

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

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

TABLA DE CONTENIDO

2.2.22.1 NORMATIVIDAD APLICABLE
22.2.22.3 ASPECTOS RELEVANTES ASOCIADOS A LA PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ
52.2.22.4 BENCHMARK (EXPERIENCIAS INTERNACIONALES)
52.2.22.5 CONCLUSIONES

6

2.2.19 SUPERESTRUCTURA DE LA VÍA FÉRREA

Disciplina:	Superestructura de la Vía Férrea
-------------	----------------------------------

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

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

Entregable de referencia:

Entregable 9 / ET22- Superestructura de vía

2.2.22.1 NORMATIVIDAD APLICABLE

Las normativas aplicables al componente Superestructura de vía debe tomar como referencia la experiencia internacional. Cómo se indica en el ET22, en el caso de aplicación de normas EN y UIC, el orden de prevalencia de las normas para el diseño será el siguiente: primero normas EN, y después las internacionales IEC, UIC e ISO. En caso de que estas normas no se apliquen, las aplicables serán las normas BS, DIN y NF. Además, se debe respetar el conjunto de reglamentaciones colombianas.

Algunas normas particulares para considerar son:

- EN 13674 - Aplicaciones ferroviarias. Vía – Rieles
- UIC 721 R - Recomendaciones para el empleo de diferentes tipos de aceros para rieles
- EN 13232 - Aplicaciones ferroviarias. Vía – Aparatos de vía
- Manual de Normativa Férrea – Parte I y II – Ministerio de Transporte (2013)

2.2.22.2 REVISIÓN DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ

Se revisan los entregables que contienen información relacionada con las Superestructura de la Vía Férrea de la línea 2 del metro de Bogotá

2.2.22.2.1 Análisis de Nodo de Terminación y Definición del Proyecto con Base en Restricción Presupuestal

Entregable de referencia:	Producto 4 – Estudios y diseños de prefactibilidad / Entregable 6 – Geometría de vía permanente y estructuras metro ferroviarias
Actividades desarrolladas en el marco del estudio de prefactibilidad:	Se presentó de forma conceptual algunas características de la vía, como tipos de estructuras de vías, drenaje, interfaz con material rodante, instalación, obras y mantenimiento, así como las normativas Se compara de forma cualitativa las vías en balasto y vía en concreto.
Conclusiones del estudio de prefactibilidad:	Se recomienda vía sobre losa en hormigón para los tramos en túnel y trinchera. Tramo elevado se plantea vía sobre losa de hormigón. Para patio y taller se plantea vía sobre balasto.

Ítem	Aspectos relevantes	¿Cómo atenderlos en el marco de la asesoría técnica?
Capítulo 11 Sección transversal típica (P 106) - ítems 11.2 a 11.5	Sección transversal típica.	Se debe presentar memoria de cálculo para justificar la definición de las capas de superestructura indicadas en el plano para los tramos de vía en placa y balasto. Las secciones típicas también deben garantizar el espacio físico para la implementación de conductos del sistema, elementos de drenaje y pasos de emergencia para peatones.
Capítulo 11 Drenaje (P 108) - ítem 11.7	Drenaje en la vía en placa.	No se recomienda una pendiente transversal de 1% en las vías de losa, ya que en la tangente los carriles están al mismo nivel y en las curvas debe haber una diferencia en la altura de los carriles de peralte. Esto también dificulta nivelar la instalación del tercer riel con la losa inclinada en un 1%.
Capítulo 11 Sección transversal típica (P 109) - ítem 11.14	La implantación de hombros de balasto para las curvas de radio hasta 500m.	Para las vías de balasto, se recomienda un valor de hombros de balasto constante de 30 cm a lo largo de todo el trazado, independientemente del valor del radio.
Capítulo 11 Gálibo dinámico (P 109) - ítems 11.15 e 11.16	Gálibo dinámico.	Para todas las tangentes y curvas, el gálibo dinámico debe calcularse teniendo en cuenta la velocidad de diseño, el radio y los valores de peralte. A partir del gálibo dinámico, se define el espacio libre para la implementación de obstáculos físicos a lo largo del trazado.
Capítulo 11 Gálibo dinámico (P 109) - ítem 11.16	Gálibo dinámico.	Se entiende que en todas las estaciones las vías se colocarán sobre una vía de losa de hormigón, lo que asegura una mayor precisión en el gálibo dinámico.
Capítulo 11 Espesor total de la vía desde la superficie de rodadura hasta el subsuelo (P 111) - ítems 11.28 e 11.29	Sección transversal típica.	Se debe presentar memoria de cálculo para justificar la definición de las capas de superestructura e infraestructura indicadas en el plano para los tramos de vía en placa y balasto.
Capítulo 11 General	El documento no menciona los tipos y aberturas de las cambiavías que se instalarán a lo largo de la vía, así como la velocidad de operación.	Se recomienda que en el proyecto se definan los tipos y aberturas de las cambiavías que se instalarán a lo largo de la vía, en función de la velocidad de operación.

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

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

Capítulo 11 General	Falta presentar los criterios de diseño geométrico para el asentamiento de las cambiavías.	El diseño geométrico debe tener en cuenta, en la alineación horizontal y vertical, el espacio físico para la implantación de cambiavías, para que no se posicione en curvas horizontales y verticales y también en pendientes de hasta 1% de inclinación longitudinal.
Capítulo 11 General	En las estructuras de trincheras y túneles, no se mencionaron los espacios físicos con los nichos necesarios para la implementación de las máquinas de llaves de las cambiavías.	Se recomienda que se presente un detalle en las secciones transversales con los espacios físicos de los nichos necesarios para la implantación de las máquinas de llaves de las cambiavías.
Interfaces:		
CAPEX y OPEX	La forma como los costos con superestructura de vía son presentados en el estudio de Prefactibilidad, no permiten desglosar para saber que incluye en cada ítem, pero, en términos de costos globales, tenemos entorno de 3,7 millones de dólares por km, muy parecidos con costos de algunas líneas del Metro de São Paulo. En contrapartida, esos costos parecen bajos comparados a los costos de la L2 del Metro de Panamá que son de aproximadamente 6,9 millones de dólares por km.	

2.2.22.3 ASPECTOS RELEVANTES ASOCIADOS A LA PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ

El componente de Superestructura de la Vía Férrea de la PLMB fue desarrollado en los Informes:

- Criterios y parámetros de concepción de las vías férreas
- Descripción dos principales componentes de vías
- Criterios de instalación
- Estudios diseño detallado
- Formación del operador y mantenimiento

En los informes de las superestructura de la PLMB, se hace referencia a las normativas internacionales como Norma Europea (EN), de la Unión Internacional de los Ferrocarriles (UIC) y Norma Francés (NF F), en las cuales se destacan:

- EN 13674: Aplicaciones ferroviarias. Vía – Rieles
- EN 13146: Aplicaciones ferroviarias. Vía - métodos de ensayo para los sistemas de fijación
- EN 13232 Aplicaciones ferroviarias. Vía - Aparatos de vía
- EN 15461: Aplicaciones ferroviarias - Emisión sonora - Caracterización de las propiedades dinámicas de secciones de vía para la medición del ruido al pasar
- LRFD CCP 14: Norma Colombiana de Diseño de Puentes - Concreto

Conclusiones:

Se considera que las normativas aplicadas en la PLMB son recomendables para la L2MB

2.2.22.4 BENCHMARK (EXPERIENCIAS INTERNACIONALES)

El presente capítulo tiene como objetivo de reunir y analizar proyectos de Superestructura de la Vía Férrea “similares” al Proyecto de Línea 2 del Metro de Bogotá.

Las líneas y/o proyectos estudiados son:

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

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

	Panamá L2A (ancho 1435 mm)	Línea 4 Metrô São Paulo (ancho 1435 mm)	Línea 5 Metrô São Paulo (ancho 1435 mm)	Línea 6 Metrô São Paulo (ancho 1435 mm)
tipo de vía	doble vías con catenaria – andenes laterales	doble vías con catenaria (perfil) – andenes laterales	doble vías con catenaria (perfil) – andenes laterales	doble vías con catenaria (cable) – andenes laterales
Estructura de vía	hormigón	Hormigón con capa de elastómero	Hormigón con capa de elastómero	Hormigón con capa de elastómero
soporte	Losa de hormigón	Losa de hormigón	Losa de hormigón	Losa de hormigón
Normativas	AREMA – <i>American Railway Engineering and Maintenance of Way Association</i> y “UIC – <i>Union International des Chemins de Fer</i> ”	“UIC – <i>Union International des Chemins de Fer</i> ”	“UIC – <i>Union International des Chemins de Fer</i> ”	“UIC – <i>Union International des Chemins de Fer</i> ”

Recomendaciones en base al benchmarking internacional

Los proyectos estudiados utilizan doble vía con soporte en losa de hormigón.

2.2.22.5 CONCLUSIONES

El estudio de prefactibilidad presentó de forma conceptual algunas características de la vía, como tipos de estructuras de vías, drenaje, interfaz con material rodante, instalación, obras y mantenimiento, así como las normativas, pero no presentó diseño específico para L2MB, tampoco se presentó memoria de cálculo para justificar la definición de superestructura de vías. Por ejemplo, con el objetivo de optimizar los servicios de mantenimiento y uso de repuestos, es recomendable que las características de la superestructura de vía de la Línea 2 sean similares a las de la Línea 1.

En el marco de esta asesoría se proveerá una memoria de cálculo para justificar la definición de las capas de superestructura e infraestructura para los tramos de vía en placa y lastre. El tramo de las vías asentado sobre losas, debe tener una inclinación transversal del 0% en tangente y en las curvas con inclinación transversal igual al peralte. Para todas las tangentes y curvas, el gálibo dinámico debe calcularse teniendo en cuenta la velocidad de diseño, el radio y los valores de peralte. En el estudio de Factibilidad hay poca claridad con respecto a los elementos que componen el CAPEX, que pueden estar encubriendo una estimación un poco baja de las superestructuras de vías.

Se deberá también precisar el gálibo peatonal para las distintas secciones de la línea (túnel, viaducto y zona de transición).

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

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

NB: no se presenta en el documento correspondiente un análisis detallado de los documentos técnicos elaborados para contratar la concesión de la PLMB (apéndices técnicos, preguntas y respuestas) pero se afirma que se tomarán en cuenta estos documentos para la definición y redacción de las especificaciones técnicas relacionadas con la ET correspondiente