



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 BOGOTA**

**PRODUCTO Nº 27  
BANCO DE DATOS EMME PARA DISEÑO OPERACIONAL DE LA PLM  
Y SITP**

**MB-GC-ME-0027  
Rev.1. Febrero 2010**





TITULO DEL DOCUMENTO: BANCO DE DATOS EMME PARA DISEÑO OPERACIONAL DE LA PLM Y SITP



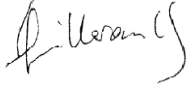

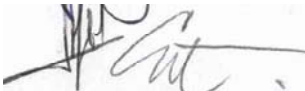
DOCUMENTO N°: MB-GC-ME-0027

Referencia: P210C25

Fichero: MB-GC-ME-0027-V1\_20100217.DOCX

Revisión: Rev.1.

Fecha revisión : Febrero 2010

	Nombre	Firma	Firma	Fecha
Realizado por	Johanna M <sup>a</sup> . Lobo Gutiérrez			Febrero 2010
	M <sup>a</sup> . Antonieta Royuela Escalona			Febrero 2010
	Françoise Guillerault			Febrero 2010
Verificado por	José Manuel Almoguera			Febrero 2010
Aprobado por	Luis M. San Martín Esteban Rodríguez			Febrero 2010



**REGISTRO DE CAMBIOS**

<b>REV.</b>	<b>FECHA</b>	<b>SECCIÓN / PÁRRAFO AFECTADO</b>	<b>INICIO DEL DOCUMENTO/ RAZONES DEL CAMBIO</b>
0	Noviembre 2009	TODOS	DOCUMENTO INICIAL
1	Febrero 2010	TODOS	DOCUMENTO REVISADO

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>MODELO DE TRANSPORTE METRO – SITP MEJORADO .....</b>	<b>7</b>
2.1	Ámbito y zonificación .....	7
2.2	Identificación de escenarios .....	8
<b>3</b>	<b>COMPONENTES DEL MODELO DE TRANSPORTE METRO – SITP MEJORADO .....</b>	<b>10</b>
3.1	Modos y Vehículos.....	10
3.2	Nodos .....	12
3.3	Arcos .....	12
3.3.1	Precarga de vehículos equivalentes.....	13
3.3.2	Funciones de demora .....	13
3.4	Giros en intersecciones .....	15
3.5	Servicios de Transporte Público.....	15
3.6	Codificación del valor del tiempo.....	16
3.7	Tiempos de abordaje y costo generalizado .....	16
3.8	Tarifas .....	19
<b>4</b>	<b>OFERTA DE TRANSPORTE .....</b>	<b>22</b>
4.1	Red Vial Simulada .....	22
4.2	Red de transporte público.....	23
4.3	Primera Línea de Metro .....	23
4.4	Rutas del sistema TransMilenio .....	25
4.5	Transporte público Convencional .....	26
4.6	Rutas alimentadoras.....	26
4.7	Tren de cercanías .....	29



---

<b>5</b>	<b>DEMANDA DE TRANSPORTE .....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>ESCENARIOS DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....</b>	<b>34</b>
6.1	Variables Operacionales.....	34
6.2	Estructura socioeconómica .....	35
6.3	Estructura Tarifaria .....	35
<b>7</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS MACROS UTILIZADAS E INFORMES DE RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>DATOS ADJUNTOS .....</b>	<b>40</b>



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe de manera detallada el contenido de la base de datos EMME/3 utilizada para la estimación del diseño operacional de la Primera Línea de Metro y las recomendaciones para el SITP de Bogotá, como se ha descrito en los productos 25 y 26 del estudio *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 BOGOTA*.

Para la realización de estas simulaciones se ha utilizado el modelo Metro-SITP Mejorado calibrado al año 2008 y proyectado a los escenarios futuros. Los correspondientes elementos que conforman cada escenario, como son: tarifas, tiempos de intercambio entre modos, intervalo de paso de los servicios públicos, entre otros, han sido modificados para los diferentes objetivos de la etapa 3 como se especifica a lo largo del presente documento.

De acuerdo con el objetivo de los productos 25, 26 y 27, el modelo EMME se ha aplicado en el año 2018 como único escenario temporal para la PLM. Se debe destacar que las diferentes actuaciones y desarrollos urbanos que conforman dicho escenario son descritos en el producto 4 y ajustados en el documento del Modelo Mejorado para dicho año, tales como el tren de cercanías, la tercera fase de Transmilenio, y demás inversiones que muestran la evolución de la ciudad de Bogotá en cuanto a transporte se refiere.

Este documento describe los diferentes escenarios EMME modelados para la realización de los análisis de sensibilidad y la propuesta de reordenación del TPC por parte del GC en tres bloques: especificaciones del modelo aplicado, Oferta y demanda de transporte y descripción de escenarios y macros EMME.

## **2 MODELO DE TRANSPORTE METRO – SITP MEJORADO**

Para la realización de los análisis de la etapa 3 se han codificado los escenarios en el modelo SITP-Metro Mejorado, La información contenida en los escenarios cuenta con los elementos que conforman la oferta y demanda de transporte. En consecuencia el modelo de transporte analiza y distribuye todos los componentes de la demanda en cuatro grupos socioeconómicos compuestos por estratos como se indica:

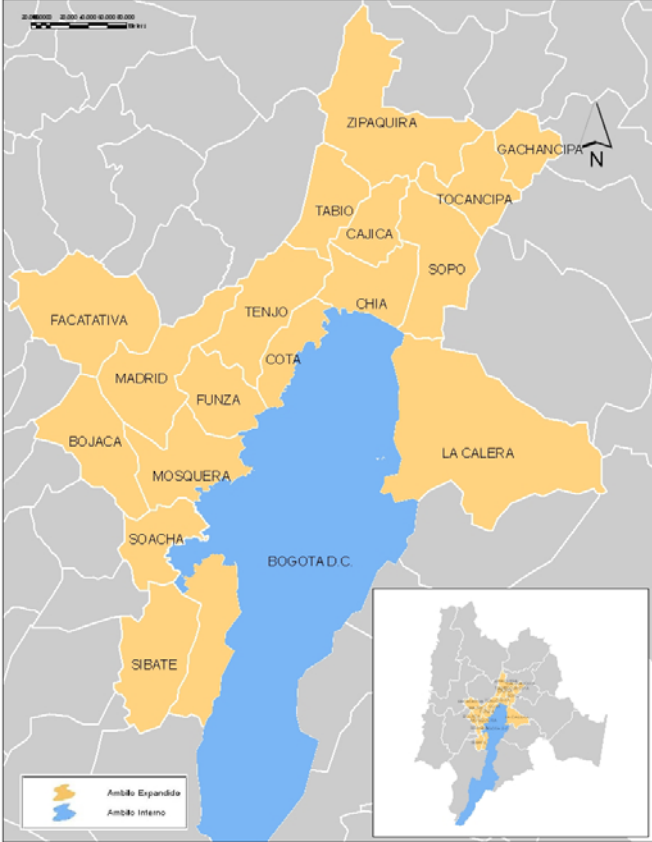
- Grupo 1: Estrato socioeconómico 1
- Grupo 2: Estrato socioeconómico 2
- Grupo 3: Estrato socioeconómico 3
- Grupo 4: Estratos socioeconómicos 4, 5 y 6

De esta manera, se analiza de forma más detallada la demanda de los diferentes estratos que viene a su vez codificada en el modelo de transporte según la zonificación correspondiente.

### **2.1 ÁMBITO Y ZONIFICACIÓN**

En cuanto al ámbito de estudio y la zonificación, se mantienen las descritas en el modelo Metro – SITP que contempla la zonificación de transporte definida para la ciudad, de 824 zonas y el ámbito dividido en dos partes. A modo informativo, se incluye la ilustración gráfica de la zonificación aplicada.

**Figura 2-1 Zonificación del estudio Metro**

Descripción de los ámbitos	Representación gráfica
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ámbito interno:</b> Corresponde a las zonas urbanas de Soacha y Bogotá D.C.  Se caracteriza por poseer zonas de transporte con menor superficie, en general correspondientes a la codificación de Sectores DANE o bien de 4 a 5 manzanas.</li> <li>- <b>Ámbito expandido:</b> Corresponde a los 17 municipios aledaños a Bogotá que son a su vez los municipios con mayor influencia en el análisis del transporte de la ciudad de Bogotá.</li> <li>- <b>Ámbito externo:</b> Corresponde al resto de municipios que conforman Cundinamarca y que se encuentran agrupados en 14 zonas de transporte.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Diseño técnico, legal y financiero del SITP 2008

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS

La codificación en EMME de los escenarios se ha mantenido como en los análisis descritos en la etapa 2 del presente estudio, así por ejemplo, los dos primeros dígitos se corresponden con el año de asignación; el tercero con la versión general del mismo; y los dos últimos permiten las sensibilidades o asignaciones en diferentes redes consideradas.

La codificación de un escenario dentro del modelo corresponde a un escenario de transporte privado (red simple) y uno de transporte público (red explotada).

El escenario de transporte privado representa la malla vial y se usa para modelar la circulación de vehículos privados y generar los tiempos de VP sobre los arcos. El escenario de transporte público contiene la denominada “red explotada” en la cual se cuenta con una malla vial para cada modo de transporte y se generan las “torres” de integración de transbordos.

Los escenarios se encuentran relacionados por el proceso que se describe a continuación:



- La red explotada (de TP) hereda los tiempos del tráfico sobre los arcos y los introduce en las funciones de demora de los autobuses y busetas.
- La congestión que ocasiona el transporte público sobre el vehículo privado se mide en forma de vehículos equivalentes que son necesarios para calcular la velocidad en los arcos.
- Una vez obtenida la velocidad del transporte privado, esta se incluye en el escenario de transporte público para representar la congestión, de modo que si los vehículos privados circulan lento, el transporte público lo hace también. La velocidad dentro del modelo implica un mayor o menor número de autobuses (para mantener la frecuencia) lo cual modifica el total de vehículos equivalentes que se introducen en el escenario de transporte privado nuevamente.

Respetando la lógica descrita, se cuenta con un escenario de TP y uno de VP para cada caso. Los escenarios son para el periodo de análisis en Hora Punta, a excepción de los que se indica que son en Hora Valle.

**Tabla 2-1. Códigos de identificación de los escenarios en EMME para etapa 3**

Privado	Público	Descripción
18010	18020	Sin metro Base HP
18011	18021	Con Metro Base HP
18030	18040	Sin metro Base HV
18031	18041	Con Metro Base HV
18110	18120	Sin metro con SITP09 HP
18130	18140	Sin metro con SITP09 HV
18131	18141	Hora Valle Con metro con SITP09
18111	18121	Con metro con SITP09 HP
18211	18221	Con metro Base+ Variación de Velocidad
18311	18321	Con metro Base+ Variación de Frecuencia
18611	18621	Con metro con Reestructuración HP
18631	18641	Con metro con Reestructuración HV
18810	18820	Sin metro con SITP09 HP, Cercanías hasta Av. Cali
18830	18840	Sin metro con SITP09 HV, Cercanías hasta Av. Cali
18850	18860	Con metro con SITP09 HP, Cercanías hasta Av. Cali
18870	18880	Con metro con SITP09 HV, Cercanías hasta Av. Cali

Fuente: Elaboración propia. HP: Hora punta, HV: Hora valle.

### **3 COMPONENTES DEL MODELO DE TRANSPORTE METRO – SITP MEJORADO**

El modelo de transporte Metro – SITP Mejorado para los diferentes escenarios resulta de la actualización de los datos relacionados con los análisis de sensibilidad, partiendo del escenario base PLM descrito en el producto 18. La estructura, nomenclatura y número de elementos se han mantenido iguales, excepto en los casos en los cuales se han codificado características específicas de las pruebas, que han sido:

- Modificación de las características operacionales del metro (velocidad, frecuencia)
- Reestructuración del TPC
- Propuestas de tarificación

Se citan a continuación los componentes más relevantes del modelo que se han actualizado ó validado para cada escenario.

#### **3.1 MODOS Y VEHÍCULOS**

Los modos definidos para el transporte privado son los autos y camiones, mientras que para los modos de transporte público, incluyendo sus modos directos y auxiliares, son el resto los modos, definiendo los distintos tipos de transporte público y sus conexiones en transbordos y pago de tarifas. Los modos definidos son utilizados por sus correspondientes vehículos.

A continuación se presenta el resumen de los vehículos incluidos en el modelo con sus respectivas características de modelación como vehículos privados equivalentes y capacidades<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Las capacidades vehiculares indicadas corresponden solo a la modelación. Para el dimensionamiento de flota se aplican las capacidades de vehículos definitivas ilustradas en el producto 26.

**Tabla 3-1 Modos y vehículos definidos en el modelo**

Modo	Descripción	Tipo	Vehículo	Modo	Descripción	Vehículos privados equivalentes	Capacidad Sentados	Capacidad Total
c	coche	auto	1	b	bus_normal	2	30	30
b	bus	transit	2	b	buseta_m	1.8	20	30
p	pie	aux. transit	3	b	estandar	2.8	50	100
e	salida_tm	aux. transit	4	b	busnormal	2.3	30	60
f	tarifa_tm	transit	5	a	Alimentm	2.5	30	80
v	alim_piso	transit	6	t	articulado	3	48	160
t	transmil	transit	7	a	micro_ATM	1	19	19
i	tf_ali-TM	transit	8	b	microbus	1	19	19
j	tf_TM-ali	aux. transit	9	b	bta-micro	1.5	22	22
a	alim_tm	transit	10	b	bus-btm	2	45	45
x	entrad_ali	aux. transit	11	b	bus-bta-mi	2	35	35
y	salida_ali	aux. transit	12	b	bus-btm	2	40	40
s	pretroncal	transit	13	b	bus-btm	2.3	60	60
d	complement	transit	14	b	bus-btm	2.2	55	55
u	MetroCerca	transit	15	b	bus-btm	2.2	50	50
k	camiones	aux. auto	16	b	bus-micro	2.2	50	50
l	Intermunic	transit	17	b	bus-btm	2	35	35
z	m2mtras	aux. transit	18	b	bus-g	2.5	70	70
o	salida_MyC	aux. transit	19	b	bus-bta-mi	1.5	20	20
n	entrad_MyC	aux. transit	20	l	mic_Interm	1	19	19
			22	b	bus-ejec	2	40	40
			23	b	bus-c	2.2	50	50
			24	b	bus-bta-mi	1.8	25	25
			25	b	Extra-bus	3	36	96
			26	l	Bus_Interm	2.3	30	72
			27	a	bus_alim	2.2	50	50
			30	t	Convoy	3	96	320
			31	t	Biarticula	3	80	240
			41	v	Aalim_piso	2.5	30	80
			42	f	tarifa_tm	0	99999	99999
			43	i	tf_ali-TM	0	99999	99999
			44	d	complement	2	45	45
			46	s	pretroncal	3	90	90
			50	u	auxiliar	2	30	50
			60	u	articulado	3	48	160
			61	t	padron_tro	2.5	30	80
			66	u	TrenMetro	3	300	929
			86	u	TrenCerca	3	400	1200

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo SITP

Con la actualización de la ordenación del TPC recomendada por el SITP se han adicionado vehículos para simular los nuevos servicios que operarán en la ciudad como son los servicios de Biarticulados<sup>2</sup> Padron Dual<sup>3</sup> de Transmilenio .

<sup>2</sup> Biarticulado: Autobuses dobles de troncales TM con capacidad de 240 pasajeros

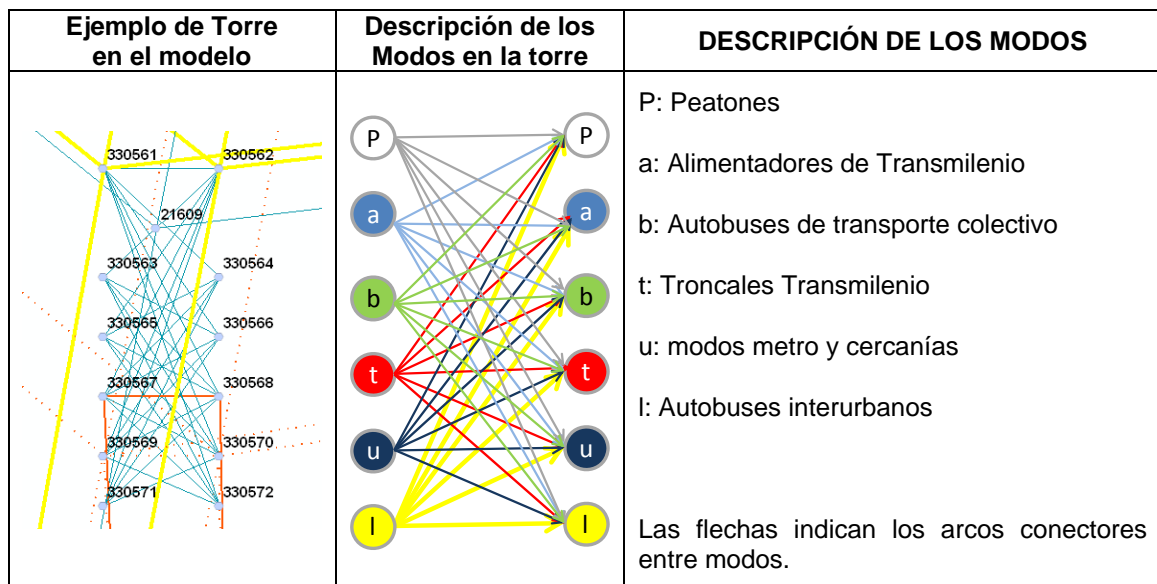
<sup>3</sup> Padron Dual: Autobuses de troncales TM con puertas a ambos lados

### 3.2 NODOS

Tal y como se ha presentado en los productos de la Etapa 1, los nodos definidos son de 3 tipos, 824 centroides (o zonas de transporte) correspondientes a las zonas definidas en las matrices como zonas de origen/destino de los viajes, y el resto se componen de los nodos regulares que sirven para articular la red así como los nodos regulares donde se ha definido una intersección específica, particularizando los movimientos de la misma.

Los nodos de transporte público poseen una correspondencia en una red “explotada” en la cual se identifican las torres, las cuales permiten el intercambio de viajeros entre los arcos unimodales que se generan para realizar análisis precisos de volumen sobre cada modo. A continuación se presenta la ilustración de las torres dentro del modelo y puede verse la conexión entre los distintos modos.

Figura 3-1 Ilustración de torres en el modelo EMME



Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los nodos que componen las torres contiene el atributo “@marci” que identifica su posición en la torre y el modo que representa.

### 3.3 ARCOS

Los arcos se definen entre dos nodos, por lo cual quedan fijados por las coordenadas de los mismos. Cada uno de los arcos tiene definido los modos de transporte que pueden circular en ellos (ej.: Automóviles, camiones, autobuses) así como un código que los clasifica por tipo, en función de la jerarquización vial diseñada en los estudios previos. Los arcos se clasifican a su vez en conectores<sup>4</sup>, vías de tráfico mixto, ingresos y salidas de las estaciones, corredores troncales exclusivos y las conexiones inherentes a las estaciones definidas.

<sup>4</sup> Los conectores son los arcos que conectan los centroides de las zonas de transporte con la red vial.

Cada uno de los arcos tiene definida la función de demora proveniente del modelo calibrado al 2008 y que permite realizar los algoritmos de asignación y calcular el costo generalizado de los viajes al atravesar cada uno de los arcos, lo que al final determina el camino a seguir entre dos centroides o bien, la estrategia del viaje en el caso del transporte público.

Los arcos cuentan con información relacionada en forma de atributos. Se define su longitud, el número de carriles, velocidades de flujo libre, precarga de vehículos equivalentes, entre otros datos útiles para la realización de cálculos del modelo y para el análisis de resultados.

### **3.3.1 PRECARGA DE VEHÍCULOS EQUIVALENTES**

La precarga de vehículos equivalentes consiste en la transformación de autobuses y camiones en vehículos livianos. Esto permite simular la congestión.

Para cada escenario se ha calculado la precarga de vehículos equivalentes como la suma de equivalentes a transporte público más equivalentes a camiones.

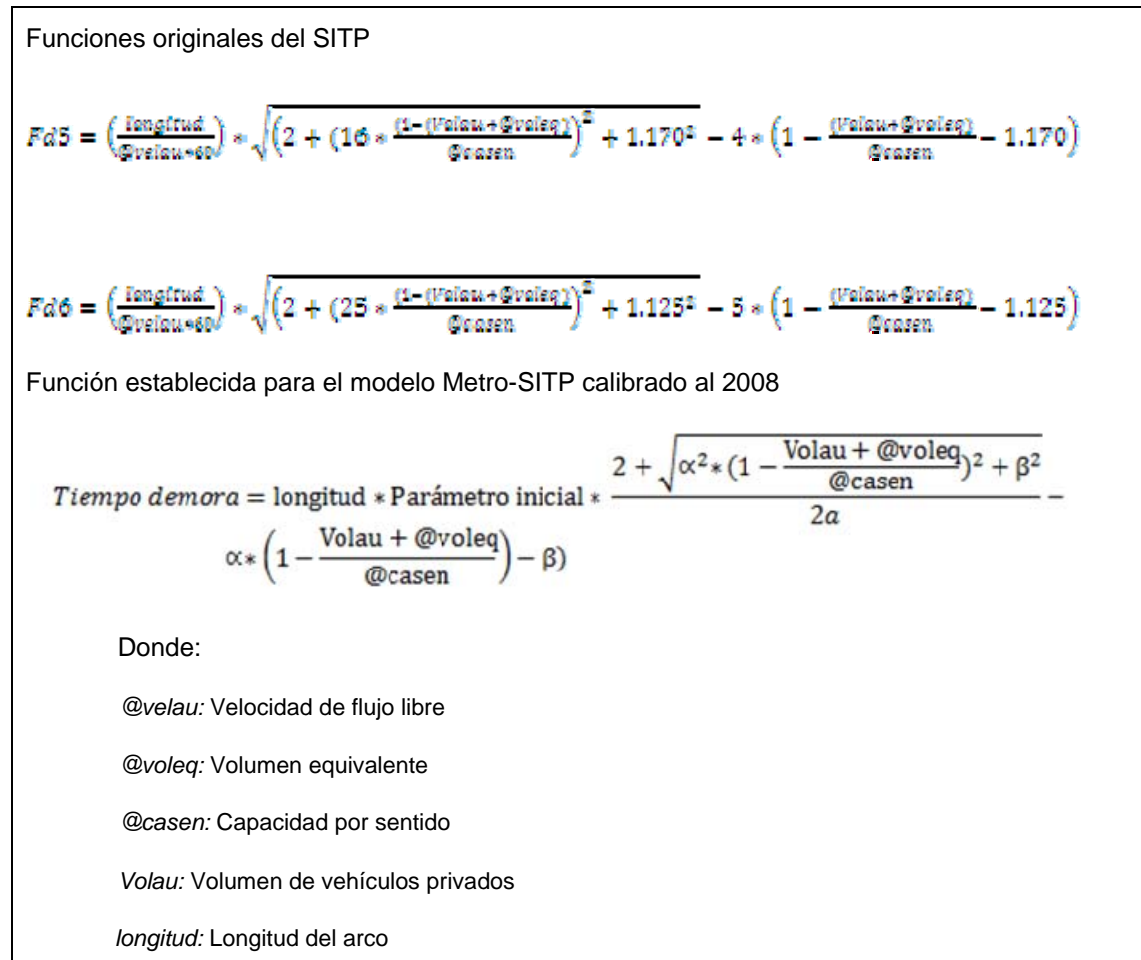
El tráfico de camiones, ha sido calculado en el escenario base 2008 para la hora punta y para la hora valle y se han mantenido constantes para el escenario 2018, como hipótesis de que su variación debe ser controlada en el tiempo a través de las normativas de restricción.

En cuanto a los vehículos equivalentes a transporte público, estos se actualizan en la red de transporte privado en cada escenario analizado, calculando el total de autobuses en cada arco de la red, como la suma de los autobuses necesarios para responder al intervalo de paso de diseño en la hora de análisis, punta o valle. El total de vehículos equivalentes resulta de multiplicar el total de autobuses de cada línea por su conversión a vehículo privado.

### **3.3.2 FUNCIONES DE DEMORA**

Las funciones de demora utilizadas en los escenarios varían entre transporte privado y público. Para el vehículo privado corresponden a las definidas en el modelo calibrado al 2008 y que se presentan en la siguiente figura:

Figura 3-2 .Ilustración de funciones de demora para vehículo privado aplicadas en modelo Metro-SITP



Fuente: Elaboración propia

La Función establecida para el modelo Metro-SITP calibrado al 2008 se adapta a los distintos tipos de arcos, a través de los parámetros que se presentan en la siguiente tabla.

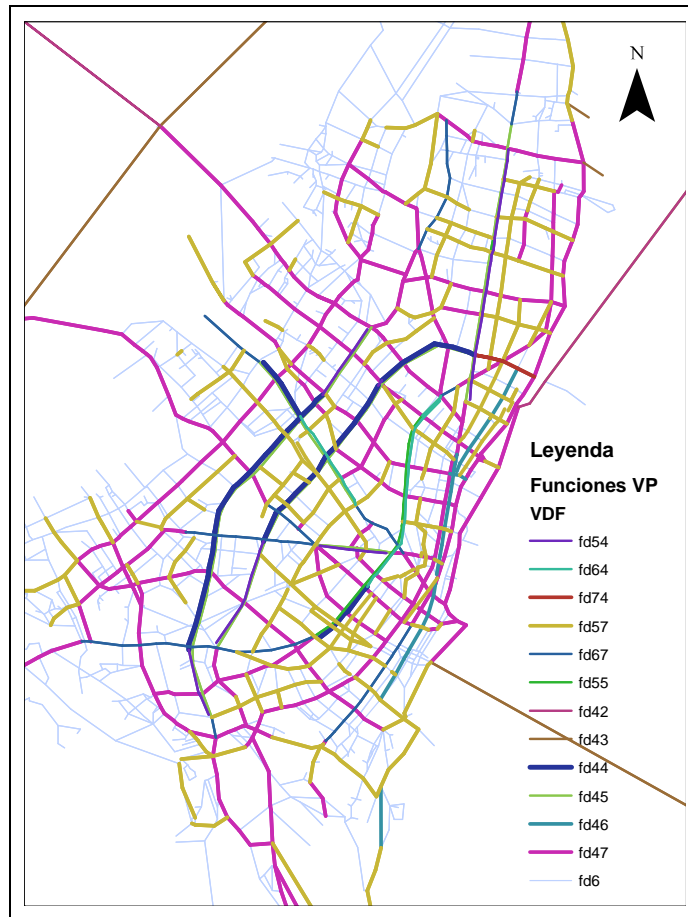
Tabla 3-2 Parámetros de las funciones calibradas al 2008

VdF	Parámetro inicial	Alfa^2	Beta^2	Alfa	Beta
fd44	1,377	65,626	1,146	8,101	1,070
fd45	1,100	1,100	126,429	1,049	11,244
fd57	1,900	1,050	451,433	1,025	21,247
fd47	1,324	1,001	1.002.501,437	1,000	1.001,250
fd67	1,050	1,100	126,429	1,049	11,244
fd54	1,350	1,100	126,429	1,049	11,244
fd55	1,250	1,010	10.251,437	1,005	101,249
fd64	0,550	1,100	126,429	1,049	11,244
fd74	1,700	3,000	2,833	1,732	1,683
fd65	1,300	1,100	126,429	1,049	11,244
fd46	1,300	1,200	38,920	1,095	6,239

Fuente: Elaboración propia

Para las vías tipo 8 con un carril por sentido, tipo 9 y 10 se han mantenido las funciones del estudio SITP. La ubicación geográfica de cada tipo de arco se muestra en la figura siguiente:

**Figura 3-3 Ubicación geográfica de los arcos de las funciones del escenario 2008**



Fuente: Elaboración propia partir de los datos del EmmeBank

### 3.4 GIROS EN INTERSECCIONES

En el modelo de EMME se cuenta con más de 340 intersecciones codificadas con restricciones de giros, con el fin de representar las intersecciones viales de la forma más adecuada. Estas intersecciones se codifican en los nodos de la red especificando el movimiento desde una vía a otra como libre, con prohibición de paso o penalización.

Estas configuraciones se mantienen inalteradas para los escenarios de análisis de la PLM.

### 3.5 SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Las líneas de transporte público se definen por su recorrido y paradas en la red vial, marcando el intervalo de paso o frecuencia de la línea, la velocidad de flujo libre, el modo permitido para la ruta, el tipo de vehículo de la misma, el tiempo empleado en la terminal y el de paradas, así como la tarifa a pagar y su equivalente en Tiempo Generalizado.

Respecto al Transporte Público, en el modelo para la red sin metro, se han definido sin metro un total de 1.023 líneas de transporte público en 2008 y 977 líneas en 2018 en el escenario de partida<sup>5</sup>. Este volumen de oferta incluye el modo Troncal de TransMilenio, el Auxiliar y Colectivo, el Alimentador, modo Intermunicipal y Tren de cercanías.

El número de líneas en cada escenario se refiere el total codificado en el modelo. Las líneas son codificadas en trayectos unidireccionales, es por ello que se encuentran codificadas de dos maneras:

- Servicios Ida y Vuelta: se codifican con dos líneas, generalmente con un código identificador que termina en 1 y 2 para la ida y la vuelta respectivamente.
- Servicios circulares: se codifica con una única línea, generalmente con un código identificador que termina en 3.

A partir de las líneas de transporte público se han realizado las propuestas de reordenación de las mismas para la correcta incorporación del metro.

### 3.6 CODIFICACIÓN DEL VALOR DEL TIEMPO

El modelo cuenta con los valores del tiempo calibrados para los cuatro grupos socioeconómicos así como el peso del valor del tiempo de espera. El peso del tiempo de caminata y el de espera son iguales para todos los estratos. A continuación se presenta la tabla con los valores descritos anteriormente.

**Tabla 3-3 Codificación del valor del tiempo y pesos del mismo**

Grupo socioeconómico	Valor Subjetivo del tiempo	Peso del tiempo de espera	Peso del tiempo de caminata	Peso del tiempo de abordaje
<i>GE</i>	<i>VST</i>	<i>Esperando</i>	<i>Caminando</i>	<i>Abordando</i>
G1 (Estrato 1)	25	1.49	2	1
G2 (Estrato 2)	51	1.60	2	1
G3 (Estrato 3)	76	1.88	2	1
G4 (Estratos 4,5 y 6)	135	1.88	2	1

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo Metro-SITP.

### 3.7 TIEMPOS DE ABORDAJE Y COSTO GENERALIZADO

El costo generalizado de cada desplazamiento viene definido por la tarifa, el valor del tiempo de cada usuario y el tiempo total del desplazamiento. El total de tiempo se compone del tiempo en el vehículo, el tiempo de espera, el de abordaje y el tiempo de caminata.

El modelo presenta la característica que estos tiempos de abordaje están diferenciados para cada modo de origen y destino (como una matriz) y para un total de 9 tipos de estaciones:

- Estaciones de acceso a nivel
- Estaciones de acceso a desnivel

<sup>5</sup> Datos tomados de la reordenación para escenario sin metro propuesta para el 2018 por el estudio SITP.



- Intersecciones a nivel
- Intersecciones a desnivel
- Portales y estaciones de integración
- Estaciones de acceso e intercambio (3 en NQS)
- Portal del Norte
- Portal de la calle 80
- Portal de las Américas, Suba, Banderas y Usme

Cada una de las estaciones se encuentra codificada bajo un número del 1 al 9 a través del atributo de nodo con nombre @marct.

Los tiempos proceden de observaciones medias en cada uno de los tipos de estaciones. Se muestra a continuación las matrices de tiempos de abordaje que se implementan a través del proceso de asignación del modelo:

**Tabla 3-4 Tiempos de abordaje (minutos) codificados para accesos**

ESTACIONES ACCESO A NIVEL						
Tipo 1	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferrovionario	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	5	6	5	6	2	5
Troncales TM	6	3	3	3	3	6
Alimentadoras	5	3	5	3	0	5
Metro/Ferrovionario	6	3	3	3	3	6
Peatón	2	3	0	3	0	0
Intermunicipales	5	6	5	6	0	5

ESTACIONES ACCESO A DESNIVEL						
Tipo 3	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferrovionario	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	6	10	6	10	2	6
Troncales TM	10	3	4	3	4	10
Alimentadoras	6	4	5	4	0	6
Metro/Ferrovionario	10	3	4	3	4	10
Peatón	2	4	0	4	0	0
Intermunicipales	6	10	6	10	0	6

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo Metro-SITP.

**Tabla 3-5 Tiempos de abordaje (minutos) codificados para intersecciones**

INTERSECCIONES A NIVEL						
Tipo 2	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviano	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	5	6	5	6	0	5
Troncales TM	6	3	3	3	0	6
Alimentadoras	5	3	5	3	0	5
Metro/Ferroviano	6	3	5	3	0	6
Peatón	0	0	0	0	0	0
Intermunicipales	5	6	5	6	0	5

INTERSECCIONES A DESNIVEL						
Tipo 5	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviano	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	8	8	8	8	0	8
Troncales TM	8	8	8	8	0	8
Alimentadoras	8	8	8	8	0	8
Metro/Ferroviano	8	8	8	8	0	8
Peatón	0	0	0	0	0	0
Intermunicipales	8	8	7	8	0	8

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo Metro-SITP.

**Tabla 3-6 Tiempos de abordaje (minutos) codificados para intercambios e integración**

PORTALES Y ESTACIONES DE INTEGRACION						
Tipo 4	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviano	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	6	10	6	10	3	6
Troncales TM	10	3	2	3	3	10
Alimentadoras	6	2	4	3	3	6
Metro/Ferroviano	10	3	3	3	3	10
Peatón	3	3	3	3	0	0
Intermunicipales	6	10	6	10	0	6

ESTACIONES ACCESO E INTERCAMBIO A DESNIVEL 3 EN NQS						
Tipo 6	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviano	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	6	10	6	10	2	6
Troncales TM	10	10	4	10	4	10
Alimentadoras	6	4	5	4	0	6
Metro/Ferroviano	10	10	4	10	4	10
Peatón	2	4	0	4	0	0
Intermunicipales	6	10	6	10	0	6

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo Metro-SITP.

**Tabla 3-7 Tiempos de abordaje (minutos) codificados para Portales**

**PORTAL DEL NORTE**

Tipo 7	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviario	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	6	10	6	10	2	6
Troncales TM	10	3	3	3	4	0
Alimentadoras	6	3	4	3	4	6
Metro/Ferroviario	10	3	3	3	4	0
Peatón	2	4	4	4	0	0
Intermunicipales	6	0	6	0	0	6

**PORTAL CALLE 80**

Tipo 8	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviario	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	6	10	6	10	3	6
Troncales TM	10	3	2	3	3	0
Alimentadoras	6	2	4	3	3	6
Metro/Ferroviario	10	3	3	3	3	0
Peatón	3	3	3	3	0	0
Intermunicipales	6	0	6	0	0	6

**PORTALES AMERICAS, BANDERAS, USME Y SUBA**

Tipo 9	Auxiliares	Troncales TM	Alimentadoras	Metro/Ferroviario	Peatón	Intermunicipales
Auxiliares	6	10	6	10	3	6
Troncales TM	10	3	2	3	3	10
Alimentadoras	6	2	3	3	3	6
Metro/Ferroviario	10	3	3	3	3	10
Peatón	3	3	3	3	0	0
Intermunicipales	6	10	6	10	0	6

Fuente: Elaboración propia con datos del modelo Metro-SITP.

En cada caso se ha corregido el tiempo de penalización para el modo ferroviario con un aumento del 15% para responder de forma simplificada a la dificultad que puede implicar el intercambio en las estaciones subterráneas así como la facilidad en las estaciones en superficie.

### 3.8 TARIFAS

El modelo cuenta con valores de tarifa que se implementan en las estaciones de transporte público a través de las denominadas Torres, las cuales permiten la integración entre los modos de transporte público. En el caso de los autobuses de transporte colectivo de servicios interurbanos (I), estos

implementan el valor de la tarifa a través de un atributo de línea de servicio llamado @tarif. El valor de la tarifa de estos autobuses varía entre 1000 y 1200 pesos.

El escenario base de la PLM corresponde al escenario tarifario del SITP que se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 3-8. Matriz de tarifas base**

Modo	Alimentadora	Auxiliares	Troncales TM	Ferrovionario
Peatón	\$ 1100.00	\$ 1300.00	\$ 1600.00	\$ 1600.00
Alimentadora	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00
Auxiliares	\$ 300.00	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00
Troncales TM	\$ 0.00	\$ 500.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Ferrovionario	\$ 0.00	\$ 500.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Interurbano	\$ 1100.00	\$ 1300.00	\$ 1600.00	\$ 1600.00

Fuente: Elaboración propia

Los distintos escenarios tarifarios evaluados se han adaptado a los parámetros de confort con los siguientes coeficientes de corrección.

**Tabla 3-9. Coeficientes sobre TPC**

MODOS DE CALIDAD	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4
Calidad baja: Auxiliares, alimentadoras e interurbanos	1,081	1,189	1,300	1,889
Calidad media: Troncales TM y cercanías	1,003	1,039	1,079	1,485

Fuente: Elaboración propia

Estos ratios se han implementado en los costos incorporados en la asignación a través de las tarifas y a través de los tiempos de abordaje. La implementación en las tarifas se hace a través de las tablas de tarifas que se presentan a continuación, mientras que la modificación de los tiempos se hace a través de las macros de asignación.

La tarifa base ha adaptado a cada uno de los estratos aplicándole los coeficientes de confort y resultando las siguientes tablas tarifarias por estrato.

**Tabla 3-10. Tarifas equivalentes 2018 Estrato 1**

Modo	Alimentadora	Auxiliares	Troncales TM	Ferroviano
Peatón	\$ 1188.56	\$ 1404.66	\$ 1605.22	\$ 1600.00
Alimentadora	\$ 500.00	\$ 540.25	\$ 501.63	\$ 500.00
Auxiliares	\$ 324.15	\$ 800.00	\$ 802.61	\$ 800.00
Troncales TM	\$ 0.00	\$ 540.25	\$ 0.00	\$ 0.00
Ferroviano	\$ 0.00	\$ 540.25	\$ 0.00	\$ 0.00
Interurbano	\$ 1188.56	\$ 1404.66	\$ 1605.22	\$ 1600.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3-11. Tarifas equivalentes 2018 Estrato 2**

Modo	Alimentadora	Auxiliares	Troncales TM	Ferroviano
Peatón	\$ 1307.94	\$ 1545.74	\$ 1662.12	\$ 1600.00
Alimentadora	\$ 500.00	\$ 594.52	\$ 519.41	\$ 500.00
Auxiliares	\$ 356.71	\$ 800.00	\$ 831.06	\$ 800.00
Troncales TM	\$ 0.00	\$ 594.52	\$ 0.00	\$ 0.00
Ferroviano	\$ 0.00	\$ 594.52	\$ 0.00	\$ 0.00
Interurbano	\$ 1307.94	\$ 1545.74	\$ 1662.12	\$ 1600.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3-12. Tarifas equivalentes 2018 Estrato 3**

Modo	Alimentadora	Auxiliares	Troncales TM	Ferroviano
Peatón	\$ 1430.51	\$ 1690.60	\$ 1725.68	\$ 1600.00
Alimentadora	\$ 500.00	\$ 650.23	\$ 539.28	\$ 500.00
Auxiliares	\$ 390.14	\$ 800.00	\$ 862.84	\$ 800.00
Troncales TM	\$ 0.00	\$ 650.23	\$ 0.00	\$ 0.00
Ferroviano	\$ 0.00	\$ 650.23	\$ 0.00	\$ 0.00
Interurbano	\$ 1430.51	\$ 1690.60	\$ 1725.68	\$ 1600.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3-13. Tarifas equivalentes 2018 Estrato 4/5/6**

Modo	Alimentadora	Auxiliares	Troncales TM	Ferroviano
Peatón	\$ 2078.26	\$ 2456.13	\$ 2375.92	\$ 1600.00
Alimentadora	\$ 500.00	\$ 944.66	\$ 742.47	\$ 500.00
Auxiliares	\$ 566.80	\$ 800.00	\$ 1187.96	\$ 800.00
Troncales TM	\$ 0.00	\$ 944.66	\$ 0.00	\$ 0.00
Ferroviano	\$ 0.00	\$ 944.66	\$ 0.00	\$ 0.00
Interurbano	\$ 2078.26	\$ 2456.13	\$ 2375.92	\$ 1600.00

Fuente: Elaboración propia



## **4 OFERTA DE TRANSPORTE**

La oferta de transporte dentro del modelo se basa en dos elementos, el primero de ellos se refiere a los arcos que constituyen la malla vial de la ciudad. Los arcos pueden ser mixtos o dedicados. Los arcos mixtos son aprovechados por los vehículos privados y por los autobuses. Los arcos dedicados pueden ser para vehículo privado o para representar los sistemas de transporte masivos, Troncales TM, tren de cercanías y metro.

El segundo elemento corresponde a los servicios de transporte público que se codifican como líneas sobre los arcos que permiten un único modo de transporte (los arcos para modo Transmilenio permiten solo la circulación de vehículos de tipo Transmilenio). En el caso de los servicios, es importante resaltar que corresponden en su mayor parte al diseño operacional del SITP para los escenarios Sin Metro, y para los escenarios con Metro corresponden a la primera propuesta de reordenación del transporte público.

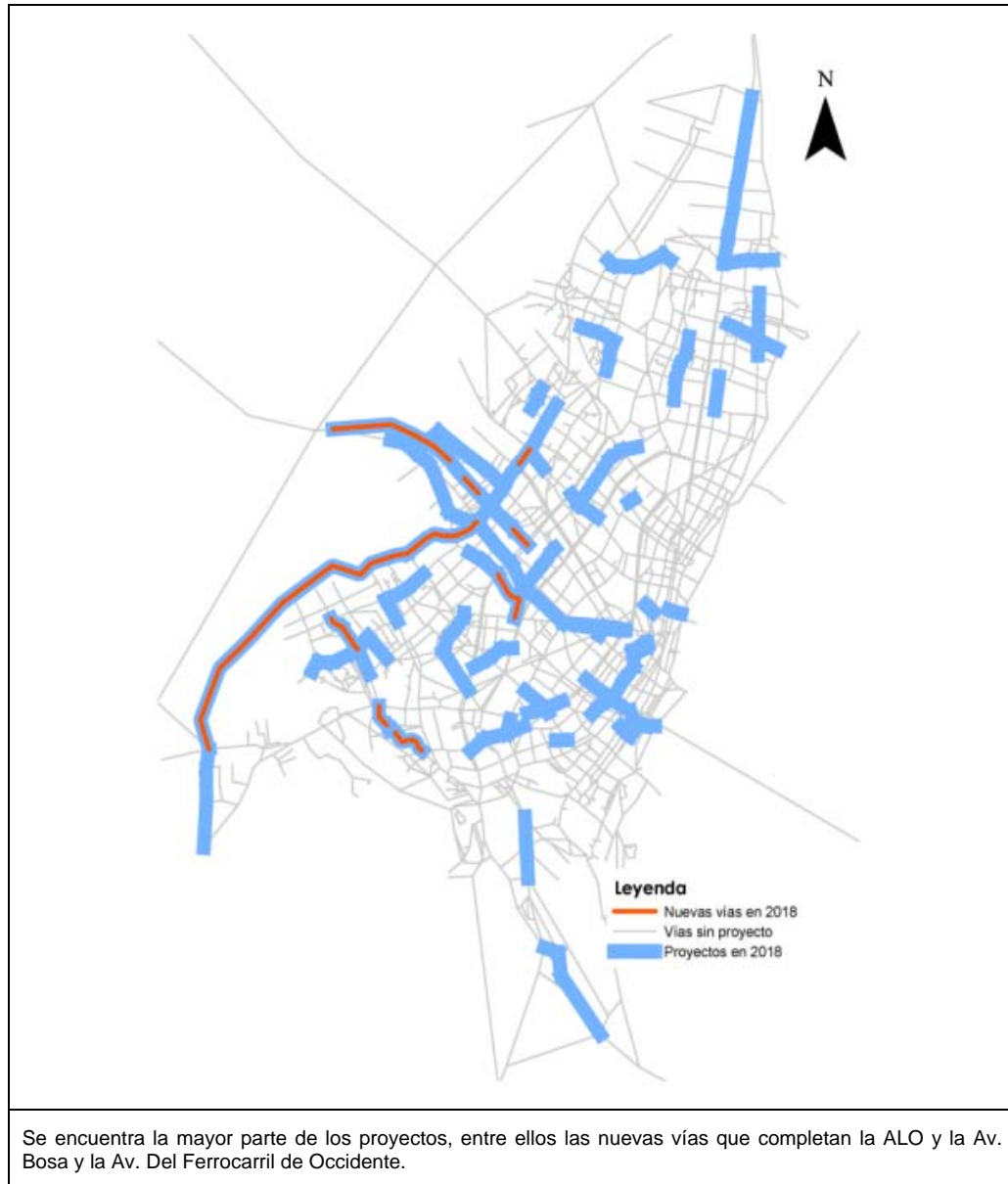
A continuación, se describe la evolución de la red vial, en cuanto contempla los proyectos planificados por la administración, con importante posibilidad de ser ejecutados para los escenarios analizados. Se describen de igual manera los servicios de cada uno de los modos simulados en el modelo de transporte.

### **4.1 RED VIAL SIMULADA**

En el modelo de transporte se han codificado los proyectos que representan la infraestructura vial para los años futuros como se ha descrito en el producto 4 y presentado de forma resumida en el producto 18.

Se presenta a continuación el resumen de los proyectos implementados en el año 2018, identificando las vías nuevas y las vías con aumento de número de carriles.

**Figura 4-1. Proyectos considerados en escenarios 2018**



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IDU y POT

## 4.2 RED DE TRANSPORTE PÚBLICO

La red de transporte público se conforma por las redes de servicio de Transmilenio, alimentadores, autobuses convencionales, intermunicipales y férreo. Este último se conforma por el tren de cercanías y el metro. A continuación se describen los aspectos más determinantes de cada uno de ellos.

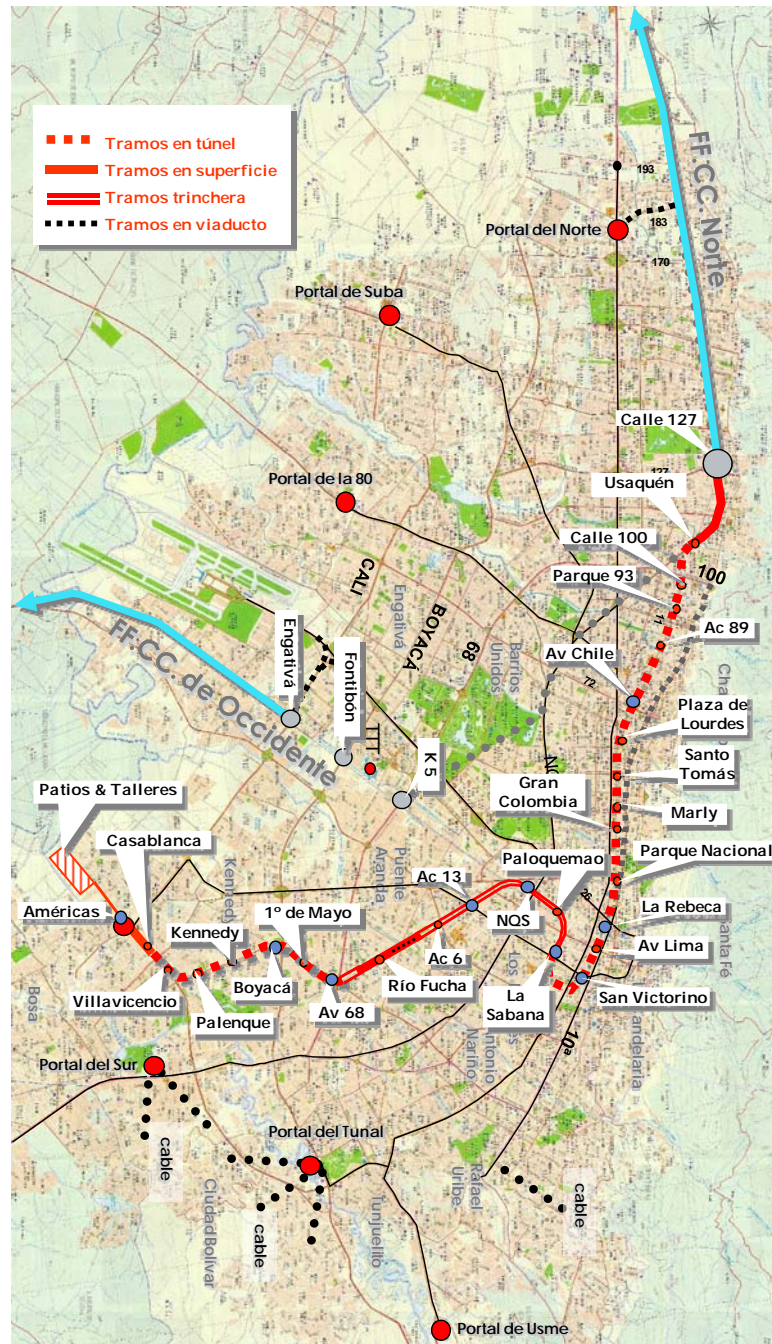
## 4.3 PRIMERA LÍNEA DE METRO

La codificación de la PLM considerada, tiene su inicio en la etapa 2 del presente estudio y que puede verse descrita en el producto 18. Se han aplicado las modificaciones correspondientes a los análisis

recientemente realizados en cuanto al trazado de la línea, ubicación de estaciones, costos de infraestructuras, entre otros.

La línea considerada en los análisis de la etapa 3 es la que se representa a continuación.

**Figura 4-2. Primera línea de metro de Bogotá**



Fuente: Elaboración Propia



La línea modelada cuenta con una velocidad comercial de 30Km/h, que corresponde a una teórica de 35km/h. El metro se modela con un intervalo de paso de 3 min. Cuenta con un trazado que inicia en el Portal de las Américas y finaliza en la calle C127.

#### 4.4 RUTAS DEL SISTEMA TRANSMILENIO

Las rutas de Transmilenio corresponden a la situación actual acompañada de las nuevas troncales de la tercera etapa de Transmilenio: que contempla la troncal de la Calle 26 y la de la Carrera 10, la prolongación hasta Soacha, así como la Carrera 7 hasta la Calle 100 en la tipología de capacidad reducida.

Figura 4-3 Representación del Modo Transmilenio para 2018



Fuente: Elaboración propia a partir del Emmebank

## 4.5 TRANSPORTE PÚBLICO CONVENCIONAL

Las rutas de transporte público convencional corresponden a diferentes diseños operacionales, según el escenario analizado. En el caso de los escenarios sin metro, estos se basan en el diseño operacional propuesto por el SITP, mientras que los escenarios con metro cuentan con la remodelación de rutas recomendada por el GC.

Los escenarios base provenientes de la etapa 2 del presente estudio se han aplicado para la definición del diseño operacional del metro descrita en el producto 25. Estos escenarios cuentan básicamente con:

- Escenarios sin metro basado en Diseño operacional propuesto por SITP 2018 (infraestructura 2013)<sup>6</sup>.
- Escenario con PLM con propuesta de Reordenación de TPC al 2018 preliminar.

Los escenarios finales resultantes del producto 26 cuentan con:

- Escenario sin metro basado en Diseño operacional propuesto por SITP 2018<sup>7</sup>.
- Escenario con PLM con propuesta de Reordenación de TPC ajustada al 2018.

Una vez aplicada la reordenación correspondiente a cada alternativa, se cuenta con una red de transporte más reducida que funciona como alimentador de los sistemas masivos, en la definición de sistema tronco-alimentado. El proceso de reordenación de transporte público corresponde a la aplicación de criterios que permitan estimar la optimización del transporte público en general. Los criterios aplicados y descritos de forma detallada en el producto 26, se resumen a continuación:

- Eliminación de líneas que recorren más de un 50% de la longitud del trazado del metro, definiendo el área de influencia de la PLM como una banda de 300m alrededor del trazado del metro.
- Eliminación de líneas cuyos orígenes-destinos pueden ser atendidos por el sistema masivo independientemente del solape físico con el corredor metro.
- Modificación del recorrido de líneas siempre y cuando solapan con el corredor metro sobre más del 30% de la longitud del trazado del metro o que el 40% de su propio recorrido se encuentra en el corredor metro. Se corta el tramo que atiende el área servida por el metro modificando el recorrido para que la nueva extremidad conecte con la estación de metro más cercana.
- Prolongación hacia una estación de la PLM si una extremidad de la línea se encuentra a menos de 1 km.

## 4.6 RUTAS ALIMENTADORAS

Los servicios de rutas alimentadoras en el escenario Sin Metro provienen de la propuesta organizativa del SITP. Cuentan con una codificación que controla las subidas y bajadas de los autobuses en modo que estos sean usados únicamente para complementar al sistema troncal Transmilenio. En dirección a la troncal, la codificación permite el abordaje en todas las paradas, y no permite ninguna bajada hasta llegar

---

<sup>6</sup> SITP Septiembre 2009.

<sup>7</sup> SITP Noviembre 2009.



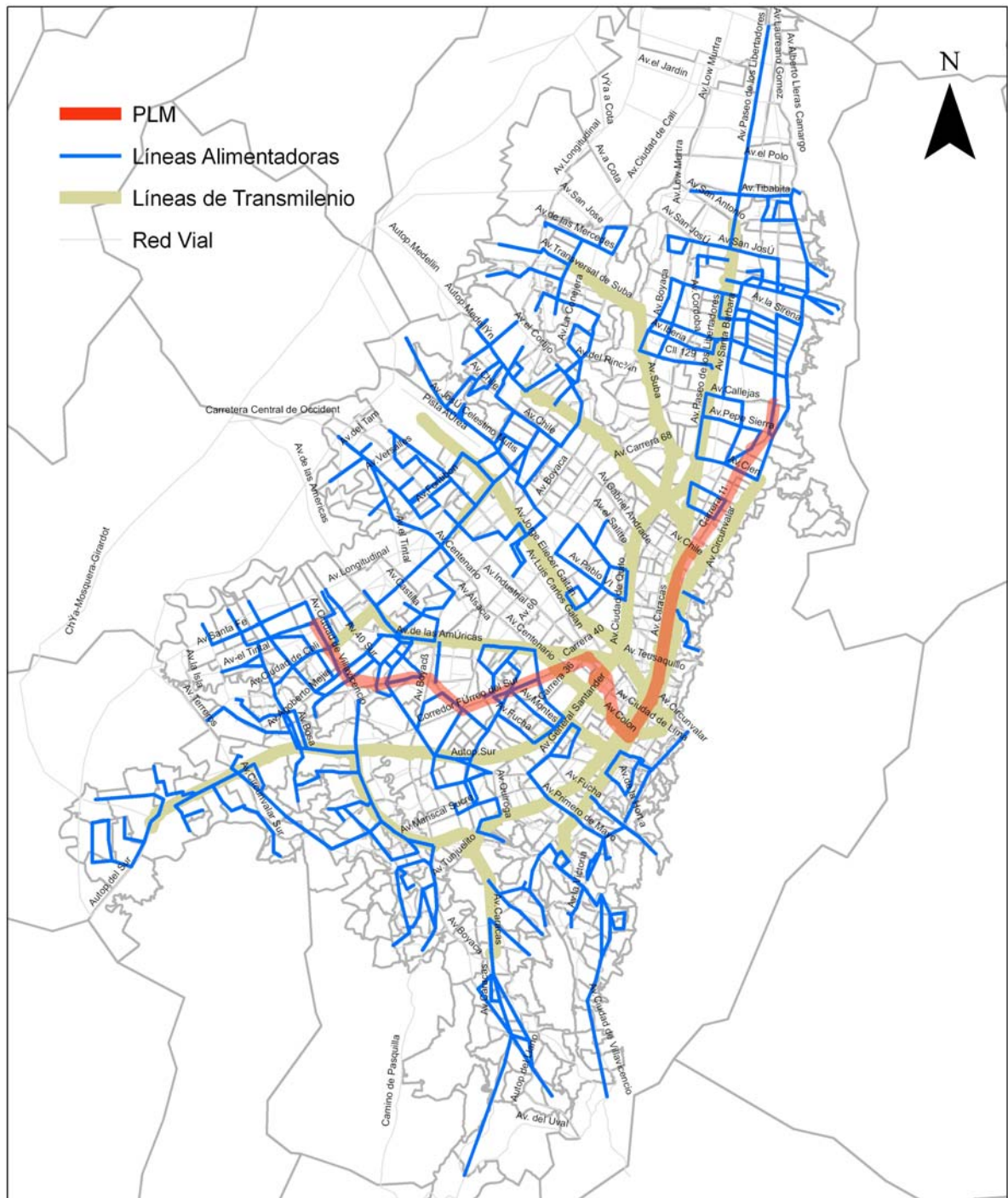
a la estación de Transmilenio, en el caso contrario, cuando el autobús se aleja de la troncal, se permiten bajadas en todas las paradas, y ningún embarque.

En la propuesta operacional para incluir la PLM se han cambiado las codificaciones de las rutas alimentadoras de modo que estas puedan servir también al metro, .permitiendo el abordaje y la bajada en estaciones de Metro y Transmilenio indistintamente. Los criterios que se han aplicado para la reestructuración de rutas alimentadoras son los siguientes:

- Eliminación de alimentadoras si el 60% de su recorrido se encuentra en un corredor de 300m alrededor de la PLM.
- Modificación de alimentadoras que interceptan el corredor de 300m alrededor de la PLM para que su recorrido y su codificación permita el abordaje y la bajada tanto en estaciones de Metro y TransMilenio indistintamente.
- Prolongación de alimentadoras que tienen una extremidad situada a menos de 1km de una estación de metro.
- Agregación de una ruta alimentadora desde los barrios del Sagrado Corazón hacia la estación Parque Nacional.

Este trabajo se ha realizado a partir de las alimentadoras que corresponden al escenario sin metro y que se presentan en la siguiente imagen.

Figura 4-4 Representación de alimentadoras para escenarios Sin Metro con base en SITP 2018



Fuente: Elaboración propia a partir del Emmebank

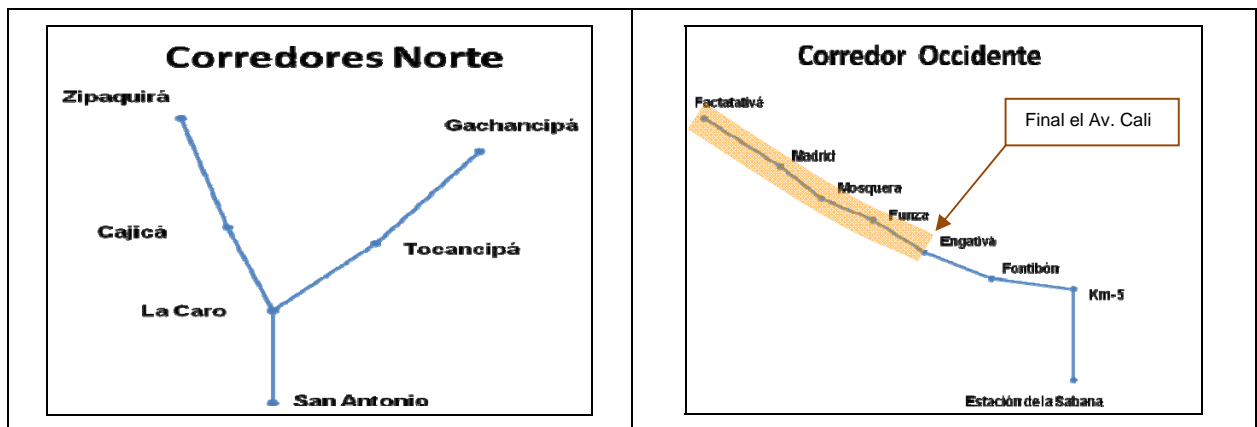
#### 4.7 TREN DE CERCANÍAS

El tren de cercanías cuenta con dos codificaciones dentro del banco de datos. La primera corresponde a la situación en la cual el tren del occidente prosigue dentro de la ciudad y conecta con el metro, la segunda codificación corresponde al tren del occidente con estación final antes de entrar en la zona centro de la ciudad.

En el primer caso, el tren de cercanías se ha codificado en coherencia con las recomendaciones de implementación del la PLM y su adecuado funcionamiento. Esto se resume en que el corredor de Occidente tiene un recorrido desde Facatativá hasta la Estación de la Sabana. Los Corredores del Norte no entran a la ciudad, sino que se detienen en la estación C127 del metro. Esta alternativa contribuye a la integración con los municipios vecinos,

En el segundo caso, se ha codificado el tren del occidente desde Facatativá hasta la estación Engativá en la Av. Ciudad de Cali, como se ve en la siguiente figura. La codificación hasta la Av. Cali corresponde a los resultados presentados en el P6.

Figura 4-5. Tren del occidente codificado hasta la estación de la Sabana



Fuente: Elaboración Propia

Se ha implementado el tren de cercanías en el modo Férreo (modo u) con una capacidad en hora pico: 699pasajeros/tren, de los cuales van sentados 175 pasajeros/tren. Se han codificado con 38Km/h todos los corredores y los intervalos de paso incluidos son los siguientes:

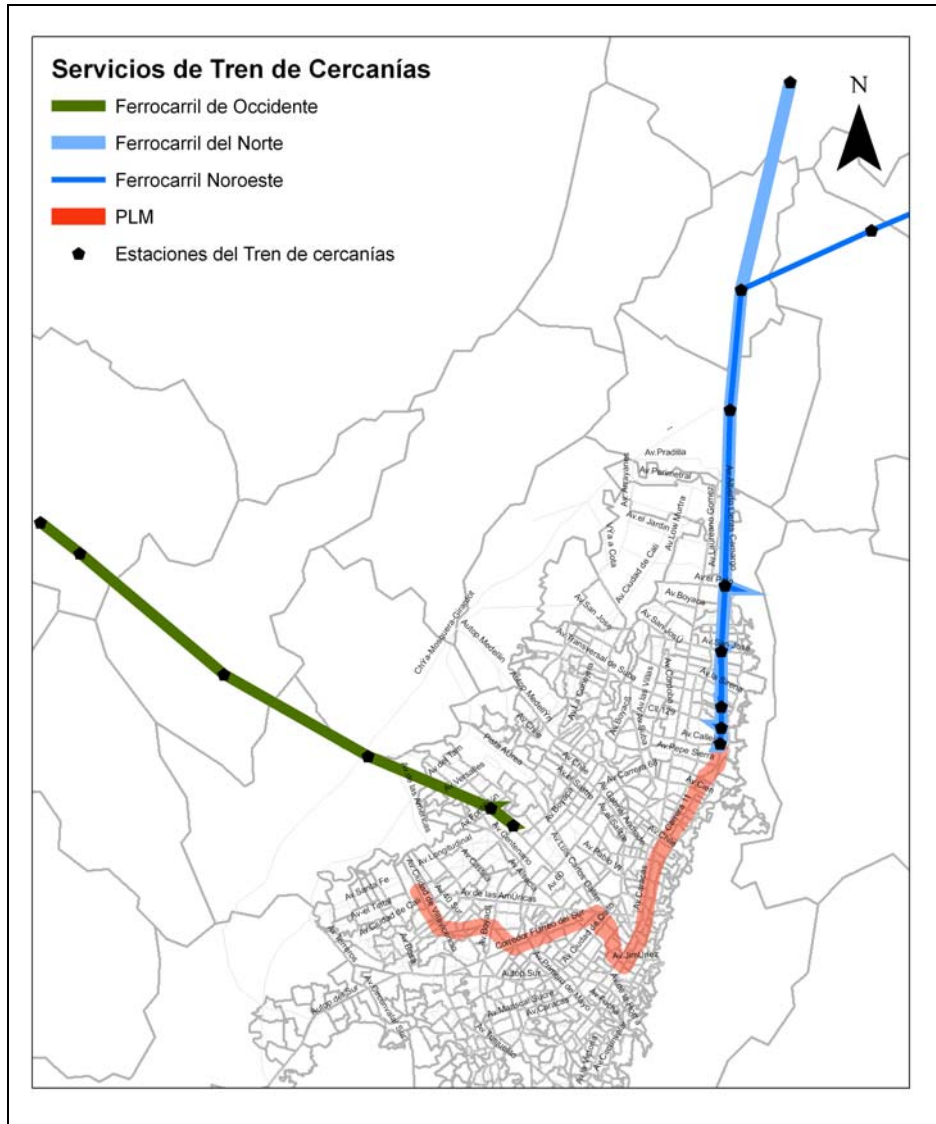
Tabla 4-1. Intervalos de paso en min. para el tren de cercanías para el año 2018

Corredor	Hora punta	Hora Valle
Occidente	9	18
Norte	6	12
Noroeste	20	40

Fuente: Estructuración Técnica, Legal y Financiera del Tren de Cercanías de la Sabana de Bogotá y el Distrito Capital 2008. ConCol

La codificación implementada puede verse en la siguiente imagen.

Figura 4-6 Representación de Tren de cercanías final



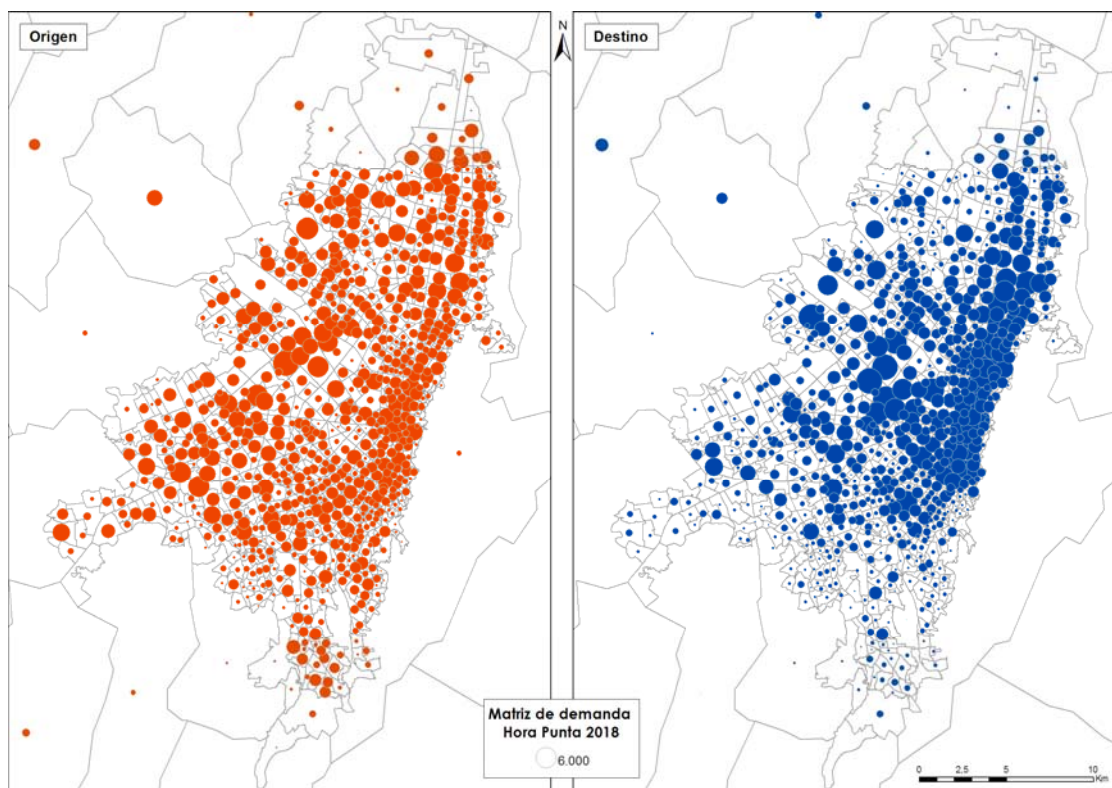
Fuente: Elaboración propia a partir del Emmebank

## 5 DEMANDA DE TRANSPORTE

La demanda de transporte se introduce en el modelo a través de las matrices de demanda las cuales se han obtenido con la aplicación del modelo de generación-atracción diseñado para dicho objetivo.

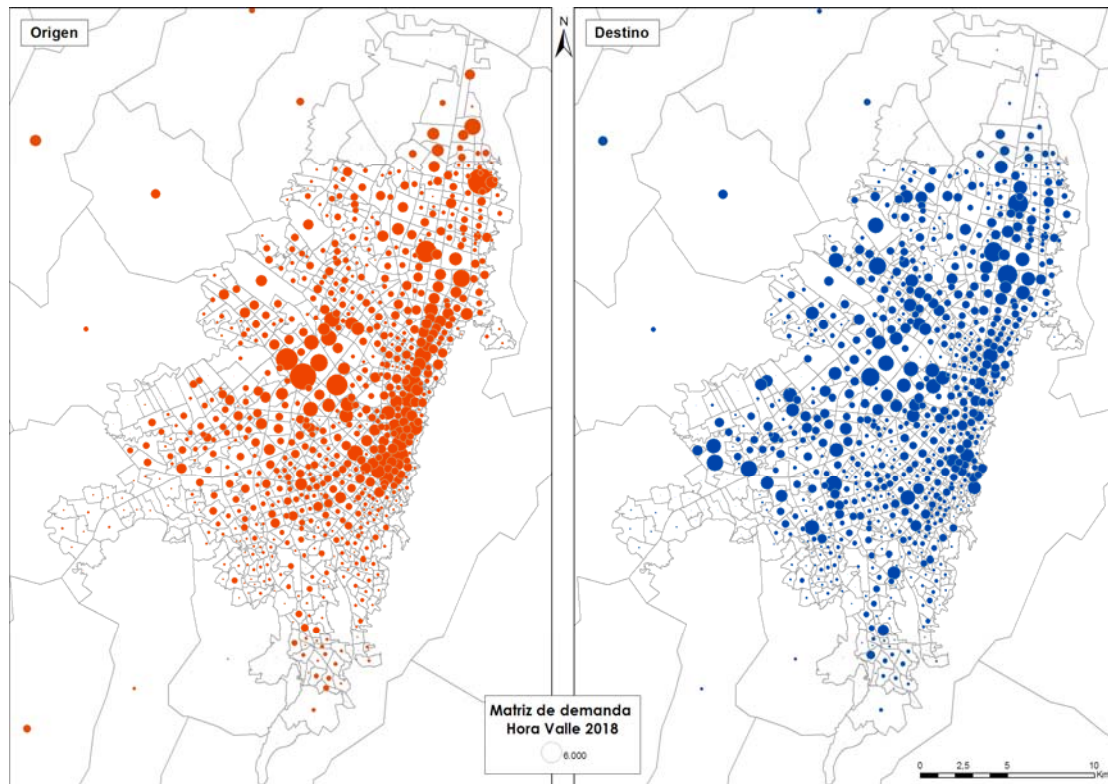
A continuación se presenta a modo de ilustración el comportamiento de los orígenes y los destinos que se han obtenido y que ha permitido después de la aplicación de los procesos de análisis. Dicho comportamiento obedece a la estimación de la matriz de demanda realizada para el año 2018 con el modelo Metro – SITP mejorado.

**Figura 5-1. Generación y atracción por zona de la matriz sin metro 2018 en hora punta**



*Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de demanda*

Figura 5-2. Generación y atracción por zona de la matriz sin metro 2018 en hora valle



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de demanda

El cálculo de la demanda depende básicamente de variables socioeconómicas y los costes de viajes simulados en el modelo de transporte. Las variables socioeconómicas son descritas en los documentos del producto 4 y del Modelo Mejorado y los costes de viaje resultan diferentes según la oferta de transporte con la que se cuenta. Para verificar el comportamiento de la demanda, se han calculado las matrices para escenario sin metro y con metro.

Adicionalmente a las matrices calculadas para los escenarios base y con metro, se ha creado otra matriz de demanda, con la finalidad de realizar los análisis de sensibilidad. La matriz adicional mf138 es el resultado de aumentar en un 15% la demanda de la matriz 2018 con metro mf134 en las zonas identificadas como potenciales áreas de redensificación por la entrada del metro.

Las matrices se han aplicado en los escenarios de análisis y se encuentran codificadas en la base de datos como se presenta en la siguiente tabla, para cada caso, en hora punta y hora valle.



**Tabla 5-1. Codificación de matrices en el Emmebank**

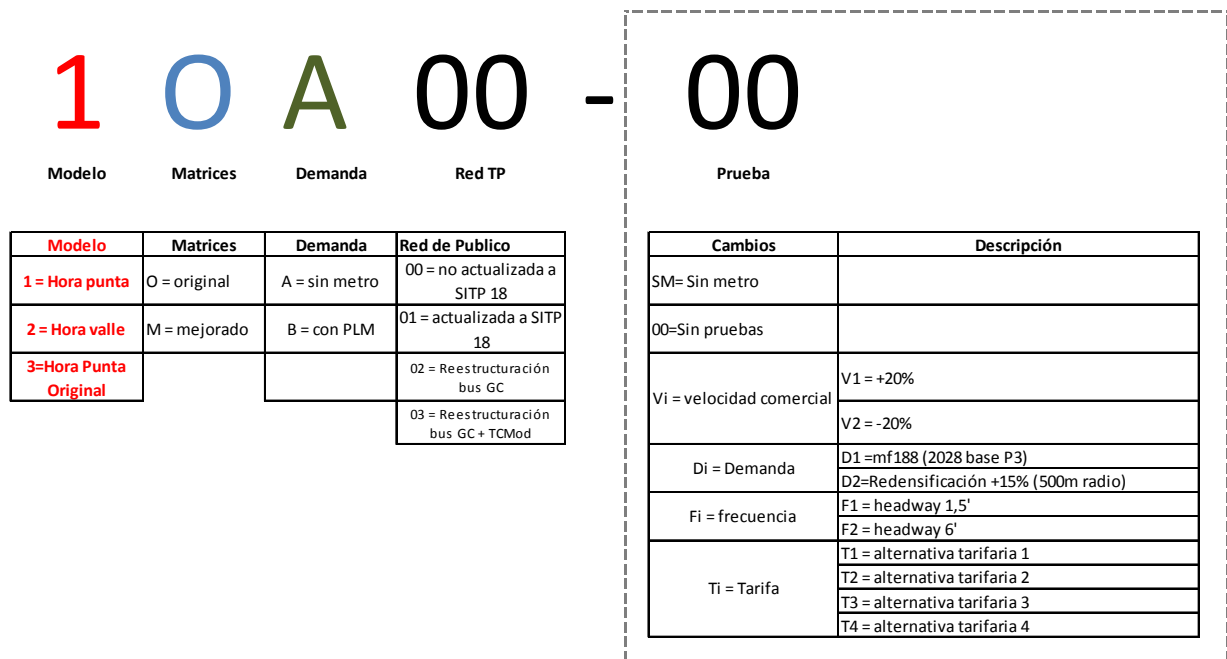
	Hora Punta		Hora Valle	
	VP	TP	VP	TP
2008	mf105	mf15	mf111	mf112
2018	mf184	mf187	mf114	mf117
2028	mf185	mf188	mf115	mf118
2038	mf186	mf189	mf116	mf119
2018 PLM base	mf130	mf134	mf140	mf144
2018 PLM +15%	-	<i>mf138</i>	-	-

Fuente: Elaboración propia

## 6 ESCENARIOS DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Para las pruebas de sensibilidad requeridas en los diferentes análisis de la Etapa 3, se han generado una serie de informes de resultados. Con la finalidad de identificar correctamente las pruebas se ha planteado una codificación que describe las características de cada una de las pruebas, respondiendo al significado de 7 caracteres que se ilustran a continuación.

Figura 6-1. Ilustración de códigos de pruebas para sensibilidad



Fuente: Elaboración propia

A continuación se describen las diferentes pruebas realizadas para la sensibilidad de la demanda.

### 6.1 VARIABLES OPERACIONALES

Las variables operacionales del metro que se han modificado han sido la velocidad y el intervalo de paso. Se han creado los escenarios 18221 y 18321 para simular los cambios de velocidad y frecuencia respectivamente.

En el caso de la velocidad se ha aumentado y disminuido la velocidad codificada en un 20% sobre el escenario base de metro con demanda sin metro. Los informes pueden consultarse bajo los códigos 1MA00-V1 y V2.

Para comprobar la sensibilidad a la variación de la frecuencia se tiene una disminución a la mitad (90 segundos) y un aumento del doble del tiempo de paso para la situación más desfavorable (360 segundos). Los informes pueden consultarse bajo los códigos 1MA00-F1 y F2.

## 6.2 ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA

Para analizar el comportamiento de la demanda en cuanto a la estructura socioeconómica, se ha propuesto la asignación del escenario base con distintas matrices de demanda. Los resultados pueden consultarse bajo los códigos 1MA00-D3 y D4.

El escenario 1MA00-D3 corresponde a la asignación de demanda del año 2038 (mf189) sobre la infraestructura del inicio de operación de la PLM.

El escenario 1MA00-D4 corresponde a la asignación de demanda aumentando las zonas potenciales a redensificación, a partir de la demanda con metro (mf138).

## 6.3 ESTRUCTURA TARIFARIA

Los análisis de sensibilidad de la demanda en cuanto a la estructura tarifaria, se realizaron modificando la tabla inicial de tarifas y aplicando los criterios de confort.

El GC ha definido propuestas de estructura tarifaria que podrían aplicarse tomando en consideración la demanda entre estaciones y los costes del SITP, la carga crítica del metro, etc.

Las tarifas definidas se resumen en el siguiente listado:

- Opcion1: variación de precios de modos masivos
  - Opción 1-A: SITP modificado a 700
  - Opción 1-B: SITP modificado a 1500
- Opcion2: variación de la integración tarifaria
  - Opción 2-A: SITP con cobro en trasbordos
  - Opción 2-B: SITP con cobro en trasbordos y mejora de integración metro-auxiliares
  - Opción 2-C: SITP con mejora de integración metro-auxiliares.
- Opcion3: billete integrado o pago único al primer embarque
- Opcion4: pago diferenciado al interno del metro
  - Opción 4-A: Tarifa Dinámica
  - Opción 4-B: Tarifa por tramos
- Opcion5: variación únicamente del precio del metro desde 50% a 150%. (10 simulaciones).

Los resultados en cada caso pueden verse en el producto 25. Los informes correspondientes a cada prueba se pueden consultar bajo los siguientes códigos:

**Tabla 6-1. Informes para de pruebas de tarifas**

<i>Escenario de Referencia</i>	<b>1MA00-00</b>
<b>Opcion1: variación de precios de modos masivos</b>	
o Opción 1-A: SITP modificado a 700	<b>1MA00-T5</b>
o Opción 1-B: SITP modificado a 1500	<b>1MA00-T6</b>
<b>Opcion2: variación de la integración tarifaria</b>	
o Opción 2-A: SITP con cobro en trasbordos	<b>1MA00-T3</b>
o Opción 2-B: SITP con cobro en trasbordos y mejora de integración metro-auxiliares	<b>1MA00-T4</b>
o Opción 2-C: SITP con mejora de integración metro-auxiliares.	<b>1MA00-T7</b>
<b>Opcion3: billete integrado o pago único al primer embarque</b>	
o Opcion3: billete integrado	<b>1MA00-T2</b>
<b>Opcion4: pago diferenciado al interno del metro</b>	
o Opción 4-A: Tarifa Dinámica	-
o Opción 4-B: Tarifa por tramos	-
<b>Opcion5: variación únicamente del precio del metro desde 50% a 150%. (10 simulaciones).</b>	

*Fuente: Elaboración propia*

Las pruebas de la Opción 4 y 5 se basan en los mismos informes diferenciados por el porcentaje de variación al precio base.

## 7 DESCRIPCIÓN DE LAS MACROS UTILIZADAS E INFORMES DE RESULTADOS

Para la asignación de los escenarios se han usado las siguientes macros:

– Asignación de Privado:

Asigna la matriz de demanda de vehículo privado sobre la malla vial. Debe aplicarse una vez verificado el número de vehículos equivalentes proveniente de la ordenación de transporte público, registrados en el campo @voleq de la red simplificada.

Macro: ~<casigau.bc [matrizVP],

- o [matrizTP] Matriz de demanda de transporte privado

– Asignación de público normal

Realiza la asignación de demanda de transporte público sobre la red de servicios de transporte. Debe ejecutarse una vez comprobados los tiempos de viaje de vehículo privados provenientes de la asignación de Privado, registrados en el campo @timau de la red explotada.

Macro: ~<M\_cAsigCSITPsve.bc [año] [matrizTP] [COD]

- o [año] Año de asignación
- o [matrizTP] Matriz de transporte público
- o [COD] Código del escenario a modelar (Ej. 1MA00-00)

– Demanda paga

Identifica la composición de modos de las estrategias de viaje para cada pareja OD. Esto se logra asignando un código a cada modo y posteriormente adicionando el valor del código cada vez que se usa un modo. Los códigos contenidos en la macro son:

**Tabla 7-1. Codificación de modos para DPaga**

Modo	Código
Troncales TM	1
Metro	10
Auxiliar	100
Alimentadores	1000
Interurbanos	10000
Tren de cercanías	100000

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo: el código de cadena 10013 se construye como sigue.



---

10000 +	Un tramo en Intermunicipal
10	Un tramo en Metro
1	Un tramo en TM
1	Un tramo en TM
1	Un tramo en TM
<hr/>	
10013	3 troncal;1 metro;1 intermunicipal;

Las cadenas modales permiten conocer la cantidad de veces que se usa cada modo en un viaje. No permite identificar el orden de uso de cada modo.

La carpeta de la macro contiene los archivos de análisis de datos con los cuales se pueden interpretar los resultados. Se incluye un archivo de códigos en donde se puede visualizar la traducción de los códigos a cadenas de viajes.

Macro: ~<M\_cAsigCSITPsve\_DPaga.bc [año] [matrizTP] [COD]

- o [año] Año de asignación
- o [matrizTP] Matriz de transporte público
- o [COD] Código del escenario a modelar (Ej. D\_1MA00-00)

– Matriz de demanda OD entre estaciones

Permite conocer la demanda entre las estaciones de una misma línea de transporte público. Consiste en la creación de escenarios temporales que crean cada vez la línea de servicio analizada, con OD igual a la combinación de estaciones OD que analiza. Repite este proceso tantas veces sea necesario para registrar todas las combinaciones OD de estaciones.

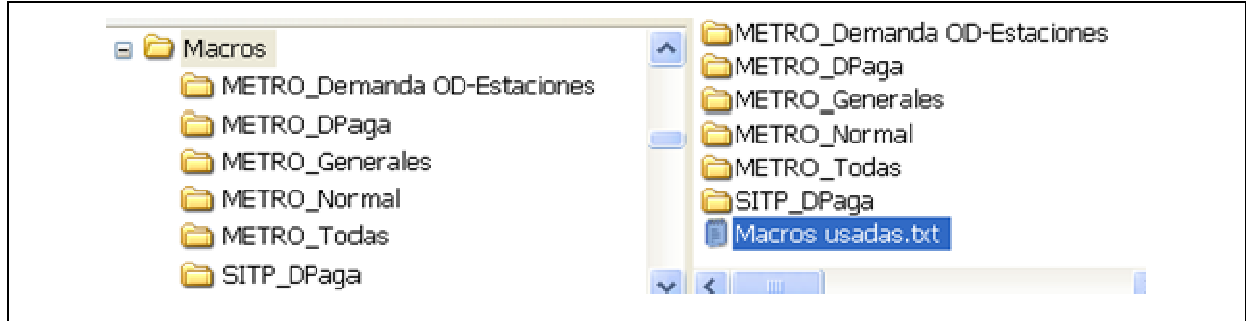
Requiere que el escenario EMME para el cual se aplica posea un nombre (código numérico) menor o igual a 4 dígitos. Ejemplo: Si se desea analizar el escenario 18020, puede realizarse una copia del mismo llamada 1820.

Macro:~< M\_cAsigCSITPnesta2sta.bc [matrizTP]

- o [matrizTP] Matriz de transporte público

Se adjuntan las macros implementadas, cuya descripción, recomendación de uso y el resto de información útil se encuentra en el archivo de texto *Macros usadas.txt*.

**Figura 7-1 Presentación de macros**



*Fuente: Elaboración propia*

Con estas macros se han obtenido distintos informes que permiten interpretar los comportamientos de los individuos en el escenario modelado. A continuación se presenta un ejemplo de informe, en el cual se pueden obtener datos sobre los servicios de transporte público, el total de abordajes, el volumen máximo alcanzado, el promedio de ocupación, entre otros.

**Figura 7-2. Parte de un informe de asignación de transporte público**

```

TRANSIT LINES
*****

```

line	mode	veh type	no. veh	hdwy (min)	line length (km)	line time (min)	-----passenger----- no.of board.	km	hours	load-fact avg max	max volume	oper. costs (\$)	energy consum (mj)
05-1	b	15	8	8.00	18.03	61.93	205	1877.8	114.1	.28 .47	175	.00	.00
05-2	b	15	10	8.00	18.10	73.90	391	3047.3	228.7	.45 .94	353	.00	.00
101-1	b	2	20	6.00	36.75	118.35	992	6823.4	382.3	.62 1.19	358	.00	.00

*Fuente: Resultados del modelo EMME*



## **8 DATOS ADJUNTOS**

El presente documento acompaña los archivos digitales que se enumeran a continuación.

- Banco EMME
- Macros
- Matrices de demanda en formato txt
- Redes de transporte público y privado en formato txt
- Shapes de los escenarios
- Tarifas codificadas
- Informes de simulaciones