



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

**DISEÑO CONCEPTUAL DE LA RED DE TRANSPORTE MASIVO
METRO Y DISEÑO OPERACIONAL, DIMENSIONAMIENTO LEGAL Y
FINANCIERO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO EN EL MARCO DEL
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PUBLICO-SITP- PARA LA
CIUDAD DE BOGOTÁ**

NOTA TÉCNICA

Descripción PLM

Tramo San Victorino – Calle 170

MB-GC-NT-0037

Rev.1. Junio de 2010





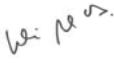
TITULO DEL DOCUMENTO: Descripción PLM – Tramo San Victorino – Calle 170

DOCUMENTO N°: MB-GC-NT-0037

Fichero: MB-GC-NT037 - Descripción PLM - Tramo San Vitorino - 170

Revisión:

Rev.1. Fecha revisión: Junio de 2010

	Nombre	Firma	Fecha
Elaborado por	Susana Domingo		Junio de 2010
	Jorge Alcalde		
	Juan David Gómez		
	Marta Navarro		
	Juli Barceló		
Verificado por	Luis M. San Martin		Junio de 2010
Aprobado por	Esteban Rodríguez		Junio de 2010



REGISTRO DE CAMBIOS

REV.	FECHA	SECCIÓN / PÁRRAFO AFECTADO	INICIO DEL DOCUMENTO/ RAZONES DEL CAMBIO
0	02-06-2010	TODOS	DOCUMENTO INICIAL
1	22-06-2010	INTRODUCCION	

ÍNDICE

0	INTRODUCCIÓN	6
1	DESCRIPCIÓN DE LA PLM EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA ESTACION SAN VICTORINO Y LA CALLE 170.....	8
1.1	Características del trazado.....	15
1.2	Arquitectura de estaciones.....	16
1.3	Patios y talleres.....	23
2	ESQUEMA DE VIAS	25
3	ANÁLISIS OPERACIONAL.....	26
3.1	Variables operacionales.....	26
3.1.1	Intervalo de paso del metro.....	26
3.1.2	Velocidad comercial.....	26
3.2	Oferta del tramo San Vitorino – Calle 170.....	26
3.2.1	Tiempo de recorrido medio.....	27
3.2.2	Tiempo de maniobras en terminales.....	27
3.3	Flota del material rodante.....	28
3.4	Personal de operación.....	31
3.5	Costes operacionales.....	37
4	PRESUPUESTO.....	41
4.1	Estudios y diseños.....	43
4.2	Infraestructura.....	43
4.2.1	Construcción de línea.....	43
4.2.2	Construcción de pasos a desnivel.....	44
4.2.3	Reposición de redes.....	45
4.3	Superestructura.....	45
4.4	Edificaciones.....	46



4.5	Electrificación.....	48
4.6	Costos de adquisición de equipos y material rodante.....	50
4.7	Costos de adquisición de equipos de comunicaciones y señalización	51
4.7.1	Sistemas de comunicaciones	51
4.7.2	Sistemas de señalización	52
4.7.3	PCC	52

0 INTRODUCCIÓN

La Red de Corredores para el Transporte Público Masivo –establecida para el año horizonte 2038- integra los diferentes modos que se desarrollen dentro del SITP: El Transmilenio, el Metro, el Tren de Cercanías e incluso algunos que puedan desarrollarse en el futuro, como por ejemplo el tranvía. Como se ha definido anteriormente, para el establecimiento de esta Red, se han considerado diferentes variables que se han proyectado en el tiempo, como por ejemplo, el asentamiento poblacional, el de la localización del empleo, los modelos de desarrollo urbano, la demanda de viajes y las tecnologías capaces de satisfacerla, etc.

Teniendo esta Red como base, se desarrollarán los diferentes modos, a través de las diferentes líneas que se establezcan, ya que esta Red no supone la adopción de ciertas líneas, pues estas se pueden componer con diferentes segmentos de ella.

Como es natural y racional, la Red se adapta a la ciudad existente y proyectada, incluso, contribuirá a su desarrollo e influirá en su morfología futura. Tal como se ha afirmado anteriormente, para determinar la Red se parte de la concepción del sistema de movilidad como elemento articulador del desarrollo urbanístico y económico de la región, por lo que es determinante que la propuesta de Metro que se desarrolle quede inserta en los lineamientos que define el Plan Maestro de Movilidad (PMM) y que se articule coherentemente con el Plan de Ordenamiento de Territorio (POT). El SITP, y por lo tanto el Metro, se consideran parte del sistema de movilidad, y por ello, como una herramienta necesaria para alcanzar los niveles de equilibrio y crecimiento urbano esperados. En este sentido, su relación con los otros sectores, sistemas y estructuras del POT debe ser tal, que la propuesta de PLM que se desarrolle, debe colaborar en la consolidación de la actual estructura urbana y optimizar el uso y aprovechamiento del territorio.

Para ello, se establecen los siguientes objetivos:

- Establecer la coherencia con los instrumentos de planificación urbana
- Impactar y coadyuvar positivamente sobre la funcionalidad urbana
- Favorecer las oportunidades que da el planeamiento con nuevos desarrollos
- Aprovechar los espacios urbanos existentes apropiados, como las vías ferroviarias de la ciudad

En este último apartado, cabe hacer una mención especial a la vía ferroviaria que se desplaza hacia el Norte, una vez que ha cruzado la ciudad, creando el canal urbano de la carrera 9a, y que forma parte de la Red propuesta. Este canal, está actualmente utilizado por una vía férrea de ancho yárdico, sin infraestructura de suministro energético, por lo que las unidades que circulan tienen motorización diesel,

e incluso de vapor, como lo hace el Tren Turístico de la Sabana. Esta vía férrea se ve flanqueada a ambos lados por calzadas de doble carril que en la actualidad está siendo renovada y ampliada hasta la calle 170.

Este trazado es una buena oportunidad para que sea incluido en la red de Metro, ya que atendería la franja de suelo urbano que se desarrolla entre la cordillera del Oriente y la autopista del Norte, zona ampliamente crecida en los últimos años, y con tendencia a que este desarrollo se consolide y aumente, según las previsiones del POT.

Cualquier línea de Metro que se prolongue por el Norte, ya sea la verde o la roja en su extensión natural, tendrá que resolver su conexión con el Tren de Cercanías. Existen dos tipologías posibles de utilizar, dependiendo de la adopción o no de un sistema férreo unificado para Metro y Tren. Lo más probable, no obstante, sería determinar una estación de intercambio, que fuera final de trayecto para ambos sistemas. En la medida en que la ciudad creciera hacia el Norte y requiriera la prolongación del Metro, el nuevo intercambio se realizaría en la nueva estación, a costa del “retroceso” del Tren.

Como resultado de los estudios elaborados a lo largo de las etapas 1, 2 y 3 del DISEÑO CONCEPTUAL DE LA RED DE TRANSPORTE MASIVO METRO Y DISEÑO OPERACIONAL, DIMENSIONAMIENTO LEGAL Y FINANCIERO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PUBLICO-SITP- PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ, se llegó a la definición de la PLM comprendida entre el Portal de las Américas y la calle 127. Con posterioridad a este estudio y teniendo en cuenta la reflexión anterior, se ha considerado conveniente prolongar esta línea hasta la calle 170 y establecer una primera fase operativa que comprende el tramo entre la estación de San Victorino y la calle 170.

Esta nota técnica tiene por objeto la descripción de la Primera Línea del Metro de Bogotá en el tramo comprendido entre la estación de San Victorino y la calle 170. Incluye también el presupuesto estimado para este tramo de línea.

El trazado de la PLM se inicia en la zona de la actual Estación de la Sabana para después discurrir bajo la Carrera 19. En la zona de la actual estación de la Sabana se prevé la construcción del cajón que albergará la futura estación (a construir en una segunda fase) y que en esta primera fase albergará los trenes necesarios para iniciar el servicio al inicio de la jornada.

Después de la estación de la Sabana, comienza el túnel ejecutado con tuneladora, hasta algo después de la calle 100. Hasta esa zona las estaciones se construyen ente pantallas.

Desde la estación de La Sabana hasta la calle 100 el trazado propuesto es subterráneo, en túnel, debido fundamentalmente a la trama urbana existente, a las características geológicas de la zona que así lo aconsejan, al gran número de redes enterradas y al alto grado de tránsito vehicular en la zona. Únicamente las estaciones deberán ejecutarse a cielo abierto puesto que se recomienda que estas sean lo más superficiales posibles para facilitar el acceso a los usuarios del sistema.

El trazado continúa bajo la Carrera 19 para después girar a la izquierda, pasa bajo la Calle 10 y vuelve a girar a la izquierda con un radio de 200 m, hasta discurrir bajo la Carrera 13. El tramo correspondiente a este último radio se realiza en falso túnel. En el cruce de la Carrera 13 con la Avenida de Colón (Calle 13) se sitúa la estación “San Victorino”. En esta estación se prevé un intercambio con tres (3) rutas de TransMilenio: La Caracas, la calle 13 y la carrera 10ª (en construcción).

La línea continúa por la Carrera 13 en túnel, con la estación “Ac. 19 Av Lima”, situada en el cruce con la Avenida Ciudad de Lima (Calle 19). En el cruce con la Avenida El Dorado (Calle 26), se sitúa la estación “La Rebeca”. En esta estación se realizará un intercambio con la ruta de TransMilenio de la Av. Caracas a través de la Estación Central y con la ruta de la carrera 10ª.

La línea continúa siguiendo las curvas del trazado de la Carrera 13, hasta llegar a la zona recta de la calle. En esta recta se sitúan varias estaciones: “AC 34 Parque Nacional”, “AC 42 Gran Colombia”, “Marly” y “Santo Tomás”.



La línea gira a la derecha, pasando debajo de edificios, para seguir bajo la Carrera 11 en las inmediaciones de la Iglesia de Lourdes. Donde se sitúa la estación “Plaza de Lourdes”.

El trazado continúa bajo la Carrera 11 hasta llegar a la Calle 100. En esta zona se disponen las siguiente estaciones: “Av 72 Chile”, la “Calle 85”, la “Parque 93” y la “Calle 100”.



Después del cruce con la Calle 100, la línea gira primero a la izquierda y luego a la derecha para aproximarse al corredor ferroviario del Norte, que discurre en esta zona por la Transversal 10. En esta zona el trazado comienza a ascender hasta llegar a una sección en falso túnel a partir.

Una vez alcanzado el corredor ferroviario del Norte el trazado discurre en trinchera hasta alcanzar la superficie un poco antes del cruce sobre el canal Molinos. En esa misma recta se sitúa la estación Usaquén en las proximidades del edificio actual de la estación.

Después de la estación Usaquén el trazado, siguiendo el corredor ferroviario, gira a la izquierda por la Avenida Novena. En esta zona se sitúa la estación de la “Calle 127”. Después de esta estación el trazado continúa en superficie hasta la calle 175.

Entre la calle 127 y la 175 existen 5 estaciones, todas ellas en superficie y con pasarelas peatonales de conexión entre ambos lados de la traza.

Justo después de cruzar la calle 134 se sitúa la estación “Contador”. En la calle 134 existe un canal por dicho motivo se descartó la posibilidad de rebajar el trazado e ir en trinchera. Por otro lado será necesario ejecutar un puente vehicular por encima de la traza y perpendicular a ella para seguir manteniendo esta vialidad. La estación se sitúa próxima al cruce de la novena y la 134 en una zona ajardinada que permite ubicar la estación con andén central o con dos andenes en función del diseño final y de la demanda prevista para esta estación.



La siguiente estación es la “Estación Belmira” poco antes del cruce de la carrera 9ª con la calle 147. Esta estación se ubica igual que la anterior próxima a una zona libre de edificación que permite colocar la estación con dos andenes laterales o con andén central, desviando la calzada de la 9ª.

Entre la estación Contador y la estación Belmira tenemos la calle 140. Esta calle, en la actualidad cruza perpendicular a las vías. Deberá analizarse la afectación al tráfico en este punto y proponer desvíos de tráfico acordes con las necesidades de la zona. Se trata de una calle muy estrecha y por consiguiente la construcción de un puente vehicular se prevé complicada.

El siguiente cruce vehicular importante se sitúa en la calle 147 – Avenida los Cedritos. Este vial dispone de dos carriles en cada sentido y una mediana central por lo que no se prevé mayor complicación para ejecutar un puente vehicular que permita mantener la conexión actual.

En la calle 153 existe un canal de grandes dimensiones que cruza la carrera 9ª. Esta calle es muy amplia y permite la ejecución de un puente vehicular para mantener la circulación actual. Al Norte de la calle 153 se están construyendo bloques de viviendas. Aún y así existe un lote libre de edificación en el que se sitúa la siguiente estación “Orquídeas”.

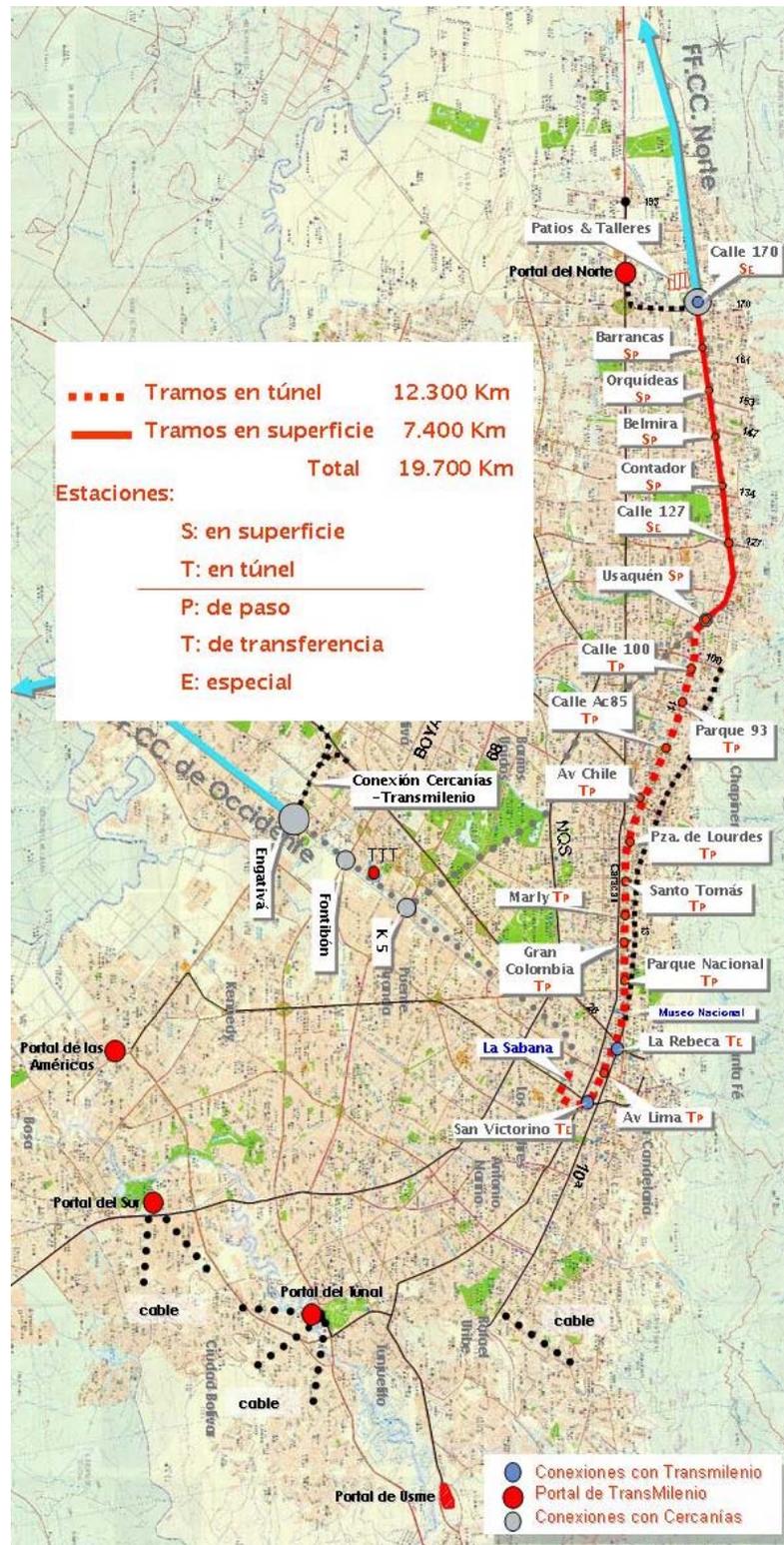
Desde la calle 158 hasta la calle 163 la carrera novena no existe debido a las invasiones de la traza. En estos momentos se están liberando estos lotes para ejecutar este tramo para darle continuidad hasta la calle 170.

En la Avenida 161 existe un canal y está prevista la ejecución de un puente vehicular.

A la altura de la calle 163 se prevé la siguiente estación “Barrancas”.

Una vez el trazado cruza la calle 170 se sitúa la estación terminal “Calle 170”. Este es un punto importante ya que existe una gran cantidad de líneas alimentadoras de la troncal del Norte de TransMilenio que pasan por esta calle. Como estación terminal y situada en un punto de conexión con el Portal del Norte y la línea del Ferrocarril del Norte se prevé que esta estación se una estación de intercambio donde existirá una zona de estacionamiento disuasorio que fomente el uso del transporte público, descongestionando el centro de la ciudad.

La estación terminal “Calle 170” se conecta con el complejo de patios y talleres necesario para la explotación y que se ubica en los terrenos disponible entre las calles 170 y 175.



Las características generales de la línea **desde La Sabana hasta la calle 175**, son las que siguen:

VÍA	LONGITUD (m)
Superficie	7.535
Semienterrado	205
Falso Túnel	880
Túnel	11.080
Total	19.700

1.1 Características del trazado

A continuación se indican los parámetros de trazado empleados en el encaje de la traza de la primera línea de metro de Bogotá.

Trazado en planta

Para el trazado en planta se han utilizado los siguientes parámetros:

- Ancho de vía 1.435 mm
- Velocidad de diseño del trazado 80 km/h
- Aceleración transversal no compensada máxima 0,65 m/s²
- Jerk máximo 0,4 m/s³
- Peralte máximo 140 mm
- Rampa de peralte máxima 2 mm/m
- Curva de transición Clotoide
- Radio mínimo normal (Velocidad limitada a 80 Km./h) 320 m
- Radio mínimo excepcional (Velocidad limitada a 50 km/h) 150 m
- Radio en estaciones ∞ (recta)
- Longitud de andenes 150 m
- Longitud mínima en recta para estación 180 m
- Longitud mínima en recta 20 m

Para el trazado en alzado se han utilizado los siguientes parámetros:

- | | |
|--|-----------------------|
| • Pendiente máxima | 40 ‰ |
| • Pendiente en estaciones | 0 ‰ |
| • Radio mínimo del acuerdo vertical (Kv) | 2.500 m |
| • Aceleración vertical máxima en acuerdos verticales | 0,20 m/s ² |

Los acuerdos verticales se han dispuesto coincidiendo con alineaciones rectas en planta.

Limitaciones de velocidad

Hay dos zonas en las que se emplean parámetros inferiores al mínimo norma, la primera en el entorno de la estación de la Sabana. En la salida de la estación de la Sabana hay un radio excepcional, de 200 m, en el Pk 15+150. La velocidad de paso por esta curva es de 70 Km/h. Esta limitación no afecta a la explotación del tramo San Victorino- Calle 170.

La segunda zona con parámetros excepcionales es la llegada a la Estación Plaza de Lourdes. En el Pk 21+000 hay un radio de 300 m con clotoides de 37 m de longitud, seguido de otro radio de 300 m con clotoides de 37 m de longitud. En estos radios la longitud de las clotoides limita la velocidad a 60 Km/h, para no exceder el jerk máximo de 2 m/s³

1.2 Arquitectura de estaciones

Tipología de Estación

Partiendo los datos del Producto 20 el proyecto conceptual hace una primera clasificación de las estaciones en función de la profundidad a la que se localizan los andenes en cada una de ellas. Las estaciones propuestas en este proyecto se agrupan varias tipologías según sean Subterráneas, o en Superficie y dentro de esta clasificación según la distribución, número y ubicación de los accesos y vestíbulos.

Número de estaciones PLM

ESTACIONES (cota andenes)	P	T	E	Total
Superficie	5	1	1	7
Semienterrada	-	-	-	-
Viaducto	-	-	-	-
Túnel	10	-	2	12
Total	15	1	2	19

Siendo:

P: Paso o simple, T: Transferencia o correspondencia, y E: Especial

En total la línea tiene 19 estaciones (De paso (P)=15, de Transferencia (T)=1 y Especiales (E)=3.

Las estaciones de paso o simples son aquellas que están a lo largo de la línea y que no tienen ningún tipo de conexión “directa” con otros modos de transporte masivo, las estaciones de transferencia son aquellas que contemplan conexiones peatonales con otras estaciones de TransMilenio o del tren de Cercanías, y las estaciones especiales son aquella de especial complejidad por existir una conexión directa con varios modos de transporte masivo y por incluir algún tipo de equipamiento anexo tales como centros comerciales, centros de negocios, equipamientos culturales, vivienda, etc.

Teniendo en cuenta la distribución interior de los vestíbulos de acceso de cada estación y su método constructivo se hace la siguiente clasificación en 6 tipologías:

- Subterráneas (entre pantallas):

Tipo A (dos vestíbulos en los extremos): 11

Tipo B (un vestíbulo centrado en la estación): 1

– En superficie:

Tipo F (uno/dos vestíbulos según disponibilidad de espacio): 7

El diseño establece programas de necesidades flexibles y modulares, que a lo largo de la vigencia de la concesión puedan crecer planeada y ordenadamente conforme se requiera.

Las estaciones contarán con espacios y circulaciones necesarios para su correcto funcionamiento, y se deberán considerar fundamentalmente tres zonas:

- Intercambio de medios (donde aplique) *“Áreas a través de las cuales los pasajeros cambian de modo de transporte”*.
- Servicio Metro *“Son las áreas que se requieren para proporcionar el servicio de transportación”*.
- Comercial y/o equipamientos (donde aplique) *“Área en la cual se pueden ubicar las explotaciones comerciales y otros equipamientos externos al sistema”*.

La distribución de las diferentes áreas en cada estación, obedecerá a la interrelación de las mismas y a la funcionalidad de los conjuntos, de tal forma que se logre una concepción armónica y estética en cada estación.

	Descripción	Espacio arquitectónico
I. Intercambio de medios	Áreas a través de las cuales los pasajeros cambian de modo de transporte.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paradero de autobuses, busetas y microbuses. 2. Servicios complementarios. 3. Pasarelas de conexión. 4. Parqueadero de bicicletas (en propiedad y en alquiler) 5. Urbanización exterior
II. Servicio Metro	Son las áreas que se requieren para proporcionar el servicio de transportación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceso. 2. Vestíbulos exteriores (zona no paga). 3. Teléfonos públicos. 4. Locales de servicio: <ol style="list-style-type: none"> a. Máquinas expendedoras. b. Oficina para el personal. c. Sanitario para empleados y público. d. Vigilancia. e. Primeros auxilios. 5. Validadoras (barrera control) 6. Vestíbulos interiores (zona paga) 7. Circulaciones. 8. Andenes. 9. Depósito para basura (limpieza de la estación). 10. Locales técnicos: <ol style="list-style-type: none"> a. Subestación eléctrica auxiliar. b. Subestación de Tracción (donde aplique) c. Local de señalización y control. d. Local de comunicaciones. e. Local de boletaje. f. Cuarto de máquinas y cisterna.
III. Comercial /Equipamiento	Área en la cual se pueden ubicar las explotaciones comerciales y otros equipamientos externos al sistema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Locales comerciales. 2. Oficinas. 3. Parqueaderos subterráneos y en superficie 4. Equipamientos lúdicos, culturales, etc.

El diseño definitivo de las estaciones se integrará de manera armónica con el entorno urbano de tal forma que propicie mejoras urbanas en la zona.

En el Producto 28 se ha considerado que en aquellas estaciones clasificadas como Especiales, por su complejidad e implicación en una importante renovación urbana del entorno donde se ubica dicha estación, si existirán espacios para locales comerciales y de oficinas.

La estación de Lourdes se ha considerado como estación de paso pero con la posibilidad de crear un acceso con una importante zona comercial bajo la plaza frente a la Iglesia de Lourdes. Se trata de una zona con una gran actividad comercial. Esta estación no se ha clasificado como especial ya que solo se engloban dentro de este grupo aquellas estaciones donde existe la posibilidad de construir edificios en superficie. Sin embargo, si se ve factible construir un parqueadero subterráneo en el hueco de la estación. Parqueadero conectado con el acceso a la estación y con la zona comercial propuesta bajo la plaza de Lourdes.

Número y clasificación de estaciones

ESTACIONES	Por Construcción	En la línea	TIPO
San Victorino	T	E	A
Ac 19 Avenida Lima	T	P	B
La Rebeca	T	E	A
Ac 34 Parque	T	P	A
Ac 42 Gran	T	P	A
Marly	T	P	A
Santo Tomás	T	P	A
Plaza de Lourdes	T	P	A
Av 72 Chile	T	P	A
Calle 85	T	P	A
Parque 93	T	P	A
Calle 100	T	P	A
Usaquén	S	P	F
Calle 127	S	T	F
Contador	S	P	F
Belmira	S	P	F
Orquídeas	S	P	F
Barrancas	S	P	F
Calle 170	S	E	F

Siendo:

Por construcción: Superficie (S), Semienterrada (Sm), Túnel (T)

En la línea: Paso (P), Transferencia (T), Especial (E)

Tipo: A, B, C, D, E, F.

Las superficies aproximadas para cada tipo de estación, según su uso, se adjuntan en la siguiente tabla.

m2	Uso	TIPO								
		SUPERFICIE / SEMIENTERRADA					SUBTERRÁNEA			Especial
		Paso I	Transf II	Paso III	Paso IV	Paso V	Paso VI	Paso - Transf VII	Especial VIII	
Nivel andén	andenes	1740	1725	1200	1740	1800	340	340	340	
	salas técnicas	573	220	240	573	385	385	385	385	
Nivel mesanina	zona no paga (vestíbulo)	430	950	395	392	1600	324	1010	1600	
	zona paga (mesanina)	320	540	948	410	675	675	675	675	
Nivel intermedio	salas técnicas (variable)		450	450			650	1070	1070	
Nivel superior	publico						864	1285	1285	
	salas técnicas					1880	120	91	91	
	parqueadero-comercio-equipamiento							2555	2555	
Accesos	Pasarelas		749	749						
		3063	4634	3982	3115	6340	3358	7411	8001	

Los accesos son el límite físico entre la estación y el exterior, a través de los cuales entran y salen los usuarios durante las horas de servicio del sistema.

Para su diseño se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mediante puertas se cerrarán de manera segura cuando no se preste el Servicio de Transporte, o en caso de desordenes públicos.
- Permitirán desalojar las estaciones de manera expedita y segura en caso de emergencia.
- Complementarán la ventilación de los vestíbulos de manera natural.
- Su acabado final deberá ser de agradable apariencia y fácil limpieza y mantenimiento.
- Evitarán la filtración y escurrimiento de agua pluvial al interior de las estaciones.
- Los accesos deberán estar situados en espacios visibles
- Dispondrán de la señalización correspondiente con el logotipo del sistema.
- Tendrán suficiente espacio para permitir las circulaciones de entrada y salida y albergar la evacuación en caso de salida de emergencia de la estación.
- Los ascensores dispondrán igualmente de un espacio de espera delante de las puertas sin que interfieran con las circulaciones normales de los ciudadanos por la acera.
- Los accesos podrán estar cubiertos o descubiertos según sea el caso.

Aunque en el diseño preliminar, contenido en el Producto 28, no se han previsto escaleras eléctricas hasta el nivel de calle siempre será posible colocarlas recomendándose únicamente en aquellos accesos cubiertos para garantizar la vida útil de la escalera protegiéndolas de las inclemencias meteorológicas.

Como se puede observar en los planos de detalle de las estaciones los accesos se encuentran separados unos de otros ampliando el “radio de influencia” de la estación para captar el mayor número de usuarios.

1.3 Patios y talleres

Los patios son el conjunto de vías y equipamientos necesarios para el estacionamiento de los trenes durante las horas sin explotación, o las horas valle.

Al tratarse de una línea automática operada sin conductores (UTO) la zona de talleres y la zona de patios deberá estar separada por algún medio físico, para garantizar la seguridad de las personas.

La zona de talleres y patio estará integrada por las vías de: estacionamiento, servicio, limpieza de los trenes y su conexión con la vía principal.

Para desarrollar el diseño de este conjunto se ha tomado como base las características físicas del Equipo Ferroviario propuesto, los requerimientos de los subsistemas ferroviarios, los programas de mantenimiento establecidos y la cantidad de personal que trabajará en este conjunto.

En la zona de patios y en los talleres se ubicarán las instalaciones y equipos para mantener íntegros todos los componentes técnicos, en un estado seguro y confiable, y permitir el estacionamiento de las unidades en horas de baja afluencia de pasajeros (horas valle) o fuera de horas de servicio, así como los vehículos auxiliares.

Las principales instalaciones ubicadas en esta zona son:

1. Área administrativa, Centro de control y capacitación
2. Área de sanitario, vestidores y regaderas.
3. Talleres de mantenimiento de Equipo Ferroviario.
4. Almacenes.
5. Taller de vías.
6. Taller del subsistema de energía.
7. Taller de catenaria.
8. Taller de señalización.
9. Vía de lavado.

10. Vía para el reperfilado de ruedas.
11. Vía de pruebas
12. Vías de estacionamiento (Pacios)

Estas instalaciones, incluyendo las vías en los talleres, están convenientemente localizadas para minimizar los tiempos de mantenimiento y las maniobras de cambio de formación de trenes.

Las entradas y salidas de los talleres hacia la línea o hacia la zona de patios se realizarán sin sistema de conducción automática. Los trenes serán conducidos por personal de taller hasta la vía de transferencia automático-manual, en la que el tren quedará listo para su funcionamiento automático hacia la zona de estacionamiento o hacia la línea.

Los movimientos de los trenes en los patios, así como de las entradas y salidas de los mismos, estarán regulados y controlados por el puesto de control.

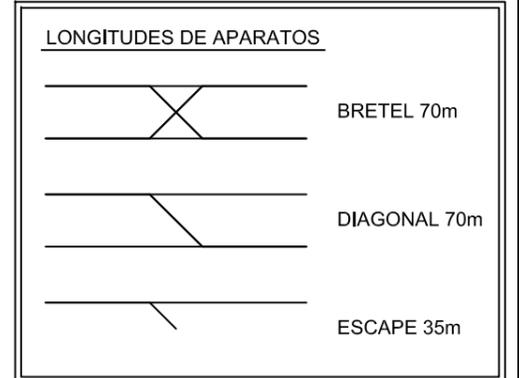
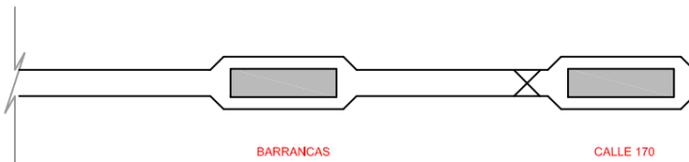
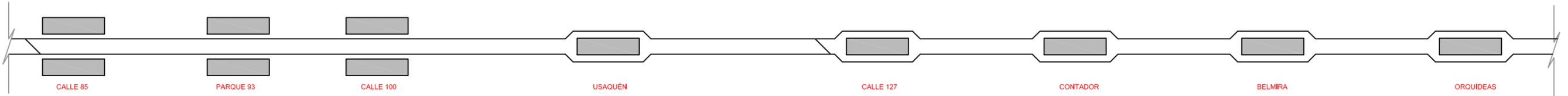
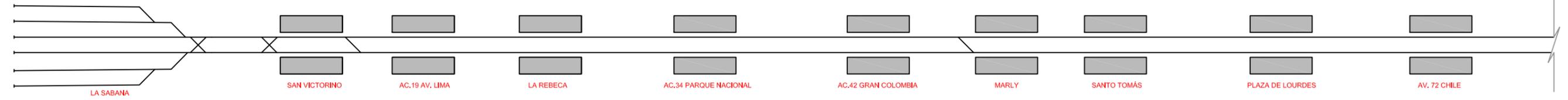
2 ESQUEMA DE VIAS

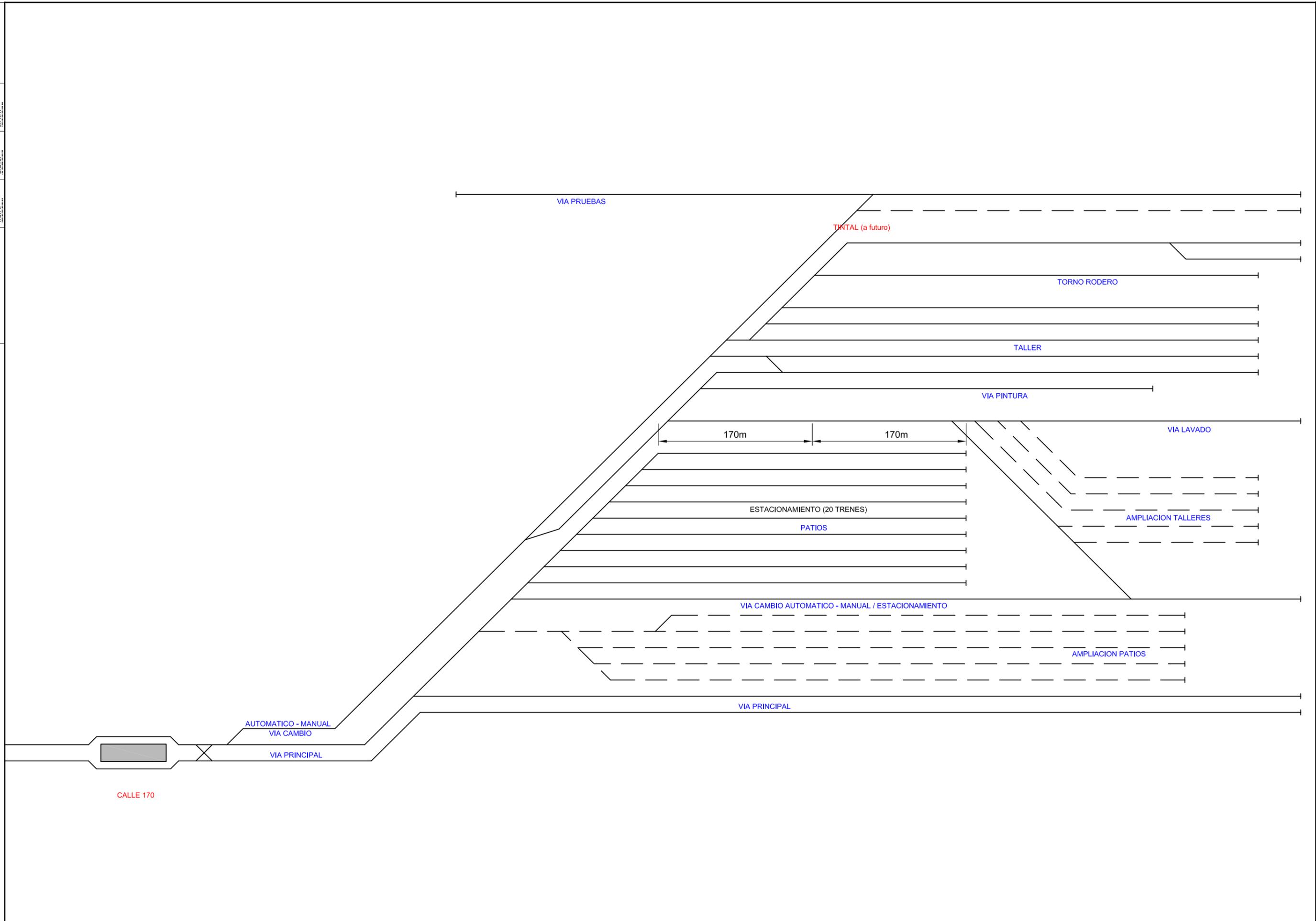
Se indica a continuación un primer esquema de vías del tramo comprendido entre la estación de San Victorino y la calle 170. Se indica también el esquema correspondiente a los patios y talleres previstos en el extremo norte de este tramo, así como el esquema de vías del extremo sur (entre San Victorino y la estación de la Sabana) que permitirá albergar los trenes necesarios para la operación al inicio de la jornada.

La solución propuesta para albergar los trenes en el extremo sur contempla prolongar el túnel hasta la estación de la Sabana. En este punto se propone la construcción del cajón que albergará la estación de la Sabana en su día y que en esta primera fase operativa albergará 6 vías para estacionar los trenes necesarios para la operación al inicio de la jornada.

Lmin Estacionamiento

170m





3 ANÁLISIS OPERACIONAL

Este apartado es una actualización de los parámetros del producto 25 para el tramo San Victorino- Calle 170 que se ven afectados.

Todas las definiciones y descripciones que se encuentran en ese producto son válidas.

3.1 Variables operacionales

3.1.1 Intervalo de paso del metro

El intervalo de paso mínimo está determinado básicamente por la tecnología del sistema metro y intervalo máximo viene dado por el nivel de servicio deseado y acorde a estos, se definen los intervalos para la hora punta y la hora valle.

El intervalo de paso considerado es de 3 minutos en hora punta y 5 minutos en hora valle, de manera que se obtenga un nivel de servicio adecuado para un metro de nueva construcción, con cargas máximas durante la hora de mayor solicitud que se encuentran alrededor de 29.300 pax/hora/sentido.

Este intervalo podrá disminuirse en los años futuros, cuando la demanda alcance niveles superiores, hasta un mínimo de 90 segundos.

3.1.2 Velocidad comercial

La velocidad comercial de partida corresponde a las estimaciones simplificadas para una línea de metro con las condiciones generales que presenta la PLM de Bogotá, tales como condiciones del trazado, distancia entre las estaciones, pendientes en el recorrido, características técnicas de los trenes, tecnologías de metro, entre otras.

La velocidad hipotética considerada contemplada para la simulación entre las estaciones de San Victorino y calle 170 corresponde a 35km/h.

3.2 Oferta del tramo San Victorino – Calle 170

Con base a los perfiles de oferta presentados para el metro, se propone un horario de servicio diferenciado entre días laborables, sábados y festivos:

- Lunes a viernes: de las 5:00 a.m. a las 11:00 p.m.
- Sábados: de las 5:00 a.m. a las 12:00 p.m.
- Domingo y festivos: de las 6:00 a.m. a las 11:00 p.m.

La propuesta de apertura del servicio del metro es coherente con la del sistema troncal TransMilenio.

Se considera una frecuencia de 20 trenes por estación y por hora, es decir un intervalo de paso de 3 minutos en hora punta.

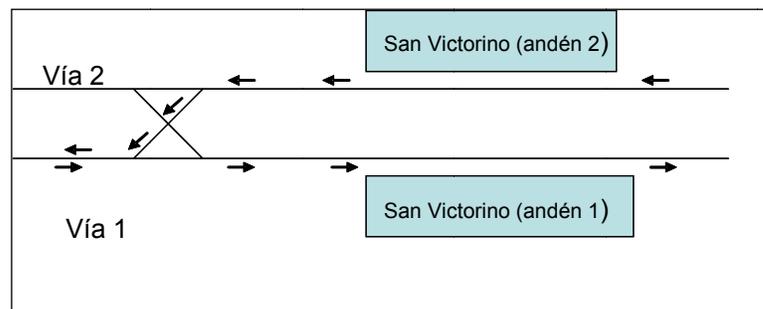
3.2.1 Tiempo de recorrido medio

El tiempo de recorrido medio (calculado como la suma entre el tiempo entre estaciones más el tiempo de maniobra en terminales) es de 62 minutos aproximadamente, considerando 15 segundos de estacionamiento en estación para intercambio de pasajeros.

3.2.2 Tiempo de maniobras en terminales.

En el terminal “San Victorino”, la maniobra se realiza por la cola, tal como se ve en el gráfico adjunto

Figura 3-1 Maniobra de vuelta en terminal Portal Américas

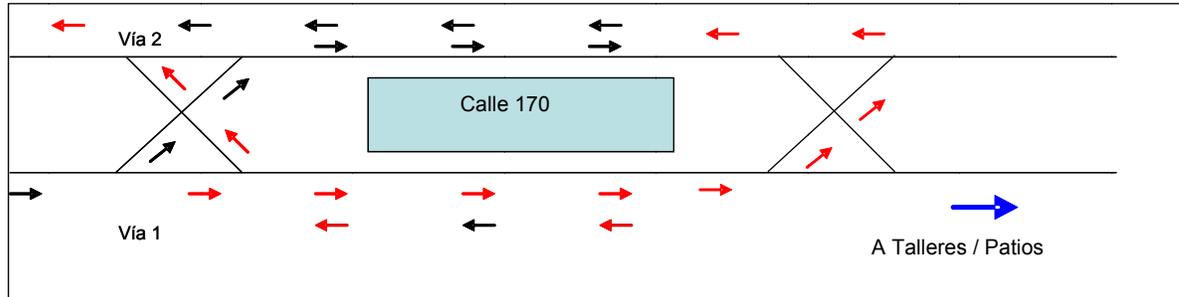


Fuente: Elaboración propia

En estas circunstancias, el tren descarga pasaje en la estación, continúa en sentido a La Sabana realiza la diagonal, y entra en la estación por el andén 1. El tiempo de esta maniobra es de 1min. 30 seg.

En el terminal “Calle 170” la maniobra de cambio de vía se realiza sobre la marcha (por delante), tal como se ve en el gráfico adjunto. En ocasiones especiales también puede realizarse por detrás ya que el aparato de vías situado tras la estación que flexibiliza la entrada y salida de trenes de los talleres y cocheras lo permite.

Figura 3-2 Maniobra de vuelta en terminal Calle 170



Fuente: Elaboración propia

Dado que la vuelta en condiciones normales de explotación se realiza por delante (la diagonal se encuentra a la entrada de la estación), el tren realiza la maniobra dentro de su tiempo de recorrido entre estaciones. Por lo tanto, en este caso, no se considera tiempo de maniobras en el terminal ($t=0$).

3.3 Flota del material rodante

Para la realización de los diferentes cálculos se han tenido en cuenta las siguientes variables obtenidas a través de las simulaciones de horarios.

- Para obtener un intervalo de 3 minutos en hora punta es necesario tener un carrusel de 20 **trenes/hora** por cada estación en hora punta.
- El tiempo de vuelta en esta línea es de 62 minutos. Para el intervalo anterior, se necesitarán 21 trenes en hora punta.

Por parámetro de diseño, la estimación de embarques en hora punta en el tramo San Victorino – Calle 170 es de 50547 y la carga crítica en hora punta de 29.314 pphs (personas por hora y sentido)

Para poder realizar el cálculo de coches óptimos por tren, también es necesario conocer la capacidad de los mismos para alojar pasaje. Este dato se puede obtener a través de los datos teóricos del fabricante.

Los cálculos teóricos del fabricante, tienen en cuenta una estimación de personas por metro cuadrado, para realizar el dimensionamiento de cajas de pasaje y los equipos de tracción-freno. Los valores A utilizar para el cálculo preliminar, en función del material rodante propuesto, son:

Tabla 3-1. Capacidad de tren de 7 coches según nivel de confort

PASAJEROS / M2	4	6	8	9
SENTADOS	170	170	170	170
DE PIE	981	1.470	1.957	2.203
TOTAL TREN	1151	1640	2127	2373
TOTAL POR COCHE	164,43	234,29	303,86	339,00

Fuente: Fabricantes de material rodante

Si hacemos la estimación basándonos en los parámetros de carga normal y carga alta del fabricante los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 3-2. Relación capacidad tren y capacidad hora punta

Supuesto 6 personas por metro cuadrado (supuesto carga normal)				
Trenes que en hora punta pasan por una estación	Número de coches por tren	Capacidad por coche	Capacidad por tren	Capacidad de los 20 trenes en una hora
20	5	234	1171	23429
20	6	234	1406	28114
20	7	234	1640	32800
20	8	234	1874	37486

Supuesto 8 personas por metro cuadrado (supuesto carga alta)				
Trenes que en hora punta pasan por una estación	Número de coches por tren	Capacidad por coche	Capacidad por tren	Capacidad de los 20 trenes en una hora
20	5	304	1519	30386
20	6	304	1823	36463
20	7	304	2127	42540
20	8	304	2431	48617

Fuente: Elaboración propia

De los datos anteriores se deduce que para hacer frente a la demanda de hora punta harían falta 7 coches por tren, en función de la carga aceptada.

La relación de trenes en el carrusel en las distintas franjas horarias así como los intervalos queda reflejada en la siguiente tabla:

Tabla 3-3. Trenes en carrusel vs horario día laborable

	De	A	% sobre viajeros/hora	Carga Viajeros	Frecuencia	Intervalo	Trenes
Valle	5:00	6:00	92	26.825	16	3,66	17
Pico	6:00	7:00	100	29.314	20	3,00	21
Pico	7:00	8:00	100	29.314	20	3,00	21
Valle	8:00	9:00	59	17.279	11	5,69	11
Valle	9:00	10:00	53	15.411	9	6,38	10
Valle	10:00	11:00	46	13.551	8	7,25	9
Valle	11:00	12:00	54	15.837	10	6,21	10
Valle	12:00	13:00	70	20.634	13	4,76	14
Valle	13:00	14:00	56	16.498	10	5,96	11
Valle	14:00	15:00	55	16.222	10	6,06	11
Valle	15:00	16:00	53	15.424	9	6,37	10
Valle	16:00	17:00	64	18.654	11	5,27	12
Pico	17:00	18:00	93	27.388	20	3,00	21
Pico	18:00	19:00	73	21.451	20	3,00	21
Valle	19:00	20:00	53	15.427	9	6,37	10
Valle	20:00	21:00	40	11.753	7	8,36	8
Valle	21:00	22:00	49	14.360	9	6,84	10
Valle	22:00	23:00	18	5.319	6	10,00	7
	23:00	0:00			3	20,00	4
	0:00	1:00					

Fuente: Elaboración propia

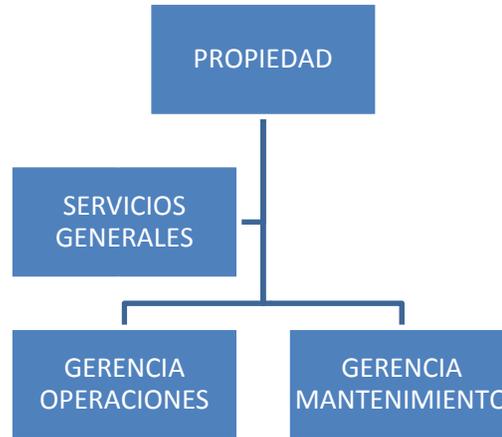
Con los datos anteriores, las necesidades de flota para el tramo San Victorino- Calle 170 serán de 21 trenes de 7 coches en hora punta. Además hará falta material rodante de reserva. Si se supone que el material de reserva está, según las explotaciones, alrededor del 10 % del número de trenes en servicio, se propone una flota adicional de 2 trenes de reserva (con la misma composición).

En definitiva, en la explotación inicial del tramo San Victorino – Calle 170 será necesaria una flota de 23(21+2) trenes en composiciones de 7 coches.

3.4 Personal de operación

Se propone un modelo basado en la flexibilidad para adaptarse a las necesidades del cliente en todo el proceso del viaje. La característica principal, a la hora de diseñar la plantilla, es el hecho de que las instalaciones van a estar en funcionamiento (para operación o mantenimiento) las 24 horas diarias durante los 365 días del año. Ello implica que cada puesto de trabajo deberá tener una cobertura suficiente en número de personas para poder garantizar el servicio.

La Estructura básica sería:

Tabla 3-3 Estructura Básica de la Empresa

Fuente: Elaboración propia

La plantilla operativa se organiza bajo la supervisión de dos Gerencias: la Operativa y la de Mantenimiento.

1.1.1.1 Gerencia Operativa.

De la gerencia Operativa depende todo lo relacionado con la operación de la PLM: Operación, Puesto de Control y Servicios (Limpieza y Seguridad). Además, la Gerencia tendrá una misión fundamental como es la coordinación con SIRCI para garantizar una perfecta interrelación de funciones y un buen servicio al cliente. No se incluye la plantilla ni el coste operativo de las funciones encomendadas al SIRCI.

La plantilla estará formada por un Gerente y un personal de apoyo de 6 personas para las labores administrativas y de apoyo (programación y control). De la Gerencia dependerán:

- Operación de la Línea

Las necesidades del cliente son diferentes según el tipo de día (laborable, festivo, eventos especiales) y la hora (punta o valle), conjugadas con las características de la estación (centro, extremos de la línea o intermedias). Esto afecta a los recursos y a la complejidad de su gestión.

El dimensionado de los recursos deberá determinarse en función del tipo de día, hora y estación- El criterio básico del servicio es la garantía de un tiempo adecuado de respuesta.

El servicio estará liderado por un Responsable (Operador de estaciones) que actuará desde el Puesto de Control para coordinarse con el equipo de circulación y el resto de controladores (ver la descripción del Puesto de Control).

De este Responsable dependerán los 3 Jefes de Zona que serán los encargados de coordinar los Equipos de agentes que atenderán las diferentes estaciones de cada zona. Existirán 6 o 7 agentes en cada zona (no necesariamente uno por estación) que podrán trabajar solos o en grupo, en función de las necesidades.

Los agentes serán técnicos polivalentes que se encargarán, principalmente, de la atención al cliente en las estaciones que tengan asignadas (excepto las tareas asignadas al SIRCI), gozando de movilidad para atender cualquier incidencia. También se responsabilizarán, en caso necesario, de hacerse cargo de los trenes en caso de incidencias en el material rodante.

Se organizarán en TRES turnos diarios, para cubrir las necesidades derivadas de un mínimo tiempo de respuesta a las incidencias. Durante las franjas horarias de mayor afluencia de clientes, básicamente en y entre las horas punta, se podrán asignar TURNOS ADICIONALES para reforzar el servicio (ver gráfico).

Figura 3-4 EJEMPLO DE TURNOS (según franjas horarias)



Fuente: Elaboración propia

De esta forma se puede garantizar un servicio adaptado al máximo a la demanda mediante el dimensionado de los turnos.

– Puesto de Control

En el Puesto de Control estará centralizada toda la gestión de la Operación y el control del mantenimiento en las infraestructuras. Por las características de estas actividades, el Puesto de Control funcionará permanentemente las 24 horas del día, todo el año.

Estará liderado por un Supervisor (Coordinador), responsable de la coordinación total del PCC y de proporcionar apoyo a cualquier de los operadores del PCC. De él dependerán:

- 3 operadores de circulación que serán los responsables de la circulación (conducción) de los trenes y del cumplimiento del plan de oferta diario. Dispondrán de los procedimientos necesarios para hacer frente a las incidencias.
- 1 Operador de ayuda al cliente, destinado a ayudar en la movilidad de los usuarios, gestionando la emisión de mensajes de información y atendiendo a las peticiones individuales de información o reclamos.
- 1 Operador de estaciones, responsable de supervisar el estado y configuración de las instalaciones de estación, ya descrito en la organización de operación de la Línea.
- 1 controlador de los sistemas de energía que tendrá como misión garantizar el adecuado suministro de energía tanto a los trenes como a las estaciones y, a su vez, gestionar las posibles incidencias que se puedan producir. A fin de poder ejecutar su operación sin afectación a la circulación, deberá disponer de información del telemando de tráfico y material móvil (modo visualización).
- 1 controlador del mantenimiento del PCC que se encargará del funcionamiento de todos los sistemas del PCC: el estado de funcionamiento de las aplicaciones del telemando, las aplicaciones de integración, programación autómatas programables así como el hardware que los alberga. Las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de estos sistemas serán gestionadas a través del terminal de mantenimiento de aplicaciones ubicado en la sala de mantenimiento del PCC.
- 1 controlador de mantenimiento de campo que realizará las funciones de control de las incidencias (tanto en material rodante como en infraestructuras) y la coordinación con los equipos de mantenimiento.
- 1 controlador de Seguridad que supervisará las incidencias que afecten tanto a las infraestructuras como a los clientes (safety & security) y coordinará con los equipos de seguridad.

– Seguridad y Limpieza

Corresponde a las autoridades dotar de la seguridad necesaria a las instalaciones de Metro, al tratarse de una prolongación de la vía pública. Sin embargo, en todas las explotaciones existe un servicio privado de seguridad que realiza labores de vigilancia y primera intervención. Se propone la organización de este servicio en base a un responsable y un servicio de dos agentes en cada estación, prestando servicio tanto en las estaciones como en los trenes, cubriendo todo el horario de apertura de la línea de Metro.

El servicio de limpieza comprende tanto las estaciones como los espacios de servicio (oficinas, puesto de control, etc.) y el material rodante. Puede tratarse de un servicio realizado con recursos propios o subcontratados total o parcialmente. Preliminarmente se ha supuesto que el servicio se realiza con medios propios para lo que se necesita el equivalente a 3 personas por estación, coordinadas por un responsable.

1.1.1.2 Gerencia de Mantenimiento.

De la gerencia de Mantenimiento depende todo lo relacionado con la mantenimiento de la PLM: Infraestructuras y Material rodante. Dado que las labores de mantenimiento muy específico pueden o deben subcontratarse, será misión de la Gerencia la coordinación y el control de los subcontratistas.

La plantilla estará formada por un Gerente y un personal de apoyo de 6 personas para las labores administrativas y de apoyo (programación y control). De la Gerencia dependerán:

- Un Servicio de Mantenimiento de Infraestructuras que se hará cargo del mantenimiento de las infraestructuras y superestructuras de vías y túneles, así como del mantenimiento de las estaciones. Este servicio estará formado por un responsable y 66 técnicos de las distintas especialidades: 18 técnicos para Telecomunicaciones, 20 para Instalaciones Eléctricas, 18 para Vías y Tracción, y 10 para Estaciones. Por las características de su trabajo, deberán realizar la mayoría de sus actuaciones fuera del horario de servicio, debiendo contemplarse los turnos de trabajo nocturnos. Parte de los trabajos, por ejemplo el mantenimiento de los centros de energía o los de electrificación, podrán subcontratarse.
- Un Servicio de Mantenimiento del Material Rodante que se hará cargo de los talleres y el mantenimiento de los trenes. Las actividades de mantenimiento serán de tipo preventivo relacionadas con la vida de los elementos sometidos a desgaste o degradación, preservación de la seguridad, y de tipo correctivo, relacionadas con las averías y, en consecuencia, con la fiabilidad. Los tipos de mantenimiento a realizar serán: mantenimiento preventivo de ciclo corto (menos de tres años), mantenimiento preventivo de ciclo largo (más de tres años), consistente en algunos casos en revisiones modulares o por aparatos, y mantenimiento Correctivo. Para el mantenimiento correctivo, que en algunos casos debe realizarse en horas de servicio se deberá organizar un turno abierto de servicio (el llamado Puerta de cochera) para actuaciones inmediatas. El mantenimiento de ciclo largo, en principio se subcontratará. La plantilla del Servicio estará formada por un responsable y 45 técnicos especialistas en material rodante, destinados al taller de mantenimiento.

1.1.1.3 Resumen

El resumen de la plantilla necesaria para la explotación del tramo San Victorino – Calle 170 se muestra en la Tabla siguiente, en la que se ha supuesto el personal para una completa cobertura.

Tabla 3-4. Resumen personal

PERSONAL OPERATIVO		Total
GERENCIA OPERACIONES		
Gerente		1
Staff		6
OPERACIONES		
Responsable		6
Jefe Zona		18
Técnico Operación		114
PUESTO CONTROL		
Responsable		6
Operadores línea		18
Control Energía		6
Control Mantenimiento		6
Control Tecnología		6
Atención cliente		6
Coordinador seguridad		6
SEGURIDAD		
Responsable		6
Agentes seguridad		228
LIMPIEZA		
Responsable		1
Agentes limpieza		57
MANTENIMIENTO		
Gerente		1
staff		6
MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURAS		
Responsable		1
Especialistas		66
MANTENIMIENTO MATERIAL MÓVIL		
Responsable		1
Especialistas		45
TOTAL		611

Fuente: Elaboración propia

3.5 Costes operacionales

Las premisas y la definición de los costes se encuentran detalladas en el Producto 25 (numeral 4.5.6) de la etapa 3. Los costes se han actualizado para el tramo San Vitorino – Calle 170 y son costes anuales y en miles de pesos colombianos.

La estimación del consumo de energía para el tramo de la Línea entre San Vitorino – Calle 170 se desglosa en tracción, estaciones, talleres y patios, túnel y PCC.

Los cálculos de estos consumos se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 3-5. Cálculo de potencia de tracción en hora pico

ESTIMACIÓN POTENCIA DE TRACCIÓN	
Potencia máxima simultánea de un tren estimada (kW)	1020
Longitud de la línea (km)	18
Velocidad comercial (km/h)	35
Tiempo de vuelta aprox (min)	62
Número de trenes en el carrusel en hora punta	21
Total potencia de tracción (kW)	21.416

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-6. Cálculo de potencia de tracción diaria por tren

ESTIMACIÓN ENERGÍA DE TRACCIÓN	
Frecuencia media ponderada (s)	300
Nº de trenes medios	12
Consumo medio aprox por tren estimado (kW·h)	330
Consumo diario por tren (kW·h)	5.947

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-7. Cálculo de potencia de tracción diaria y anual

CONSUMO DIARIO (MW·h)	73,41
CONSUMO ANUAL (GW·h)	26,79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-8. Consumo diario y anual en estaciones

CONSUMO DIARIO ESTACIONES (MW·h)	51,34
CONSUMO ANUAL ESTACIONES (GW·h)	18,74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-9. Potencia en talleres

TALLER (superficie = 10.000 m2)			
Carga	Potencia Instalada (kW)	Factor simultaneidad	Potencia de consumo (kW)
Torneado de ruedas	60	0,2	12
Carro motriz	40	0,2	8
Puentes grúa	20	0,1	2
Polipasto	10	0,1	1
Equipo de aspiración ambiental	10	0,5	5
Cabina de Pintura	200	0,2	40
Tren de lavado	70	0,2	14
Soplado	40	0,3	12
Sistema de elevación de trenes	30	0,2	6
Puertas acceso	10	0,1	1
Iluminación	135	0,8	108
Fuerza	120	0,05	6
Detección de incendios	2	0	0
Aire comprimido	50	0,5	25
Detección de incendios	1	1	1
TOTAL	798		241

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-10. Consumo diario y anual en talleres

CONSUMO DIARIO (MW-h)	4,24
CONSUMO ANUAL (GW-h)	1,55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-11. Potencias en el PCC

PCC			
Carga	Potencia Instalada (kW)	Factor simultaneidad	Potencia de consumo (kW)
Iluminación	3	0,8	2,4
Fuerza	18,4	0,05	0,92
Detección de incendios	1	0	0
Ventilación	1	0,5	0,5
Señalización	6	1	6
Servidores	26	1	26
Puesto operador	36	1	36
Puesto mantenimiento	9,6	0,8	7,68
Puesto simulación	4,8	1	4,8
Equipos ofimáticos	15	1	15
Equipos campo	2	1	2
Equipos de comunicaciones	30	1	30
TOTAL	153		131

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-12. Consumo diario y anual en PCC

CONSUMO DIARIO (MW-h)	3,15
CONSUMO ANUAL (GW-h)	1,15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-13. Potencias en túnel

TÚNELES			
Carga	Potencia Instalada (kW)	Factor simultaneidad	Potencia de consumo (kW)
Iluminación	24	1	24
Ventilación	2.400	0,4	960
TOTAL	2.424		984

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-14. Consumo diario y anual en túnel

TOTAL CONSUMO TÚNELES DIARIO (MW-h)	20,06
TOTAL CONSUMO TÚNELES ANUAL (GW-h)	7,32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-15. Resumen de potencias San Vitorino – Calle 170

	RESUMEN POTENCIAS TOTAL LÍNEA (KW)
Tracción	21.416
Estaciones	2.674
Talleres	241
PCC	131
Túneles	984
CONSUMO TOTAL LÍNEA	25.446

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-16. Resumen de consumos San Vitorino – Calle 170

	RESUMEN CONSUMOS TOTAL LÍNEA	
	Diario (MW-h)	Anual (GW-h)
Tracción	73,41	26,79
Estaciones	51,34	18,74
Talleres	4,24	1,55
PCC	3,15	1,15
Túneles	20,06	7,32
CONSUMO TOTAL LÍNEA	152,20	55,55

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la Propiedad y servicios centrales todavía no se ha decidido la forma definitiva de propiedad, organización, etc. Este rubro incluye lo que serían los servicios centrales de la empresa.

Los costos de personal de mantenimiento de infraestructuras corresponden al número de personas de infraestructuras (66) más la mitad del coste de la gerencia. Lo mismo se aplicaría al resto de costes de personal.

Los costes operacionales resultantes para el tramo San Victorino – 170 con las consideraciones aquí realizadas son los siguientes:

Tabla 3-17. Resumen de costos operacionales

RESUMEN DE COSTES (Miles \$)	
PROPIEDAD Y SERVICIOS CENTRALES	26.383.327
APROVISIONAMIENTOS	2.400.000
ENERGIA	19.999.019
OPERACIÓN	
Personal	10.836.000
Suministros	3.990.000
MANTENIMIENTO I.	
Personal	3.906.000
Servicios exteriores	2.850.000
MANTENIMIENTO MM	
Personal	2.772.000
Servicios exteriores	10.350.000
LIMPIEZA	
Personal	1.098.000
Suministros	2.000.000
SEGURIDAD	12.744.000
SEGUROS	342.000
VARIOS	14.657.404
TOTAL	114.327.749

Fuente: Elaboración propia

4 PRESUPUESTO

Con base en el estudio de la Primera Línea de Metro de las etapas 1, 2 y 3 y las consideraciones realizadas en este documento se ha preparado un presupuesto para el tramo San Victorino – 170.

La estructura del presupuesto está conformada de la siguiente forma:

A. Costos de construcción

- 1 Estudios y diseños
- 2 Infraestructura
 - 2.1 Construcción de línea
 - 2.2 Construcción de pasos a desnivel (elevados, deprimidos)
 - 2.3 Reposición de redes
- 3 Superestructura
- 4 Edificaciones
 - 4.1 Construcción de estaciones subterráneas
 - 4.2 Construcción de estaciones en superficie
 - 4.3 Construcción de estaciones en viaducto
 - 4.4 Construcción de patios
 - 4.5 Construcción de talleres
- 5 Electrificación
 - 5.1 Energía
 - 5.2 Línea de contacto
 - 5.3 Cableado anillo de energía
 - 5.4 Instalaciones de energía en túnel
 - 5.5 Instalaciones ventilación en túnel
- 6 Señalización
 - 6.1 Vía en superficie - viaducto
 - 6.2 Vía en túnel
 - 6.3 Patios (cocheras)

- 6.4 Puesto central de control
- 6.5 Talleres
- 7 Comunicaciones
- 7.1 Vía en superficie - viaducto
- 7.2 Vía en túnel
- 7.3 Patios (cocheras)
- 7.4 Puesto central de control
- 7.5 Talleres
- 8 Equipo rodante
- 8.1 Trenes
- 8.2 Vagón plataforma
- 8.3 Locomotora de maniobra
- 8.4 Bateadora
- 8.5 Vehículo de inspección de vía
- 8.6 Vehículo de inspección de catenaria
- 8.7 Vagón tolva
- 8.8 Unimog

En el presupuesto no se incluyen los costos de adquisición de predios de estaciones ni áreas necesarias para la construcción de los pasos a desnivel ni puentes peatonales. En el caso de las estaciones subterráneas se realizó una implantación preliminar localizándolas bajo vías públicas y sus accesos en zonas de espacio público tales como aceras, parques, plazas, etc., con lo cual no es previsible una alta ocupación de suelo privado. Por último, en el caso de estaciones a nivel se contempló su implantación sólo en los corredores férreos propiedad de la nación. En el caso de los pasos a nivel, deprimidos o puentes peatonales, deberá hacerse un estudio más detallado en la fase de diseño básico de la PLM. Los costos de patios y talleres si se incluyen en el presupuesto.

El presupuesto incluye la valoración de todas las intersecciones que fueron identificadas como necesarias para la operación mantener la conectividad a nivel vehicular y peatonal de la zonas afectadas por el

trazado de la línea. Algunas de estas intersecciones ya son consideradas por el proyecto del tren de cercanías y por el IDU, pero están incluidas en el estudio.

Por solicitud del IDU se elaboraron tres escenarios (pesimista, moderado y optimista). Los escenarios están basados en las siguientes variables:

Escenarios	AIU	Túnel (Millones €/km)	US Dólar (COP)	Euro (US\$)
Moderado	27%	26,3	2.000	1,43
Pesimista	30%	30,0	2.200	1,43
Optimista	24%	24,0	1.700	1,43

El AIU sólo se ha aplicado sobre los costos de directos de obra civil. Los costos en general cuentan con un 25% de AIU y la tasa de cambio utilizada para costos internacionales es de \$2860 / Euro.

El costo para cada una de las partidas se elaboró mediante la utilización del listado de referencias de precios de actividades del IDU (mayo de 2009), así como mediante la colaboración de empresas de obras civil conectoras del medio, tales como Metro de Medellín, Conconcreto S.A., Constructores Asociados S.A. (C.A.S.A.), Soletanche Bachy Cymas S.A., Odebrecht S.A, Trabosa, entre otras.

4.1 Estudios y diseños

Para este capítulo se ha considerado un porcentaje del 7% sobre el costo total de las obras. Se incluyen los estudios de ingeniería básica, ingeniería de detalle e interventorías del diseño y construcción.

Adicionalmente en esta partida se incluyen los costos de mitigación y manejo ambiental (2,5%), costos de manejo de tráfico (3,0%) y costos del plan de gestión social ó comunitaria (1,5%) se incluyen en este capítulo.

4.2 Infraestructura

4.2.1 Construcción de línea

Este subcapítulo ha sido subdividido teniendo en cuenta la tipología de la línea. (Viaducto, superficie o túnel). Para cada tipología se ha elaborado un análisis de precios por actividades.

En general las actividades consideradas son las siguientes:

Preliminares

- Demolición
- Replanteo

Movimientos de tierras

- Descapote
- Excavación
- Llenos
- Recuperación zona verde

Obras civiles

- Drenaje
- Cimentaciones
- Estructura
- Cerramiento
- Equipos especiales

Otros

- Pantallas acústicas

4.2.2 Construcción de pasos a desnivel

• Puentes vehiculares

Para este subcapítulo se realizó un inventario de los cruces de las líneas de metro de cada una de las alternativas de red con vías vehiculares, identificadas sobre la ortofoto de la ciudad. Sobre la ortofoto se identificaron las dimensiones aproximadas de cada uno de los pasos, bien sean elevados o deprimidos. Con base en estas dimensiones se analizaron las cantidades aproximadas y se elaboró el presupuesto aproximado.

Es importante resaltar que en el inventario realizado nuevamente se incluyen los pasos a desnivel que fueron previamente identificados en el estudio del tren de cercanías. En definitiva, la construcción de estos intercambios deberá realizarse durante la ejecución del proyecto que primero los requiera.

En particular, la valoración de los costos de los intercambios vehiculares elevados se basó en los costos por m² suministrados por el IDU para este tipo de proyectos en la ciudad de Bogotá, discriminándolos en dos actividades importantes como son:

- Terraplenes de acceso
- Estructura puente

- **Puentes peatonales**

Se calculó el valor de los puentes peatonales asociados a las estaciones ubicadas en líneas proyectadas a nivel o en viaducto. El costo de los accesos a las estaciones subterráneas se incluyó en el análisis de precios de las mismas estaciones y serán subterráneos.

Se han supuesto dos puentes peatonales por estación, aunque en el diseño definitivo algunas de ellas probablemente contarán con uno, dadas las características de implantación o su localización con vínculo hacia uno solo de los costados del contexto urbano. La luz de los puentes ha sido obtenida de la ortofoto calculando la distancia entre el eje del trazado y la distancia medida perpendicularmente a los costados de la vía. Adicionalmente, se han contemplado 3 rampas de acceso de 66 m de desarrollo, una en cada costado de la vía y una central que permite el acceso a la estación; el diseño definitivo de las estaciones determinará si alguna de estas rampas se reemplazará por escalera o si la rampa se complementará con ésta. El ancho de los puentes se fijó en 2,4 m. Los costos de este tipo de estructura fueron suministrados por el IDU, de acuerdo al modelo utilizado en Transmilenio.

4.2.3 Reposición de redes

Tanto para las redes eléctricas como de agua potable, agua lluvia y aguas negras, se estimaron sobre planos las longitudes y características de las redes matrices afectadas para cada una de las líneas establecidas en el producto 17. El costo fue calculado con la utilización de precios de mercado para la construcción y retiro de las redes afectadas de acuerdo con sus características. Finalmente para el cálculo del costo de la reposición de redes de la línea entre la San Victorino y la 170, se utilizaron los promedios por km del coste de afectación de redes de las líneas roja y verde.

4.3 Superestructura

En la Superestructura se relacionan los costos de la construcción de la estructura de soporte e instalación de férrea doble. Se consideró el uso de vía en placa del tipo DFF (Direct Fixed Fastening).

El costo de la vía en placa está compuesto por una losa de cimentación en hormigón pobre de 0,30 m de espesor y luego por el hormigón y el armado de la placa de la vía propiamente dicha de unos 0,265 m de espesor.

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta el valor del suministro e instalación de las fijaciones DFF, así como de los rieles.

El costo de las vías de patios, talleres y cocheras se incluyó directamente en los capítulos correspondientes.

4.4 Edificaciones

En este capítulo se incluyen los costos de las edificaciones necesarias para la operación de las redes de metro, de acuerdo con lo contemplado en cada una de las alternativas. Las edificaciones consideradas son:

- Estaciones
 - o Subterráneas
 - o En superficie
 - o Elevadas
- Patios
- Talleres

En el caso de las estaciones se calculó el valor de metro cuadrado de construcción mediante la elaboración del presupuesto para una estación típica subterránea, una estación en superficie y una estación elevada. Una vez obtenido el valor del m² para cada uno de dichos tipos, se efectuó una nueva clasificación de estaciones de acuerdo a su situación en la red, estación de paso, de transferencia o especial, diferenciándose básicamente en el área necesaria para cada una de las estaciones. Una vez definida el área de las estaciones se aplicó el índice por m² previamente establecido.

Las estaciones consideradas son las siguientes:

Estación	Construcción	En la línea	Tipo	Vestíbulos	Andenes	Tipo	Area (m2)	Area promedio (m2)
1 San Victorino	Subterránea (túnel)	Especial	A	2 extremos	Laterales (2)	VIII	5446	5446
3 La Rebeca	Subterránea (túnel)	Especial	A	2 extremos	Laterales (2)	VIII	5446	
2 Ac 19 Avenida Lima	Subterránea (túnel)	Paso	B	1 centrado	Laterales (2)	VI	3358	4556
4 Ac 34 Parque Nacional	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
5 Ac 42 Gran Colombia	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
6 Marly	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
7 Santo Tomás	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
8 Plaza de Lourdes	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
9 Av 72 Chile	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
10 Calle 85	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VI	3358	
11 Parque 93	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
12 Calle 100	Subterránea (túnel)	Paso	A	2 extremos	Laterales (2)	VII	4856	
13 Usaqué	Superficial	Paso	F	2 extremos	Central (8,0 m)	III	3982	4623
14 Calle 127	Superficial	Transferencia	F	2 extremos	Central (8,0 m)	II	4634	
15 Contador	Superficial	Paso	F	2 extremos	Central (8,0 m)	III-A	4780	
16 Belmira	Superficial	Paso	F	2 extremos	Central (8,0 m)	III-A	4780	
17 Orquídeas	Superficial	Paso	F	2 extremos	Central (8,0 m)	III-A	4780	
18 Barrancas	Superficial	Paso	F	2 extremos	Central (8,0 m)	III-A	4780	
19 Calle 170	Superficial	Especial	E	1 centrado	Central (11,5 m)	V	6340	6340

Las actividades de construcción identificadas para las estaciones son las siguientes:

- ANTEPROYECTO
- PROYECTO
- REPOSICIÓN DE REDES
 - o Reposición de servicios
 - o Gas natural
 - o Telecomunicaciones
 - o Desvío de tráfico
- OBRA
 - o Preliminares
 - o Demoliciones
 - o Excavación
 - o Estructura edificación
 - o ESTRUCTURA VIADUCTO L:150 m
- ACABADOS
 - o Mampostería
 - o Pisos y enchapes
 - o Cielofalsos
 - o Pinturas
 - o Cancelería
 - o Carpintería metálica y de madera
 - o Instalaciones hidrosanitarias
 - o Urbanización exterior
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS
- RED CONTRA INCENDIO

- **SISTEMA VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**
- **ESCALERAS MECÁNICAS**

Para calcular los valores unitarios de cada una de las actividades se utilizaron los índices de precios del IDU y valores de mercado suministrados por constructoras nacionales producto de obras semejantes, tales como centros comerciales y edificios institucionales.

El valor de patios, talleres y cocheras fue calculado en base a costos por m² de proyectos similares elaborados por el Grupo Consultor, adicionándole a estos costos el valor comercial de los terrenos, de acuerdo con los estudios urbanísticos realizados por el equipo del Grupo Consultor y teniendo en cuenta la norma vigente según el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.

4.5 Electrificación

Para el dimensionamiento de energía, se ha considerado un sistema de alimentación primario a través de Subestaciones Receptoras en Alta Tensión, que conectadas a la red, reciben, transforman y distribuyen la energía a través de los anillos de distribución a los diferentes consumidores de energía, como son las subestaciones de tracción por una parte, para la rectificación y alimentación en corriente continua de la catenaria y por otra parte los centros de transformación que transforman la tensión de distribución en tensión de utilización para los diferentes consumos de las estaciones y pozos de ventilación.

Como hipótesis generales para el dimensionamiento de las instalaciones de energía se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Frecuencia de diseño: se ha considerado el intervalo de operación mínimo 90 s para la línea el cual incluye un margen que permita el crecimiento de la flota en el futuro.
- Velocidad comercial: 35 Km/h
- Distancia entre subestaciones de tracción: 2,5 Km
- Potencia de tracción estimada por tren (teniendo en cuenta simultaneidades y regeneración): 1.100 KW
- Subestaciones receptoras con 80 MW de potencia máxima de tracción.
- Ubicación de un pozo de ventilación en cada tramo interestación de túnel.
- Cada anillo de distribución se ha considerado con cableado de ida y vuelta.
- Alimentación a catenaria de 1500 VDC.

- Aparamenta a instalar para altura de 2500 m.
- Doble vía.
- Se incluye SCADA local en SE de tracción.
- No se incluyen las líneas de alimentación entre SE receptora y de Tracción que dependerán de la distancia entre ellas.
- El precio estimado de las SE receptoras es para SE en superficie. El espacio requerido para cada SU receptora es de 2500 m2 aproximadamente.
- No se valoran las reformas en las SE de compañía en caso de necesidad de ampliación de potencia de sus SE.
- Se supone un anillo de unión entre SE de tracción de 3x300mm2

ITEM	UNIDAD	VALOR (M€/Unidad)	OBSERVACION
Conexión a red de una receptora	UNIDAD	3,50	Costo estimado basado en juicio de experto y conexiones similares. Consideradas dos posiciones de conexión con los costes asociados a terrenos, obra civil,... por parte de la compañía distribuidora
Adquisición de terrenos para receptora de interior	UNIDAD	0,77	Costo estimado basado en precios de suelo según Lonja de Propiedad Raíz para la ciudad de Bogotá (Terreno de 1.250 m2). Necesario edificio de 2 pisos con total de 2.500 m2.
Adquisición de terrenos para receptora de intemperie	UNIDAD	3,70	Costo estimado basado en precios de suelo según Lonja de Propiedad Raíz para la ciudad de Bogotá (Terreno de 6.000 m2)
Instalación de una receptora	UNIDAD	12	Contemplado el parque de Alta Tensión (tecnología GIS para instalación de interior) y estimados 4 transformadores de distribución (2 para tracción y 2 para instalaciones redundantes) y las salidas hacia los anillos de distribución. Tenidos en cuenta los equipos para funcionamiento en altura. Costo estimado basado en juicio de experto y conexiones similares.
Subtotal receptora de interior	UNIDAD	16,27	Subtotal a partir de los conceptos anteriores
Subtotal receptora de intemperie	UNIDAD	19,20	Subtotal a partir de los conceptos anteriores

ITEM	UNIDAD	VALOR (M€/Unidad)	OBSERVACION
Subestación de tracción	UNIDAD	2,5	Considerados 2 grupos de tracción redundantes y 2 transformadores de auxiliares redundantes y teniendo en cuenta el funcionamiento en altura. También incluidos en este concepto los seccionadores de catenaria. Costo estimado basado en juicio de experto y conexiones similares.
Anillo de distribución de tracción	Km	0,3	Coste medio, asumiendo que en función del tramo las secciones y número de conductores son variables. Costo estimado basado en juicio de experto y proyectos similares
Anillo de distribución de instalaciones (estaciones y pozos de ventilación)	Km	0,3	Coste medio, asumiendo que en función del tramo las secciones y número de conductores son variables. Costo estimado basado en juicio de experto y proyectos similares
Catenaria en tramo de vía doble	Km	0,3	Costo de catenaria rígida o convencional incorporando el coste de los seccionadores de catenaria. Aunque el coste de la catenaria rígida es un 25 % superior a la convencional se ha estimado el mismo coste, estimando el coste adicional de la convencional para equiparar sección conductora y mantener nivel de servicio equivalente. Costo estimado basado en juicio de experto y proyectos similares
Instalaciones de túnel	Km	0,35	Considerada la iluminación del túnel y las líneas de fuerza del mismo. Costo estimado basado en juicio de experto y proyectos similares
Pozos de ventilación	UNIDAD	0,4	Considerado un pozo de ventilación en cada interestación en los tramos de túnel. Costo estimado basado en juicio de experto y proyectos similares

4.6 Costos de adquisición de equipos y material rodante

Se estima el costo de trenes de acuerdo al escenario de demanda de las alternativas de red., siendo la configuración de los mismos igual para todos los corredores de forma que se flexibilice la operación de la red en su conjunto.

La configuración de los trenes se ha realizado teniendo en cuenta la demanda por corredor más cargado y sentido en hora punta, resultando una configuración de 7 coches con una capacidad de pasajeros de 1640 pasajeros (6 pax/m²) y 1090 considerando como parámetro de cálculo 4 pax/m² con un 17% de plazas sentados.

Los precios corresponden a las últimas adjudicaciones de material móvil de Metro de Barcelona e incluyen todo el equipamiento embarcado tanto de comunicaciones como de conducción y protección.

Las características básicas del vehículo son:

- Longitud de coche: 17m
- Anchura de coche: 2,71m
- Longitud tren (7 coches): 119m
- Coste de tren (7 coches): 33.976,8 Millones COP

El número de vehículos necesarios para la línea se ajusta al modelo de demanda considerando una velocidad comercial de 35 Km/h

4.7 Costos de adquisición de equipos de comunicaciones y señalización

4.7.1 Sistemas de comunicaciones

Se han considerado todos los sistemas de comunicación requeridos en una explotación de una red Metro, distinguiendo entre los precios correspondientes a equipamiento fijo ubicado en algún punto de la línea (normalmente en el Puesto de Control Central), el equipamiento necesario en estaciones y la parte proporcional de instalación según km de vía en superficie o túnel.

Los precios utilizados corresponden a referencias de líneas de Metro en construcción actualmente.

Sistemas Comunicaciones	Precio Equipamiento Fijo			Precio Estaciones		Precio Vía	
	Precio/Taller	Precio/Cochera	Precio/PCC	Subterránea (Precio/Estación)	Superficial (Precio/Estación)	Túnel (Precio/Km)	Viaducto (Precio/Km)
Radiocomunicaciones voz y datos	84.093,94 €	84.093,94 €	233.729,00 €	93.437,71 €	79.422,05 €	23.616,78 €	20.074,27 €
Telefonía (Selectiva, Emergencia, Adm)	2.946,32 €	2.946,32 €	36.873,88 €	15.132,12 €	12.862,30 €	35.950,33 €	30.557,78 €
Interfonía	13.666,10 €	13.666,10 €	67.501,36 €	20.675,41 €	17.574,10 €	3.606,98 €	3.065,93 €
Megafonía	18.478,57 €	18.478,57 €	53.027,62 €	15.737,21 €	13.376,63 €	4.043,57 €	3.437,04 €
Información al pasajero	0,00 €	0,00 €	57.792,06 €	10.919,66 €	12.148,22 €	1.971,73 €	1.675,97 €
Red de Transmisión	24.458,50 €	24.458,50 €	41.100,38 €	27.301,61 €	23.206,37 €	20.221,99 €	20.221,99 €
CCTV	59.764,30 €	59.764,30 €	80.815,29 €	75.135,38 €	63.865,07 €	19.639,24 €	19.639,24 €
CCTV embarcado	42.205,69 €	42.205,69 €	378.083,48 €	16.804,09 €	16.804,09 €	151.158,87 €	129.389,31 €
Cronometría	0,00 €	0,00 €	14.600,00 €	5.235,29 €	5.235,29 €	583,53 €	496,00 €
Billeteaje	0,00 €	0,00 €	232.144,72 €	675.412,74 €	675.412,74 €	11.812,08 €	10.040,26 €
Control de Accesos y Anti-intrusión	6.767,68 €	6.767,68 €	7.203,06 €	14.542,18 €	12.360,85 €	3.918,78 €	3.330,96 €

4.7.2 Sistemas de señalización

El sistema de señalización considerado en el cálculo corresponde a un sistema de control de trenes basado en cantón móvil que permite la conducción automática con y sin conductor, que permite una optimización del consumo de energía y un intervalo de explotación de 90s

A modo de respaldo, para explotación degradada, para operaciones especiales en la línea con flota mixta (trenes equipados con el sistema de conducción y trenes sin equipar) y para la explotación en los talleres, se consideran elementos de señalización ferroviaria.

Concretamente se ha desglosado el sistema de señalización y control de trenes fijos (los equipos embarcados se encuentran valorados en el material móvil) en:

Equipos de nivel 1: Señales, circuitos, motores de aguja

Equipos de nivel 2: Enclavamientos

Equipos de nivel 3, 4 y 5 (Equipos ATC): Incluyen funciones de ATP, ATO y ATS.

Adicionalmente se ha considerado la parte de ingeniería y pruebas.

Los precios se han dividido en equipamiento fijo instalado en talleres, patios y PCC, equipamiento de estaciones y precios por Km de línea. Los precios se han tomado de líneas actualmente en construcción.

Junto al sistema de señalización se han considerado las puertas de cierre de andenes, ya que existe una relación directa entre la implementación de estos dos sistemas.

Sistemas Comunicaciones	Precio Equipamiento Fijo			Precio Estaciones		Precio Vía	
	Precio/Taller	Precio/Cochera	Precio/PCC	Subterránea (Precio/Estación)	Superficial (Precio/Estación)	Túnel (Precio/Km)	Viaducto (Precio/Km)
Sistemas de Señalización							
Equipos Vía: Circuitos, motores, señales	300.242,53 €	200.000,00 €				369.835,67 €	314.360,32 €
ENCE	701.353,27 €	420.811,96 €		71.052,52 €	71.052,52 €		
ATC (ATP/ATO/Equipo Radio)		300.242,53 €		67.606,85 €	57.465,82 €	193.430,82 €	164.416,20 €
ATS			4.633.860,00 €	2.954,05 €	2.510,94 €		
Ingeniería y Pruebas						394.770,27 €	394.770,27 €
Puertas andén				1.800.000,00 €	1.400.000,00 €		

4.7.3 PCC

La valoración del Puesto Central de Control se ha realizado considerando el número de líneas que compone la red considerando que todas ellas tengan características homogéneas y que permitan el aprovechamiento de parte del Puesto Central existente y la escalabilidad de los sistemas implementados permitan la ampliación del mismo.

Para ello se define un factor k, que consigue que cada nueva línea cueste en función del precio base. Este factor depende del número de líneas adicionales a la PLM.

Los valores considerados son:

- Red de 2 líneas: $k = 0.35$;
- Red de 3 líneas: $k = 0.27$;
- Red de 4 líneas: $k = 0.22$;
- Red de 5 líneas: $k = 0.19$;
- Red de 6 o más líneas: $k = 0.18$

El cálculo final se realiza de la siguiente forma:

$1+k \times (\text{número total de líneas} - 1)$

El desglose de precios se ha realizado considerando la parte de HW y de SW, teniendo en cuenta que los sistemas que van a ser telecontrolados son:

- Transporte vertical (ascensores y escaleras eléctricas)
- Detección y extinción de incendios
- Puertas de andén
- Comunicaciones
- Instalaciones Fijas (pozos de bombeo, ventiladores ...)
- Energía
- Control de accesos
- Material móvil

Los telecontroles de los sistemas de señalización y de billeteo se han valorado en los propios sistemas.

La implementación de estos telecontroles depende de la longitud de la red, de la tipología (si es en superficie o en túnel) y en algunos casos del número de estaciones.

Concretamente los telemandos considerados en las estaciones son:

	Estaciones en superficie/viaducto	Estaciones subterráneas
Transporte vertical	0	1
Incendios	1	1
Puertas andén	1	1
comunicaciones	1	1
Instalaciones fijas	1	1

Se indica a continuación el resumen del presupuesto conforme aquí se ha descrito.

RESUMEN DE COSTOS LÍNEA SAN VICTORINO-170

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	HIPÓTESIS MODERADA			HIPÓTESIS PESIMISTA			HIPÓTESIS OPTIMISTA		
				VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
				(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)
1	ESTUDIOS, DISEÑOS Y PLANES DE MANEJO	Gl	1,00	329.863,46	329.863,46	329.863,46	411.218,32	411.218,32	411.218,32	339.360,93	339.360,93	339.360,93
2	INFRAESTRUCTURA					1.155.804,44			1.291.828,42			1.064.037,57
2.1	CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA		19,70			798.147,85			925.723,25			714.829,56
2.1.1	SUPERFICIE	km	7,54	3.570,64	26.904,76		3.654,98	27.540,30		3.486,29	26.269,21	
2.1.2	VIADUCTO	km		36.073,33			36.925,46			35.221,21		
2.1.3	TUNEL	km	9,80	78.063,01	765.017,48		91.001,05	891.810,27		69.641,00	682.481,80	
2.1.4	TRINCHERA	km	0,21	30.368,84	6.225,61		31.086,22	6.372,67		29.651,47	6.078,55	
2.2	CONSTRUCCIÓN DE PASOS A DESNIVEL (ELEVADOS, DEPRIMIDOS)					298.340,37			305.387,78			291.292,96
2.2.1	PUENTES VEHICULARES Y FERREOS / PASOS DEPRIMIDOS	Gl	1,00	254.823,00	254.823,00		260.842,44	260.842,44		248.803,56	248.803,56	
2.2.2	PUENTES PEATONALES	Gl	1,00	43.517,37	43.517,37		44.545,34	44.545,34		42.489,40	42.489,40	
2.3	REPOSICIÓN DE REDES					59.316,22			60.717,39			57.915,05
2.3.1	REDES HIDRAULICAS	Gl	1,00	45.156,47	45.156,47		46.223,16	46.223,16		44.089,78	44.089,78	
2.3.2	REDES ELECTRICAS	Gl	1,00	14.159,75	14.159,75		14.494,23	14.494,23		13.825,26	13.825,26	
3	SUPERESTRUCTURA					144.230,66			191.606,56			140.823,64
3.1	SUPERESTRUCTURA					144.230,66			191.606,56			140.823,64
3.1.1	DOBLE VIA EN PLACA TIPO DFF	km	19,70	7.321,35	144.230,66		9.726,22	191.606,56		7.148,41	140.823,64	
3.1.2	DOBLE VIA EN BALASTO	km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4	EDIFICACIONES					646.709,91			1.003.473,94			858.223,07
4.1	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES SUBTERRANEAS					367.991,84			383.161,08			350.032,72
4.1.1	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE PASO	Un	10,00	29.865,72	298.657,17		31.110,92	311.109,16		28.388,03	283.880,28	
4.1.2	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA M-T	Un		31.720,30			33.009,31			30.198,80		
4.1.3	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES ESPECIALES	Un	2,00	34.667,33	69.334,67		36.025,96	72.051,91		33.076,22	66.152,44	
4.2	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES EN SUPERFICIE					134.198,03			140.306,48			126.823,80
4.2.1	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE PASO	Un	5,00	18.304,39	91.521,94		19.156,55	95.782,74		17.271,40	86.357,00	
4.2.2	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA M-T	Un	1,00	23.581,03	23.581,03		24.557,84	24.557,84		22.423,40	22.423,40	
4.2.3	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES ESPECIALES	Un	1,00	19.095,06	19.095,06		19.965,90	19.965,90		18.043,40	18.043,40	
4.3	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES EN VIADUCTO											
4.3.1	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE PASO	Un		20.570,80			21.596,44			19.312,68		
4.3.2	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA M-T	Un		22.027,78			23.087,83			20.735,24		
4.3.3	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES ESPECIALES	Un		28.948,42			30.171,95			27.492,40		
4.4	CONSTRUCCIÓN DE PATIOS											
4.4.1	PATIO ZONA TUNJUELITO											
4.4.1.1	TERRENO	Un		45.000,00			45.000,00			45.000,00		
4.4.1.2	OBRA CIVIL	Un		40.967,74			41.935,48			40.000,00		
4.4.1.3	EQUIPAMIENTO	Un		4.800,00			4.800,00			4.800,00		
4.4.1.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			9.726,22			7.148,41		
	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.4.2	PATIO ZONA AUTOPISTA SUR - BOSA											
4.4.2.1	TERRENO	Un		45.000,00			45.000,00			45.000,00		
4.4.2.2	OBRA CIVIL	Un		40.967,74			41.935,48			40.000,00		
4.4.2.3	EQUIPAMIENTO	Un		4.800,00			4.800,00			4.800,00		
4.4.2.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			9.726,22			7.148,41		
	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.4.3	PATIO ZONA FONTIBON											
4.4.3.1	TERRENO	Un		45.000,00			45.000,00			45.000,00		
4.4.3.2	OBRA CIVIL	Un		40.967,74			41.935,48			40.000,00		
4.4.3.3	EQUIPAMIENTO	Un		4.800,00			4.800,00			4.800,00		
4.4.3.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			9.726,22			7.148,41		
	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.4.4	PATIO ESTACION DE LA SABANA					50.740,96			59.150,68			45.266,65
4.4.4.1	TERRENO	Un										
4.4.4.2	OBRA CIVIL	Un		40.967,74			41.935,48			40.000,00		
4.4.4.3	EQUIPAMIENTO	Un		4.800,00			4.800,00			4.800,00		
4.4.4.4	PLAYA DE VIAS (VIA DOBLE SUBTERRANEA)	Km	0,65	78.063,01	50.740,96		91.001,05	59.150,68		69.641,00	45.266,65	
	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.5	CONSTRUCCIÓN DE TALLERES - PATIOS											
4.5.1	TALLER - PATIO ZONA NORTE					93.779,09			420.855,70			336.099,90
4.5.1.1	TERRENO	Un	1,00	22.000,00	22.000,00		22.000,00	22.000,00		22.000,00	22.000,00	
4.5.1.2	OBRA CIVIL	Un	1,00	30.725,81	30.725,81		31.451,61	31.451,61		30.000,00	30.000,00	
4.5.1.3	EQUIPAMIENTO	Un	1,00	12.500,00	12.500,00		12.500,00	12.500,00		12.500,00	12.500,00	
4.5.1.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km	3,90	7.321,35	28.553,28		91.001,05	354.904,09		69.641,00	271.599,90	
4.5.1.5	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		

RESUMEN DE COSTOS LÍNEA SAN VICTORINO-170

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	HIPOTESIS MODERADA			HIPOTESIS PESIMISTA			HIPOTESIS OPTIMISTA		
				VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
				(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)
4.5.2	TALLER - PATIO AV. BOYACA / SAN JOSE											
4.5.2.1	TERRENO	Un		30.000,00			30.000,00			30.000,00		
4.5.2.2	OBRA CIVIL	Un		30.725,81			31.451,61			30.000,00		
4.5.2.3	EQUIPAMIENTO	Un		12.500,00			12.500,00			12.500,00		
4.5.2.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			91.001,05			69.641,00		
4.5.2.5	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.5.3	TALLER - PATIO ZONA USME											
4.5.3.1	TERRENO	Un		30.000,00			30.000,00			30.000,00		
4.5.3.2	OBRA CIVIL	Un		30.725,81			31.451,61			30.000,00		
4.5.3.3	EQUIPAMIENTO	Un		12.500,00			12.500,00			12.500,00		
4.5.3.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			91.001,05			69.641,00		
4.5.3.5	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.5.4	TALLER PATIO ZONA AV FERROCARRIL - SALTRE ALTO											
4.5.4.1	TERRENO	Un		40.000,00			40.000,00			40.000,00		
4.5.4.2	OBRA CIVIL	Un		30.725,81			31.451,61			30.000,00		
4.5.4.3	EQUIPAMIENTO	Un		12.500,00			12.500,00			12.500,00		
4.5.4.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			91.001,05			69.641,00		
4.5.4.5	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
4.5.5	TALLER - BOSA											
4.5.5.1	TERRENO	Un		30.000,00			30.000,00			30.000,00		
4.5.5.2	OBRA CIVIL	Un		30.725,81			31.451,61			30.000,00		
4.5.5.3	EQUIPAMIENTO	Un		12.500,00			12.500,00			12.500,00		
4.5.5.4	SUPERESTRUCTURA EN PLACA	Km		7.321,35			91.001,05			69.641,00		
4.5.5.5	SUPERESTRUCTURA EN BALASTO	Km		4.314,43			4.547,38			3.725,38		
5	ELECTRIFICACIÓN					257.502,96				283.253,26		218.877,52
5.1	ENERGÍA					147.290,00				162.019,00		125.196,50
5.1.1	SUBESTACIÓN RECEPTORA	Un	2,00	45.045,00	90.090,00		49.549,50	99.099,00		38.288,25	76.576,50	
5.1.2	SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN	Un	8,00	7.150,00	57.200,00		7.865,00	62.920,00		6.077,50	48.620,00	
5.1.2	SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN	Un	8,00	7.150,00	57.200,00		7.865,00	62.920,00		6.077,50	48.620,00	
5.2	LÍNEA DE CONTACTO	Gl	1,00	16.902,60	16.902,60	16.902,60	16.592,86	18.532,86	18.592,86	14.367,21	14.367,21	14.367,21
5.3	CABLEADO ANILLO DE ENERGÍA	Gl	1,00	67.610,40	67.610,40	67.610,40	74.371,44	74.371,44	74.371,44	57.468,84	57.468,84	57.468,84
5.4	INSTALACIONES DE ENERGÍA EN TUNEL	Gl	1,00	11.971,96	11.971,96	11.971,96	13.169,16	13.169,16	13.169,16	10.176,17	10.176,17	10.176,17
5.5	INSTALACIONES VENTILACIÓN EN TUNEL	Gl	1,00	13.728,00	13.728,00	13.728,00	15.100,80	15.100,80	15.100,80	11.668,80	11.668,80	11.668,80
6	SEÑALIZACIÓN					71.803,01				78.983,31		67.135,82
6.1	VIA EN SUPERFICIE - VIADUCTO - TRINCHERA					19.337,18				21.270,90		18.080,26
6.1.1	EQUIPOS VIA: CIRCUITOS, MOTORES, SEÑALES	Km	7,74	899,07	6.958,81		988,98	7.654,69		840,63	6.506,48	
6.1.2	ATC (Sistema automático de control y supervisión de trenes)	Km	7,74	470,23	3.639,58		517,25	4.003,54		439,67	3.403,01	
6.1.3	INGENIERÍA Y PRUEBAS	Km	7,74	1.129,04	8.738,79		1.241,95	9.612,67		1.055,66	8.170,77	
6.2	VIA EN TUNEL					26.851,85				29.537,04		25.106,48
6.2.1	EQUIPOS VIA: CIRCUITOS, MOTORES, SEÑALES	Km	9,80	1.057,73	10.365,75		1.163,50	11.402,33		988,98	9.691,98	
6.2.2	ATC (Sistema automático de control y supervisión de trenes)	Km	9,80	553,21	5.421,48		608,53	5.963,63		517,25	5.069,08	
6.2.3	INGENIERÍA Y PRUEBAS	Km	9,80	1.129,04	11.064,62		1.241,95	12.171,08		1.055,66	10.345,42	
6.3	PATIOS (COCHERAS)											
6.3.1	EQUIPOS VIA: CIRCUITOS, MOTORES, SEÑALES	Un		572,00			629,20			534,82		
6.3.2	ENCE (Enclavamiento electrónico - sistema de control de seguridad)	Un		1.203,52			1.323,87			1.125,29		
6.3.3	ATC (Sistema automático de control y supervisión de trenes)	Un		858,69			944,56			802,88		
6.4	PUESTO CENTRAL DE CONTROL					13.252,84				14.578,12		12.391,41
6.4.1	ATS (Sistema automático de supervisión de trenes)	Un	1,00	13.252,84	13.252,84	13.252,84	14.578,12	14.578,12		12.391,41	12.391,41	
6.5	TALLERES					3.723,26				4.095,58		3.481,25
6.5.1	EQUIPOS VIA: CIRCUITOS, MOTORES, SEÑALES	Un	1,00	858,69	858,69		944,56	944,56		802,88	802,88	
6.5.2	ENCE (Enclavamiento electrónico - sistema de control de seguridad)	Un	1,00	2.005,87	2.005,87		2.206,46	2.206,46		1.875,49	1.875,49	
6.5.3	ATC (Sistema automático de control y supervisión de trenes)	Un	1,00	858,69	858,69		944,56	944,56		802,88	802,88	
6.6	ESTACIONES	GL	1,00	8.637,88	8.637,88	8.637,88	9.501,67	9.501,67	9.501,67	8.076,42	8.076,42	8.076,42
7	COMUNICACIONES					80.116,58				88.128,24		74.909,01
7.1	VIA EN SUPERFICIE - VIADUCTO - TRINCHERA					5.355,43				5.890,97		5.007,33
7.1.1	Radiocomunicaciones voz y datos	Km	7,74	57,41	444,37		63,15	488,81		53,68	415,49	
7.1.2	Telefonía	Km	7,74	87,40	676,44		96,13	744,08		81,71	632,47	
7.1.3	Interfonía	Km	7,74	8,77	67,87		9,85	74,66		8,20	63,46	
7.1.4	Megafonía	Km	7,74	9,83	78,08		10,81	83,69		9,19	71,14	
7.1.5	Información al pasajero	Km	7,74	4,79	37,10		5,27	40,81		4,48	34,69	
7.1.6	Red de Transmisión	Km	7,74	57,83	447,64		63,62	492,41		54,08	418,55	
7.1.7	CCTV	Km	7,74	56,17	434,74		61,79	478,22		52,52	406,48	
7.1.8	CCTV embarcado	Km	7,74	370,05	2.864,21		407,06	3.150,63		346,00	2.678,04	
7.1.9	Cronometría	Km	7,74	1,42	10,98		1,56	12,08		1,33	10,27	
7.1.10	Billeteaje	Km	7,74	28,72	222,26		31,59	244,48		26,85	207,81	
7.1.11	Control de Accesos y Anti-intrusión	Km	7,74	9,53	73,74		10,48	81,11		8,91	68,94	

RESUMEN DE COSTOS LÍNEA SAN VICTORINO-170

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	HIPOTESIS MODERADA			HIPOTESIS PESIMISTA			HIPOTESIS OPTIMISTA		
				VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL	VAL/UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
				(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)	(Millones de \$)
7.2 VIA EN TUNEL												
7.2.1 Radiocomunicaciones voz y datos	Km	9.80	67.54	661.93	7,750.41	74.30	728.12	63.15	618.91			
7.2.2 Telefonía	Km	9.80	102.82	1,007.62		113.10	1,108.38	96.13	942.12			
7.2.3 Interfonía	Km	9.80	10.32	101.10		11.35	111.21	9.65	94.53			
7.2.4 Megafonía	Km	9.80	11.56	113.33		12.72	124.67	10.81	105.97			
7.2.5 Información al pasajero	Km	9.80	5.64	55.26		6.20	60.79	5.27	51.67			
7.2.6 Red de Transmisión	Km	9.80	57.83	566.78		63.62	623.46	54.08	529.94			
7.2.7 CCTV	Km	9.80	56.17	550.45		61.79	605.49	52.52	514.67			
7.2.8 CCTV embarcado	Km	9.80	432.31	4,236.68		475.55	4,660.35	404.21	3,961.30			
7.2.9 Cronometría	Km	9.80	1.87	16.36		1.84	17.99	1.56	15.29			
7.2.10 Boleaje	Km	9.80	33.78	331.07		37.16	364.18	31.59	305.55			
7.2.11 Control de Accesos y Anti-intrusión	Km	9.80	11.21	109.84		12.33	120.82	10.48	102.70			
7.3 PATIOS (COCHERAS)												
7.3.1 Radiocomunicaciones voz y datos	Un		240.51			264.56		224.88				
7.3.2 Telefonía	Un		8.43			9.27		7.88				
7.3.3 Interfonía	Un		39.09			42.99		36.54				
7.3.4 Megafonía	Un		52.85			58.13		49.41				
7.3.5 Red de Transmisión	Un		69.95			76.95		65.40				
7.3.6 CCTV	Un		170.93			188.02		159.82				
7.3.7 CCTV embarcado	Un		120.71			132.78		112.86				
7.3.8 Control de Accesos y Anti-intrusión	Un		19.36			21.29		18.10				
7.4 PUESTO CENTRAL DE CONTROL					3,440.21			3,784.23				3,216.60
7.4.1 Radiocomunicaciones voz y datos	Un	1.00	668.46	668.46		735.31	735.31	625.01	625.01			
7.4.2 Telefonía	Un	1.00	105.46	105.46		116.01	116.01	98.60	98.60			
7.4.3 Interfonía	Un	1.00	193.05	193.05		212.36	212.36	180.51	180.51			
7.4.4 Megafonía	Un	1.00	151.66	151.66		166.82	166.82	141.80	141.80			
7.4.5 Información al pasajero	Un	1.00	165.29	165.29		181.81	181.81	154.54	154.54			
7.4.6 Red de Transmisión	Un	1.00	117.55	117.55		129.30	129.30	109.91	109.91			
7.4.7 CCTV	Un	1.00	231.13	231.13		254.24	254.24	216.11	216.11			
7.4.8 CCTV embarcado	Un	1.00	1,081.32	1,081.32		1,189.45	1,189.45	1,011.03	1,011.03			
7.4.9 Cronometría	Un	1.00	41.76	41.76		45.93	45.93	39.04	39.04			
7.4.10 Boleaje	Un	1.00	663.93	663.93		730.33	730.33	620.78	620.78			
7.4.11 Control de Accesos y Anti-intrusión	Un	1.00	20.60	20.60		22.66	22.66	19.26	19.26			
7.5 TALLERES					721.81			793.99				674.89
7.5.1 Radiocomunicaciones voz y datos	Un	1.00	240.51	240.51		264.56	264.56	224.88	224.88			
7.5.2 Telefonía	Un	1.00	8.43	8.43		9.27	9.27	7.88	7.88			
7.5.3 Interfonía	Un	1.00	39.09	39.09		42.99	42.99	36.54	36.54			
7.5.4 Megafonía	Un	1.00	52.85	52.85		58.13	58.13	49.41	49.41			
7.5.5 Red de Transmisión	Un	1.00	69.95	69.95		76.95	76.95	65.40	65.40			
7.5.6 CCTV	Un	1.00	170.93	170.93		188.02	188.02	159.82	159.82			
7.5.7 CCTV embarcado	Un	1.00	120.71	120.71		132.78	132.78	112.86	112.86			
7.5.8 Control de Accesos y Anti-intrusión	Un	1.00	19.36	19.36		21.29	21.29	18.10	18.10			
7.6 ESTACIONES	Gl	1.00	62,848.72	62,848.72		69,133.59	69,133.59	69,133.59	69,133.59			69,133.59
8 PCC					17,753.85			19,529.24				16,599.85
8.1 EQUIPAMIENTO SOFTWARE Y HARDWARE DE TELECONTROL	Un	1.00	17,753.85	17,753.85		19,529.24	19,529.24	16,599.85	16,599.85			
9 EQUIPO RODANTE					786,129.52			864,742.48				735,031.11
9.1 TRENES	Un	23.00	33,976.80	781,466.40		37,374.48	859,613.04	31,768.31	730,671.08			
9.2 VAGON PLATAFORMA	Un	1.00	169.57	169.57		186.52	186.52	158.55	158.55			
9.3 LOCOMOTORA DE MANIOBRA	Un	1.00	1,695.68	1,695.68		1,865.25	1,865.25	1,585.46	1,585.46			
9.4 BATEDORA	Un		4,239.20			4,663.12		3,963.66				
9.5 VEHICULO DE INSPECCION DE VIA	Un	1.00	254.35	254.35		279.79	279.79	237.82	237.82			
9.6 VEHICULO DE INSPECCION DE CATENARIA	Un	1.00	1,271.76	1,271.76		1,398.94	1,398.94	1,189.10	1,189.10			
9.7 VAGON TOLVA	Un		169.57			186.52		158.55				
9.8 UNIMOG	Un	1.00	1,271.76	1,271.76		1,398.94	1,398.94	1,189.10	1,189.10			
TOTAL POR LINEAS (millones de \$)					3,489,914.41			4,232,763.78				3,514,998.51
TOTAL POR LINEAS (millones de US\$)					1,744.96			1,923.99				2,067.65

RESUMEN DE COSTOS POR CAPITULOS REPRESENTATIVOS

ESTUDIOS Y DISEÑOS	329,863.46	411,218.32	339,360.83
EDIFICACIONES	646,709.91	1,003,473.94	858,223.07
INSTALACIONES Y EQUIPOS	427,176.41	469,894.05	377,522.19
VIA EN SUPERFICIE	33,130.37	33,912.98	32,347.76
VIA EN TUNEL	909,248.14	1,083,416.83	823,305.44
VIA EN VIADUCTO			
MATERIAL MOVIL	786,129.52	864,742.48	735,031.11
PASOS A DESNIVEL Y REP REDES	357,656.59	366,105.17	349,208.01
TOTAL	3,489,914.41	4,232,763.78	3,514,998.51

PRINCIPALES INDICADORES DE COSTOS Y OBRAS

COSTO POR KILOMETRO DE LINEA EN MILLONES DE US\$	99,484,447.32	109,691,193.55	117,881,766.30
COSTO TOTAL DE LA LINEA EN MILLONES DE US\$	1,959,843,612.25	2,160,916,513.00	2,322,270,796.07
KM FACTIBLES DE CONSTRUCCION SEGUN DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	22,579	18,617	22,418
LONGITUD DE LA LINEA EN KM	19,700	19,700	19,700

VARIABLES ESCENARIOS

Escenarios	AIU	Tunel (Millones €/km)	US Dólar (COP)	Euro (US\$)
Moderado	27%	28.3	2,000	1.43
Pesimista	30%	30.0	2,200	1.43
Optimista	24%	24.0	1,700	1.43