

# SISTEMAS FÉRREOS

## CASO COLOMBIANO



Agosto de  
2010

Presentación para el X Curso Internacional de  
Entrenamiento en Sistemas de Trenes Urbanos

El presente documento configura el caso de estudio acerca de Colombia, a ser presentado como ponencia en el curso.

# Sistemas Férreos

## CASO COLOMBIANO

**CONFERENCISTA** SAÚL ANDRÉS RIVERA BETANCUR

### COLOMBIA - Geografía y organización sociopolítica

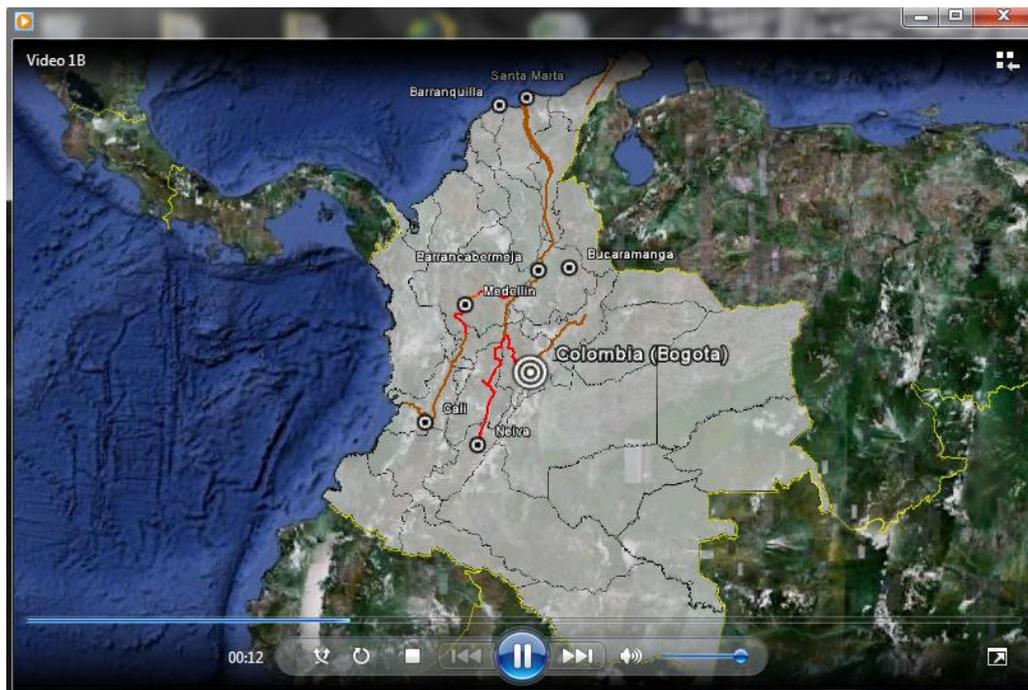
La organización político administrativa de Colombia se basa en la subdivisión jerárquica según el siguiente orden: País – Departamentos – Municipios; conformándose por 32 departamentos y aproximadamente 1100 municipios.

La capital del país es Bogotá y la segunda en orden de importancia Medellín, la cual está situada en el departamento de Antioquia y a su vez hace parte de una gran región metropolitana pues se presenta en la confluencia de diez municipios; a esta región se le ha denominado Valle de Aburra.

Para identificar a nuestro país respecto a Suramérica, puede decirse que se encuentra en su extremo noroccidental, compartiendo fronteras con Panamá, Venezuela, Brasil, Perú y Ecuador; es el cuarto país más grande del sur del continente americano, después de Brasil, Argentina y Perú. Tiene 2.900 kilómetros de costa, de los cuales 1.600 lindan con el Mar Caribe y 1.300 con el Océano Pacífico. El territorio colombiano está dividido en una región montañosa al occidente y una región plana al oriente.

Datos generales			
Población	45.558.000 habitantes	Población urbana	72,7 %
Importaciones	26.162 millones \$	Exportaciones	24.391 millones \$
PIB	378.435 millones \$	Crecimiento anual	6,8 %
PIB por habitante	8.091 \$	Inflación	4,3 %
Taza crecimiento económico	2.5%	Taza crecimiento poblacional	14 %
Exportaciones destacadas	Café, carbón, petróleo, flores, banano, carne bovina, prendas de vestir	Importaciones destacadas	Plástico, cereales, hierro y acero, equipos tecnológicos
Principales destinos de exportación	Estados Unidos, Unión europea, Venezuela	Principales orígenes de importaciones	Estados unidos, México, China y Alemania

## Video geografía y red férrea



## COLOMBIA - Historia férrea

Aunque existe el ferrocarril, actualmente, a Colombia no puede denominársele como país ferroviario.

Aproximadamente en el año 1870 comenzó la historia férrea del país, llegando en 1922 a tener 1.4 km de vía construida y funcionando; por estos años el país incrementó su vocación ferroviaria llegando a 4.0 Km de vía construida a finales de 1960.

Hoy día sobreviven solo 3.154 Km y de estos, una tercera parte está fuera de uso. Es decir, que solo la mitad de ellos se halla en operación: apenas 2.000 Km. Perteneciendo además, la mayoría de estos, a redes privadas, como la de El Cerrejón (Transporte de carbón en la Guajira al norte del país) o servicios limitados al transporte de carga.

A continuación se muestra una cronología resumida de lo sucedido relacionado con el aspecto ferroviario:

- 1870 – 1885 Gran impulso al desarrollo del ferrocarril (Francisco Javier Cisneros: “*la gloriosa historia del ferrocarril de Antioquia*”)
- 1885-1904 Desarrollo lento (Rafael Nuñez - Miguel Antonio Caro)
- 1904-1922. Mayor auge de desarrollo en toda la historia (Rafael Reyes - “*la época más afortunada para el desarrollo vial de Colombia*”) (1925-1929 Túnel de la quiebra , Alejandro López 1899, 3.7 Km en 3 años) Para finales del siglo XIX y comienzos del XX, el Ferrocarril se constituyó en un motor para las exportaciones, especialmente las de café, tabaco y cacao.
- 1930 crisis mundial.
- 1940 a 1950 se masifica el automóvil en Colombia.
- 1960 - 1970 el avión aparece como alternativa de transporte de carga.

Muchos factores confabularon para la decadencia del ferrocarril en nuestro país, la cual se considera se dio aproximadamente desde 1970; entre ellos:

- Mala planificación (Exportaciones mediante planificación regional y particular, no como un objetivo nacional de comercio exterior), vías no interconectados y sin el mismo formato estándar, (Anchos de vía diferente o combustible utilizado)
- Cuando el gobierno inicia el proceso de adquisición de las redes férreas a los departamentos, se compran los activos, como también se asumen las cargas laborales (junto a un sinnúmero de prebendas)
- Ante la aparición del vehículo y el avión el ferrocarril tenía obvios rezagos en su reacción frente a la competencia debido a la alta inversión pública en ellos.
- El progresivo abandono de las líneas hizo aún más difícil y costosa su recuperación (Invasiones, pérdidas de banca, robo de rieles, decadencia tecnológica de equipos)
- En 1988 y en 1999 aparecen las empresas del estado Ferrovias - STF y Fenóco. En la primera mala gestión administrativa y falta de reglas de juego llevaron a largas querellas judiciales, la segunda quebró ante la imprevista crisis financiera de ese año.

## AMVA - AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA



El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es una entidad gubernamental de carácter regional, para la que se desempeña el aspirante al curso y quien desarrolla el presente documento. Esta entidad, de carácter político administrativo, reúne diez municipios de la subregión denominada Valle de Aburrá del Departamento de Antioquia. A continuación se incluyen los datos más relevantes de cada municipio integrante:

Municipios	Extensión <u>km<sup>2</sup></u>	Población (hab)	Densidad (hab/ <u>km<sup>2</sup></u> )
Medellín	579,638	2.578.770	5.840
Bello	142,36	431	2.496
Envigado**	78,80	203.278	3.504
Itagüí	17,00	267.116	13.545
Sabaneta	15,00	51.991	2.988
Barbosa	206,00	49.343	206
Caldas	133,40	78.152	449
La Estrella	35,00	61.142	1.505
Girardota	78,00	49.583	548
Copacabana	70,00	71.248	877
<b>Total</b>	<b>1.326,39</b>	<b>3.411.055</b>	<b>2.907</b>

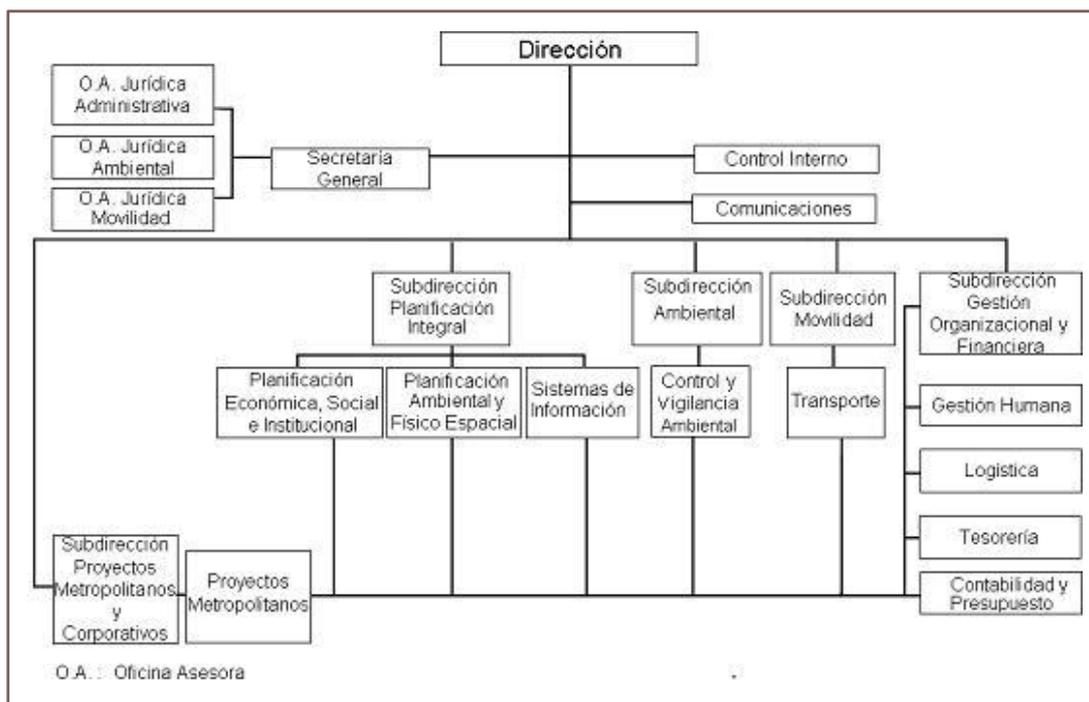
\*\*Aunque geográficamente se encuentra en el Valle de Aburrá y tiene conurbación con sus vecinos no hace parte de la entidad administrativa denominada Área Metropolitana

Imagen Valle de Aburrá



Dentro de las funciones gubernamentales de esta entidad se encuentran el desempeño como ente planificador, autoridad ambiental, y autoridad de transporte metropolitano y masivo en la región.

AMVA - Organigrama



## AMVA - Cargo y funciones del conferencista

---

El ingeniero Saúl Andrés Rivera se desempeña como servidor público vinculado a la entidad Area Metropolitana en el cargo Profesional Universitario adscrito a la subdirección de Movilidad y cumple en resumen con las siguientes funciones:

- Coordinación para la entidad del proyecto sistema férreo multipropósito (Reactivación de la línea férrea en el Valle de Aburra, el cual está compuesto por diez municipios incluido Medellín, para el transporte de Carga, Pasajeros y residuos sólidos)
- Apoyo en todas las actividades de planeación que incluyan el componente de movilidad.
- Interventoría de varios proyectos entre los que se encuentran el sistema de información de transporte del valle de Aburra y los estudios de movilidad (incluidos modelos y simulaciones de transporte) de los proyectos Centralidades Norte y Sur.

## TRANSPORTE EN COLOMBIA Y EN EL VALLE DE ABURRA

---

En el país se dan los diversos tipos de transporte:

- **Aéreo:** Funciona tanto para carga como pasajeros, con aeropuertos en todas las capitales de departamento y pistas de aterrizaje y de colaje en la mayoría de municipios secundarios (1201 aeropuertos en total); los terminales internacionales más importantes se encuentran en las ciudades de Bogotá (Cundinamarca), Rionegro (Antioquia) y Palmira (Valle del Cauca).
- **Marítimo:** Los principales puertos se ubican en el océano atlántico (Mar Caribe) en la ciudad de Barranquilla y en el Océano pacífico en la ciudad de Buenaventura.
- **Fluvial:** A pesar de la riqueza hídrica del país este tipo de transporte puede considerarse de baja utilización, la red fluvial de Colombia tiene una longitud total de 24.725 km, de los cuales 18.225 km (74%) permiten navegación menor permanente durante todo el año. De éstos, 7.063 km (39%) admiten, además, navegación mayor y permanente; y 4.210 km (23%), navegación transitoria de embarcaciones mayores. Los restantes 6.500 km (36%) no son navegables.
- **Férreo:** La Red férrea concesionada posee 1.991 km, la privada (Cerrejón) 150 km y el resto de se encuentran inactivos (A cargo del INVIAS): 1.327 km, sumando un total de 3468 km. Hoy en día el transporte ferroviario no es igual de popular en Colombia como en muchos otros países. El ancho de trocha o distancia entre rieles predominante en Colombia (934mm) ha impedido un importante desarrollo del sistema férreo ya que el ancho entre rieles no ha permitido desarrollar trenes rápidos en la geografía montañosa del centro de Colombia.
- **Terrestre interdepartamental e intermunicipal:** En la región Andina, la Costa Norte y el piedemonte llanero, donde se concentra la mayor parte de la población colombiana, la carretera es el principal medio de transporte para personas y carga. La red de carreteras se estima en 165000 km con un 60% calificable como en buen estado.
- **Terrestre urbano:** El transporte urbano de pasajeros en Colombia se ha calificado en:

- Individual: Se presta por empresas privadas vigiladas y controladas por el estado con propietarios individuales y colectivos de vehículos llamados taxis.
- Colectivo: Es prestado en forma similar al individual, con vehículos Buses, Microbuses y Busetas.
- Masivo: Como transporte masivo se le conoce al transporte de mediana a gran capacidad y que además integra varios modos; en Colombia la única región que en la actualidad cuenta con sistema Metro es la ciudad de Medellín y su área metropolitana (Valle de Aburra); el cual integra se integra a buses alimentadores y a lo que se ha denominado metrocable, este es un sistema de líneas de cables sobre las que corren cabinas tipo teleférico para el transporte de personas a las zonas de alta pendiente.

En los últimos años y gracias al éxito del sistema BRT Transmilenio de la ciudad de Bogotá, otras ciudades han evolucionado en sus sistemas de transporte masivo y han optado por soluciones similares (BRT) integrando buses articulados y padrones que corren por troncales y pretoncales dedicadas con buses alimentadores que se mueven por las vías normales de la ciudad. Ejemplos de ellos son el MIO de Cali, el Transmetro de Barranquilla y la Metrolinea de Bucaramanga.

En el Valle de Aburra, además del Metro y Metrocable existente se espera para el próximo año la integración del sistema BRT denominado como Metroplus y del cual ya se encuentran construida su infraestructura principal. También se desarrollan con gran fuerza los proyectos de Tranvía y otros corredores verdes prontos a integrarse en lo que se llamará SITVA Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburra.

La autoridad máxima de transporte y tránsito en el país es el Ministerio de Transporte y de ella se han designado funciones particulares a los municipios y áreas metropolitanas para el transporte terrestre urbano de pasajeros.

El servicio de transporte público individual y colectivo de pasajeros es prestado por particulares, mediante regulación de los entes públicos. Como se mencionó anteriormente, en el caso de los medios masivos se han creado empresas industriales y comerciales del estado como Transmilenio en Bogotá y el MIO en Cali.

## Sistemas de transporte férreo existentes

En el Valle de Aburra la empresa industrial y comercial del estado que maneja el transporte público es la Empresa de Transporte masivo del valle de Aburra (ETMVA) Metro de Medellín. Esta empresa maneja un sistema integrado de metro y de cables.



<sup>1</sup> El Metro es el Sistema de Transporte Masivo de Gran Capacidad que atraviesa el Área Metropolitana de Medellín de sur a norte, de norte a noreste, del centro de la ciudad hacia el oeste, y de oeste a noroeste. Como una de las primeras experiencias de transporte masivo moderno en Colombia, el Metro de Medellín corresponde a los planes urbanísticos más elaborados del departamento de Antioquia

La línea A tiene 23.2 kilómetros de longitud. Recorre el Valle de Aburrá desde la estación Niquía, en el municipio de Bello en el Norte, hasta el municipio de Itagüí en el Sur. La mayor parte del recorrido se hace paralelo al río Medellín, separándose de éste para atravesar el centro de la ciudad. Las estaciones de la línea A son: Niquía, Bello, Madera, Acevedo, Tricentenario, Caribe, Universidad, Hospital, Prado, Parque Berrío, San Antonio, Alpujarra, Exposiciones, Industriales, Poblado, Aguacatala, Ayurá, Envigado e Itagüí.

## Imágenes Metro y Metro Cable



La línea B tiene 5.6 kilómetros de longitud, cinco estaciones elevadas y una a nivel. La línea va desde el centro en la estación San Antonio hasta el barrio San Javier en el Occidente de la ciudad. Las estaciones de la línea B son: San Javier, Santa Lucía, Floresta, Estadio, Suramericana y Cisneros.

Metrocable nació con el propósito de mejorar las condiciones de movilidad de los habitantes de la ciudad. Estas líneas mantienen los estándares de calidad del Metro a lo largo de corredores aéreos que amplían el área de influencia del Sistema, garantizando la integración y rapidez al utilizar los diversos modos de transporte.

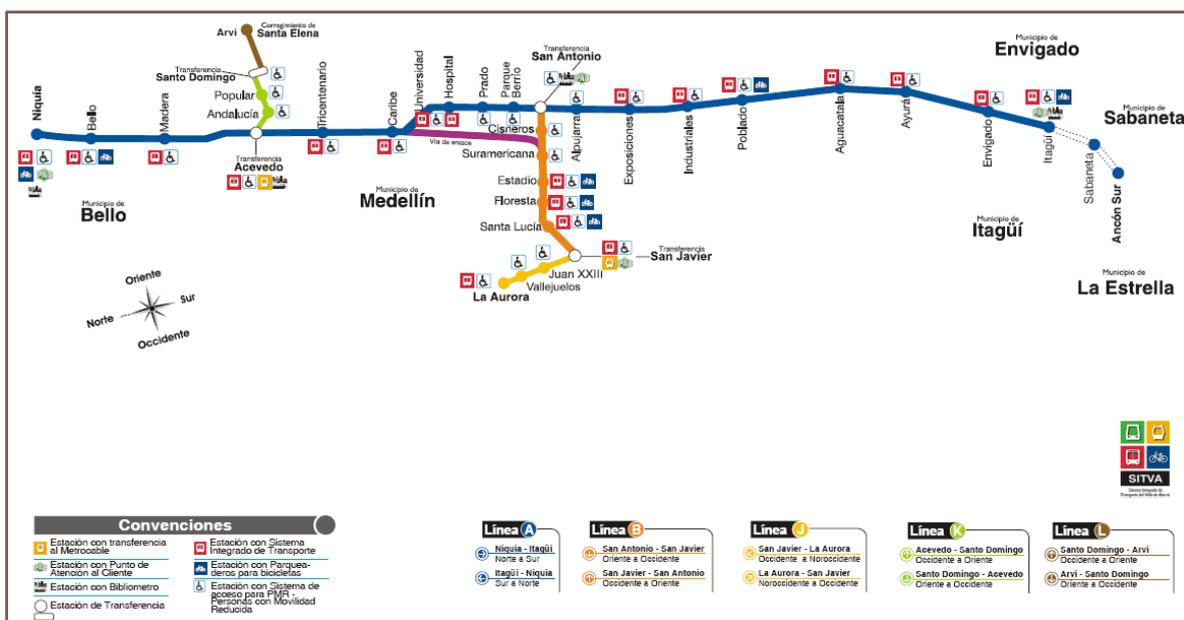
Estas obras y sus inversiones tienen un importante carácter social y de beneficio común, ya que están dirigidas al mejoramiento de las condiciones de calidad de vida de la población de menores ingresos, usuaria de los sistemas de transporte público.

La línea K recorre 2 kilómetros en el nororiente de la ciudad. Está conectada al sistema Metro en la estación Acevedo y los usuarios pueden hacer transferencia sin pagar un valor adicional. Las estaciones de la línea K son Andalucía, Popular y Santo Domingo, donde las cabinas retornan hacia el Metro.

La línea J recorre 2.9 kilómetros en el Occidente de Medellín. Está conectada al sistema Metro en la estación San Javier y los usuarios pueden hacer transferencia sin pagar un valor adicional. Las estaciones de la línea J son Juan XXIII, Vallejuelos y La Aurora, donde las cabinas retornan hacia el Metro.

La Línea L recorre 4.6 Kilómetros entre la estación de transferencia en Santo Domingo y la vereda El Tambo donde se encuentra la segunda y última estación. Es la primera línea turística del Metro y funcionará inicialmente con 27 cabinas. La obra tiene incidencia en el corregimiento de Santa Elena y en algunos barrios de la Comuna 1 como Santo Domingo Savio, La Esperanza y la Avanzada. <sup>1</sup>

## Plano esquemático líneas Metro y Metro Cable



<sup>1</sup> Tomado de: <http://www.metrodemedellin.gov.co>

## Compañías ferroviarias

### Ferrovías Empresa Colombiana de Vías Férreas

Carácter	Publico - Empresa Industrial y Comercial del Estado - (Actualmente liquidada)
Objeto	Mantener, mejorar, rehabilitar, extender, modernizar, explotar, dirigir y administrar la red férrea nacional
Dirección	Calle 36, n° 96-64, piso 8°, Santafé de Bogotá
Teléfono	+ 57 1 636 9673

### Ferrocarril Minero el Cerrejón International Columbia Resources Corp.

Carácter	Privado
Objeto	Transporte de carga (carbón de exportación) 15 millones de toneladas
Dirección	Cra. 54 n° 72-80, AA 52499, Barranquilla
Teléfono	+ 57 5 350 5389
Vía	1.435 mm-150 km electrificados
Mat. rodante	8 locomotoras diesel, 244 vagones

### Tren de occidente S.A.

Caracter	Privado
Objeto	Transporte de carga (concesión integral, que incluye la rehabilitación y la conservación de toda la infraestructura concesionada y adicionalmente, involucra la operación y explotación del sistema)
Dirección	Avenida Vásquez Cobo No. 23N-27 Oficina 308 Cali – Valle del cauca
Teléfono	57) 2 667 7733 - 667 8422
Vía	914 mm-500 km
Web	<a href="http://www.trendeoccidente.com">www.trendeoccidente.com</a>

### Ferrocarriles del Norte de Colombia S.A (FENOCO)

Caracter	Privado
Objeto	Transporte de carga (concesión integral, que incluye la rehabilitación y la conservación de toda la infraestructura concesionada y adicionalmente, involucra la operación y explotación del sistema)
Dirección	Bogotá D.C. / Calle 94 A No. 11 A 27 Santa Marta / Cra 20 Calle 2, Entrada San Fernando
Teléfono	57+1) 6220505 57+5) 4207580
Vía	914 mm-1484 km
Web	<a href="http://www.fenoco.com.co/">http://www.fenoco.com.co/</a>

**Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburra – Metro de Medellín (ETMVA)**

Caracter	Publico - Empresa Industrial y Comercial del Estado - (Actualmente liquidada)
Objeto	Transporte urbano masivo de pasajeros
Dirección	Calle 44 46-001, Bello-Antioquia
Teléfono	57 (4) 5109030
Vía	1.435 mm- 30 km electrificados
Web	<a href="http://www.metrodemedellin.gov.co/">http://www.metrodemedellin.gov.co/</a>

**Turistren**

Caracter	Privado
Objeto	Transporte de pasajeros – Servicio turístico (Bogotá – Nemocón y Bogotá – Facatativa)
Dirección	Transversal 10 No. 110 – 08, Bogota-Cundinamarca
Teléfono	(57)(1) 6 297 407 - (57)(1) 6 297 408
Web	<a href="http://www.turistren.com.co/">http://www.turistren.com.co/</a>

**PROYECTOS FÉRREOS DE MAYOR RELEVANCIA (SFM)**

Aunque en la actualidad existen diversos proyectos que involucran la maya férrea, entre ellos la reactivación de la concesión central y el proyecto de metro de la ciudad de Bogotá. El que se muestra más inmediato y de mayor importancia para la región del departamento de Antioquia es el denominado **SFM** Sistema férreo multipropósito del Valle de Aburra; el cual pretende reutilizar el corredor férreo antiguo y que cruza el Valle de Aburra con un sistema moderno que permita sobre las mismas líneas el transporte de Pasajeros, Carga y Residuos Sólidos; este básicamente es un tren urbano que recorrería 80 Km de longitud, convirtiéndose en un sistema complementario al Metro para el transporte de pasajeros; además solucionaría la problemática que hoy se presenta al tener que viajar los camiones urbanos de recolección de residuos sólidos hasta el relleno sanitario ubicado en zona rural.

Para este proyecto se han unido diversas entidades entre ellas el Área Metropolitana del Valle de Aburra debido a su papel estratégico para el desarrollo de la región y en el presente año se contrató a la internacional española INECO quien realiza la estructuración, técnica, legal y financiera del proyecto.

**Trazado**

Longitud del trazado	80 km (en su paso por el Valle de Aburrá)
----------------------	---

**Infraestructura fija**

Tipo de infraestructura	Vía a nivel
Ancho trocha	914 mm (Posible: 1435 mm con tercer riel)

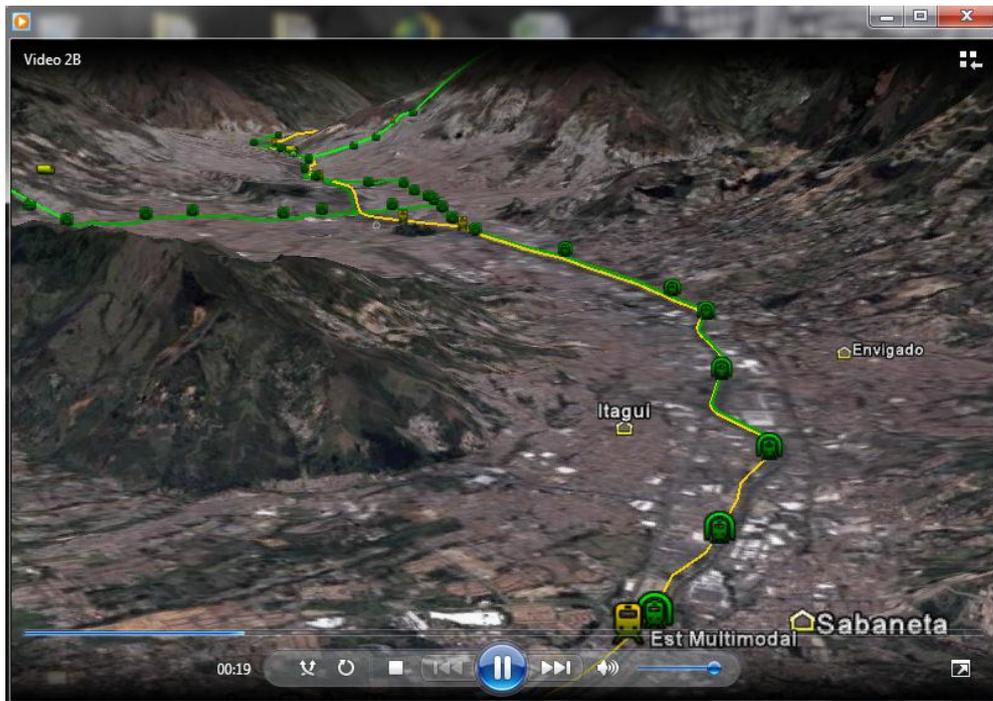
**Parámetros operacionales**

Velocidad máxima	100 km/h (Pasajeros)
Demanda estimada pasajeros	9074 pas/hora punta-Año 2020*
Demanda estimada carga	1500 ton diarias residuos sólidos

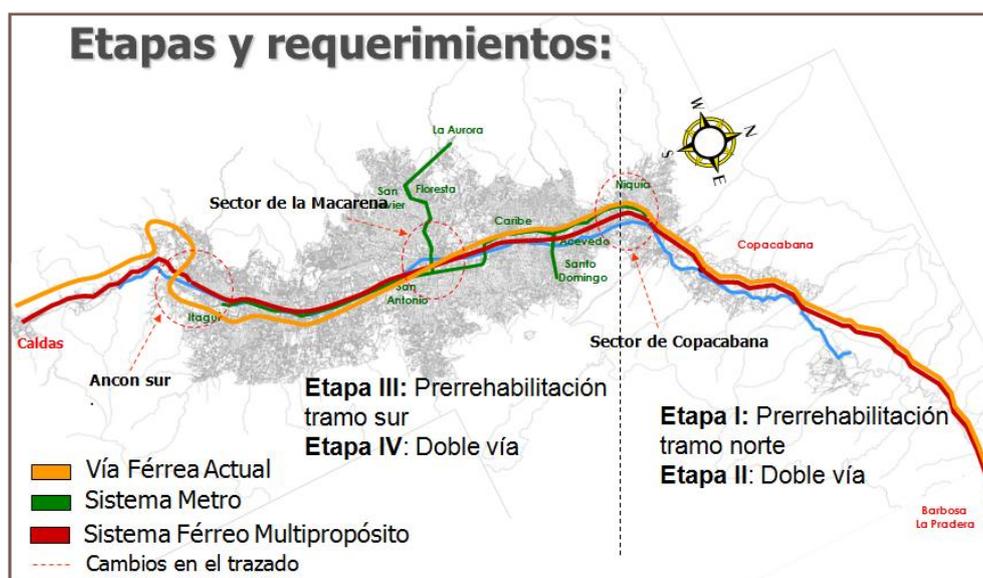
**Video SFM**



**Video SFM – Valle de Aburra**



## Plano proyecto SFM (Sistema Férreo Multipropósito)



### SFM - Etapa 1 (Transporte de residuos sólidos y posiblemente de pasajeros)

La estructuración técnica legal y financiera recomendó una etapa inicial consistente en una pre rehabilitación del tramo norte (Bello-La Pradera) en el cual funcionarían trenes de residuos sólidos y eventualmente trenes de pasajeros; a continuación se muestran los datos de operación recomendados para los residuos sólidos y sus costos asociados:

#### RESIDUOS SOLIDOS

Vehículos	Locomotoras de 1600 Hp (25 vagones de 30 Tn)
Capacidad	710 Tn / tren
Trenes en Circulación	1 tren con dos llegadas a La estación La Pradera
Oferta	1420 Tn/día
Velocidad Promedio	25 Km/h

#### Costos anuales

Personal Gestión	\$ 855.933.480
MOI Operación	\$ 811.126.224
MOD Mantenimiento de Locomotoras	\$ 68.934.240

#### MOD Mantenimiento de Vagones

MOD Operación	\$ 303.310.656
Consumos de Explotación (GASTOS)	\$ 424.830.842
<b>TOTAL</b>	<b>COP 424.830.842</b>

Para el transporte de pasajeros se presentaron varias opciones, en las cuales se incluyeron, además de los costos de operación, el costo de la infraestructura sobre la cual correrá también el sistema de transporte de residuos sólidos; a continuación se muestra un cuadro resumen de estas opciones.

## Costos de operación, y de la infraestructura, opciones operación pasajeros.

	Trenes – Duplas Trenes	4	Triplas Dobles – AW4 4 Trenes	Triplas Dobles – AW3 5 Trenes	Duplas Dobles – AW4 7 Trenes	Duplas Dobles – AW3 8 Trenes
N° Trenes Hp	4	4	4	5	7	8
N° Trenes HV	2	2	2	2	2	2
N° de Coches Motor	8	16	20	28	32	
N° de Coches Remolque	0	8	10	0	0	
Puntos de Cruce	Copacabana, Girardota, Hatillo		Copacabana, Girardota, Hatillo	Copacabana, Girardota, Hatillo, Parque Aguas	Copacabana, Girardota, Hatillo, Parque Aguas, dos cruces adic.	Tres cruces adic.
<b>CONCEPTO OPERACIÓN</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
Personal Gestión	\$ 1.154.648.520	\$ 1.154.648.520	\$ 1.154.648.520	\$ 1.154.648.520	\$ 1.154.648.520	\$ 1.154.648.520
MOI Operación	\$ 2.178.321.984	\$ 2.178.321.984	\$ 2.178.321.984	\$ 2.178.321.984	\$ 2.178.321.984	\$ 2.178.321.984
MOD Mantenimiento de Coches Motor	\$ 310.204.080	\$ 1.189.115.640	\$ 1.430.385.480	\$ 1.757.823.120	\$ 2.257.596.360	
MOD Mantenimiento de Coches Remolque	\$ 0	\$ 172.335.600	\$ 241.269.840	\$ 0	\$ 0	
MOD Operación	\$ 603.863.942	\$ 603.863.942	\$ 754.829.928	\$ 905.795.914	\$ 1.207.727.885	
Consumos de Explotación	\$ 5.033.654.510	\$ 14.195.547.421	\$ 17.808.959.492	\$ 21.766.506.045	\$ 27.985.507.773	
<b>TOTAL</b>	<b>COP 13.501.981.429</b>	<b>COP 23.824.789.155</b>	<b>COP 28.734.744.258</b>	<b>COP 33.708.682.118</b>	<b>COP 42.373.457.220</b>	
<b>CONCEPTO INVERSION INICIAL</b>	<b>COSTO INICIAL</b>	<b>COSTO INICIAL</b>	<b>COSTO INICIAL</b>	<b>COSTO INICIAL</b>	<b>COSTO INICIAL</b>	<b>COSTO INICIAL</b>
Infraestructura y supeestructura	\$ 83.489.429.000	\$ 83.489.429.000	\$ 84.590.457.500	\$ 86.792.514.500	\$ 134.928.900.200	
Total Señalamiento y Comunicaciones	\$ 48.720.000.000	\$ 48.720.000.000	\$ 48.720.000.000	\$ 48.720.000.000	\$ 87.696.000.000	
Instalaciones fijas	\$ 44.000.000.000	\$ 44.000.000.000	\$ 44.000.000.000	\$ 44.000.000.000	\$ 44.000.000.000	
Total Material Rodante	\$ 24.000.000.000	\$ 48.000.000.000	\$ 60.000.000.000	\$ 72.000.000.000	\$ 96.000.000.000	
<b>TOTAL SIN IMPUESTOS</b>	<b>\$ 200.209.429.000</b>	<b>\$ 224.209.429.000</b>	<b>\$ 237.310.457.500</b>	<b>\$ 251.512.514.500</b>	<b>\$ 362.624.900.200</b>	
Impuestos	\$ 60.062.828.700	\$ 67.262.828.700	\$ 71.193.137.250	\$ 75.453.754.350	\$ 108.787.470.060	
<b>TOTAL</b>	<b>COP 260.272.257.700</b>	<b>COP 291.472.257.700</b>	<b>COP 308.503.594.750</b>	<b>COP 326.966.268.850</b>	<b>COP 471.412.370.260</b>	

## SFM – Etapas 2, 3 y 4

Para la etapa 2 la estructuración recomendó un refuerzo de la etapa 1 mediante una doble línea (ascendente y descendente); esto cuando la demanda de pasajeros crezca y sea necesario aumentar la frecuencia de los trenes de pasajeros.

Las etapas 3 y 4, pre rehabilitación al sur y expansión a doble línea al sur, fueron trasladados en el tiempo debido a los costos asociados a la infraestructura inicial, los cuales se muestran elevados debido a la fuerte urbanización en estos tramos y a la quebrada topografía del sector.

## SFM – Ingresos potenciales

Ingresos por pasajeros		
Zona	N° pax/año (millones)	\$ COP (miles de millones)/ Año
Norte	25	50
Sur	10	20*

Ingresos por RSU		
Zona	Ton/año (miles)	\$ COP (miles de millones)/Año
Valle de Aburrá	792	38,8
Pradera	666	32,6