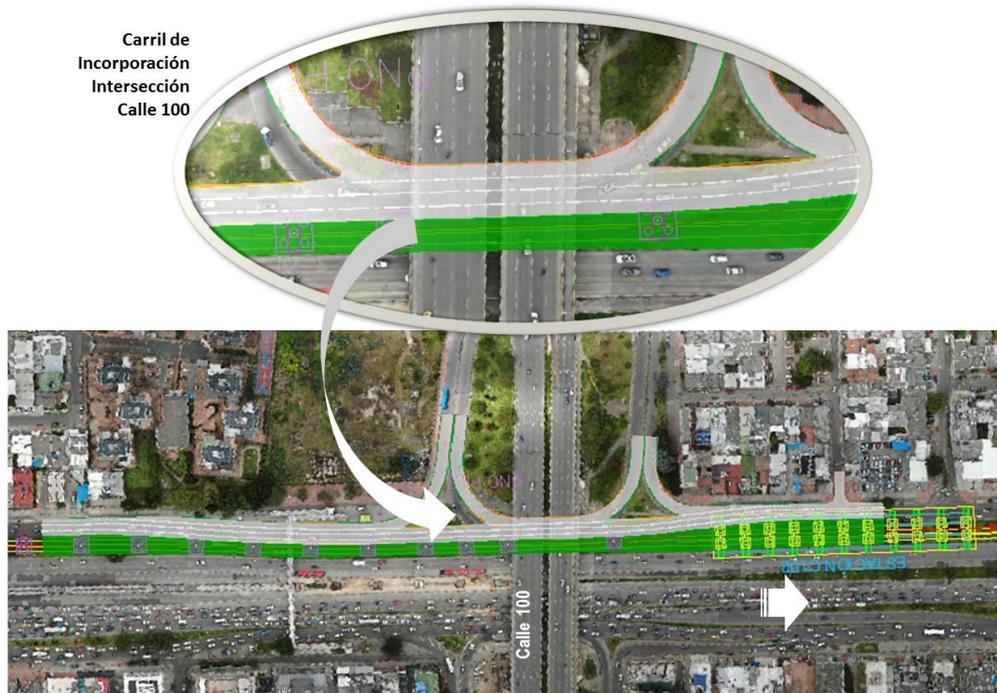


Ilustración 39 - Diseño propuesto Calle 100

4.4.3. 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.



Ilustración 40 - Diseño propuesto conectante Calle 108

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

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.

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

4.5 DISTANCIAS DEL EJE A EDIFICACIONES Y OTROS FACTORES LIMITANTES

En lo relativo a este tema debe consultarse en el ET6 - Estaciones y ET6 - Estructuras donde se encuentran las definiciones precisas y exhaustivas sobre la materia. No obstante, a título ilustrativo para un mejor entendimiento del conjunto en este informe, se proporcionan 2 secciones tipo, una de estación y una de viaducto, además, las distancias fueran añadidas en el plano longitudinal y en las secciones tipo, anexadas en el presente informe y presentadas en el capítulo 3. Se aclara que, ante divergencias en los valores indicados, valen las definiciones elaboradas en el marco de los respectivos ETs.

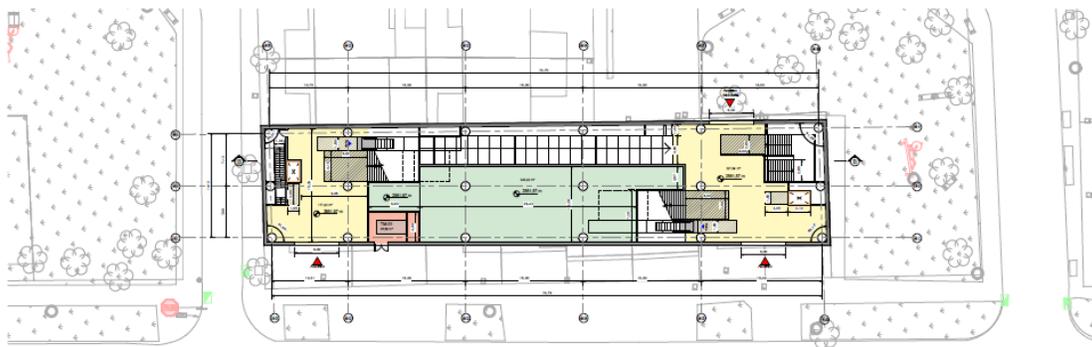


Ilustración 41 - Estación 17 y su entorno

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 galibo 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
- El eje cruza sobre el viaducto de la Avenida Calle 100, manteniendo siempre galibo 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.

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

Además, sigue un ejemplo con algunas distancias del eje a edificaciones del Tramo 1. Todas las distancias en planta se encuentran en el plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0001_R3: Planta y perfil geométrico de la estructura, en anexo.

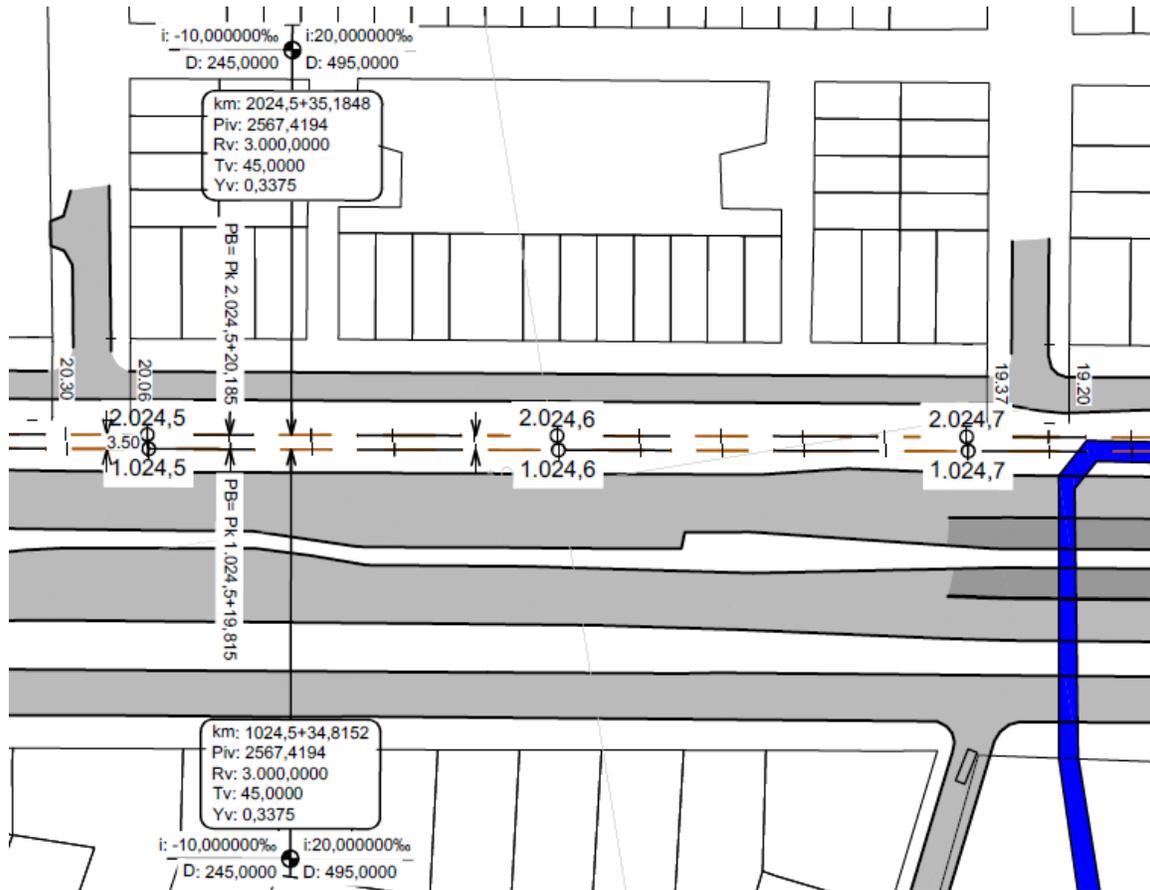


Ilustración 42 - Distancias del eje en el Tramo 1 de la EPLMB

4.6 SITUACIÓN DE ESTACIONES

En lo relativo a este tema debe consultarse en el ET6 - Estaciones donde se encuentran las definiciones precisas y exhaustivas sobre la materia. No obstante, a título ilustrativo para un mejor entendimiento del conjunto en este informe, se proporcionan 2 secciones tipo, una de Estación 17 Descentralizada y una Estación 18 Mezanine. Se aclara que, ante divergencias en los valores indicados, valen las definiciones elaboradas en el marco de los respectivo ET. Se añadirá planos de la Estación 17.

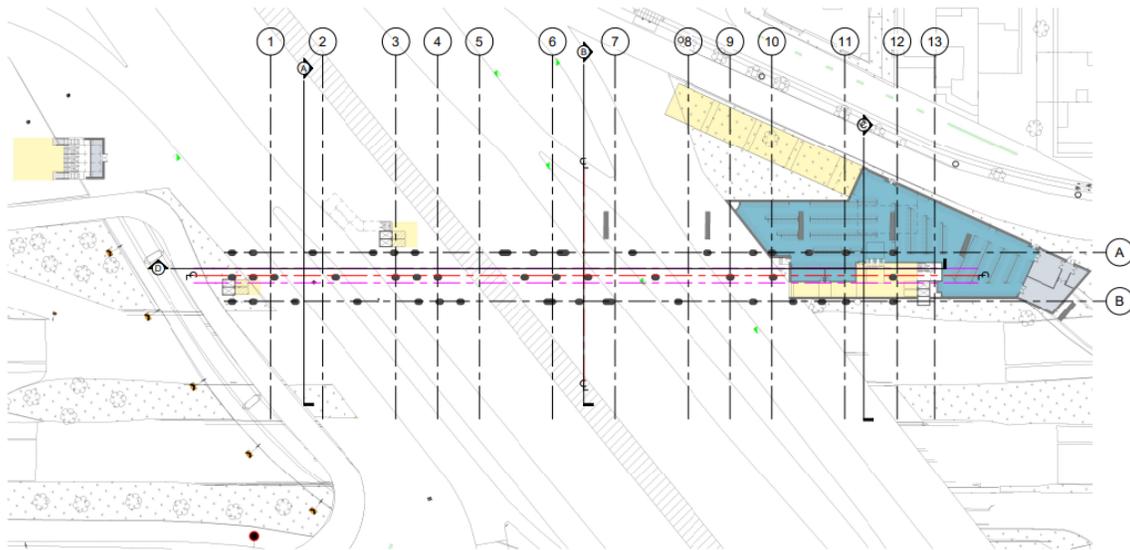


Ilustración 43- Estación 18 Nivel Calle

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

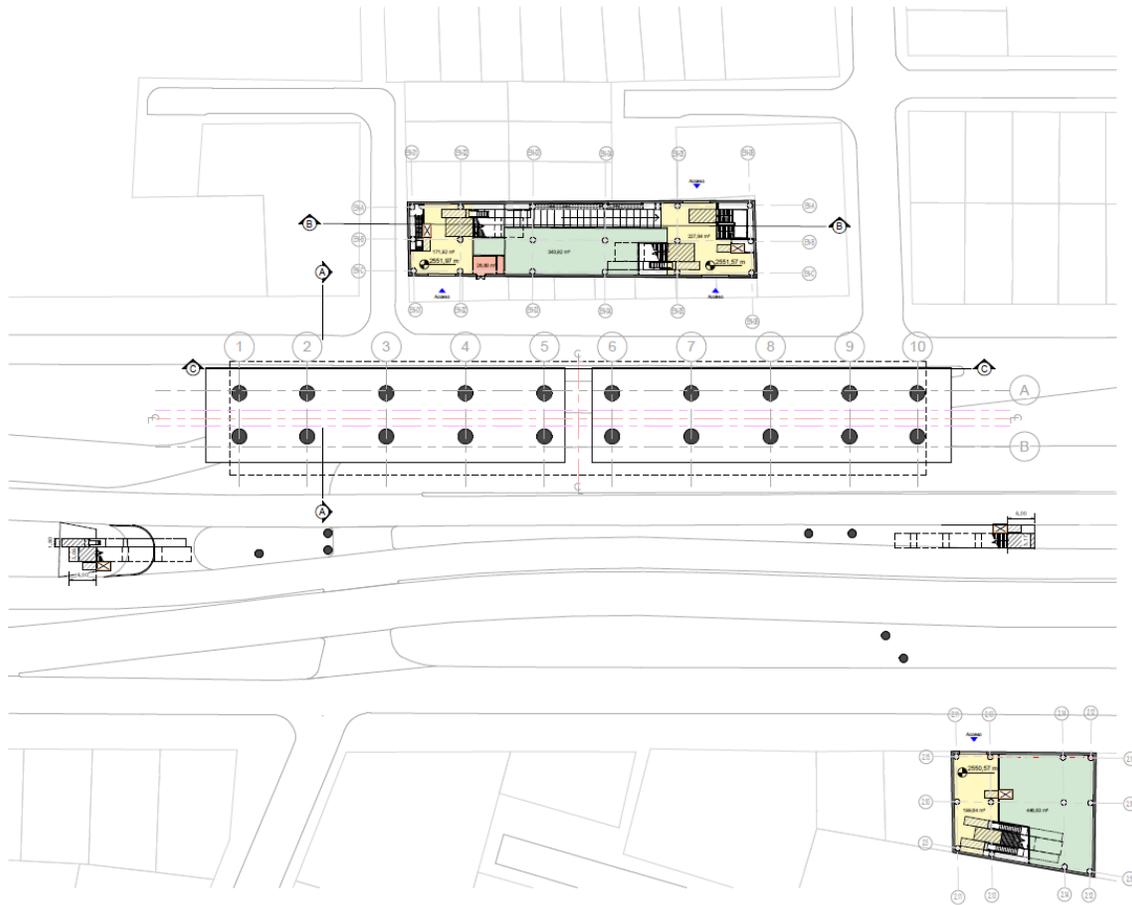


Ilustración 44 - Estación 17 Nivel Calle

4.7 LÍNEA RESERVA

En lo relativo a este tema debe considerarse que toda vez que el trazado se desarrolla absolutamente por espacio público no corresponde establecer una línea de reserva. En tal sentido, la línea de reserva del trazado no existe o es nula.

Por el contrario, algunas de las estaciones o sus accesos tienen impacto de donde resulta una afectación predial. En tal sentido, se invita a consultar los ET6 - Estaciones y ET7 - Predial para mayores precisiones.

Toda vez que a este proyecto no le cabe establecer una línea de reserva por trazado, no hay adquisiciones prediales a gestionar.

Por su parte, para los predios de las estaciones remitirse ET6 - Estaciones y ET7 - Predial.

4.8 ANÁLISIS DE LA POSIBLE CONEXIÓN CON OTRAS LÍNEAS FUTURAS Y CON LAS COCHERAS Y TALLERES NECESARIOS PARA ESTA LÍNEA

Esta línea es una Extensión de la PLMB tramo 1 y se conecta con ella en la zona del monumento a los Héroes.

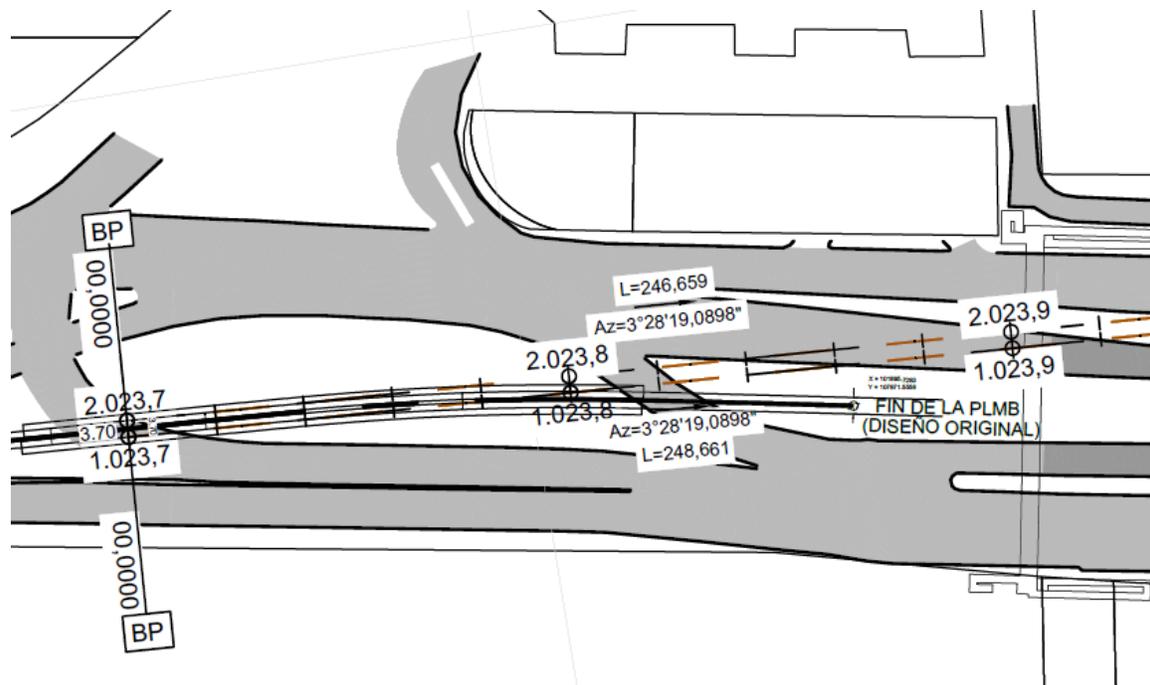


Ilustración 45 - Fin de la PLMB

El análisis del vínculo de la EPLMB con los demás sistemas de transporte masivo y se da principalmente con la L2MB y concluye en un bajo grado de interoperabilidad entre ambas líneas (dado la ausencia de conexión física de las dos líneas y la pretensión de tener a dos concesionarios posiblemente distintos).

La EPLMB se inscribe en los objetivos de desarrollo de la política de movilidad sostenible de la ciudad que prevé a largo plazo la realización de varias líneas de metro para atender las necesidades actuales y futuras en términos de movilidad. En este sentido, se consideró esta visión a largo plazo en el momento de definir o más bien ajustar el trazado de la EPLMB, al no dejar esta infraestructura como un proyecto aislado sino considerando que se trata de un eslabón de la futura red de transporte masivo de Bogotá.

ENTREGABLE 4 – DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO
EPLMB-EMB-E4-DGF-0001_R0

Las reflexiones asociadas al componente de diseño geométrico del sistema metro permitieron entonces la definición de medidas cautelares para poder proporcionar, en el norte, una eventual prolongación de la línea más allá del ciclopuente de la Alameda. En tal sentido se ha verificado que desde la posición final de la EPLMB se puede extender la línea sin conflictos con dicho ciclopuente y con posibilidad de atravesar superiormente el puente de la calle 116 con pendientes similares a las empleadas previamente.

No está prevista ninguna otra acometida a desde otras líneas en el tramo de la extensión.

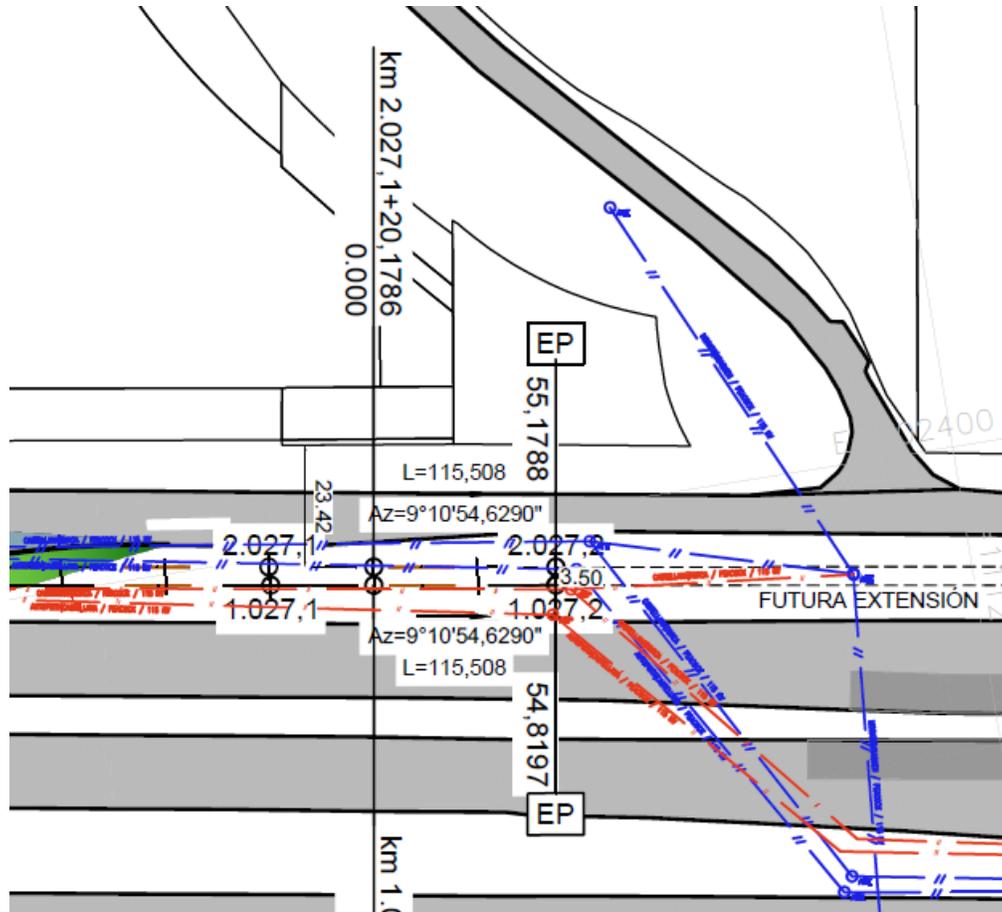


Ilustración 46 - Fin de la EPLMB e Inicio de una futura extensión

Sin embargo, se tiene que precisar que el patio-taller de la EPLMB no permitirá que se aparken muchos trenes adicionales para atender la demanda asociada con estas posibles extensiones. En este sentido, y dependiendo de la ambición de la futura extensión, es probable que se deba volver a diseñar el patio-taller para aumentar su capacidad de estacionamiento y para las actividades de mantenimiento o encontrar un espacio adicional para la realización de un segundo patio-taller o definir una solución alternativa de mantenimiento y de estacionamiento de los trenes.

5. NORMATIVA APLICABLE

El diseño geométrico del trazado de la línea se lleva a cabo conforme a la normativa (normas, códigos y/o reglamentos) europea e internacional siguiente:

TIPO	REFERENCIA	TÍTULO	ALCANCE
Código	UIC 703 R	Características de trazado de vías recorridas por trenes de pasajeros rápidos	Especificación de vía
Norma	EN 13803-1	Aplicaciones ferroviarias. Vía. Parámetros de proyecto del trazado de la vía. Anchos de vía de 1 435 mm y mayores. Parte 1: Plena vía	Especificación de vía
Norma	EN 13803-2	Aplicaciones ferroviarias. Vía. Parámetros de proyecto del trazado de la vía. Anchos de vía de 1 435 mm y mayores. Parte 2: Aparatos de vía y situaciones comparables de proyecto del trazado con variaciones bruscas de curvatura	Especificación de vía
Manual	-	Manual de Normatividad Férrea del Ministerio de Transporte (2013) o vigente. Parte 2.2: Parámetros y tolerancias geométricas en vía	Manual

Tabla 12 - Listado de Normas

Estas normas se completan con ciertas adaptaciones específicas para un trazado de Metro (inserción urbana, distancia reducida entre estaciones, etc.), lo que permite utilizar valores límites de ciertos parámetros, como la variación de la rampa del peralte, con el fin de optimizar la operación de la línea, en particular en las curvas de radio reducido que limiten la velocidad.

6. CONCLUSION

El diseño geométrico férreo estudiado es el más conveniente respecto a la conjugación de la suma de componentes, criterios y métricas considerado durante la etapa de definición del trazado de la EPLMB.

Lo anterior se justifica puesto que el trazado, pasando por el separador occidental, presenta las siguientes ventajas:

- Limita las afectaciones a las otras infraestructuras de transporte como: el TransMilenio, la Autopista Norte y el Regiotram.
- Usa un área disponible (el separador occidental) sin necesidad de demolición mayor de infraestructuras existentes: solamente se debe prever la reubicación de las redes afectadas.
- Permite contar con 3 estaciones:
 - o Estación N°17 en calle 82 → Ofrece interconexión con TransMilenio B (estaciones Héroes y Calle 85).
 - o Estación N18 en el “nodo calle 92” → Cabe precisar que para esta alternativa, el cruce de dicho nodo se realiza por el occidente. Adicionalmente, ofrece interconexión con TransMilenio B (estación Virrey) y futura estación Calle 92 del Regiotram.
 - o Estación N°19 al norte de la calle 100 → Ofrece interconexión con TransMilenio B (estación Calle 106).

Además, cabe señalar que contar con 3 estaciones es una alternativa que involucra un mayor CAPEX (debido a la cantidad final de materiales y a más trenes necesarios para dar el servicio proveniente de un tiempo de vuelta redonda mayor) y un mayor OPEX. Lo anterior significa que los aportes de cobertura territorial del trazado actual, su integración regional, como también de reducción del tiempo de viaje, logran equiparar y superar sus desventajas.

El diseño geométrico está incluido y considerado en el entregable BIM del proyecto.

7. ANEXOS

Anexo 1 - Plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0001_R0: Planta y perfil geométrico de la estructura

Anexo 2 - Plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0002_R0: Secciones típicas

Anexo 3 - Plano EPLMB-EML-PL-DGF-00-0003_R0: Esquema de vías y situaciones de los aparatos de vía

Anexo 4 - ETPLMB-ET16-L01-ETE-J-0001: Especificación funcional y técnica - Material Rodante

Anexo 5 - EPLMB-ELM-PL-EED-40-0001_RC: Planos funcionales de la Estación 17