



Evaluación expost de los proyectos de estructuración férreos metropolitanos en Colombia retos y oportunidades

Foro: Perspectivas del modo Ferreo en Colombia.
14 de Noviembre de 2025.

Oscar Andrés Rico Gómez
Ingeniero Civil M.Sc. Sistemas de Transporte

CONTENIDO

- ✓ Algunos datos de proyectos ferroviarios en Colombia
- ✓ Impacto de los sistemas ferroviarios en los sectores académicos e Industrial
- ✓ Características de los proyectos férreos metropolitanos
- ✓ Proyectos desarrollados por Systra Ardanuy
- ✓ Aspectos Ferroviarios
- ✓ Aspectos Socio Económicos
- ✓ Aspectos Prediales y de Interferencia de Redes
- ✓ Aspectos en Nuevas Tecnologías (BIM)
- ✓ Aspectos en la Estructura de Transacción



PROPUESTA DE EVALUACIÓN EX POST DE PROYECTOS FERROVIARIOS

Realizar una evaluación ex post de los proyectos en los cuales SYSTRA–Ardanuy ha tenido participación dentro de los sistemas de transporte metropolitano incluyendo tranvías, metros ligeros y metros pesados, con el propósito de identificar lecciones aprendidas, evaluar el desempeño operativo y ambiental, y formular recomendaciones orientadas a optimizar la planificación, eficiencia y sostenibilidad de los futuros proyectos ferroviarios.

ALGUNOS DATOS DE PROYECTOS FERROVIARIOS EN COLOMBIA



PROYECTOS METROPOLITANOS

Estado	Proyecto	Km
Construcción	Regiotram de Occidente	39,6
Cofinanciación	Regiotram del Norte	50
Construcción	Metro de la 80	13,25
Construcción	Metro de Bogotá L1	24
Factibilidad	Extensión Línea 1	3,25
Prefactibilidad	Metro de Bogotá L2	15,5
Pend. Cofinanciación	Tren de Cercanías del Valle	23
TOTAL		168,6

PROYECTOS SUBURBANOS

ESTADO	PROYECTO	KM
Prefactibilidad	Metro Bogotá Línea 3	25,00
Prefactibilidad	Conexión Férrea Bogotá–Corredor Central	448,04
Prefactibilidad	Corredor férreo del pacífico en su zona 1	120,22
Prefactibilidad	Conexión férrea Villavicencio-Puerto Gaitán	190,00
Prefactibilidad	Corredor férreo pacífico Yumbo-Caimalito-La Felicia	301,00
TOTAL		1.084,26



168 Km

Proyectos en Factibilidad



movilización de carga en el corredor La Dorada-Chiriguaná.



104.6%



1.680.000

Pasajeros/Diarios



37%

Infraestructura Ferrea Existente

IMPACTO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS COLOMBIANOS EN SECTORES ACADÉMICO E INDUSTRIAL

Sector Académico

Bogotá

Escuela Colombiana de Ingeniería, Metro Línea 1 y Xi'an Rail formarán 800 profesionales para operar la primera línea del Metro de Bogotá

Un componente clave de la alianza será la transferencia de conocimiento desde China, con la participación de expertos de Xi'an Rail y el Xi'an Railway Vocational & Technical Institute.

Infobae

Metro de Medellín consiguió patente internacional para innovador sistema de trenes: de qué se trata

Un avance tecnológico desarrollado en Colombia podría transformar la movilidad ferroviaria en América Latina.



Bogotá

Universidad Javeriana validará los materiales del Regiotram que conectará a Bogotá con la Sabana

La institución será la encargada de evaluar el comportamiento mecánico y estructural de los materiales utilizados en el tren, incluyendo las traviesas de concreto y los rieles metálicos.

Sector Industrial

Cemex será el principal proveedor de concreto de la Línea 1 del Metro de Bogotá

07/10/2024

Monterrey, México. 7 de octubre de 2024.- Cemex anunció que ha sido seleccionado como el

Porcentaje de La industria del ferrocarril sobre el PIB.

- **Europa:** el Ferrocarril mueve el 1,4% PIB - UE 27 Pasajeros + Mercancías . <https://op.europa.eu>
- **Estados Unidos:** 0.85% del PIB (*Association of American Railroads*)
- **Canada:** 1% del PIB Cámara de los comunes de Canadá. (*Cámara de los comunes de Canadá*)



CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS FÉRREOS METROPOLITANOS

En relación a su tipología

- ✓ Circulan dentro de cascos urbanos
- ✓ Muchas estaciones – Pequeñas distancias, - Velocidades Comerciales altas
- ✓ Deficitarios – Costosos

En relación a su material móvil

- ✓ Material móvil con importantes aceleraciones y desaceleraciones. ($1,2 \text{ m/s}^2$)
- ✓ La Clásica composición de un tren a base de una cabeza tractora y coches remolcados no es aplicable en
- ✓ explotaciones metropolitanas y debe acudirse a composiciones formadas por unidades MM -motor motor)
- ✓ MRM (motor remolque motor) MMRMM (motor remolque motor motor)

En relación a otros subsistemas

- ✓ Tensiones en corriente continua entre los 600 V y 1,5 kv a diferencia de los sistemas de ferrocarriles interurbanos de carga que utilizan alimentaciones en alterna a frecuencias industriales o especiales
- ✓ Férreo Control de Trafico y señalización
- ✓ Mayores esquemas de Seguridad

PROYECTOS DESARROLLADOS POR SYSTRA ARDANUY



REGIOTRAM DE OCCIDENTE – CUNDINAMARCA



REGIOTRAM DE NORTE – CUNDINAMARCA



METRO DE BOGOTÁ L1 – BOGOTÁ



LÍNEA 3 METRO DE BOGOTÁ (PREFACTIBILIDAD)



TREN DE CERCANÍAS DEL VALLE DEL CAUCA – CALI



METRO DE LA 80 – MEDELLÍN

COMPONENTES DESARROLLADOS

Ferrovianos

Socioeconómico

Prediales

Nuevas Tecnologías

Estructura de Transacción

Socioambientales



ASPECTOS FERROVIARIOS

- ✓ Ley 105 de 1993 y Ley 1884 de 2018.
- ✓ Texto de proyecto de Ley Ferroviaria (Proyecto de Ley No. 232 de 2024)
- ✓ Normativa de Señalización y Electrificación.
- ✓ Interoperabilidad. (estándares comunes)
- ✓ Intermodalidad con Futuras concesiones
- ✓ Aspectos Tarifarios
- ✓ Normativa de Seguridad Ferroviaria . EN 50126, RAMS.
- ✓ Normativas de Calidad en el Transporte Publico, Une EN 13816.

ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

I_0 = Inversión inicial.

C_n = Flujo de caja o de beneficios generados por la inversión en cada periodo.

N = Número total de periodos.

n = Año en el que se van obteniendo los beneficios de cada periodo.

r = TIR

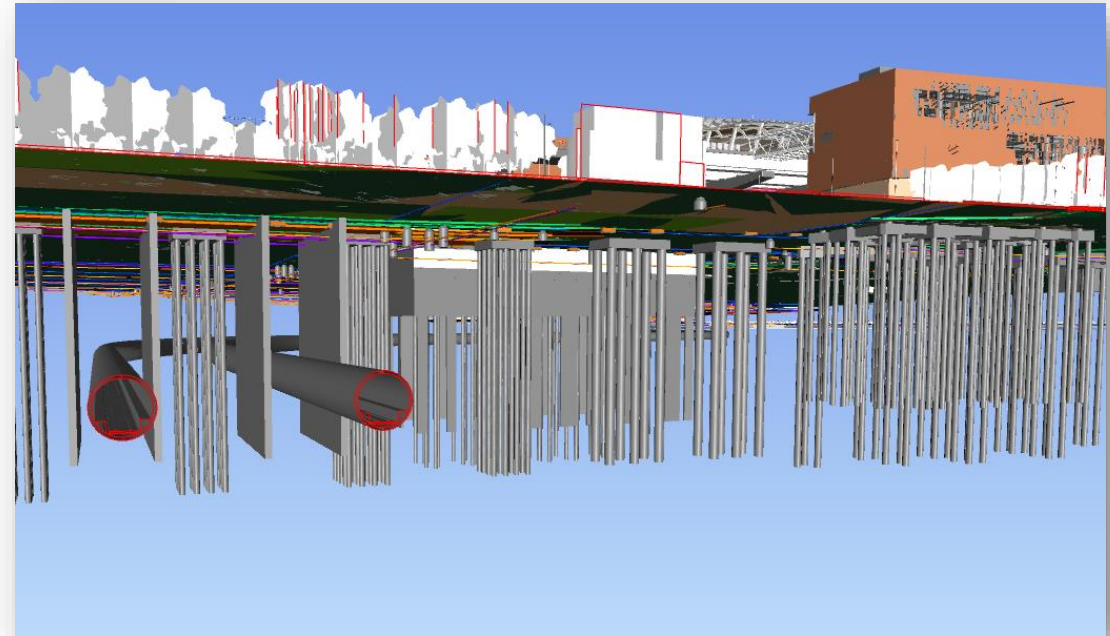
- Si ($B/C > 1$), el proyecto es económicamente viable.
- Si ($B/C < 1$), no es viable.

- ✓ **Escasez de Infraestructuras** - Valor del tiempo,
- ✓ **Accidentes** . Coste de los daños – Valor de la vida,
- ✓ **Contaminación** – Coste de los daños (valor perdida de los años de vida),
- ✓ **Contaminación** daños sobre la naturaleza (Coste de los daños)
- ✓ **Ruido**- Preferencias Reveladas (precios hedónicos)
- ✓ **Riesgo de cambio climático** costes de previsión I de oportunidad, coste de los daños,
- ✓ **Naturaleza** paisaje Coste de reposición.
- ✓ **Edificabilidad**, oportunidad de captura de valor y desarrollos inmobiliarios,

“No solo evaluar sobre la premisa de pasajeros transportados”

ASPECTOS PEDIALES Y DE INTERFERENCIA DE REDES

- ✓ Corredores sin uso desde hace mas de 30 años.
- ✓ Los presupuestos en consultoría son limitados en los estudio de interferencias de redes y Estudios Prediales.
- ✓ Establecer una Franja Ferroviaria –
- ✓ Política para preservar los Corredores.
- ✓ Establecer Contratos “Aparte” que estudien por separado , las Interferencia de redes y los aspectos prediales, paralelo a los procesos de Estructuración (Prefactibilidad – Factibilidad)



ASPECTOS DE NUEVAS TECNOLOGIAS (BIM):

Implementación BIM en Infraestructura Ferroviaria: Retos Principales

1. Falta de uniformidad en estándares

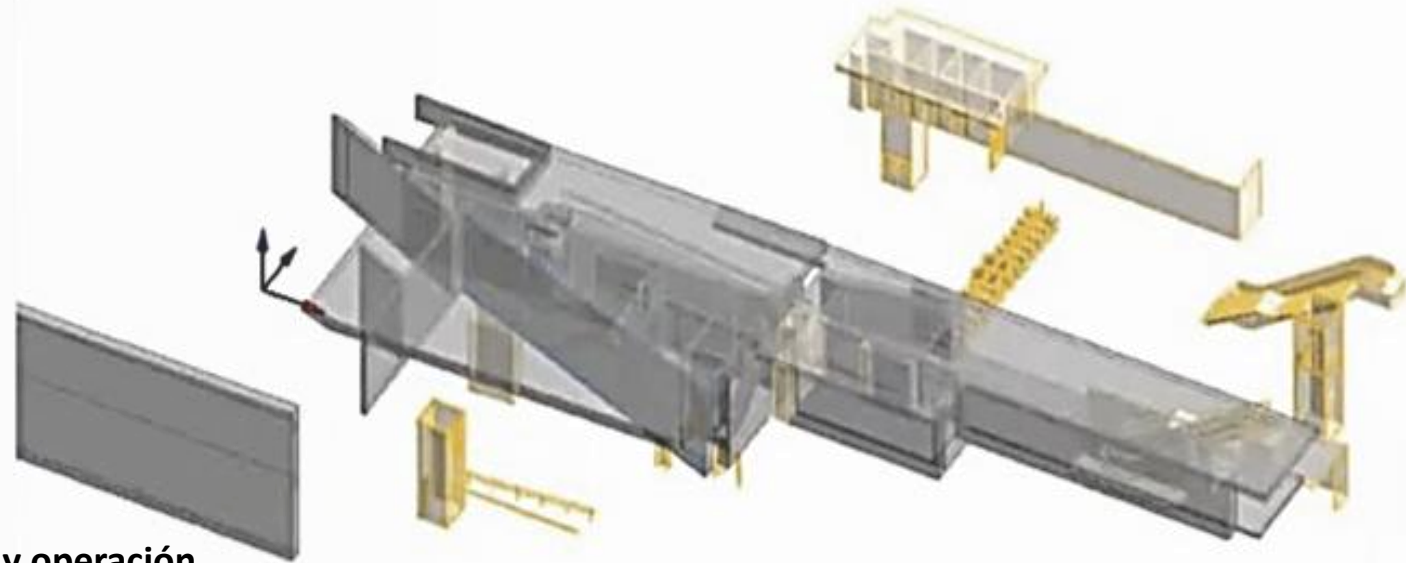
- ✓ Cada entidad aplica BIM con criterios propios.
- ✓ Ausencia de estandarización dificulta la **interoperabilidad** y el **intercambio de información**.
- ✓ Los proyectos deben rehacerse al cambiar de promotor
→ **pérdida de tiempo y recursos**.

2. Definición insuficiente de alcances

- ✓ No se precisan los **alcances BIM**.
- ✓ Es necesario **centrarse en el usuario final (operador)**.
- ✓ Los modelos deben responder a **requerimientos reales de uso y operación**.

3. Desarticulación de fuentes de información

- ✓ Los proyectos dependen de información previa y del entorno.
- ✓ Existen múltiples fuentes, pero **no están integradas ni actualizadas oportunamente**.
- ✓ Persisten procesos **análogos y redundantes**, lo que **dificulta la implementación BIM**.
- ✓ Disminución de la posibilidad de realizar **análisis integrales y de alto nivel**.



ASPECTOS ESTRUCTURA DE TRANSACCION .

Como se han estructurado la mayoría de Contratos Urbanos.

- ✓ Concesiones con diferentes actores y un “Matrimonio a largo plazo”.
- ✓ Apéndices técnicos mas flexibles. sin una normativa establecida.
- ✓ Fortalecimiento Institucional para revisar Estructuras de Transacción Independientes. (Casos de Éxito en Metro de Medellín)
- ✓ Riesgo de Interface.

Contratos Independientes de:

- ✓ Infraestructura.
- ✓ Subsistemas
- ✓ Material Rodante (pocos oferentes)



ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES

RETOS

- ✓ Fragmentación de hábitats y afectación de corredores ecológicos.
- ✓ Pérdida de coberturas vegetales y alteración de ecosistemas estratégicos (humedales, rondas, bosques).
- ✓ Inestabilidad geotécnica y exposición a eventos extremos (inundaciones, deslizamientos)
- ✓ Tramitología ambiental compleja y multiplicidad de autoridades competentes.
- ✓ Necesidad de coordinación interinstitucional y social.
- ✓ Limitaciones presupuestales y desafíos en la implementación de tecnologías limpias.

OPORTUNIDADES

- ✓ Implementación de infraestructura verde (pasos de fauna, revegetación) y programas de restauración ecológica
- ✓ Incorporación de criterios de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo.
- ✓ **Decreto 510 de 2024 Agiliza los procesos de licitación en proyectos férreos con vías existentes y tecnología limpias**
- ✓ Fortalecimiento de la planificación territorial y articulación intermodal.
- ✓ Acceso a **financiamiento internacional** (Banco Mundial, BID, CAF, UE, gobiernos cooperantes) cumplimiento de **estándares de sostenibilidad ambiental y social**
- ✓ Promoción de proyectos férreos como infraestructura verde y de bajas emisiones.

Gracias

oscar.rico@ardanuy.com