

# ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ



ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE  
LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ  
(PLMB)

EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO HASTA 2050

DOCUMENTO N° ETPLMB-ET23-L00-PRE-W-0002\_RC

AGOSTO DE 2017

CONSORCIO METRO BOG

**SYSTRA**



**INGETEC**  
INGENIEROS CONSULTORES

**LISTA DE DISTRIBUCIÓN**

**DEPENDENCIA**

**No. de copias**

CLIENTE Financiera de Desarrollo Nacional (FDN)	1
Centro de Documentación del Proyecto	1

**ÍNDICE DE MODIFICACIONES**

Revisión del documento	Sección modificada	Fecha de modificación	Observaciones
A	-		Versión original

**ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN**

Contrato:		ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ (PLMB)			
Título Documento:		<b>EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO HASTA 2050</b> <b>DOCUMENTO N° ETPLMB-ET23-L00-PRE-W-0002-RC</b>			
Documento No. :					
<b>A P R O B A C I Ó N</b>	<b>Número de revisión</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<b>Ingeniero ejecutor</b>	Nombre			
		Firma			
		Fecha			
	<b>Vo. Bo Director de Departamento</b>	Nombre	C. LARZUL	C. LARZUL	C. LARZUL
		Firma			
		Fecha	24/08/2017	30/08/2017	05/09/2017
	<b>Vo. Bo Director de División</b>	Nombre			
		Firma			
		Fecha			
	<b>Vo. Bo Coordinador del Proyecto</b>	Nombre	F. SANCHEZ	F. SANCHEZ	F. SANCHEZ
		Firma			
		Fecha	24/08/2017	30/08/2017	05/09/2017
	<b>Vo. Bo. Director del proyecto</b>	Nombre	H. ABJEAN	H. ABJEAN	H. ABJEAN
		Firma			
Fecha		24/08/2017	30/08/2017	05/09/2017	

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	8
1.1	Presentación del sistema de transporte de Bogotá .....	8
1.2	Objeto del documento .....	8
1.3	Hipótesis tomadas.....	8
1.4	Documentos relacionados.....	9
2.	HIPÓTESIS PRINCIPALES .....	10
2.1	HIPÓTESIS MACROECONÓMICAS.....	10
	Moneda.....	10
	Inflación .....	10
3.	PREVISIONES DE TRAFICO Y TRENES*KILOMETRO .....	11
3.1	Previsiones de TRÁFICO.....	11
3.2	Trenes*kilometro .....	12
	Día laborable .....	12
	Sábado .....	12
	Domingo y festivo .....	12
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE OPERACIÓN .....	13
4.1	Estructura organizacional del metro .....	13
4.2	Estimación de personal.....	13
	Directores .....	13
	Personal de Operación.....	14
	Personal Administrativo o de soporte.....	16
4.3	Estimación del personal conforme a la organización propuesta .....	17
	Personal de estación .....	17
	Estaciones: costos .....	18
	Personal del PCC .....	19
	Costos del PCC .....	19
	Personal administrativo y de apoyo .....	20
	Costos del personal administrativo (M COP) .....	22
	Seguridad física.....	22
5.	MANTENIMIENTO .....	23
5.1	Señalización .....	23
5.2	Telecomunicaciones .....	23
5.3	Vía férrea.....	24
5.4	Viaducto .....	24
5.5	Patio Taller .....	25

5.6	Instalaciones fijas.....	26
5.7	Material rodante .....	26
6.	COSTES DE PRODUCCIÓN DE TRANSPORTE .....	28
6.1	Energía.....	28
6.2	Mantenimiento Sistemas de ENERGÍA .....	28
6.3	boletos y consumibles, sistema de recaudo .....	29
6.4	Consumo de agua para el funcionamiento y la limpieza del metro .....	29
7.	UTILIDADES DE LA EMPRESA DE OPERACIÓN DEL METRO .....	30
8.	CALCULO DEL COSTO DEL TREN*KILOMETRO.....	31

### LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Organización de la PLMB .....	13
----------------	-------------------------------	----

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Referencias .....	6
Tabla 2.	Listado de Acrónimos y Abreviaturas.....	7
Tabla 3.	Hipótesis de inflación .....	10
Tabla 4.	Cantidad de días en un año calendario para cada uno de los tres días tipo.....	11
Tabla 5.	Horarios de inicio y fin de la operación comercial para cada uno de los días tipos .....	11
Tabla 6.	Evolución del intervalo de la línea a lo largo de un día laborable (lunes a viernes) .....	11
Tabla 7.	Evolución del intervalo de la línea para los días sábado .....	12
Tabla 8.	Evolución del intervalo de la línea para los días domingo y festivo.....	12
Tabla 9.	Horarios días laborales .....	12
Tabla 10.	Personal de Estación.....	18
Tabla 11.	Costos unitarios personal estaciones.....	18
Tabla 12.	OPEX de las estaciones (M COP).....	18
Tabla 13.	Estimación del personal del PCC .....	19
Tabla 14.	Costos unitarios personal PCC .....	19
Tabla 15.	OPEX del PCC (M COP) .....	20
Tabla 16.	Personal de Dirección.....	20
Tabla 17.	Departamentos y personal de Soporte Administrativo .....	21
Tabla 18.	OPEX Personal administrativo (M COP) .....	22
Tabla 19.	Costos unitarios personal de Seguridad.....	22
Tabla 20.	OPEX Seguridad física (M COP).....	22
Tabla 21.	Costos Unitarios Personal Señalización .....	23
Tabla 22.	OPEX Señalización (M COP) .....	23
Tabla 23.	Personal Telecomunicaciones.....	23
Tabla 24.	OPEX Telecomunicaciones (M COP).....	23
Tabla 25.	Costos Unitarios Personal Via Férrea .....	24
Tabla 26.	OPEX Via Férrea (M COP).....	24
Tabla 27.	Costos Unitarios Personal Viaducto .....	24
Tabla 28.	OPEX Viaducto (M COP) .....	25
Tabla 29.	Costos Unitarios Personal Patio-Taller.....	25

Tabla 30.	OPEC Patio-Taller (M COP) .....	25
Tabla 31.	Costos Unitarios Personal Instalaciones Fijas .....	26
Tabla 32.	OPEX Instalaciones Fijas (M COP) .....	26
Tabla 33.	Costos Unitarios Personal Material Rodante .....	26
Tabla 34.	Personal Material Rodante .....	27
Tabla 35.	OPEX Material Rodante (M COP) .....	27
Tabla 36.	Costos Energía (M COP).....	28
Tabla 37.	OPEX Sistemas Energía (M COP) .....	28
Tabla 38.	Personal Billetaje .....	29
Tabla 39.	OPEX Billetaje (M COP) .....	29
Tabla 40.	Costo OPEX con Utilidades e imprevistos .....	30
Tabla 41.	Calculo del costo global del tren*km .....	31

## REFERENCIAS

Ref. N°	Ref. ID número	Ref. Descripción
R1	170321_RESUMEN_EJECUTIVO_SUPUESTOS_Y_RESULTADOS_MODELACIÓN_BASE_ESTRUCTURACIÓN_TÉCNICA.pdf 170321_Resumen_escenarios_entregados_estructuración_metro_con_mosquera_final_enviado.xlsx	Estudio de demanda de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) transmitidos por FDN a Systra el 21/03/2017.
R2	PLMB-SYS-PLA-TRA-3300-0C.dwg	Planialtimetría y trazado realizado por SYSTRA y transmitido el 22/03/2017.
R3	ETPLMB-ET00-L01-IFU-P-0002-RA	Plan Preliminar de Operación-2030
R4	ETPLMB-ET00-L01-IFU-P-0003-RA	Plan Preliminar de Mantenimiento

Tabla 1. Referencias

## ABREVIACIONES

ADV	Aparato de vía
ATC	Control Automático del Tren
ATO	Operación Automática del Tren
ATP	Protección Automática del Tren
ATS	Supervisión Automática del Tren
CBTC	Communication Based Train Control
CCTV	Circuito cerrado de televisión
IPC	Índice de Precio al Consumidor
IPP	Índice de Precio del Productor
MAS	Máquina Auto Servicio
MRA	Máquina Recarga Automática
PCC	Puesto Central de Comando
PDA	Puertas de Andén
PLMB	Primera Línea de Metro de Bogotá
PMT	Puesto de Maniobras de Taller
SCADA	Supervisión de Control y Adquisición de Datos
SMMLV	Salario Mínimo
UTO	Operación de Tren Desatendido (Unattended Train Operation)

**Tabla 2. Listado de Acrónimos y Abreviaturas**

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 PRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOGOTÁ

Bogotá es la capital y el principal centro urbano de la República de Colombia y del departamento de Cundinamarca. La ciudad cuenta aproximadamente con de 8 millones de habitantes y más de 9 millones de personas si se considera el área metropolitana en su conjunto, lo que equivale a un quinto de la población total del país.

El transporte público de Bogotá se encuentra estructurado alrededor de un sistema de transporte tipo BRT llamado Transmilenio, compuesto por más de 120 kilómetros, 12 líneas troncales y más de 130 estaciones. Este se completa por una densa red de buses alimentadores y zonales, constituyendo así, uno de los sistemas de autobús de tránsito rápido más grande del mundo. Además, la capital colombiana cuenta con la red de ciclo rutas más extensa de Latinoamérica, alcanzando los casi 400 kilómetros. Esta red se integra al Transmilenio por medio de 15 ciclo parqueaderos distribuidos a lo largo de la ciudad.

El proyecto de la Primera Línea de Metro de Bogotá (PLMB) consiste en un metro completamente automático cuyo principal objetivo será el de responder a la creciente demanda y de otorgar un servicio de calidad a los habitantes de la capital colombiana.

La primera etapa de la línea contará con 24 kilómetros de longitud en total, incluyendo los ramales técnicos, y 15 estaciones.

Concebida integralmente en viaducto, la PLMB permitirá a los habitantes del sudoeste de Bogotá obtener un acceso rápido al centro de la ciudad. En efecto, el trazado transita en gran parte la Avenida Caracas, una de las mayores arterias de la capital.

### 1.2 OBJETO DEL DOCUMENTO

El objetivo de este documento es dar una primera estimación de los costos de operación y mantenimiento para la primera fase de la línea 1 del metro de Bogotá, de 2023 hasta 2052 (30 años).

Este documento se apoya principalmente sobre el plan de operación preliminar que describe la organización propuesta de la empresa de operación del metro de Bogotá y el plan de mantenimiento preliminar que propone una organización del mantenimiento.

El costo de operación y mantenimiento integra una progresión del parque de material rodante de 23 a 27 trenes a partir del año 2028.

### 1.3 HIPÓTESIS TOMADAS

Unas hipótesis son tomadas:

- Los salarios son estimados según aquellos tomados en el estudio precedente, aplicando los indicadores de inflación publicados;
- Los costos de operación se definen en base a la estructura descrita en el POP (direcciones de departamentos, soporte administrativo, personal de estaciones, personal del PCC, etc...);
- Los costos de mantenimiento se definen en base a la organización del mantenimiento descrita en el PMP;
- Se incluyen una estimación de los costos de la seguridad física;
- Los costos del billeteaje son estimados globalmente, no son detallados en este documento;
- Se estima el consumo de agua para el funcionamiento y la limpieza del metro;
- Se toma en cuenta el costo de los asistentes a bordo de los trenes al inicio de la operación;
- Se toma en cuenta las pólizas de seguros;
- Se considera una progresión del parque de material rodante de 23 a 27 trenes a partir del año 2028.

#### 1.4 DOCUMENTOS RELACIONADOS

Para una mejor comprensión del presente documento se requiere la información contenida en los documentos mencionados anteriormente en la tabla de referencias.

La tabla presentada en el anexo 1 resume de los costes de operación y mantenimiento. Los detalles de esta tabla se encuentran luego en este documento.

## 2. HIPÓTESIS PRINCIPALES

### 2.1 HIPÓTESIS MACROECONÓMICAS

#### Moneda

Los precios son expresados en pesos colombianos (COP).

#### Inflación

La tabla siguiente enseña las hipótesis de inflación tomadas:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
IPC Colombia	1,37	1,41	1,46	1,50	1,55	1,60	1,64	1,70	1,75	1,80
IPC Zona Euro	1,16	1,18	1,20	1,22	1,25	1,27	1,29	1,32	1,34	1,37
IPC EEUU	1,17	1,19	1,22	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42
SMMLV	1,52	1,59	1,66	1,74	1,82	1,90	1,98	2,07	2,17	2,26
IPP	1,39	1,46	1,52	1,59	1,66	1,74	1,81	1,90	1,98	2,07
Inflación EUR y Dev	1,28	1,32	1,36	1,39	1,43	1,47	1,51	1,56	1,60	1,64
Inflación TRM y Dev	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,51	1,56	1,61	1,65	1,71
Combustible	3,80	4,49	5,30	6,27	7,40	8,75	10,34	12,21	14,43	17,05

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
IPC Colombia	1,86	1,92	1,98	2,04	2,10	2,16	2,23	2,30	2,37	2,45
IPC Zona Euro	1,39	1,42	1,45	1,48	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,65
IPC EEUU	1,45	1,48	1,52	1,55	1,58	1,62	1,65	1,69	1,73	1,76
SMMLV	2,37	2,47	2,58	2,70	2,82	2,95	3,08	3,22	3,37	3,52
IPP	2,16	2,26	2,36	2,47	2,58	2,70	2,82	2,94	3,08	3,21
Inflación EUR y Dev	1,69	1,74	1,79	1,84	1,89	1,94	2,00	2,05	2,11	2,17
Inflación TRM y Dev	1,76	1,81	1,87	1,93	1,99	2,05	2,11	2,18	2,25	2,32
Combustible	20,15	23,80	28,13	33,23	39,27	46,40	54,82	64,77	76,53	90,43

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
IPC Colombia	2,52	2,60	2,68	2,76	2,85	2,94	3,03	3,12	3,22	3,32
IPC Zona Euro	1,68	1,72	1,75	1,78	1,81	1,85	1,88	1,92	1,96	1,99
IPC EEUU	1,80	1,84	1,88	1,92	1,97	2,01	2,05	2,10	2,15	2,19
SMMLV	3,68	3,84	4,01	4,19	4,38	4,58	4,79	5,00	5,23	5,46
IPP	3,36	3,51	3,67	3,83	4,01	4,19	4,37	4,57	4,78	4,99
Inflación EUR y Dev	2,23	2,29	2,35	2,42	2,49	2,56	2,63	2,70	2,78	2,86
Inflación TRM y Dev	2,39	2,46	2,54	2,62	2,70	2,78	2,87	2,96	3,05	3,14
Combustible	106,84	126,24	149,16	176,25	208,25	246,05	290,73	343,51	405,88	479,57

Tabla 3. Hipótesis de inflación

### 3. PREVISIONES DE TRAFICO Y TRENES\*KILOMETRO

#### 3.1 PREVISIONES DE TRÁFICO

Las previsiones de trafica son datas en el plan de operación preliminar.

La determinación de los horarios de operación comercial y de la evolución del intervalo a lo largo del día para la PLMB se ha realizado en base a la definición de tres días tipo: laborable (lunes a viernes); sábado; y domingo y festivos. Además, se ha considerado la siguiente distribución para un año calendario:

Día tipo	Cantidad de días
Laborable (lunes a viernes)	244
Sábados	52
Domingos	52
Festivos	17

**Tabla 4. Cantidad de días en un año calendario para cada uno de los tres días tipo**

Para cada uno de estos, se define:

- Un horario de inicio de servicio que corresponde al horario de salida del primer tren desde cada una de las estaciones terminales;
- Un horario de fin del servicio que corresponde al horario de llegada del último tren desde cada una de las estaciones terminales;
- La evolución del intervalo a lo largo de cada día tipo.

Día tipo	Hora Inicio	Hora Fin
Laborable (lunes a viernes)	05h30	23h00
Sábados	05h30	24h00
Domingos y Festivos	06h30	22h30

**Tabla 5. Horarios de inicio y fin de la operación comercial para cada uno de los días tipos**

La siguiente tabla muestra la propuesta de SYSTRA para la evolución del intervalo para los días laborales (de lunes a viernes):

Horario	Intervalo (min)
5:30 – 6:00	8
6:00 – 6:30	5
6:30 – 9:00	3 (hora punta)
9:00 – 15:30	5
15:30 – 20:00	3 (hora punta)
20:00 – 21:00	5
21:00 – 23:00	8

**Tabla 6. Evolución del intervalo de la línea a lo largo de un día laborable (lunes a viernes)**

Se presenta a continuación la evolución del intervalo propuesto para los días sábados y luego para los domingos y festivos:

Horario	Intervalo (min)
5:30 – 7:00	8
7:00 – 24:00	5

**Tabla 7. Evolución del intervalo de la línea para los días sábado**

Horario	Intervalo (min)
6:30 – 9:00	8
9:00 – 22:30	5

**Tabla 8. Evolución del intervalo de la línea para los días domingo y festivo**

Los horarios de operación podrían extenderse durante eventos especiales o días festivos. El período dedicado al mantenimiento de la infraestructura durante un día laboral será aproximadamente de las 23:00 a las 5:30 AM.

### 3.2 TRENES\*KILOMETRO

#### Día laborable

Periodos	Duracion	Intervalo	Frecuencia (trenes por hora)	Numero de salidas por periodo
5 h 30	0 h 30	8 mn 00 s	7,50	3,75
6 h 00	0 h 30	5 mn 00 s	12,00	6,00
6 h 30	2 h 30	3 mn 00 s	20,00	50,00
9 h 00	6 h 30	5 mn 00 s	12,00	78,00
15 h 30	4 h 30	3 mn 00 s	20,00	90,00
20 h 00	1 h 00	5 mn 00 s	12,00	12,00
21 h 00	2 h 00	8 mn 00 s	7,50	15,00

**Tabla 9. Horarios días laborales**

Numero de vueltas por día: 255

Número de trenes\*km/día: 10120

Numero de km por tren por día: 440.

#### Sábado

Número de trenes\*km/día: 8954

#### Domingo y festivo

Número de trenes\*km/día: 7613

Número de trenes\*km comerciales por año: 3,3 millones km.

El número de trenes\*km en vacío depende principalmente de los movimientos de trenes del taller o de las cocheras hasta las vías principales y viceversa.

Considerando el último trazado de 23,96 km incluyendo el ramal técnico, tomaremos 5%.

Estimación del número de km en vacío (5%): 165.000;

**Total: 3,55 trenes\*millones km.**

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE OPERACIÓN

### 4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL METRO

La organización de la Primera Línea del Metro de Bogotá adoptará el siguiente esquema:

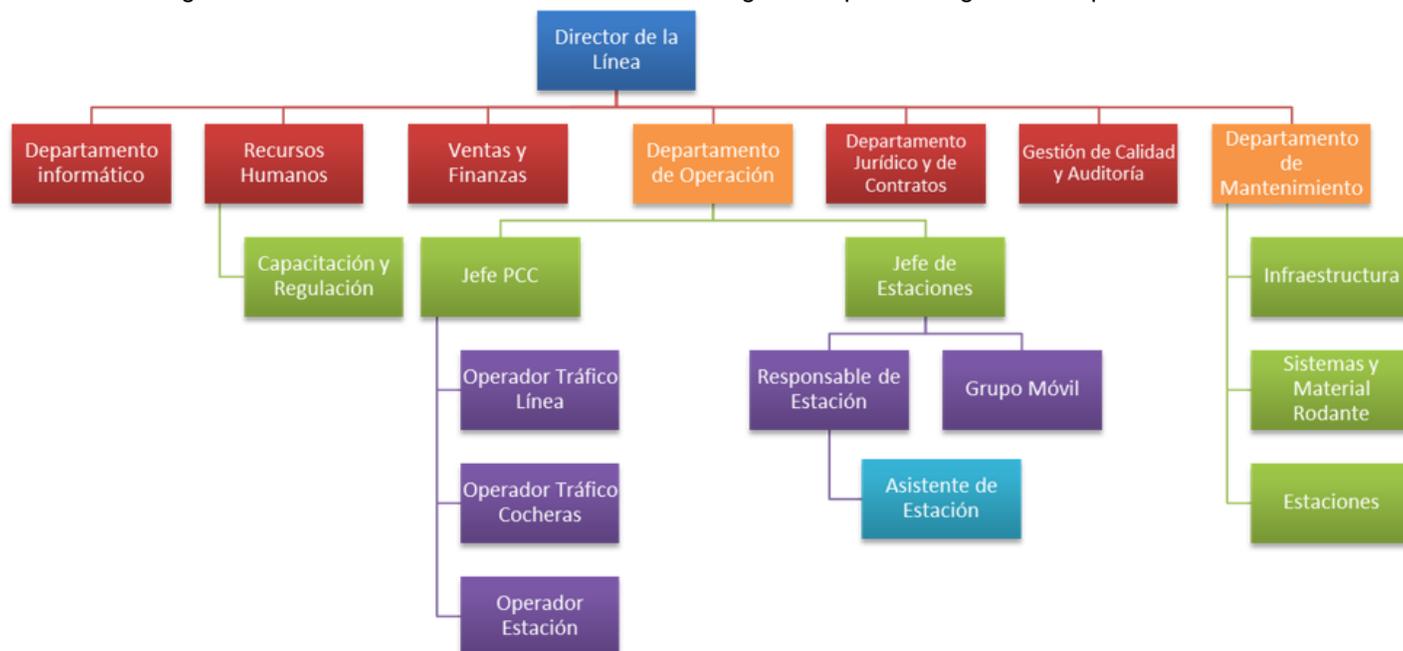


Ilustración 1. Organización de la PLMB

### 4.2 ESTIMACIÓN DE PERSONAL

#### Directores

##### Director de la Línea

El **director de la línea** está a cargo de gestionar y coordinar la Operación y Mantenimiento de toda la línea de Metro. Tiene la responsabilidad general de garantizar la seguridad de la línea y la calidad del servicio prestado.

##### Directores de Operación y mantenimiento

Actividades principales (operación y mantenimiento):

- Gerente del jefe del PCC y del jefe de estaciones;
- Responsable de la organización del PCC y de la organización de las estaciones;
- Asegura la interfaz entre ellos.
- Garante de la seguridad de la línea y, por lo tanto, a cargo de la investigación en caso de incidente;
- Encargado de verificar que la producción corresponda con la planificada;
- Gestión de costos;
- Hacer aplicar los procedimientos de operación o mantenimiento.

## Personal de Operación

### 4.2.1.1 Personal del Puesto Central de Control (PCC)

#### Jefe del PCC

El **jefe de PCC** es responsable de:

- El personal del PCC durante su turno;
- La gestión de la energía de tracción, especialmente de las consignas para las obras de vía;
- La gestión de los incidentes;
- Las autorizaciones para el acceso a la vía;
- Escribir el reporte diario.

#### Operador Tráfico-Línea

El **operador tráfico-línea** es responsable de:

- La gestión de los trenes en la vía principal;
- La respuesta a las llamadas en el tren;
- La información de los pasajeros en el tren;
- El manejo de las alarmas en los trenes;
- La gestión de la interfaz con el mantenimiento de los equipos de la línea;
- La gestión de la interfaz con el mantenimiento del material rodante.

#### Operador Estación / Información Pasajeros

El **operador estación** es responsable de:

- El manejo de las alarmas en estación, cuando el personal de estación no se encuentra disponible para hacerlo. Al utilizar el sistema de gestión de la estación, puede manejar todos los equipos de la estación (por ejemplo: las escaleras mecánicas, las bombas);
- El manejo de la relación entre operación y el mantenimiento de los equipos en estación;
- La gestión de los accesos a los locales técnicos y de operación;
- La repuesta a las llamadas en estación;
- La información a los pasajeros en estación o a bordo de los trenes.

#### Operador Seguridad

El **operador Seguridad** es responsable de:

- La vigilancia de la Seguridad en las estaciones y los trenes,
- La coordinación de los equipos de seguridad presentes en las estaciones o trenes,
- El manejo de las cámaras de vigilancia dispuestas en las estaciones y trenes,
- El manejo de las alarmas de seguridad;
- La repuesta a las llamadas en estación y de la información a los pasajeros en estación o a bordo de los trenes en caso de indisponibilidad del operador Estaciones.

#### Operador Tráfico-Cocheras

El **operador tráfico-cocheras** es responsable de:

- La gestión de los trenes en las cocheras (incluido la máquina de lavado y posición de transferencia);
- El manejo de las alarmas en los trenes;
- La gestión de la interfaz con el mantenimiento del material rodante.

### 4.2.1.2 Personal de las estaciones

Bajo un sistema de transporte completamente automático, el personal de la estación participa activamente en tareas comerciales. También garantizan la seguridad de los pasajeros.

El personal de la estación posee un papel importante de asistencia al personal del PCC. Contribuyen a proporcionar la calidad de servicio esperada y a gestionar situaciones degradadas. Por ejemplo, pueden intervenir para solucionar una falla en la puerta de andén (PDA), coordinar la evacuación del tren o manejar flujos de pasajeros.

Si bien el personal de estación no es obligatorio para el funcionamiento de la línea, se recomienda no prescindir de él. En efecto, el personal de estación no sólo garantiza una cierta calidad de servicio, sino que es fundamental para reducir lo máximo posible el impacto de un incidente y para gestionar la evacuación en una estación, entre otros.

La composición, así como la constitución del personal de la estación se describe en los siguientes párrafos.

### **Jefe de Estaciones**

El **jefe de estaciones** es responsable de:

- La gestión del personal de estaciones;
- La gestión de los grupos móviles;
- La gestión de los prestadores de servicios;
- La gestión de los incidentes en estaciones (evacuación, intervención sobre las puertas de andén, conducción de trenes);
- La redacción del reporte diario.

### **Responsable de Estación**

El responsable de estación debe permanecer en la estación durante todo su turno. Además, este ayudará a los asistentes de estación en momentos de gran afluencia.

### **Asistente de Estación**

El **asistente de estación** estará presente en todas las estaciones. Se recomienda contar dos asistentes por estación y divididos en dos tipos:

- Asistente de venta de pasajes
- Asistente de mantenimiento

### **Asistentes en Grupo Móvil**

Además de contar con asistentes asignados a una estación determinada, se recomienda disponer de dos equipos de 4 o más **asistentes en grupo móvil** que circulen por la línea. Sus funciones en línea podrán ser el control de boletos, intervenciones en las puertas de andén u otras solicitudes del PCC. También podrían estar disponibles para realizar un reemplazo previsto o imprevisto o para una capacitación.

#### 4.2.1.3 Personal suplementario

### **Control de Seguridad**

Se ubicará un centro de policía en las principales estaciones de la línea. La gestión de la seguridad (en el sentido de “security”) está fuera del alcance del presente documento, ya que ésta será asegurada por la fuerza de seguridad que disponga la ciudad de Bogotá. El número de policías necesarios en la línea estará a cargo de esta entidad.

### **Asistente comercial a bordo**

Una línea de metro completamente automático no precisa de personal a bordo de los trenes para su operación. Sin embargo, al tratarse de una nueva tecnología, puede considerarse la presencia de un asistente comercial a bordo de cada tren durante los primeros meses de servicio, de manera de simplificar la experiencia del pasajero.

Luego de los primeros meses de servicio, los asistentes comerciales podrán formar parte de los grupos móviles definidos anteriormente.

### **Limpieza de las estaciones**

La limpieza de las estaciones se efectuará por grupos. Cada equipo estará encargado de un cierto número de estaciones. Cada día por la mañana, previo a la apertura de las estaciones, se realizará una limpieza superficial. Una limpieza más profunda es realizada cada 7 días.

## **Personal Administrativo o de soporte**

### **4.2.1.4 Departamento Informático**

El departamento informático se encarga de gestionar los sistemas y programas instalados (sistemas informáticos no relacionados con la operación). El departamento es responsable de:

- La administración de sistemas y programas;
- El servicio al cliente interno en herramientas informáticas;
- La actualización y mantenimiento de sistemas y aplicaciones.

### **4.2.1.5 Recursos Humanos**

El departamento de RR.HH. está a cargo de gestionar todos los recursos humanos de la PLMB. El departamento es responsable de:

- La contabilidad y nóminas;
- La administración de recursos humanos y presentación de informes;
- Las carreras y gestión de la movilidad interna;
- El reclutamiento;
- La organización de formación;
- El bienestar del personal.

Este departamento incluirá el área de Capacitación y Regulación encargada de la regulación de la operación (redacción y actualización de procedimiento) y de la formación del personal de operaciones. Esto incluye la formación inicial, pero también mantener y desarrollar sus habilidades.

### **4.2.1.6 Ventas y Finanzas**

El departamento de finanzas y ventas está a cargo de gestionar los flujos de caja y el presupuesto, así como también la estrategia financiera en acuerdo con el servicio de marketing y la autoridad correspondiente (alcaldía de Bogotá, futura Autoridad de Transporte Público de Bogotá, etc.

### **4.2.1.7 Marketing y Comunicación**

El departamento de marketing y comunicación está a cargo de la estrategia de marketing y comunicación de la Primera Línea de Metro de Bogotá en acuerdo con la estrategia de la autoridad correspondiente (alcaldía de Bogotá, futura Autoridad de Transporte Público de Bogotá, etc.

### **4.2.1.8 Departamento Jurídico y de Contratos**

El departamento Jurídico y de Contratos está a cargo de gestionar el contrato con las autoridades públicas y todas las cuestiones jurídicas relacionadas.

### **4.2.1.9 Gestión de calidad y Auditoría**

El departamento de Gestión de calidad y Auditoría está a cargo de administrar el proceso HSEQ (Salud, Seguridad, Medio ambiente y Calidad por sus siglas en inglés) y la auditoría interna. Se dedicará un equipo específico a la actividad de auditoría de la operación y a la gestión de su proceso de mejora continua, mediante el seguimiento de planes transversales de acción.

### 4.3 ESTIMACIÓN DEL PERSONAL CONFORME A LA ORGANIZACIÓN PROPUESTA

#### Personal de estación

Estaciones	Jefe de estaciones	Responsable de estación	Asistente de estación	Grupo móvil	
Portal de las Américas	1 (horas de oficina)	4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)	16 (4 personas por turno para 3 turnos)	
Villablanca		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Palenque		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Kennedy		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Avenida Boyacá		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Avenida 68		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Rosario		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
NQS		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Santander		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		16 (4 personas por turno para 3 turnos)
Hospitales		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)		
Calle 10 - 11	4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)			
Calle 26	4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)			

Estaciones	Jefe de estaciones	Responsable de estación	Asistente de estación	Grupo móvil
Calle 45		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)	
Calle 63		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)	
Calle 72		4 (1 persona por turno para 3 turnos)	8 (2 personas por turno para 3 turnos)	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>32</b>

Tabla 10. Personal de Estación

**Estaciones: costos**

Cargo	Clasificación nivel	por	Cant.	Salario Anual
Jefe de Estaciones	Administrativo		1	103 581 871
Auxiliar administrativa	Operativo		1	29 972 314
Profesional 1 Gestión de personal en contacto	Operativo		6	72 812 722
Profesional 2 Responsable de Estación	Operativo		60	38 189 128
Auxiliar asistente de Estación	Operativo		250	32 241 754
Profesional 2 Gestor Administrativo (Gestión de tiempo)	Administrativo		2	35 205 985

Tabla 11. Costos unitarios personal estaciones

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>ESTACIONES</b>										
Costos de Personal	17 918	18 916	19 970	21 082	22 257	23 497	24 806	26 189	27 649	29 190
Costos de Mantenimiento	8 594	8 881	9 176	9 482	9 799	10 126	10 465	10 815	11 177	11 551
Costos de Operación	4 342	4 477	4 616	4 759	4 906	5 058	5 215	5 377	5 544	5 715
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>ESTACIONES</b>										
Costos de Personal	30 817	32 536	34 350	36 266	38 289	40 424	42 679	45 060	47 575	50 229
Costos de Mantenimiento	11 939	12 340	12 754	13 183	13 627	14 086	14 560	15 052	15 560	16 086
Costos de Operación	5 893	6 075	6 264	6 458	6 658	6 864	7 077	7 297	7 523	7 756
	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Costos de Personal	53 032	55 992	59 117	62 417	65 901	69 580	73 465	77 567	81 898	86 471
Costos de Mantenimiento	16 630	17 193	17 776	18 379	19 003	19 649	20 317	21 009	21 725	22 466
Costos de Operación	7 996	8 244	8 500	8 763	9 035	9 315	9 604	9 902	10 208	10 525

Tabla 12. OPEX de las estaciones (M COP)

Los costos de mantenimiento integran el mantenimiento de las obras civiles, de las zonas verdes, de los equipos de las estaciones, incluyendo la iluminación y la señalética.

Los costos de operación integran el aseo de las estaciones y los consumibles.

## Personal del PCC

En la siguiente tabla, se presenta la estimación del personal del PCC:

Puesto	Cantidad
Jefe del PCC	4 (1 persona por turno para 3 turnos)
Regulador Tráfico-Línea	8 (2 personas por turno para 3 turnos)
Regulador Estación / Información Pasajeros	3 (1 persona por turno para 2 turnos)
Regulador Seguridad	3 (1 persona por turno para 2 turnos)
Regulador Tráfico-Cocheras	2 (1 persona por turno para 2 turnos)
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

Tabla 13. Estimación del personal del PCC

## Costos del PCC

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
Jefe de Sistema Operativo	Administrativo	1	103 581 871
Auxiliar administrativa	Administrativo	1	29 972 314
Profesional 1 SOP (Planificación)	Operativo	1	78 486 322
Profesional 1 Supervisor de Operaciones (jefes de PCC)	Operativo	4	78 486 322
Profesional 2 Operador	Operativo	16	37 907 699
Profesional 2 Mantenimiento	Operativo	5	38 189 128
Profesional 2 Suministro de Energía	Operativo	5	38 189 128
Oficina Técnica			
Auxiliar administrativa	Administrativo	1	29 972 314
Jefe Área de oficina técnica (similar al jefe de operación del sistema)	Administrativo	1	103 581 871
profesional 1 administrativo	Administrativo	1	72 812 722
Profesional 2 de mantenimiento (Gestión administrativa)	Administrativo	1	35 205 985
Profesional 2 Gestión Administrativa (Gestión de tiempo)	Administrativo	3	35 205 985
Profesional 2 de mantenimiento (Gestión administrativa)	Operativo	1	38 189 128

Tabla 14. Costos unitarios personal PCC

## Costos del personal del PCC (M COP)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>PCC</b>										
Costos de Personal	3 087	3 259	3 441	3 633	3 835	4 049	4 275	4 514	4 766	5 032
Costos de Mantenimiento	88	90	93	96	99	102	105	109	112	115
Costos de Operación	214	221	227	235	242	249	257	265	273	282

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>PCC</b>										
Costos de Personal	5 313	5 609	5 922	6 253	6 602	6 971	7 360	7 771	8 205	8 663
Costos de Mantenimiento	119	123	127	130	135	139	143	147	152	157
Costos de Operación	290	299	309	318	328	338	349	360	371	382

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>PCC</b>										
Costos de Personal	9 147	9 658	10 197	10 767	11 369	12 004	12 675	13 383	14 131	14 920
Costos de Mantenimiento	162	167	172	177	183	188	194	200	206	213
Costos de Operación	394	406	419	432	445	459	473	488	503	519

**Tabla 15. OPEX del PCC (M COP)**

Los costos de mantenimiento integran el mantenimiento de las obras civiles, de la iluminación y la fuerza del PCC, el sistema contra los incendios.

Los costos de operación integran el aseo del PCC y los consumibles.

### Personal administrativo y de apoyo

#### 4.3.1.1 Personal de Dirección

En la siguiente tabla, se presenta la estimación del personal de dirección:

Puesto	Cantidad
Director de la línea	1 (horas de oficina)
Director de operación Director mantenimiento	2 (horas de oficina)

**Tabla 16. Personal de Dirección**

#### 4.3.1.2 Departamentos de Soporte Administrativos

En la tabla de la siguiente página, se presenta en detalle los departamentos del soporte administrativo de la empresa operadora y el personal asociado.

Cargo	Cant.
Gerente de Línea	1
Auxiliar administrativo	1
<b>Gerencia de Planeación</b>	
Gerente de Planeación	1
Auxiliar administrativo	1
Profesional Desarrollo Organizacional	1
Profesional Movilidad	1
Profesional I+D&I	3
<b>Dirección Jurídica</b>	
Director Jurídico	1
Profesional Dir. Jurídica	4
Auxiliar administrativo	1
<b>Control Interno</b>	
Jefe de Control Interno	1
Profesional Control Interno	3
<b>Dirección de Comunicaciones</b>	
Director de Comunicaciones	1
Profesional Dir. Comunicaciones	2
<b>Gerencia Financiera</b>	
Gerente Financiero	1
Auxiliar administrativo	1
<b>Tesorería</b>	
Jefe de Tesorería	0,5
Profesional Tesorería	3
<b>Contabilidad e Impuestos</b>	
Jefe de Contabilidad	0,5
Profesional Contabilidad	3
<b>Planeación Financiera</b>	
Jefe de Planeación Financiera	1
Profesional Plan. Financiera	2
<b>Gestión de Suministros y Servicios Generales</b>	
Jefe de Suministros	1
Profesional Gestión Comercial	8
Profesional Abogados	2
Profesional Almacén	11
Auxiliar operativo - Almacen	2

Cargo	Cant.
<b>Gerencia de Operaciones y mantenimiento</b>	
Gerente de Operaciones y Mantenimiento	2
Auxiliar administrativo	1
<b>Gerencia de Servicio al Cliente</b>	
Gerente de Servicio al Cliente	1
Auxiliar administrativa	1
Profesional Servicio al Cliente	3
<b>Gerencia Administrativa</b>	
Gerente Administrativo	1
Auxiliar administrativo	1
<b>Administración de Riesgos</b>	
Jefe de Riesgos	1
Auxiliar administrativo	1
Profesional Riesgos	1
Profesional SYSO	4
Profesional Plan de Emergencias	1
Profesional Ambiental	2
<b>Recursos Humanos</b>	
Jefe de RH	1
Auxiliar administrativo	1
Profesional Instructores - Operativo	6
Profesional Capacitación	1
Profesional Nómina	3
Profesional Selección y vinculación	5
Profesional Bienestar Laboral	1
Profesional Diseño Organizacional	1
Profesional Desarrollo Humano	1
<b>Servicio Informático</b>	
Jefe de TI	1
Auxiliar administrativo	1
Profesional Admon ERP	3
Profesional Outsourcing	1
Profesional TI Aplicativos e Infraestruct.	2
Profesional Seguridad Información	1

**Tabla 17. Departamentos y personal de Soporte Administrativo**

## Costos del personal administrativo (M COP)

La suma de los salarios de este personal da los siguientes costos:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>SOPORTE ADMINISTRATIVO</b>	<b>16 147</b>	<b>16 995</b>	<b>17 889</b>	<b>18 832</b>	<b>19 825</b>	<b>20 871</b>	<b>21 974</b>	<b>23 137</b>	<b>24 362</b>	<b>25 654</b>
Costos de Personal	13 481	14 234	15 030	15 871	16 758	17 696	18 685	19 730	20 834	21 999
Costos de Mantenimiento	206	213	219	226	233	240	248	255	263	271
Costos de Operación	2 460	2 548	2 640	2 735	2 833	2 935	3 041	3 151	3 265	3 384

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>SOPORTE ADMINISTRATIVO</b>	<b>27 015</b>	<b>28 450</b>	<b>29 963</b>	<b>31 558</b>	<b>33 240</b>	<b>35 012</b>	<b>36 881</b>	<b>38 852</b>	<b>40 929</b>	<b>43 120</b>
Costos de Personal	23 229	24 528	25 900	27 349	28 878	30 494	32 199	34 000	35 902	37 911
Costos de Mantenimiento	280	289	297	307	316	326	336	347	357	368
Costos de Operación	3 506	3 634	3 766	3 903	4 045	4 193	4 346	4 505	4 670	4 841

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>SOPORTE ADMINISTRATIVO</b>	<b>45 430</b>	<b>47 865</b>	<b>50 433</b>	<b>53 142</b>	<b>55 998</b>	<b>59 009</b>	<b>62 185</b>	<b>65 535</b>	<b>69 068</b>	<b>72 793</b>
Costos de Personal	40 031	42 270	44 635	47 132	49 769	52 553	55 493	58 597	61 875	65 337
Costos de Mantenimiento	380	392	404	416	429	442	456	470	485	500
Costos de Operación	5 019	5 203	5 395	5 594	5 800	6 014	6 237	6 468	6 708	6 957

**Tabla 18. OPEX Personal administrativo (M COP)**

## Seguridad física

La hipótesis tomada es la siguiente:

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
Profesional 1 Infraestructuras - Coordinador de Seguridad	Administrativo	1	72 812 722
Investigador de seguridad	Administrativo	1	35 487 413
Tecnico de seguridad	Operativo	60	32 241 754
Auxiliar operativo - Seguridad	Operativo	30	32 241 754

**Tabla 19. Costos unitarios personal de Seguridad**

Entonces, los costos son:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>SEGURIDAD FÍSICA</b>										
Costos de Personal	4 615	4 870	5 139	5 423	5 722	6 038	6 372	6 722	7 092	7 482

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>SEGURIDAD FÍSICA</b>										
Costos de Personal	7 894	8 328	8 786	9 269	9 779	10 317	10 884	11 483	12 114	12 781

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>SEGURIDAD FÍSICA</b>										
Costos de Personal	13 484	14 225	15 008	15 833	16 704	17 623	18 592	19 615	20 693	21 831

**Tabla 20. OPEX Seguridad física (M COP)**

## 5. MANTENIMIENTO

### 5.1 SEÑALIZACIÓN

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
1 - Ingeniero Señalización y Control de Trenes	Administrativo	1	72 812 722
2 - Tecnólogo Señalización y Control de Trenes	Operativo	9	38 189 128

**Tabla 21. Costos Unitarios Personal Señalización**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>SEÑALIZACIÓN</b>										
Costos de Personal	691	729	770	812	858	905	955	1 008	1 064	1 123
Costos de Mantenimiento	413	426	439	453	467	481	496	512	528	544

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>SEÑALIZACIÓN</b>										
Costos de Personal	1 186	1 251	1 321	1 394	1 472	1 553	1 640	1 731	1 827	1 928
Costos de Mantenimiento	561	578	596	615	634	653	674	695	716	738

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>SEÑALIZACIÓN</b>										
Costos de Personal	2 036	2 149	2 268	2 395	2 528	2 668	2 817	2 974	3 139	3 314
Costos de Mantenimiento	761	785	809	834	860	887	914	942	972	1 002

**Tabla 22. OPEX Señalización (M COP)**

**Costos de mantenimiento:** Se toma un valor anual de mantenimiento de la señalización y control de trenes de 17.770.527 COP por kilómetro.

### 5.2 TELECOMUNICACIONES

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
Profesional 1 - Ingeniero Comunicaciones de Voz y Datos	Administrativo	4	72 812 722
Profesional 2 - Tecnólogo Comunicaciones de Voz y Datos	Operativo	14	38 189 128

**Tabla 23. Personal Telecomunicaciones**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>TELECOMUNICACIONES</b>										
Costos de Personal	1 363	1 439	1 519	1 603	1 692	1 786	1 886	1 990	2 101	2 218
Costos de Mantenimiento	778	802	827	852	879	906	934	963	993	1 023

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>TELECOMUNICACIONES</b>										
Costos de Personal	2 341	2 471	2 609	2 754	2 907	3 069	3 239	3 420	3 610	3 811
Costos de Mantenimiento	1 055	1 088	1 122	1 156	1 192	1 229	1 267	1 307	1 347	1 389

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>TELECOMUNICACIONES</b>										
Costos de Personal	4 023	4 247	4 484	4 733	4 997	5 275	5 569	5 879	6 207	6 553
Costos de Mantenimiento	1 432	1 476	1 522	1 569	1 618	1 668	1 720	1 773	1 828	1 885

**Tabla 24. OPEX Telecomunicaciones (M COP)**

Los costos de mantenimiento incluyen el mantenimiento de telemática y el soporte por las redes de datos.

### 5.3 VÍA FÉRREA

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
1 Infraestructuras-Ingeniero Vía Permanente	Operativo	2	79 077 322
2 Mantenimiento Vía Permanente	Operativo	5	38 189 128
Auxiliar operativo de mantenimiento Vía Permanente	Operativo	14	32 241 754

**Tabla 25. Costos Unitarios Personal Vía Férrea**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>VÍA FÉRREA</b>										
Costos de Personal	1 322	1 395	1 473	1 554	1 640	1 731	1 827	1 929	2 036	2 148
Costos de Mantenimiento	453	467	482	497	512	528	545	666	687	708

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>VÍA FÉRREA</b>										
Costos de Personal	2 268	2 394	2 526	2 667	2 815	2 971	3 136	3 310	3 494	3 689
Costos de Mantenimiento	730	752	776	800	825	850	876	1 074	1 107	1 141

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>VÍA FÉRREA</b>										
Costos de Personal	3 894	4 110	4 339	4 580	4 835	5 104	5 388	5 688	6 005	6 339
Costos de Mantenimiento	1 177	1 213	1 251	1 290	1 330	1 371	1 413	1 457	1 502	1 549

**Tabla 26. OPEX Via Férrea (M COP)**

Los costos de mantenimiento incluyen el mantenimiento de la vía permanente y parte de las obras civiles del viaducto (costos internos y externos).

### 5.4 VIADUCTO

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
Profesional 1 Infraestructuras-Ingeniero	Operativo	2	79 077 322
Profesional 2 Mantenimiento	Operativo	3	38 189 128
Auxiliar operativo de mantenimiento	Operativo	10	32 241 754

**Tabla 27. Costos Unitarios Personal Viaducto**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>VIADUCTO</b>										
Costos de Personal	990	1 045	1 102	1 163	1 228	1 295	1 367	1 443	1 522	1 607
Costos de Mantenimiento	171	177	182	188	194	200	206	212	219	226

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>VIADUCTO</b>										
Costos de Personal	1 696	1 789	1 889	1 993	2 104	2 220	2 343	2 473	2 610	2 755
Costos de Mantenimiento	233	240	247	255	263	271	279	288	297	306

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>VIADUCTO</b>										
Costos de Personal	2 908	3 069	3 240	3 420	3 609	3 810	4 022	4 245	4 481	4 730
Costos de Mantenimiento	316	325	336	346	357	368	379	391	403	416

**Tabla 28. OPEX Viaducto (M COP)**

Los costos de mantenimiento incluyen el mantenimiento de la iluminación y parte de las obras civiles del viaducto (costos internos y externos).

## 5.5 PATIO TALLER

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
Profesional 2 Mantenimiento Vehículos. Auxiliares	Operativo	3	38 189 128
Profesional 2 Mantenimiento Equipos y Herramientas	Operativo	2	38 189 128
Auxiliar Operativo Mantenimiento Vehículos. Auxiliares	Operativo	6	32 241 754
Auxiliar Operativo Mantenimiento Equipos Herramientas	Operativo	3	32 241 754
Auxiliar Operativo Conductor automotor	Operativo	16	32 241 754

**Tabla 29. Costos Unitarios Personal Patio-Taller**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>PATIO-TALLER</b>										
Costos de Personal	1 662	1 753	1 850	1 952	2 060	2 174	2 294	2 421	2 554	2 696
Costos de Mantenimiento	1 249	1 298	1 351	1 408	1 469	1 535	1 607	1 685	1 771	1 866
Costos de Operación	1 983	2 044	2 108	2 173	2 240	2 310	2 382	2 455	2 531	2 610

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>PATIO-TALLER</b>										
Costos de Personal	2 845	3 002	3 168	3 344	3 529	3 724	3 931	4 148	4 378	4 621
Costos de Mantenimiento	1 971	2 088	2 219	2 366	2 532	2 719	2 932	3 175	3 454	3 773
Costos de Operación	2 691	2 774	2 860	2 949	3 040	3 135	3 232	3 332	3 435	3 542

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>PATIO-TALLER</b>										
Costos de Personal	4 877	5 148	5 433	5 735	6 053	6 389	6 744	7 119	7 514	7 932
Costos de Mantenimiento	4 141	4 566	5 058	5 629	6 292	7 066	7 968	9 022	10 255	11 699
Costos de Operación	3 652	3 765	3 881	4 002	4 126	4 254	4 386	4 522	4 662	4 806

**Tabla 30. OPEC Patio-Taller (M COP)**

Los costos de mantenimiento incluyen el mantenimiento de los vehículos auxiliares y las herramientas de taller y principalmente de las obras civiles.

Los costos de operación incluyen principalmente el aseo e el manejo de residuos.

## 5.6 INSTALACIONES FÍJAS

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
<b>Mantenimiento Obras Civiles</b>			
Profesional 1 Infraestructuras-Ingeniero	Operativo	2	79 077 322
Profesional 1 Infraestructuras	Administrativo	1	72 812 722
Profesional 2 Mantenimiento	Operativo	4	38 189 128
<b>Mantenimiento Equipos</b>			
Profesional 1 Infraestructuras-Ingeniero	Operativo	3	79 077 322
Profesional 2 de mantenimiento	Operativo	40	38 189 128
Auxiliar operativo de mantenimiento	Operativo	25	32 241 754

**Tabla 31. Costos Unitarios Personal Instalaciones Fijas**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>GESTIÓN MANTENIMIENTO INSTALACIONES FÍSICAS</b>										
Costos de Personal	4 909	5 180	5 467	5 769	6 087	6 424	6 779	7 154	7 550	7 968

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>GESTIÓN MANTENIMIENTO INSTALACIONES FÍSICAS</b>										
Costos de Personal	8 410	8 875	9 367	9 886	10 434	11 012	11 623	12 268	12 948	13 667

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>GESTIÓN MANTENIMIENTO INSTALACIONES FÍSICAS</b>										
Costos de Personal	14 426	15 226	16 072	16 964	17 907	18 902	19 952	21 061	22 231	23 467

**Tabla 32. OPEX Instalaciones Fijas (M COP)**

## 5.7 MATERIAL RODANTE

### Salarios:

Cargo	Clasificación por nivel	Salario Anual
Jefe de Trenes	Administrativo	103 581 871
Auxiliar administrativa	Administrativo	29 972 314
Profesional 1 Trenes	Operativo	79 077 322
Profesional 2 Mantenimiento (Jefe de Maniobras)	Operativo	38 189 128
Profesional 2 Mantenimiento	Operativo	38 189 128
Auxiliar operativo de mantenimiento	Operativo	32 241 754
Auxiliar operativo - Almacén	Operativo	32 241 754

**Tabla 33. Costos Unitarios Personal Material Rodante**

### Detalle del personal de mantenimiento de los trenes:

El personal de mantenimiento de los trenes cambia después 6 años de operación porque hara que prever un mantenimiento mayor de los trenes.

Cargo	Clasificación por nivel	2022	2026
Jefe de Trenes	Administrativo	1	1
Auxiliar administrativa	Administrativo	1	1
Profesional 1 Trenes	Operativo	3	6
Profesional 2 Mantenimiento (Jefe de Maniobras)	Operativo	3	5
Profesional 2 Mantenimiento	Operativo	12	41
Auxiliar operativo de mantenimiento	Operativo	24	91
Auxiliar operativo - Almacén	Operativo	3	8

**Tabla 34. Personal Material Rodante**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE</b>	<b>12 539</b>	<b>12 981</b>	<b>13 439</b>	<b>13 915</b>	<b>14 685</b>	<b>25 529</b>	<b>26 220</b>	<b>26 996</b>	<b>27 742</b>	<b>28 517</b>
Costos de Personal	3 017	3 184	3 360	3 546	3 743	3 950	4 169	4 400	4 644	4 901
Costos de Mantenimiento	8 905	9 160	9 423	9 692	9 970	20 577	21 018	21 472	21 939	22 420
Costos de Operación	617	637	656	677	972	1 002	1 033	1 124	1 159	1 195

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE</b>	<b>29 321</b>	<b>30 156</b>	<b>31 022</b>	<b>33 802</b>	<b>34 762</b>	<b>35 759</b>	<b>36 794</b>	<b>37 870</b>	<b>38 988</b>	<b>40 150</b>
Costos de Personal	5 173	5 460	5 763	6 083	6 421	6 777	7 153	7 551	7 970	8 413
Costos de Mantenimiento	22 916	23 425	23 950	26 369	26 949	27 546	28 161	28 794	29 445	30 115
Costos de Operación	1 232	1 270	1 310	1 350	1 392	1 435	1 480	1 526	1 573	1 622

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE</b>	<b>41 357</b>	<b>42 613</b>	<b>43 918</b>	<b>45 276</b>	<b>46 688</b>	<b>48 157</b>	<b>49 685</b>	<b>51 275</b>	<b>52 930</b>	<b>54 653</b>
Costos de Personal	8 880	9 374	9 895	10 445	11 025	11 639	12 286	12 969	13 691	14 452
Costos de Mantenimiento	30 805	31 515	32 246	32 999	33 773	34 570	35 391	36 235	37 105	37 999
Costos de Operación	1 672	1 724	1 777	1 833	1 889	1 948	2 008	2 071	2 135	2 201

**Tabla 35. OPEX Material Rodante (M COP)**

Los costos de mantenimiento incluyen las reparaciones externas, el material y los repuestos para el mantenimiento preventivo y correctivo.

El mantenimiento mayor ocurra a partir del sexto año de operación.

Los costos de operación son principalmente los de conducción de los trenes en el taller y el aseo de los trenes.

## 6. COSTES DE PRODUCCIÓN DE TRANSPORTE

### 6.1 ENERGÍA

Precio del KWh: 277,88 COP

Este valor se debe aumentar de 20%, debido a la tasa aplicable a los consumidores importantes:

**Precio del KWh: 333,46 COP**

Consumo de un tren por km: 19,98 KWh

Tomamos la hipótesis que el consumo de los otros equipos es de 33% del consumo de tracción.

Adicionamos también a estos costos un costo de operación de los equipos de 3820 MCOP por año.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>ENERGÍA</b>	44 577	47 706	49 185	50 710	54 197	65 371	67 398	71 950	74 181	76 480
Costo por Consumo (incluyendo fluidos)	43 472	46 567	48 011	49 499	52 948	64 084	66 070	70 582	72 770	75 026
Costo por Conexión	1 105	1 139	1 175	1 211	1 249	1 287	1 327	1 368	1 411	1 455

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>ENERGÍA</b>	81 551	84 079	86 686	92 332	95 194	98 145	104 430	107 667	111 005	118 000
Costo por Consumo (incluyendo fluidos)	80 052	82 533	85 092	90 688	93 500	96 398	102 629	105 810	109 091	116 026
Costo por Conexión	1 500	1 546	1 594	1 643	1 694	1 747	1 801	1 857	1 914	1 974

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>ENERGÍA</b>	121 658	125 429	133 212	137 341	141 599	150 256	154 914	159 717	169 345	174 595
Costo por Consumo (incluyendo fluidos)	119 623	123 331	131 049	135 111	139 300	147 886	152 470	157 197	166 747	171 916
Costo por Conexión	2 035	2 098	2 163	2 230	2 299	2 371	2 444	2 520	2 598	2 679

Tabla 36. Costos Energía (M COP)

### 6.2 MANTENIMIENTO SISTEMAS DE ENERGÍA

Este poste concierne el mantenimiento de las SET, CT, equipos de distribución energía de tracción y baja tensión.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>SUMINISTRO ELÉCTRICO</b>										
Costos de Personal	2 561	2 702	2 852	3 010	3 176	3 352	3 538	3 734	3 941	4 159
Costos de Mantenimiento	172	178	183	189	195	201	207	213	220	227

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>SUMINISTRO ELÉCTRICO</b>										
Costos de Personal	4 390	4 633	4 890	5 162	5 448	5 750	6 070	6 407	6 762	7 138
Costos de Mantenimiento	234	241	249	256	264	273	281	290	299	308

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>SUMINISTRO ELÉCTRICO</b>										
Costos de Personal	7 534	7 953	8 395	8 862	9 354	9 874	10 423	11 003	11 615	12 261
Costos de Mantenimiento	317	327	337	348	359	370	381	393	405	418

Tabla 37. OPEX Sistemas Energía (M COP)

### 6.3 BOLETOS Y CONSUMIBLES, SISTEMA DE RECAUDO

Se aproxima los costos de este poste, porque no tenemos una información suficiente para calcularlos.

La tabla siguiente enseña una estimación del personal previsto para esta tasca.

Cargo	Clasificación por nivel	N.	Salario Anual
Jefe de billeteaje	Administrativo	1	103 581 871
Auxiliar administrativa	Administrativo	1	29 972 314
Profesional 1 Gestión de Recaudo	Operativo	3	73 403 722
Profesional 1 Administradores	Operativo	3	72 812 722
Profesional 2 Gestión	Operativo	10	38 189 128

Tabla 38. Personal Billeteaje

Consideramos los costos de operación, incluyendo las tarjetas, los consumibles, la administración de base de datos,...

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>SISTEMA DE RECAUDO</b>	<b>10 152</b>	<b>10 485</b>	<b>10 810</b>	<b>11 137</b>	<b>11 464</b>	<b>11 791</b>	<b>12 118</b>	<b>12 445</b>	<b>12 772</b>	<b>13 099</b>
Costos de Personal	1 397	1 467	1 534	1 602	1 670	1 738	1 806	1 874	1 942	2 010
Costos de Mantenimiento	8 755	9 018	9 276	9 535	9 794	10 053	10 312	10 571	10 830	11 089

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>SISTEMA DE RECAUDO</b>	<b>13 426</b>	<b>13 753</b>	<b>14 080</b>	<b>14 407</b>	<b>14 734</b>	<b>15 061</b>	<b>15 388</b>	<b>15 715</b>	<b>16 042</b>	<b>16 369</b>
Costos de Personal	2 078	2 146	2 214	2 282	2 350	2 418	2 486	2 554	2 622	2 690
Costos de Mantenimiento	11 348	11 607	11 866	12 125	12 384	12 643	12 902	13 161	13 420	13 679

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>SISTEMA DE RECAUDO</b>	<b>16 696</b>	<b>17 023</b>	<b>17 350</b>	<b>17 677</b>	<b>18 004</b>	<b>18 331</b>	<b>18 658</b>	<b>18 985</b>	<b>19 312</b>	<b>19 639</b>
Costos de Personal	2 758	2 826	2 894	2 962	3 030	3 098	3 166	3 234	3 302	3 370
Costos de Mantenimiento	13 938	14 197	14 456	14 715	14 974	15 233	15 492	15 751	16 010	16 269

Tabla 39. OPEX Billeteaje (M COP)

### 6.4 CONSUMO DE AGUA PARA EL FUNCIONAMIENTO Y LA LIMPIEZA DEL METRO

Costo: **3560 COP/m<sup>3</sup>**

Se considera un consumo de 4500m<sup>3</sup> de agua por año para la limpieza exterior de los trenes.

Se considera un consumo de 400m<sup>3</sup> de agua por año para la limpieza interna de los trenes.

Se considera un consumo de 5000m<sup>3</sup> de agua por año para la limpieza de las estaciones.

Total: 9900m<sup>3</sup>

La estimación del costo del agua para 2022 es de: **36 MCOP.**

## 7. UTILIDADES DE LA EMPRESA DE OPERACIÓN DEL METRO

Se considera un porcentaje de utilidades de 10% así como una provisión para imprevistos (fluctuaciones de precios) de 5% del global de los costos de operación y mantenimiento.

Tomando en cuenta estos datos, los costos totales son (M COP) °:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>TOTAL (Millones de COP)</b> (con Utilidades e imprevistos)	171 429	180 504	187 928	195 675	206 277	237 581	246 978	259 803	270 130	280 909

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>TOTAL (Millones de COP)</b> (con Utilidades e imprevistos)	295 270	307 123	319 505	338 008	351 666	365 946	384 609	400 544	417 021	438 357

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>TOTAL (Millones de COP)</b> (con Utilidades e imprevistos)	456 550	475 611	500 068	521 159	543 288	571 427	595 984	621 796	654 327	683 079

**Tabla 40. Costo OPEX con Utilidades e imprevistos**

## 8. CALCULO DEL COSTO DEL TREN\*KILOMETRO

Considerando las hipótesis tomadas, un primer cálculo del costo del tren\*kilometro da:

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>TOTAL (Millones de COP)</b> (con Utilidades e imprevistos)	171 429	180 504	187 928	195 675	206 277	237 581	246 978	259 803	270 130	280 909
<b>No. Tren*km/año</b>	3 576 726	3 576 726	3 576 726	3 576 726	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184
Costo Tren*km (COP)	47 929	50 466	52 542	54 708	49 217	56 686	58 928	61 988	64 452	67 024
Costo Tren*km (USD)	16,25	17,11	17,81	18,54	16,68	19,22	19,98	21,01	21,85	22,72
Costo Coche*km (USD)	2,32	2,44	2,54	2,65	2,38	2,75	2,85	3,00	3,12	3,25

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>TOTAL (Millones de COP)</b> (con Utilidades e imprevistos)	295 270	307 123	319 505	338 008	351 666	365 946	384 609	400 544	417 021	438 357
<b>No. Tren*km/año</b>	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184
Costo Tren*km (COP)	70 450	73 278	76 233	80 647	83 906	87 313	91 766	95 568	99 500	104 590
Costo Tren*km (USD)	23,88	24,84	25,84	27,34	28,44	29,60	31,11	32,40	33,73	35,45
Costo Coche*km (USD)	3,41	3,55	3,69	3,91	4,06	4,23	4,44	4,63	4,82	5,06

	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>TOTAL (Millones de COP)</b> (con Utilidades e imprevistos)	456 550	475 611	500 068	521 159	543 288	571 427	595 984	621 796	654 327	683 079
<b>No. Tren*km/año</b>	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184	4 191 184
Costo Tren*km (COP)	108 931	113 479	119 314	124 347	129 626	136 340	142 199	148 358	156 120	162 980
Costo Tren*km (USD)	36,93	38,47	40,45	42,15	43,94	46,22	48,20	50,29	52,92	55,25
Costo Coche*km (USD)	5,28	5,50	5,78	6,02	6,28	6,60	6,89	7,18	7,56	7,89

**Tabla 41. Calculo del costo global del tren\*km**

**En 2023, el costo global del Tren\*km es de: 47 929 COP (16,25 US\$)**

**En 2052, el costo global de Tren\*km es de: 1162 980 COP (55,25 US\$)**

Aunque tiene una significación relativa hoy, porque los trenes son indeformables, el cálculo por coche da:

En Coche\*km, el costo global alcanza **2,32 USD** en **2023** y **7,89 USD** en **2052**.

ANEXO N°1

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA</b>	57 577	60 351	63 267	66 333	69 557	72 949	76 518	80 376	84 330	88 492	92 874	97 489	102 350	107 474	112 874	118 569	124 577	131 086	137 785	144 861	152 338	160 246	168 614	177 474	186 864	196 823	207 395	218 630	230 583	243 315
<b>SEÑALIZACIÓN</b>																														
Costos de Personal	691	729	770	812	858	905	955	1 008	1 064	1 123	1 186	1 251	1 321	1 394	1 472	1 553	1 640	1 731	1 827	1 928	2 036	2 149	2 268	2 395	2 528	2 668	2 817	2 974	3 139	3 314
Costos de Mantenimiento	413	426	439	453	467	481	496	512	528	544	561	578	596	615	634	653	674	695	716	738	761	785	809	834	860	887	914	942	972	1 002
<b>TELECOMUNICACIONES</b>																														
Costos de Personal	1 363	1 439	1 519	1 603	1 692	1 786	1 886	1 990	2 101	2 218	2 341	2 471	2 609	2 754	2 907	3 069	3 239	3 420	3 610	3 811	4 023	4 247	4 484	4 733	4 997	5 275	5 569	5 879	6 207	6 553
Costos de Mantenimiento	778	802	827	852	879	906	934	963	993	1 023	1 055	1 088	1 122	1 156	1 192	1 229	1 267	1 307	1 347	1 389	1 432	1 476	1 522	1 569	1 618	1 668	1 720	1 773	1 828	1 885
<b>VÍA FÉRREA</b>																														
Costos de Personal	1 322	1 395	1 473	1 554	1 640	1 731	1 827	1 929	2 036	2 148	2 268	2 394	2 526	2 667	2 815	2 971	3 136	3 310	3 494	3 689	3 894	4 110	4 339	4 580	4 835	5 104	5 388	5 688	6 005	6 339
Costos de Mantenimiento	453	467	482	497	512	528	545	566	587	608	630	652	676	700	725	750	776	802	829	856	884	912	941	970	1 000	1 030	1 060	1 090	1 120	1 150
<b>VIADUCTO</b>																														
Costos de Personal	990	1 045	1 102	1 163	1 228	1 295	1 367	1 443	1 522	1 607	1 696	1 789	1 889	1 993	2 104	2 220	2 343	2 473	2 610	2 755	2 908	3 069	3 240	3 420	3 609	3 810	4 022	4 245	4 481	4 730
Costos de Mantenimiento	171	177	182	188	194	200	206	212	219	226	233	240	247	255	263	271	279	288	297	306	316	325	336	346	357	368	379	391	403	416
<b>ESTACIONES</b>																														
Costos de Personal	17 918	18 916	19 970	21 082	22 257	23 497	24 806	26 189	27 649	29 190	30 817	32 536	34 350	36 266	38 289	40 424	42 679	45 060	47 575	50 229	53 032	55 992	59 117	62 417	65 901	69 580	73 465	77 567	81 898	86 471
Costos de Mantenimiento	8 594	8 881	9 176	9 482	9 799	10 126	10 465	10 815	11 177	11 551	11 939	12 340	12 754	13 183	13 627	14 086	14 560	15 052	15 560	16 086	16 630	17 193	17 776	18 379	19 003	19 649	20 317	21 009	21 725	22 466
Costos de Operación	4 342	4 477	4 616	4 759	4 906	5 058	5 215	5 377	5 544	5 715	5 893	6 075	6 264	6 458	6 658	6 864	7 077	7 297	7 523	7 756	7 996	8 244	8 500	8 763	9 035	9 315	9 604	9 902	10 208	10 525
<b>PCC</b>																														
Costos de Personal	3 087	3 259	3 441	3 633	3 835	4 049	4 275	4 514	4 766	5 032	5 313	5 609	5 922	6 253	6 602	6 971	7 360	7 771	8 205	8 663	9 147	9 658	10 197	10 767	11 369	12 004	12 675	13 383	14 131	14 920
Costos de Mantenimiento	88	90	93	96	99	102	105	109	112	115	119	123	127	130	135	139	143	147	152	157	162	167	172	177	183	188	194	200	206	213
Costos de Operación	214	221	227	235	242	249	257	265	273	282	290	299	309	318	328	338	349	360	371	382	394	406	419	432	445	459	473	488	503	519
<b>PATIO-TALLER</b>																														
Costos de Personal	1 662	1 753	1 850	1 952	2 060	2 174	2 294	2 421	2 554	2 696	2 845	3 002	3 168	3 344	3 529	3 724	3 931	4 148	4 378	4 621	4 877	5 148	5 433	5 735	6 053	6 389	6 744	7 119	7 514	7 932
Costos de Mantenimiento	1 249	1 298	1 351	1 408	1 469	1 535	1 607	1 685	1 771	1 866	1 971	2 088	2 219	2 366	2 532	2 719	2 932	3 175	3 454	3 773	4 141	4 566	5 058	5 629	6 292	7 066	7 968	9 022	10 255	11 699
Costos de Operación	1 983	2 044	2 108	2 173	2 240	2 310	2 382	2 455	2 531	2 610	2 691	2 774	2 860	2 949	3 040	3 135	3 232	3 332	3 435	3 542	3 652	3 765	3 881	4 002	4 126	4 254	4 386	4 522	4 662	4 806
<b>SEGURIDAD FÍSICA</b>																														
Costos de Personal	4 615	4 870	5 139	5 423	5 722	6 038	6 372	6 722	7 092	7 482	7 894	8 328	8 786	9 269	9 779	10 317	10 884	11 483	12 114	12 781	13 484	14 225	15 008	15 833	16 704	17 623	18 592	19 615	20 693	21 831
<b>SUMINISTRO ELÉCTRICO</b>																														
Costos de Personal	2 561	2 702	2 852	3 010	3 176	3 352	3 538	3 734	3 941	4 159	4 390	4 633	4 890	5 162	5 448	5 750	6 070	6 407	6 762	7 138	7 534	7 953	8 395	8 862	9 354	9 874	10 423	11 003	11 615	12 261
Costos de Mantenimiento	172	178	183	189	195	201	207	213	220	227	234	241	249	256	264	273	281	290	299	308	317	327	337	348	359	370	381	393	405	418
<b>GESTIÓN MANTENIMIENTO INSTALACIONES FÍSICAS</b>																														
Costos de Personal	4 909	5 180	5 467	5 769	6 087	6 424	6 779	7 154	7 550	7 968	8 410	8 875	9 367	9 886	10 434	11 012	11 623	12 268	12 948	13 667	14 426	15 226	16 072	16 964	17 907	18 902	19 952	21 061	22 231	23 467
<b>ENERGÍA</b>	44 577	47 706	49 185	50 710	54 197	65 371	67 398	71 950	74 181	76 480	81 551	84 079	86 686	92 332	95 194	98 145	104 430	107 667	111 005	118 000	121 658	125 429	133 212	137 341	141 599	150 256	154 914	159 717	169 345	174 595
Costo por Consumo (incluyendo fl)	43 472	46 567	48 011	49 499	52 948	64 084	66 070	70 582	72 770	75 026	80 052	82 533	85 092	90 688	93 500	96 398	102 629	105 810	109 091	116 026	119 623	123 331	131 049	135 111	139 300	147 886	152 470	157 197	166 747	171 916
Costo por Conexión	1 105	1 139	1 175	1 211	1 249	1 287	1 327	1 368	1 411	1 455	1 500	1 546	1 594	1 643	1 694	1 747	1 801	1 857	1 914	1 974	2 035	2 098	2 163	2 230	2 299	2 371	2 444	2 520	2 598	2 679
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MATERIAL RODANTE</b>	12 539	12 981	13 439	13 915	14 685	25 529	26 220	26 996	27 742	28 517	29 321	30 156	31 022	33 802	34 762	35 759	36 794	37 870	38 988	40 150	41 357	42 613	43 918	45 276	46 688	48 157	49 685	51 275	52 930	54 653
Costos de Personal	3 017	3 184	3 360	3 546	3 743	3 950	4 169	4 400	4 644	4 901	5 173	5 460	5 763	6 083	6 421	6 777	7 153	7 551	7 970	8 413	8 880	9 374	9 895	10 445	11 025	11 639	12 286	12 969	13 691	14 452
Costos de Mantenimiento	8 905	9 160	9 423	9 692	9 970	20 577	21 018	21 472	21 939	22 420	22 916	23 425	23 950	26 369	26 949	27 546	28 161	28 794	29 445	30 115	30 805	31 515	32 246	32 999	33 773	34 570	35 391	36 235	37 105	37 999
Costos de Operación	617	637	656	677	697	1 002	1 033	1 124	1 159	1 195	1 232	1 270	1 310	1 350	1 392	1 435	1 480	1 526	1 573	1 622	1 672	1 724	1 777	1 833	1 889	1 948	2 008	2 071	2 135	2 201
<b>SISTEMA DE RECAUDO</b>	10 152	10 485	10 810	11 137	11 464	11 791	12 118	12 445	12 772	13 099	13 426	13 753	14 080	14 407	14 734	15 061	15 388	15 715	16 042	16 369	16 696	17 023	17 350	17 677	18 004	18 331	18 658	18 985	19 312	19 639
Costos de Personal	1 397	1 467	1 534	1 602	1 670	1 738	1 806	1 874	1 942	2 010	2 078	2 146	2 214	2 282	2 350	2 418	2 486	2 554	2 622	2 690	2 758	2 826	2 894	2 962	3 030	3 098	3 166	3 234	3 302	3 370
Costos de Mantenimiento	8 755	9 018	9 276	9 535	9 794	10 053	10 312	10 571	10 830	11 089	11 348	11 607	11 866	12 125	12 384	12 643	12 902	13 161	13 420	13 679	13 938	14 197	14 456	14 715	14 974	15 233	15 492	15 751	16 010	16 269
<b>PÓLIZAS DE SEGUROS</b>	8 036	8 398	8 776	9 171	9 583	10 015	10 465	10 936	11 428																					