



**ALCALDIA MAYOR  
BOGOTA D.C.**  
Instituto  
**DESARROLLO URBANO**



**“ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR  
FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN  
CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-  
CUNDINAMARCA.”**

**ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1860 DE 2021**  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

**INFORME 1: METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO  
INGENIERÍA FERROVIARIA**

**VERSION 5**

**BOGOTÁ, 2022 – junio 24**

## METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

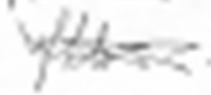
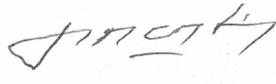
### CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 0	15/02/22	Elaboración Inicial	33
Versión 1	02/03/22	Atención Observaciones Interventoría	39
Versión 2	17/03/22	Atención Observaciones Interventoría	47
Versión 3	30/03/22	Atención Observaciones Interventoría	49
Versión 4	05/05/22	Atención Observaciones IDU	53
Versión 5	05/05/22	Atención Observaciones IDU y mesa de trabajo 22 de junio	52
<b>Ruta almacenamiento</b>			
Y:\P1674 Regiotram SUR diseños\9.Trabajo\1.Tecnico\Informe 1. Metodología\OBSERVACIONES IDU			

**EMPRESA CONTRATISTA**

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano</p>	
		
		
		
<p>Jesús Mazcuñan Arce Especialista en Ingeniería Ferroviaria</p>		
<p>Sergio Rapino Carmona Experto en Superestructura Ferroviaria</p>		
<p>Argenis Ruíz Rodríguez Experto en Operaciones Ferroviarias</p>		
<p>Juan Manuel Cabellos Experto en electrificación y señalización</p>		

**EMPRESA INTERVENTORA**

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 <p>Diotima Preciado 6 .</p> <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano</p>	
		
		
		
Hernando Rodríguez P. Especialista en Ingeniería Ferroviaria		
Fernando Rey Valderrama Experto en Superestructura Ferroviaria	Ing. Diotima Preciado Coordinador de Interventoría	Ing. Abraham Palacios Director de Interventoría
Germán Forero Cortés Experto en Operaciones Ferroviarias		
William Medina Vera Experto en electrificación y señalización		

## TABLA DE CONTENIDO

<b>GLOSARIO</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>1. ALCANCE GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DE LA INGENIERÍA FERROVIARIA</b> .....	<b>8</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1. INGENIERÍA FERROVIARIA</b> .....	<b>13</b>
2.1.1 ETAPA II - RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	14
2.1.2 ETAPA IV – PROFUNDIZACIÓN SOBRE ALTERNATIVA SELECCIONADA 19	
2.1.2.1 PREDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE VÍA .....	19
2.1.2.2 PREDISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA .....	19
2.1.2.3 PROPUESTA Y PREDISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS .22	
2.1.2.3.1 Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control Operacional el Principal y de Respaldo.....	22
2.1.2.3.2 Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE) ..	24
2.1.2.3.3 Sistema de Señalización y Control de Trenes.....	28
2.1.2.3.4 Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.....	31
2.1.2.3.5 Sistema de Telecomunicaciones.....	33
2.1.2.3.6 Sistema de Radiocomunicaciones y Sistema de Peaje/Control de Acceso. 37	
2.1.2.3.7 Equipos de Patio Taller.....	37
2.1.2.4 PROPUESTA Y PREDISEÑO DE LOS SISTEMAS NO FERROVIARIOS 39	
2.1.2.5 PREDISEÑO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS .....	40
2.1.2.6 NODO DE TERMINACIÓN .....	43
2.1.2.7 ESTACIONES.....	43
2.1.2.8 PROPUESTA DE TIPOLOGÍA DEL MATERIAL RODANTE .....	45
2.1.2.9 OPERACIONES FERROVIARIAS .....	47
2.1.2.10 PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA FERROVIARIO.....	50

---

2.1.2.11 RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO EN FUTURAS ETAPAS.....	51
➤ <b>PRODUCTOS ENTREGABLES.....</b>	<b>51</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Anchos de Trocha Existentes.....	16
Ilustración 2 Tipos de anchos de trocha usadas a nivel mundial .....	16
Ilustración 3 Software Rail Power.....	26
Ilustración 4 Software RAILTRAFFIC.....	31
Ilustración 5 Software RAILTRAFFIC.....	49

## GLOSARIO

ATO	Automatic Train Operation/ Operación Automática de Trenes
ATP	Automatic Train Protection/ Protección Automática de Trenes
ATS	Automatic Train Supervision/ Supervisión Automática de Trenes
CBTC	Communications Based Train Control / Control de Trenes Basado en las Comunicaciones
CCO	Centro de Control de Operaciones
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
EIS/ISA	Independent Safety Assessor / Asesor de Seguridad Independiente
GoA	Grados de Automatización en la Conducción de Trenes
GPS	Global Positioning System / Sistema de Posicionamiento Global
LRT	Light Rail Transit / Metro Ligero
MR	Material Rodante
PLMB	Primera Línea del Metro de Bogotá
PLO	Puesto del Mando Local
RAI	Recopilación y Análisis de la Información
RAMS	Fiabilidad (Reliability) Disponibilidad (Availability) Mantenibilidad (Mainteinability) y Seguridad (Safety)
SER	Subestación Rectificadora
SET	Subestación de Tracción
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
TETRA	Terrestrial Trunked Radio / estándar definido por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
TRAM	Tren - Tranvía

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la prefactibilidad de la Ingeniería Ferroviaria se llevará a cabo de acuerdo con lo estipulado en los documentos contractuales “CAPÍTULOS TÉCNICOS CONSULTORÍA ADENDA 2” y “Anexo 1 – Anexo Técnico”. Para ello, se establecerán la metodología y plan de trabajo que permitirán definir y realizar la respectiva programación de las actividades relativas al estudio de prefactibilidad de la Ingeniería Ferroviaria, la cual debe contemplar los prediseños de la infraestructura, superestructura, sistemas ferroviarios, sistemas no ferroviarios, instalaciones ferroviarias, nodo de terminación, material rodante e integración de sistema ferroviario. Lo anterior debe materializarse en una serie de entregables que comprenden planos, documentos y memorias técnicas de cálculo que deberán garantizar información detallada y confiable al cliente en el proyecto de Estudios de Prefactibilidad del Corredor Férreo del Sur en la modalidad ferroviaria y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá - Cundinamarca.

La organización de la metodología utilizada para cada componente o subsistema de la Ingeniería Ferroviaria se llevará en diferentes etapas, siendo particularmente lo solicitado en el anexo técnico para Ingeniería Ferroviaria de la siguiente manera:

- En Etapa 1. Organización (Metodología aquí presentada)
- En Etapa 2. Recopilación y análisis de información – RAI, para Ingeniería Ferroviaria en sus diferentes sistemas y/o subsistemas
- En Etapa 3. No Aplica un producto entregable para esta Etapa en Ingeniería Ferroviaria.
- En Etapa 4. Prediseño

### 1. ALCANCE GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DE LA INGENIERÍA FERROVIARIA

De acuerdo con el documento “CAPÍTULOS TÉCNICOS CONSULTORÍA ADENDA 2”, literal 1.3.1.17.1 Objetivo, apartado 1.3.1.17 INGENIERÍA FERROVIARIA “*Se deben definir tecnologías de punta de acuerdo con el estado del arte, tanto para el material rodante como para los sistemas ferroviarios, los equipos de patio Taller y los equipos electromecánicos a ser instalados en las estaciones, además que sean tecnologías probadas, debidamente normalizadas y maduras en las explotaciones ferroviarias a nivel mundial, que sean verificables mediante referenciación por parte del consultor*”, el objetivo principal del estudio de prefactibilidad de la ingeniería ferroviaria es identificar los componentes de orden técnico operacional y necesarios para proyectar el corredor férreo seleccionado, como parte del sistema ferroviario de la región Bogotá – Cundinamarca, considerando las posibles ampliaciones y/o derivaciones del proyecto en función de las demandas futuras y conexiones con otros proyectos.

El alcance de la prefactibilidad de la ingeniería ferroviaria del corredor férreo del sur en la modalidad ferroviaria y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca comprende el prediseño de los sistemas ferroviarios requeridos para la operación ferroviaria y los análisis y descripción de las obras a ejecutar, además de especificaciones técnicas de equipos, materiales y presupuestos para la implementación de lo diseñado. Lo anterior se condensa en los siguientes entregables:

**Prediseños de la infraestructura de vía:** Corresponde al prediseño de las obras civiles sobre las cuales se asienta la vía y los demás componentes estructurales, ya sea a nivel, elevado o subterráneo. Se deben considerar los pasos a nivel, obras de drenajes, canalizaciones, cortes, elevaciones, entre otras necesarias.

**Prediseño de la superestructura:** Corresponde a los elementos que se deben instalar sobre la infraestructura de vía para la circulación del material rodante. Incluye:

- **Prediseño de los elementos que conforman la superestructura** tales como: carriles, riel (perfil de acero estructural que sirve para guiar a los trenes a lo largo de una vía conformada por dos de estos perfiles) traviesas, balasto o lozas de concreto, elementos de sujeción, cambiavías, catenaria o tercer riel.
- **Propuesta y prediseño de los sistemas ferroviarios:** Sistemas necesarios para la movilización de los trenes, en una línea de metro tipo tranviario, Tren Tram, Sistema LRT o Metro Pesado, dentro de los que se encuentran, como mínimo:
  - Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control Operacional el principal y de Respaldo.
  - Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE).
  - Sistema de Señalización y Control de Trenes.
  - Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.
  - Sistema de Telecomunicaciones.
  - Sistema de Radiocomunicaciones.
  - Sistema de Peaje/Control de Acceso.
  - Equipos de Patio Taller.
  - Operaciones Ferroviarias
- **Propuesta y prediseño de sistemas no ferroviarios:** Son los sistemas auxiliares que se requieren para la adecuada operación de las estaciones y Patio Taller, dentro de los que se encuentran el sistema de comunicación corporativos, equipos electromecánicos (ascensores, escaleras mecánicas, etc.), sistema contra incendio, instalaciones eléctricas, ventilación, instalaciones hidrosanitarias, entre otros.

**Prediseño de instalaciones ferroviarias:**

- **Talleres de mantenimiento y reparación de equipos:** Incluye el prediseño de las instalaciones y equipamientos, patios y talleres necesarios para la realización de los trabajos de supervisión, mantenimiento y reparación del material rodante, entre otros:
  - Vías de servicio e inspección
  - Vías de mantenimiento menor.
  - Vías de mantenimiento mayor.
  - Vía de pruebas
  - Vía de lavado intensivo.
  - Vía de soplado.
  - Vía de pintura.
  - Vía de re-perfilado de ruedas y torno de foso.
  - Vía de viraje de sentido de marchas de los trenes.
  - Tornamesas para bogies.
  - Máquina lavadora de trenes con sistema recuperación y tratamiento de agua.
  - Torno para mecanizado de ruedas.
  - Torno para ejes montados.
  - Cabina de lavado de bogies.
  - Cabina de soplado.
  - Talleres para mantenimiento de equipos: motores, componentes neumáticos, pantógrafos o frotador para tercer riel, etc.
  - Puente grúas.
  - Compresor de aire.
  - Columnas de levante de trenes (Fijas y móviles).
  - Columnas de levante para cambio de motores de tracción.
  - Equipo para pruebas de motores de tracción.
  - Mesa para puesta a punto y pruebas estáticas de bogies.
  - Taller para equipamiento electrónico.
  
- **Nodo de terminación:** Incluye el prediseño de las obras y elementos necesarios para la operación del nodo de terminación definido así: “Es el sitio de terminación de la línea comercial, donde se construye un tramo posterior a la última estación que permite hacer las maniobras de retorno a los trenes”.
  
- **Estaciones:** Propuesta del tipo de estación teniendo en cuenta la demanda y las condiciones de operación, entre otros aspectos, para determinar los posibles tipos de estaciones (bimodal, descentralizada, integral, sencilla, unimodal). De acuerdo con el tipo de estación definido, se deben considerar la infraestructura y servicios complementarios como los siguientes: espacios para información, venta de tiquetes,

atención al cliente, plataforma de embarque, pasarelas controles de acceso, andenes o plataformas, elementos de circulación vertical, publicidad, entre otros.

**Propuesta de tipología de material rodante:** Análisis y evaluación de tipologías de sistemas ferroviarios y en función de la demanda y de las condiciones operacionales, para definir la mejor opción del material rodante. Se tendrá en consideración las tipologías de Material Rodante ya seleccionadas en Colombia en proyectos anteriores a este, como lo es la PLMB, en caso de que la alternativa corresponda a un sistema metro pesado, como lo es el Metro de la 80 en Medellín, en caso de que la alternativa corresponda a un metro ligero, o como lo es el Sistema Regiotram de Occidente en Cundinamarca, en caso de que la alternativa corresponda a un Tranvía o Tren-Tram.

**Propuesta de integración del sistema ferroviario:** Corresponde a la integración de los diferentes componentes necesarios para la operación. Se debe tener en cuenta para el desarrollo de la integración ferroviaria, entre otros, los siguientes aspectos:

- Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control Operacional principal y de Respaldo.
- Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE).
- Sistema de Señalización y Control
- Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.
- Sistema de Telecomunicaciones, para este sistema de deberá desarrollar como mínimo los siguientes subsistemas:
  - Red multiservicio.
  - Cronometría.
  - Gestión de Operadores.
  - Telefonía e Interfonía.
  - Grabación de voz y datos.
  - Red Banda Ancha.
  - Información a los pasajeros.
  - Difusión de publicidad.
  - Circuito cerrado de video vigilancia (CCTV).
  - Anuncios a los pasajeros.
  - Control de acceso y alarmas.
  - IHM de comunicaciones.
  - Sistema de gestión de mantenimiento.
- Sistema de Radiocomunicaciones.
- Sistema de Peaje/Control de Acceso.
- Equipos de Patio Taller. Cocheras en Patio Taller
- Material Rodante
- Pasos a nivel

- Análisis relacionado con la posibilidad que la operación del proyecto se centralice en un solo Centro de Control de Operaciones integrado con el de las demás líneas férreas de la ciudad.

**Recomendaciones para el desarrollo del proyecto en futuras etapas:** Incluye las recomendaciones de orden técnico necesarias para el desarrollo del proyecto en las etapas siguiente; así mismo deberá definir, incluir y cuantificar el costo de la participación de un EIS/ISA (Evaluador Independiente de la Seguridad), para todo el ciclo de desarrollo del proyecto, conforme a la normativa CENELEC 50126, 50128, 50129 de Seguridad Ferroviaria el cual debería participar desde la fase de concepción y diseño, hasta la puesta en servicio y operación del sistema

Para dar cumplimiento con el alcance global de la ingeniería ferroviaria, se definieron una serie de actividades que en términos generales incluyen:

Se realiza una recopilación, revisión y análisis detallado de la información disponible en materia de sistemas férreos como en aquellos componentes y disciplinas que abarcarán los estudios y diseños de prefactibilidad de la ingeniería ferroviaria.

Se analizará a nivel sistemático los diferentes componentes del proyecto (infraestructura, sistemas, subsistemas, operación y mantenimiento) que puedan intervenir en el prediseño de la ingeniería ferroviaria.

Se evaluarán, verificarán y seleccionarán las tecnologías de punta tanto para el material rodante como para los sistemas ferroviarios, que sean debidamente normalizadas y aplicables en explotaciones ferroviarias a nivel mundial.

Se revisará la información disponible referente a la normatividad aplicable, planes, programas y políticas que contribuyan estudio de prefactibilidad del corredor férreo del sur en la modalidad ferroviaria y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca. Dentro de dicha información se encuentra, entre otros:

- Normatividad nacional e internacional referente a sistemas ferroviarios.
- Estándares técnicos para el Prediseño de elementos mecánicos.
- Resoluciones y especificaciones para la construcción de obras ferroviarias.
- Normas colombianas para la construcción de obras civiles.
- Tipología de los corredores viales.
- Guías de manejo ambiental para el desarrollo de proyectos de infraestructura.
- Planes de ordenamiento territorial.
- Planes de desarrollo de los municipios afectados.
- Planes maestros de movilidad.
- Programas viales y de transporte.

Paralelo al desarrollo de los prediseños de la ingeniería ferroviaria, se realizará un análisis económico que permita evaluar su impacto en el CAPEX y OPEX del proyecto.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. INGENIERÍA FERROVIARIA

La elaboración de la Metodología para la Ingeniería Ferroviaria de los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del Corredor Férreo del Sur contemplará el conjunto de procedimientos para llevar a cabo la Recopilación y Análisis de la Información, contenido de datos primarios, de haber existencia y datos secundarios obtenidos de diferentes sistemas de transporte férreo ya establecidos en la región y en el mundo, considerando tecnologías de punta de acuerdo con el estado del arte. Adicionalmente y como información secundaria se incluye en esta etapa las consultas técnicas que deben realizarse ante las diferentes entidades relacionadas con cada componente. Como etapa final del proceso de estudios, se presentan los métodos para la selección de la mejor alternativa considerada y se profundiza en esta información contemplando las especificaciones técnicas para los diferentes Sistemas a proponer para el Corredor Férreo del Sur de la región Bogotá – Cundinamarca.

Antes de comenzar a definir los estudios técnicos a nivel de prefactibilidad para el sistema del Corredor Férreo del Sur, es importante tener claro los siguientes conceptos:

*“La **infraestructura de vía** es el conjunto de obras de tierra y de fábrica necesarias para construir la plataforma sobre la que se apoya la superestructura de vía. Entre las obras de tierra se encuentran: los terraplenes, las trincheras y los túneles y, entre las obras de fábrica, los puentes, viaductos, drenajes y pasos a nivel”.*

*“Corresponde al prediseño de las obras civiles sobre las cuales se asienta la vía y los demás componentes estructurales, ya sea a nivel, elevado o subterráneo”.*

*Mientras que “se entiende por **infraestructura ferroviaria**, la totalidad de los elementos vinculados a las vías principales y a las de servicio y a los ramales de desviación para particulares, con excepción de las vías situadas dentro de los talleres de reparación de material rodante y de los depósitos o garajes de este. Entre dichos elementos se encuentran los terrenos, las estaciones, las terminales de carga, las obras civiles, los pasos a nivel, las instalaciones vinculadas a la gestión y regulación del tráfico y a la seguridad, a las telecomunicaciones, a la electrificación, a la señalización de las líneas, al alumbrado y a la transformación y el transporte de la energía eléctrica y sus edificios anexos”.*

*“La **superestructura** es el conjunto formado por los carriles, contracarriles, las traviesas o en su caso la placa, las sujeciones, los aparatos de vía, el lecho elástico conformado por el*

*balasto, así como las demás capas de asiento sobre el que estas se apoyan, se incluyen también drenajes de la plataforma”.*

### 2.1.1 ETAPA II - RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La recopilación y análisis de la información estará orientada a estudiar la documentación que se considere relevante para la estructuración del Proyecto. La información que se revisará incluye todos los estudios que se hayan adelantado por el Originador del Proyecto y por el Gobierno departamental y la información secundaria, sin limitaciones en la revisión de información de otros proyectos como el Metro de Bogotá, o proyectos internacionales, según el estado del arte.

Los componentes para estudiar en esta etapa se listan a continuación:

- INFRAESTRUCTURA DE LA VÍA
- SUPERESTRUCTURA DE LA VÍA
- INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA, dividiéndose en los siguientes sistemas,
  - Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control de Operaciones, el Principal y de Respaldo.
  - Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE).
  - Sistema de Señalización y Control de Trenes.
  - Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.
  - Sistema de Telecomunicaciones.
  - Sistema de Radiocomunicaciones.
  - Sistema de Peaje/Control de Acceso.
  - Equipos de Patio Taller.
  - Equipos de pasos a Nivel
  - Operaciones Ferroviarias
- SISTEMAS NO FERROVIARIOS
- INSTALACIONES FERROVIARIAS
- ESTACIONES
- MATERIAL RODANTE
- PASOS A NIVEL

Para el desarrollo de esta Etapa se utilizará la técnica de recolección de datos mediante el análisis de contenido, utilizando como instrumento de recolección y como datos secundarios los proyectos de factibilidad y diseños de los diferentes corredores férreos de la región y proyectos a nivel internacional, seleccionando de ellos los datos más favorables, así como también la información suministrada por las diferentes entidades relacionadas que

se consultaran para este proyecto. El tipo de análisis a desarrollar será mediante la correlación de los sistemas.

Se incluirá en esta etapa el estudio de toda la normativa nacional e internacional vigente que se relacionen con el proyecto y que en posteriores etapas serán objeto de referencia y consulta. Se analizará la posibilidad de la aplicación del Manual de Normatividad Férrea de la República de Colombia, que da directrices y hace especial énfasis en el diseño de la vía férrea, para los sistemas ferroviarios a ser desarrollados en Colombia, se verifica la Norma Técnica Colombiana (NTC) y normativa RETIE, esto sin dejar de lado la normativa europea (Normas EN y UIC) las recomendaciones AREMA, normativa ADIF, normas ISO, la IEEE, entre otras particulares, todas ampliamente utilizadas en Colombia en proyectos similares.

Se revisarán documentos existentes disponibles del Corredor Férreo del Sur, correspondiente a la Ingeniería Ferroviaria, de no haber estudios previos en existencia, se consultará información secundaria obtenida de la documentación de otros Sistemas Férreos de la región y del mundo, observando las alternativas que se han tomado para el desarrollo de estos, verificando posibles falencias y/o necesidad de actualizaciones.

La información secundaria para recopilar será ubicada inicialmente en productos oficialmente aprobados que forman parte de las bibliotecas internas de esta Consultoría y que se encuentren correlacionados con las características técnicas exigidas por el Cliente y que se han aplicado nacional e internacionalmente. Para considerar el avance tecnológico actual será necesario investigar en documentación oficial de proveedores e instaladores de margen internacional que puedan ser ubicados mediante consulta o información proveniente de su web oficial orientadas a la consulta de la tecnología utilizada.

Será de importancia realizar una diligencia técnica consultando las diferentes entidades públicas o privadas y organismos competentes de la región. Para el caso de los componentes de la Ingeniería Ferroviaria influyen los siguientes:

- Servicio geográfico de IDECA.
- MinTEC para la solicitud de disponibilidad del espectro radioeléctrico
- INVIAS o la ANI
- CODENSA
- Entre otros.

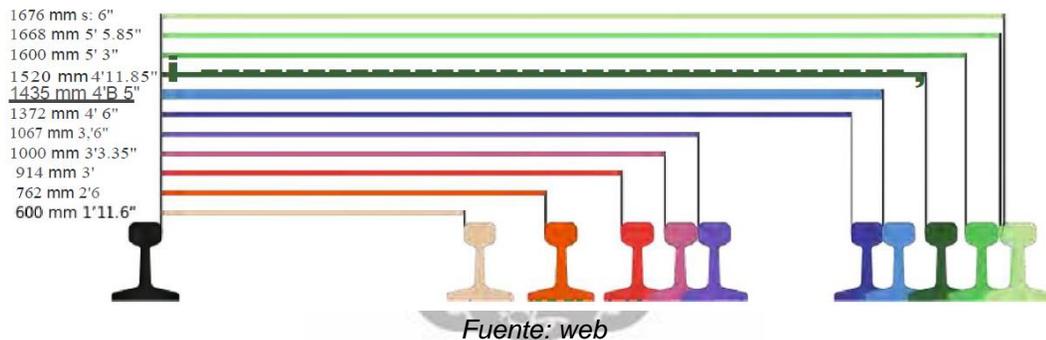
Adicionalmente se realizará el análisis de información existente en las diferentes entidades públicas y privadas mencionadas y relacionadas con el alcance del proyecto en lo correspondiente a planos con trazados preliminares, diseños y planos urbanísticos en la zona de influencia, planos topográficos o planos récord de construcción.

Se analizará la información recibida o investigada compatible con el desarrollo de los estudios; se determinará su validez para así establecer que sea una información válida, describiendo las razones técnicas que soporten la respuesta.

Producto de la estandarización a nivel nacional e internacional se considerarán como objeto de estudio para el componente de Superestructura Ferroviaria los proyectos que utilicen una trocha estándar de 1435mm, siendo hasta ahora uno de los anchos de trocha más utilizados en el mundo y que se tendrá como alternativa principal para el Corredor Férreo del Sur.

En la siguiente imagen se muestran los diferentes tipos de trocha utilizadas a nivel mundial.

**Ilustración 1 Anchos de Trocha Existentes**



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

**Ilustración 2 Tipos de anchos de trocha usadas a nivel mundial**



mm	1676	1668	1600	1524	1520	1435	1372	1067	1050	1000	950	914	762	750	610	600
ft in	5'6"	5'5.67"	5'3"	5'	4'11.8"	4'8.5"	4'6"	3'6"	3'5.3"	3'3.4"	3'1.4"	3'	2'6"	2'5.5"	2'	1'11.8"

*Fuente: web*

Es de acotar que para la selección del ancho de trocha se deben tener presente los siguientes aspectos, que serán considerados en etapas posteriores y que se mencionan en este apartado con el fin de aclarar que en esta etapa no quedará definido aún el ancho de trocha.

- Considerar los parámetros técnicos actuales y estructuración de vías férreas en la Bogotá Región, parámetros necesarios para garantizar que el desarrollo férreo no va a presentar inconvenientes a futuro.
- Describir técnicamente las limitaciones y beneficios que presenta cada ancho de trocha para la topografía colombiana en la estructuración del modo férreo.
- Evaluar diferentes alternativas actuales del sistema férreo de la Bogotá Región, con el propósito de tener un modo de transporte duradero y eficiente en el transcurso del tiempo.
- Se deberá seleccionar el ancho de trocha basado en los criterios técnicos y de operación.
- Se debe considerar los proyectos ya definidos y sistemas de transportes operativos con el fin que pueda existir una interoperabilidad entre estos.

En el caso específico de la tipología del Material Rodante en esta Etapa II, se consultará con las diferentes empresas fabricantes o proveedoras en el Mundo, las características técnicas más favorables según las necesidades de explotación del Corredor Férreo del Sur. Entre los principales fabricantes se pueden mencionar: Alstom, CAF, Bombardier, Talgo, Siemens, Stadler, CRRC.

Entre las funciones y características técnicas a investigar se mencionan:

- Capacidad (cantidad de pasajeros),
- Accesibilidad universal a los usuarios
- Gálibo (estático y dinámico),
- Rendimientos (peso, aceleración y deceleración máximas de servicio, fuerzas de frenado y de tracción, etcétera).
- Los rendimientos del material rodante, en relación con las condiciones de confort de los pasajeros (y las características geométricas del proyecto)
- Sistema de Tracción/frenado,
- Modos nominales y de contingencias,
- Sistema de control y vigilancia del tren (TCMS),
- Sistema de evacuación,

- Equipo de control de trenes (ATP, ATO, CBTC, balizas u otros) a bordo del tren e interfaces con el equipo de Comunicaciones (incluido enlace de radio),
- Circuito cerrado de televisión a bordo y sistema de comunicación de audio/información para los pasajeros, necesarios para el funcionamiento de un tren.
- Velocidad máxima de operación / comercial.

En resumen, se presenta el desarrollo de la Etapa II, Recopilación y Análisis de la Información para todos los componentes de la Ingeniería Ferroviaria en tres fases.

#### Fase de Investigación

- Identificación del estado del arte para el transporte férreo en Colombia y el Mundo.
- Investigación de la normativa técnica y legal a nivel ferroviario para el país.
- Investigación de la normativa técnica ferroviaria a nivel Internacional.
- Consulta de entidades públicas y privadas de Colombia y la Región de Cundinamarca que se relacionen con el proyecto.

#### Fase de Trabajo

- Se consultarán empresas que actualmente estén operando vías férreas estructuradas para transporte público de pasajeros en Colombia, a fin de conocer sus experiencias en cuanto a la normativa técnica. En Colombia esta labor se encuentra limitada en lo concerniente a proyectos férreos para transporte público masivo de pasajeros, siendo solo el Metro de Medellín quien opera actualmente esta modalidad de transporte y en un futuro cercano se podrán considerar el Sistema Regiotram Occidente y La Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Estudio y comprensión de la normativa técnica en el modo férreo para pasajeros, en países que presentan una topografía similar.

#### Fase Analítica

- Validez de la investigación
- Identificar la relevancia del estudio en el marco colombiano.
- Como afecta la Normativa técnica actual la modernización, estructuración y desarrollo de la Infraestructura Ferroviaria.
- Relacionar cada componente de este proyecto según las características solicitadas por el Cliente, con la información recolectada y verificar si existen falencias o carencias de información o requieren actualización.
- Cómo determinar las mejores alternativas para cada componente de la Infraestructura Ferroviaria.

## 2.1.2 ETAPA IV – PROFUNDIZACIÓN SOBRE ALTERNATIVA SELECCIONADA

### 2.1.2.1 PREDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE VÍA

Considerándose la definición de la Infraestructura de la vía;

*“La **infraestructura de vía** es el conjunto de obras de tierra y de fábrica necesarias para construir la plataforma sobre la que se apoya la superestructura de vía. Entre las obras de tierra se encuentran: los terraplenes, las trincheras y los túneles y, entre las obras de fábrica, los puentes, viaductos, drenajes y pasos a nivel”.*

*“Corresponde al prediseño de las obras civiles sobre las cuales se asienta la vía y los demás componentes estructurales, ya sea a nivel, elevado o subterráneo”.*

La profundización sobre la alternativa seleccionada para este componente “Infraestructura de la vía” con el fin de evitar reprocesos, será llevada a cabo con apoyo de las disciplinas de Geotecnia y Diseño Geométrico Férreo.

### 2.1.2.2 PREDISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

En primer lugar, para la definición de la superestructura de vía, será necesario conocer si el sistema que se implantará corresponde a un sistema tipo tranviario, Tren Tram, Sistema LRT o Metro Pesado, resultado que saldrá de los estudios de demanda del sistema ferroviario (realizado en este proyecto por la disciplina de Transporte) y que permitirá determinar y conocer las características y especificaciones de los trenes a ser utilizados en el corredor ferroviario, parámetros indispensables para determinar el tipo de vía ferroviaria a proponer.

Para el prediseño de la superestructura de vía, será necesario que se definan preliminarmente, los siguientes datos, que serán solicitados a la disciplina correspondiente de este Proyecto.

- Estudios de Demanda (Disciplina Transporte)
- Carga por eje y velocidad de diseño (Material Rodante)
- Diseño Infraestructura de Vía o Plataforma de Vía (Diseño Geométrico Férreo)

Por lo tanto, se requiere interfaz directa con las disciplinas mencionadas, incluyéndose también la disciplina de Material Rodante. Para lograr este cometido se coordinarán mesas técnicas de trabajo, internas, de reporte de avances e intercambio de información relevante entre las disciplinas.

De acuerdo con la definición del tipo de sistema a proponer en el corredor ferroviario, se definirán por tramos, los tipos de vía que se pueden implementar.

Se realizará la validación de la normatividad a aplicar que se ajusta más a la alternativa seleccionada en cuanto a la Superestructura de la vía y que será presentada de manera introductoria en la etapa II RAI.

Quedarán definidos en esta Etapa IV los siguientes parámetros:

- Ancho de la trocha.
- Carga por eje.
- Tipo de riel a emplear.
- Drenaje de la plataforma.
- Tipos de Traviesas o durmientes a ser empleados.
- Tipos de sujeciones de riel.
- Aparatos de vía (cambivías) a ser implementados en el corredor ferroviario.
- Dimensionamiento, caracterización de las capas de asiento sobre la que se soportará la superestructura de vía.

Para la selección del ancho de trocha se deben tener presente los siguientes aspectos:

- Considerar los parámetros técnicos actuales utilizados para la estructuración de vías férreas en la Bogotá Región, para pasajeros, que sean necesarios para garantizar que el desarrollo férreo no va a presentar inconvenientes a futuro.
- Evaluar diferentes alternativas actuales del sistema férreo de Bogotá Región con el propósito de tener un modo de transporte duradero y eficiente en el transcurso del tiempo.
- Se deberá seleccionar el ancho de trocha basado en los criterios técnicos y de operación.

Considerándose el tipo de sistema a ser implementado en el corredor ferroviario, se establecerán diferentes tipologías posibles de vía y se seleccionará una propuesta adecuada a cada tramo de línea. Partiendo de la base que se seleccionará vía en concreto y/o tramos de vía en balasto, se realizará un estudio comparativo de las soluciones más coherentes para el proyecto que nos ocupa, procediendo a la selección de la mejor alternativa (con esto no se descartan posibilidades de otros tipos de vía a seleccionar).

Quedarán definidas preliminarmente todas las especificaciones técnicas asociadas a la vía seleccionada, así como los aparatos de desvío, en los que se propone tener una clara continuidad con los aparatos de los sistemas ya existentes, en cuanto a tipología, geometría y calidad de estos.

Se incluirán estudios de las interfaces con otros sistemas o componentes del proyecto, como por ejemplo con el Sistemas de Señalización y Sistema de Electrificación.

Siendo el caso que la selección del sistema de electrificación tracción sea mediante tercer riel, pasa a comprenderse dentro de la Superestructura Ferroviaria la responsabilidad del soporte de los elementos que conllevan este sistema. Adicionalmente, se considerará el

uso de los rieles de rodamiento para el retorno negativo de la energía de tracción que debe circular hasta la subestación, este último siendo común tanto para sistemas de alimentación con tercer riel, como para sistemas de alimentación mediante el hilo aéreo de contacto.

Por otro lado, para el Sistema de Señalización y Control de Trenes, es común la implementación de fijaciones de equipos a lo largo del corredor férreo y también la conexión eléctrica en rieles de rodamiento para el sistema de detección de trenes.

### **Drenajes de la Plataforma**

La profundización sobre la alternativa seleccionada para este componente “Infraestructura de la vía” con el fin de evitar reprocesos, será llevada a cabo con apoyo de las disciplinas de Geotecnia y Diseño Geométrico Férreo.

Una vez definido el tipo de plataforma para el proyecto, se definirá el tipo de drenaje en función de estos elementos.

En este sentido, el predimensionamiento de estructuras longitudinales y transversales que sean necesarias para el proyecto, estarán basadas principalmente en la normativa ferroviaria ADIF y las recomendaciones de la norma CTN 25 – Aplicaciones ferroviarias, junto con la normativa de drenaje para Colombia, descrita por el INVIAS (Instituto Nacional de Vías INVÍAS – Colombia)

En consecuencia, con lo anterior el predimensionamiento de las obras tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Afecciones a terceros. Todas las obras de drenaje transversal serán predimensionadas para un período de retorno de 25 años para box Culverts, 50 años para pontones y 100 años para puentes.
- ✓ Daños a la propia vía. Se revisarán los estudios de inundabilidad disponibles por terceros, esto con el ánimo de incrementar las garantías y establecer que la lámina de agua no alcance la base del balasto en ningún punto del trazado durante el paso de una avenida extraordinaria.
- ✓ En las estructuras sobre cauces importantes, se propondrá un resguardo mínimo de 1,50 m bajo el intradós, y se recomendará para las futuras fases que se estudie, mediante simulación hidráulica, la sobre elevación antes y después de construida la obra, a fin de comprobar que satisface las exigencias que fije el Organismo competente en cada caso.
- ✓ Para las estructuras de orden transversal se propondrán como conducto mínimo, con carácter general, una tubería de 1,5 m de diámetro o marco de 1.5x1. No obstante, en el caso de caudales apreciables (extraídos de información secundaria) y rasante ajustada, es propondrán colocar marcos de 2,5 x 1,5 m. Así mismo, donde

se detecten y se tenga la necesidad de pasos de fauna, se propondrán marcos de 2,0 x 2,0 m.

- ✓ Las estructuras de drenaje longitudinal serán predimensionadas con periodo de 15 a 20 años, bajo elementos prefabricados con secciones típicas mínimas recomendadas por norma ferroviaria ADIF.

### 2.1.2.3 PROPUESTA Y PREDISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

Este apartado tiene como finalidad presentar únicamente la organización que se le dará a cada uno de los sistemas y subsistemas que serán objeto de estudio para el prediseño de la Infraestructura Ferroviaria.

Siendo así, se listan y en los próximos apartados se detallan:

- Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control de Operaciones, el Principal y de Respaldo.
- Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE).
- Sistema de Señalización y Control de Trenes.
- Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.
- Sistema de Telecomunicaciones.
- Sistema de Radiocomunicaciones.
- Sistema de Peaje/Control de Acceso.
- Equipos de Patio Taller.
- Equipos de pasos a Nivel
- Operaciones Ferroviarias

Los productos de este componente abarcarán el desarrollo a nivel de prefactibilidad de todos los ítems presentados, en sus debidas etapas para cada uno.

#### 2.1.2.3.1 Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control Operacional el Principal y de Respaldo

El objetivo principal del Centro de Control de Operaciones será lograr y aplicar de manera centralizada el monitoreo, supervisión, gestión y control remoto de todos los sistemas, subsistemas, componentes y equipamientos del sistema ferroviario, consiguiendo, al mismo tiempo, cumplir todas las exigencias aplicables a un conjunto de sistemas de control modernos con parámetros de calidad, seguridad y rendimiento exigibles en la explotación del tráfico ferroviario

Con base en lo anterior, se establecerán los requerimientos de conectividad para la gestión de los sistemas tecnológicos del proyecto, los requerimientos de telecomunicaciones

requeridos y las condiciones para la instalación, operación y explotación del recaudo, sistema de información y Centro de Control.

Para determinar las necesidades de cada uno de los sistemas, subsistemas y/o componentes que deberán estar presentes con sus equipamientos en el CCO, se tendrá en cuenta la filosofía de control de operaciones, la cual se basará en la gestión centralizada de las siguientes funciones:

- Monitoreo, Supervisión, Planificación, Regulación y Control de la Operación de los Trenes.
- Adquisición de datos sobre el comportamiento de los diferentes sistemas, subsistemas y/o componentes del sistema, incluyendo el suministro eléctrico.
- Gestión de los Sistemas de comunicaciones (radio, telefonía, megafonía, sistemas de información a los usuarios, Circuito Cerrado de Televisión – CCTV, etc.).
- Gestión de los sistemas de control de pasajeros, o sistema de peajes del Corredor Férreo del Sur, y si se requiere la gestión de su integración con otros modos y medios de pago del transporte público de la región o área de influencia del corredor ferroviario, de acuerdo en la documentación contractual del proyecto que indica que se abre la posibilidad de que en este CCO se integren los sistemas de comunicaciones y además este CCO sea compartido o integrado con el CCO de otros sistemas Metro de la región.
- Análisis y gestión de los Informes de fallas e incidencias en el sistema y desarrollo y coordinación de las actividades necesarias para la gestión del mantenimiento.
- Gestión de las Interfaces técnicas, operacionales, funcionales entre los sistemas vinculados al CCO y/o interfaces organizacionales con otros proveedores de servicios de transporte.

En orden lógico de desarrollo de los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del CCO del Corredor Férreo del Sur, se desarrollarán entre otras las siguientes actividades que permitirán cubrir el alcance solicitado contractualmente para el prediseño del sistema:

- Definición de la normatividad y legislación aplicable al diseño, desarrollo, fabricación e implementación de los sistemas tecnológicos ferroviarios del CCO.
- Definición de frecuencias de trenes del sistema ferroviario según la demanda.
- Definición y justificación analítica de las instalaciones físicas del CCO.
- Definición y elaboración de los criterios de prediseño del hardware de los sistemas, subsistemas y/o componentes tecnológicos del CCO.
- Análisis y definición de los sistemas de almacenamiento de respaldo.
- Definición y elaboración de las características y especificaciones técnicas, funcionales y operacionales del CCO.

- Elaboración Apéndices Técnicos y Prepliegos de condiciones para los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del CCO, la planificación operacional y la gestión RAMS.

Por último, se identificarán los equipos, plataformas, hardware necesarios para la adecuada operación del Proyecto, y su posible integración con los sistemas de Control existentes locales de otros servicios de transporte y se definirán las condiciones para la operación y mantenimiento de los equipos, además de los requerimientos para garantizar la comunicación e interconectividad de todas las plataformas tecnológicas de los sistemas y su integración con otras.

#### 2.1.2.3.2 Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE)

El Corredor Férreo del Sur, dispondrá de los sistemas de alimentación eléctrica que permitan el correcto funcionamiento de los trenes y de los sistemas y componentes ferroviarios y no ferroviarios que lo requieran a lo largo de la línea, tales como el equipamiento en o al lado de la vía, la alimentación eléctrica de los sistemas críticos ferroviarios que se ubiquen a través de la línea o en las instalaciones físicas que se construyan en el corredor y los servicios auxiliares para los consumidores de baja tensión de estaciones y edificios del Sistema. Para ello los sistemas de alimentación eléctrica que se propongan deberán cumplir con los niveles y estándares internacionales de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad adecuados para conseguir el prediseño de un servicio de transporte con los más altos estándares de calidad.

La continuidad del sistema de suministro eléctrico resultará esencial en todas las áreas de actividad de la explotación ferroviaria, Incluido tanto en las dependencias técnicas con o sin personal permanente, como en los sistemas de tracción, sistemas de comunicaciones, señalización ferroviaria, así como en los espacios de acceso de los usuarios, por lo tanto, el prediseño de la alimentación de energía tendrá las siguientes características fundamentales:

- Seguridad de la explotación.
- Fiabilidad de la operación.
- Facilidad de la operación y del mantenimiento.
- Criterios de eficiencia energética.
- Criterios económicos para volver el proyecto factible.

Para el dimensionamiento del sistema de suministro eléctrico, será necesario conocer las características y especificaciones de los trenes a ser utilizados en el corredor ferroviario, además será necesario conocer el número máximo de trenes en circulación en la hora pico, en el corredor férreo del sur, referido a toda la red. Estos datos serán obtenidos de las disciplinas de Material Rodante y Transporte.

Para poder determinar el número de trenes requerido en la hora pico en el sistema integral, los datos deberán ser suministrados por el área operacional, con base en un proceso de simulación de la marcha de los trenes, cálculos de tiempos de recorrido y cálculo de intervalos entre trenes.

### **Sistema de distribución de energía, catenaria y/o tercer riel**

Para el desarrollo del prediseño del sistema de alimentación de energía y del sistema de distribución eléctrica para alimentar a los trenes, será necesario que se definan preliminarmente lo siguiente:

- Planificación Operacional Preliminar: Deberá entregar preliminarmente la información de la simulación operacional del sistema a nivel de prefactibilidad.
- Definición del material rodante.
- Estaciones de Pasajeros (Numero y ubicación de estaciones de pasajeros)
- Diseño Geométrico (Trazado sistema férreo)

De acuerdo con la definición del sistema a ser implementado en el corredor ferroviario, se definirán los tipos de sistemas de distribución de energía vía a ser implementados en el corredor ferroviario, sea este catenaria o tercer riel, factor que incluso será determinante en la selección del tipo de sistema a implementar.

Para el sistema de distribución y alimentación de energía a los trenes, desde las salidas de las subestaciones de tracción SET, el plan de trabajo y metodología a seguir en el presente proyecto, será:

- a) Definición de nivel de tensión: 1500VCC o 750 VCC: al respecto elaborará un estudio comparativo de ambos niveles de tensión, utilizando una metodología de matriz multicriterio que involucre, entre otros criterios técnicos y financieros, las experiencias en sistemas similares actualmente en operación en la región y en el mundo.
- b) También se elaborará análisis comparativo de alternativas para captación de energía (tercer riel, catenaria o sistema combinado): En el que se incluirán análisis de las diferentes opciones para los dispositivos de alimentación eléctrica.
- c) De acuerdo con los análisis y estudios comparativos anteriores, se continuará con los análisis y definición del tipo de catenaria a implementar, si esta es la opción elegida. De lo contrario se iniciará con los estudios y prediseños del sistema Tercer Riel para el Corredor Férreo del Sur.
- d) Se finalizará con la elaboración de las especificaciones, características y requerimientos técnicos de las diferentes componentes del sistema de catenaria o tercer riel, según la opción seleccionada.

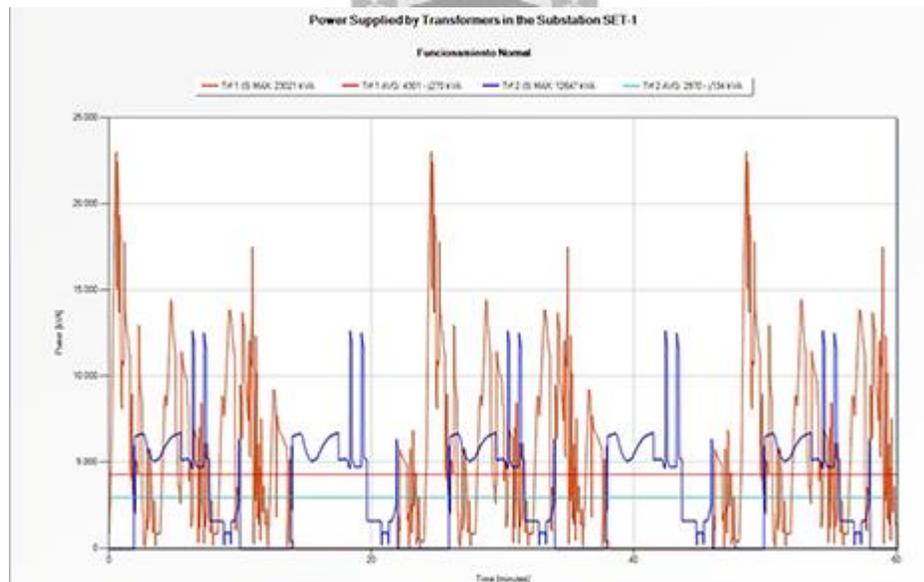
### **Prediseño conceptual del sistema de suministro eléctrico**

El Sistema de Suministro Eléctrico del Corredor Férreo del Sur, tendrá como alternativas de conexión, en primer lugar la red eléctrica de Alta Tensión y/o en segundo lugar la red de media tensión, en el caso del uso de la red de alta tensión, el sistema de suministro eléctrico

se alimentará desde subestaciones eléctricas de la red de alta tensión, de los operadores de energía del área de influencia de la región que entre otros pueden ser ENEL – CODENSA, a través de Subestaciones de Transformación de la Alta a Media Tensión que en adelante denominaremos Subestaciones Receptoras SER y que tienen por objeto crear una red propia de suministro de energía en media tensión, que de antemano consideramos puede ser a 11,4KV o 34,5KV.

La precisión de estos valores de Tensión junto con la Potencia disponible en MVA, más la ubicación geográfica suministrada por la entidad mencionada, previamente consultada en la etapa II, serán datos suficientes para ser comparados con los estudios de cargas resultante del corredor férreo del sur, tomados mediante simulaciones de consumo de energía según la frecuencia de tránsito de trenes. Para lograr este cometido se presenta el uso de una herramienta de simulación propia del consultor, un software denominado Rail Power.

**Ilustración 3 Software Rail Power**



Fuente: [www.ardanuy.com](http://www.ardanuy.com)

Con estos datos completos es posible seleccionar una alternativa precisa de la o las subestaciones de energía en AT de la red eléctrica que podrán suministrar energía al corredor férreo del sur.

Luego, aguas abajo se prevén subestaciones que transformarán la media tensión, a la tensión de alimentación de los trenes de 1500 VCC y/o 750 VCC o la tensión requerida por el material rodante, a través de unas subestaciones que denominaremos SET (subestaciones de tracción), y que estarán conformados por dos grupos de transformación – rectificación, igualmente por razones de seguridad y disponibilidad del sistema.

Finalmente, y también alimentadas desde anillos de distribución en media tensión, y/o la red existente de media tensión en el área de influencia del corredor, se alimentarán en los centros de consumo del corredor ferroviario, unas subestaciones que transformarán la media tensión a una baja tensión y que denominaremos de acá en adelante Centro de Transformación - CT, para alimentar los consumidores electromecánicos ferroviarios y no ferroviarios del Sistema Férreo del Sur.

### **Determinación de ubicación y número de subestaciones receptoras SER**

La decisión de hacer uso o no uso de subestaciones receptoras SER para el Sistema de Suministro Eléctrico del Corredor Férreo del Sur, dependerá en primera instancia de los resultados de la investigación previa de necesidades del sistema y de las condiciones de confiabilidad y disponibilidad de la red local de alta y media tensión, ya que esta disponibilidad, sobre todo en la red de media tensión, deberá garantizar una disponibilidad del sistema de suministro eléctrico para tracción SETs superior al 99.99% que está dentro de los estándares internacionales y normatividad RAM para los sistemas ferroviarios. En segundo lugar, el uso o no de las SER, dependerá de los costos del ciclo de vida de dos alternativas de suministro eléctrico a saber:

- **Alternativa 1:** Varias SER (con base a los estudios y definición del sistema de transporte) conectadas a la red de alta tensión de los operadores de energía local, transformando la alta tensión (230/115 KVAC) a una media tensión de 34.5 KVAC/11,4KVAC, desde donde se generará un anillo de media tensión para toda la red, red de media tensión y SETs conectadas a la red de media tensión según necesidades, más los CT.
- **Alternativa 2:** Uso de la red de media tensión en subestaciones existentes en el área de influencia del corredor y SETs conectadas a la red de media tensión existente, según necesidades más los CT.

En el caso de utilizarse la opción de Subestaciones Receptoras SER, conectadas a la red de alta tensión de los operadores locales y/o en el caso de utilizarse solo Subestaciones de Tracción SETs conectadas a la red de media tensión existente y disponible de parte de los operadores locales de energía, las subestaciones que se conecten a la red de los operadores locales, se integrarán al SCADA de la empresa proveedora de energía con el fin de coordinar operaciones entre el Centro de Operación del Corredor Férreo del Sur y el Operador de Red a través de protocolos de operación comunicación y prioridad del servicio.

Después de analizadas las subestaciones de los operadores de energía locales, aptas para alimentar el Sistema del Corredor Férreo del Sur, y con base en las capacidades encontradas, se definirá el número, pre dimensionamiento de la potencia máxima y ubicación de las subestaciones receptoras en alta tensión SER, para la alimentación de los anillos de media tensión que llevaran la energía eléctrica a todos los consumidores del Sistema Férreo del Sur, a través de subestaciones de transformación de media tensión a la tensión requerida por las diferentes subestaciones a ser implementadas en el sistema eléctrico.

## Centros de transformación

La definición del número, potencia y ubicación de las subestaciones de transformación a baja tensión y/o centros de transformación CT, para los consumidores de baja tensión de los sistemas ferroviarios y no ferroviarios, se hará con base en el prediseño del trazado de la línea férrea, la ubicación de las estaciones de carga y/o de pasajeros, y demás instalaciones físicas del sistema ferroviario, tales como el Centro de Control, edificios e instalaciones de talleres y cocheras, el equipamiento de las estaciones e instalaciones físicas y el diseño final y distribución de los equipamientos a lo largo de la línea de las instalaciones de los sistemas de seguridad, señalización y control de trenes, sistemas de comunicación, etc.

## Configuración de la redundancia

Se llevará a cabo un análisis de las potenciales configuraciones a utilizar para los anillos de distribución de la media tensión a lo largo del corredor, para la alimentación de las subestaciones de tracción y de las subestaciones de baja tensión, justificando la solución a implementar desde el punto de vista técnico. Se partirá de la configuración de dos anillos, uno para el sistema de tracción y otro para las subestaciones de baja tensión para alimentar los sistemas electromecánicos ferroviarios y no ferroviarios de la infraestructura del Sistema Férreo del Sur.

### 2.1.2.3.3 Sistema de Señalización y Control de Trenes

Los sistemas de señalización y control de trenes están compuestos por todos los elementos y materiales destinados a obtener que el movimiento de los trenes de los sistemas ferroviarios se efectúe en condiciones de seguridad y sin accidentes sin interferir en forma irrazonable con la eficiencia de los movimientos de los trenes.

Los sistemas, subsistemas y/o equipamiento correspondiente al Sistema de Señalización y Control del Tren, a ser definidos en el prediseño del Corredor Férreo del Sur, deberán haber sido diseñados y certificados bajo el máximo nivel de seguridad SIL-4, y cumplir con todos los estándares aplicables en las normas EN 50126, EN 50128, EN 50129 y EN 50159, R009-001 y R009-004.

Todas las instalaciones de señalización que el Consultor implementará en el proyecto serán concebidas y prediseñadas con técnicas de seguridad intrínseca (fail-safe). Esta será una condición imperativa e imprescindible, lo que significa que cualquier falla que se presente en los equipos de señalización y control de trenes, tales como fallas en enclavamientos, fallas en controladores de objetos si aplicará, falla en los elementos de detección de ocupación de la vía, fallas en los equipos de accionamiento de cambiavías, fallas en la comunicación entre los dispositivos de monitoreo, supervisión y control y los centros de monitoreo y control del sistema de señalización, cortocircuitos, circuitos abiertos,

variaciones de frecuencias, disminución o falta de tensión, degradación de componentes electrónicos, degradación de resistencias o condensadores, fallas de aislación, fallas de suministro y fallas mecánicas, provocará siempre la condición más restrictiva e incluso la detención del tren.

El sistema de señalización y control de trenes del Corredor Férreo del Sur, será prediseñado para cumplir, como mínimo, con los objetivos siguientes:

- Garantizar la seguridad de los viajeros y el personal de operación del sistema férreo.
- Ofrecer sistemas con fiabilidad y disponibilidad robusta.
- Conocer la posición de un tren de forma segura.
- Garantizar la seguridad en la circulación de los trenes.
- Disponer de forma segura de los elementos de la vía y su información en el CCO o Puestos Locales de Operación.
- Permitir y garantizar la protección de las circulaciones en las zonas de maniobras, tales como comunicaciones o conexiones.
- Permitir un espaciamiento de las circulaciones para evitar los alcances de los trenes sobre una misma vía
- Arbitrar las circulaciones convergentes sobre una misma vía, tales como rutas convergentes sobre una vía única o banalizada, o sobre las zonas de retorno.
- Evitar el descarrilamiento por exceso de velocidad.
- Optimización de la explotación

Para la definición final del Sistema de Seguridad, Señalización y Control de Trenes a aplicar en el corredor ferroviario del sur, se tendrán en cuenta entre otros, los siguientes aspectos:

Frecuencias de operación del sistema ferroviario a ser implementados en el corredor, frecuencias que deberán ser definidas en el componente de Operaciones Ferroviarias, conforme se expone en el numeral 2.1.2.9 de esta Metodología, en función de los resultados de los estudios de demanda.

El sistema de seguridad, señalización y control de trenes que se implemente en el corredor férreo del Sur, ha de contemplar la propuesta de instalación de todos los equipos necesarios para el funcionamiento de los enclavamientos con las tecnologías apropiadas y de acuerdo con el estado del arte de estos. Igualmente deberá preverse los enlaces e interfaces necesarios con los otros subsistemas para el correcto funcionamiento de este.

El sistema será desarrollado con una señalización y control de trenes aplicables a vías banalizadas, si se considera necesario en una forma total o parcial.

El Consultor considerará, para definir el tipo de control y señalización a implementar en el corredor, datos que se extraerán de otros componentes, entre ellos los siguientes:

- Características físicas del trazado de la vía (para el sistema de enclavamientos) que se conserva con el prediseño a ejecutar (Infraestructura y Superestructura de la vía, Diseño geométrico de la vía)
- Densidad del tráfico, ya que en función de la frecuencia de circulación de los trenes será calculada la separación inicial y futura de los cantones de vía (Operaciones Ferroviarias)
- Velocidad de circulación (Operaciones Ferroviarias)
- Tipo de material rodante (Material Rodante)

Como consecuencia de lo indicado anteriormente, para la definición del sistema de señalización y control de trenes a aplicar en el corredor ferroviario, será necesario que previamente se haya determinado con base en los estudios de demanda, el tipo de sistema a implementar en el corredor ferroviario, a saber: Sistema Tranviario, Tren Tram, LRT y/o Metro Pesado.

También será necesario recibir, para el prediseño del sistema de Señalización y Control de Trenes, los resultados de la planificación operacional preliminar POP (desarrollado por la disciplina de Operaciones Ferroviarias y propuesto en el apartado 2.1.2.9 de este documento) en especial los intervalos, velocidades, tabla horaria y el esquema de vías del sistema ferroviario.

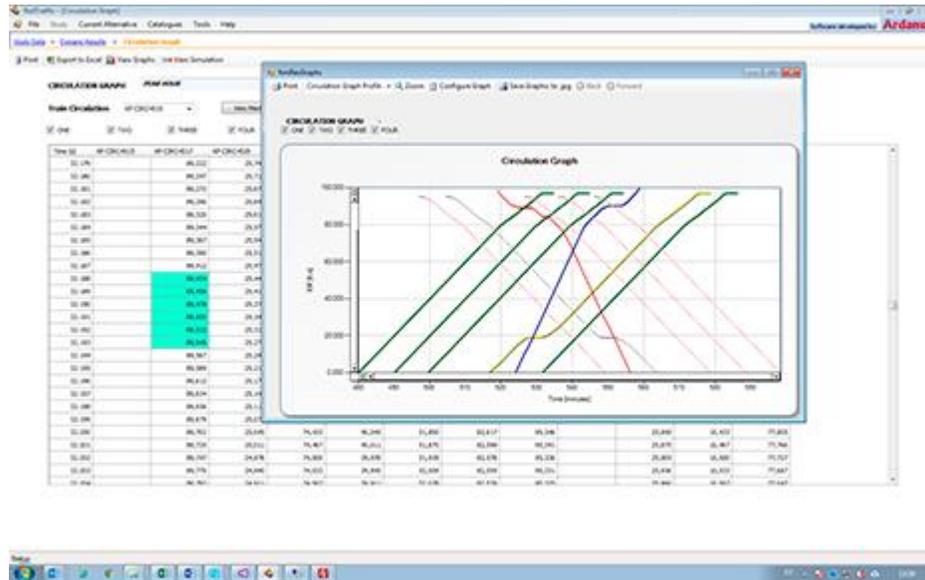
Para una correcta interrelación entre las disciplinas mencionadas y Señalización Ferroviaria, se planificarán mesas técnicas internas entre los profesionales de la Consultoría del proyecto, con intención de intercambiar la información clave que lleve al cumplimiento de los objetivos del prediseño.

Planificación Operacional Preliminar desarrollado por el componente de Operaciones Ferroviarias: Entregará preliminarmente la información de la simulación operacional del sistema, simulación que será ejecutada con un software propio del consultor, y que incluirá las curvas de marcha de los trenes entre estaciones y malla horaria, con lo cual definirá de manera preliminar el esquema de vías del sistema ferroviario.

Para la planificación operacional, se ejecutarán simulaciones de marcha de trenes entre estaciones, teniendo en cuenta las condiciones del trazado ferroviario propuesto y las potenciales características de los trenes, además se elaborarán las curvas de marcha y/o malla horaria del Corredor Férreo del Sur, para ello se utilizará un software desarrollado propio de esta Consultoría, denominado RAILTRAFFIC (ver ilustración 5).

Una vez sean analizados todos los componentes relacionados, haciendo énfasis especial en la densidad de tráfico para obtener la frecuencia, la longitud de los trenes y la distancia de frenado, el Consultor propondrá un catonamiento o seccionamiento de vía en caso de requerirse y según el sistema de señalización seleccionado.

*Ilustración 4 Software RAILTRAFFIC*



Fuente: [www.ardanuy.com](http://www.ardanuy.com)

En el prediseño del sistema de señalización y control de trenes, para profundizar en la alternativa seleccionada se incluirán las características y especificaciones técnicas del equipamiento que se propone instalar, obtenido de los diferentes proveedores de este tipo de sistemas.

#### **2.1.2.3.4 Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.**

Este sistema representa un elemento de seguridad importante que previene directamente el acceso de los pasajeros a las vías, y como consecuencia las caídas accidentales de los pasajeros y/o objetos a éstas, el acceso a elementos de alta tensión y según el tipo de puerta, el lanzamiento de objetos a las vías. Las puertas de andén están coordinadas con la llegada del tren y también se coordinan con una serie de elementos del control automático del tren (ATC) y con algunos sistemas de operación como el ATO (operación automática del tren).

La principal intención será describir cómo se realizará la implantación de un sistema de puertas de andén sobre una estación tipo del Corredor Férreo del Sur.

Para obtener los datos iniciales de implantación de un Sistema de Puertas de Anden o Plataforma será necesario contar con las características del Material Rodante propuesto, requiriéndose, longitud total, cantidad de puertas, distancia entre ellas y tipo de sistema de señalización utilizado.

Para llegar a una propuesta óptima se establecen los siguientes objetivos, y se deberá cumplir con las características que se mencionan.

La descripción y validación de la solución mecánica a adoptar; propondrá una solución a partir del análisis de la información de datos secundarios, de sistemas con tecnología de punta en el mundo de acuerdo con el estado del arte. Considerando para las puertas de anden, materiales lo suficientemente robustos, con el fin de evitar deterioros en casos de intrusión, adicionalmente, para la seguridad, está previsto en el componente de Telecomunicaciones la instalación de un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) a manera de ofrecer vigilancia constante a las instalaciones del Corredor Férreo del Sur.

Se realizará como prediseño del interfaz eléctrico un diagrama de bloques que represente control e integración entre el sistema de señalización y el sistema de puertas de andén.

En el funcionamiento se intercambiarán señales digitales de entrada y salida entre el sistema de señalización y los equipos de puertas de andén PSD. Los comandos de apertura de las puertas, así como los comandos de cierre y la comprobación del enclavamiento de estas, se realizará mediante señales cableadas. Para las funciones relacionadas con la seguridad se utilizará el concepto de "fail safe" o fallo seguro, para garantizar un nivel de seguridad SIL 4.

Será necesario definir el método de integración del sistema PSD con el sistema de señalización a proponer.

En operación degradada se deberá permitir al sistema de puertas de andén operar de forma independiente al sistema de señalización.

Finalmente, se presentan las características técnicas del sistema seleccionado y se atribuyen las normas específicas que se aplicarán en base a la información presentada en etapas anteriores, se obtendrán estos datos mediante consultas a los diferentes proveedores internacionales de sistemas de Puertas de Anden.

Las especificaciones técnicas y funcionales del sistema de puertas de andén consistirán, a partir de los documentos de estudios de prefactibilidad en Etapa IV, en producir un documento que detalle los siguientes temas:

- Requerimientos de prestaciones y funciones:
  - Especificación del punto de parada del tren,

- Secuencia de apertura/cierre automático de las puertas de andén,
- Identificación de peligros,
- Secuencia de detección de obstáculo,
- Control del bloqueo de puertas,
- Modo manual y alimentación de emergencia,
- Requerimientos técnicos:
  - Lista de los principales componentes del sistema de puertas de andén,
  - Los elementos de estructura del sistema puerta de andén,
  - Espacios máximos entre las puertas de andén y el material rodante,
  - Control local y centralizado de apertura/cierre de las puertas,
  - Puertas corredizas motorizadas, puertas de salida de emergencia y puertas de final de andén,
  - Alimentación de energía,
- Otros Requerimientos:
  - Lista de las normas que debe respetar el proveedor de puertas,
  - Documentación de Especificaciones Técnicas,

#### 2.1.2.3.5 Sistema de Telecomunicaciones. Urbano

Los sistemas y subsistemas de telecomunicaciones constituyen para las redes ferroviarias modernas, una herramienta fundamental y necesaria para el monitoreo, supervisión, control y gestión del tráfico ferroviario y de todas los sistemas, subsistemas, componentes, dispositivos y herramientas con las que se implementan las redes ferroviarias para la ayuda a la explotación y mejora de la seguridad de las instalaciones ferroviarias así como para el incremento de las comunicaciones e intercambio de información con los usuarios y personal operativo de la línea.

El sistema de Comunicaciones a ser desarrollado para el Corredor Férreo del Sur, estará compuesto por más de un subsistema, para poder garantizar las diferentes funcionalidades requeridas para la operación del Corredor Férreo, cuya integración será utilizada plenamente por los operadores del Centro de Control.

El sistema de comunicaciones, estará compuesto por un conjunto de sistemas y servicios destinados a proporcionar una serie de funcionalidades al operador de la línea, a los viajeros y a los demás actores del Corredor Férreo que las requieran. Así mismo, todos los

sistemas y servicios de comunicación, internos y externos al Sistema, realizarán el intercambio de datos mediante la utilización de redes de comunicación totalmente transversales. Dichas redes contemplarán en su prediseño los requisitos y limitaciones de cada uno de los servicios y sistemas a transportar.

Como premisa fundamental del prediseño del sistema de comunicaciones, es que este se debe concebir como una red de transporte de datos redundante, de alta velocidad, aplicable para todos los sistemas y subsistemas del proyecto y considerando todas sus interfaces técnicas y operacionales.

Existen diversos tipos de sistemas de comunicaciones que se han desarrollado y adaptado para las funciones específicas que se requieren con el fin de controlar el tráfico ferroviario. Sin embargo, como sucede en todos los elementos que conforma el control de tráfico en ferrocarriles, el volumen de tráfico y las frecuencias de circulación desarrollados por la disciplina de Operaciones Ferroviarias determinarán el nivel de tecnología que se requerirá para definir el sistema de comunicaciones de la red ferroviaria.

Por lo tanto, para la definición de los diferentes subsistemas del sistema de comunicaciones a aplicar en el corredor ferroviario, será necesario que previamente se haya determinado con base en los estudios de demanda, el tipo de sistema a implementar en el corredor ferroviario, a saber: Sistema Tranviario, Tren Tram, LRT y/o Metro Pesado.

Además, será necesario, tener el diseño preliminar de las estaciones de pasajeros, de manera aproximada a nivel de prediseño, con base en esto se determinarán las necesidades del equipamiento de los diferentes subsistemas de comunicaciones.

Igualmente será necesario tener definido el número máximo de trenes en el sistema para el dimensionamiento del equipamiento a bordo de los trenes.

- Planificación Operacional Preliminar (disciplina Operaciones Ferroviarias)
- Definición del Material Rodante (disciplina Material Rodante)
- Estaciones de Pasajeros (Estructuras – Urbanismo)
- Diseño Geométrico (Trazado sistema férreo)

Para una correcta interrelación con las disciplinas mencionadas se considerará la planificación de mesas técnicas internas de esta Consultoría, con el fin de tener fluidez en el intercambio de información clave para el desarrollo de los objetivos de cada componente.

El Sistema de Comunicaciones del Corredor Férreo del Sur, que será prediseñado por el Consultor, incluirá como mínimo los subsistemas indicados a continuación:

- Redes de Comunicaciones:
  - Red de Nivel Físico (incluyendo red de fibra óptica redundante).
  - Red de Transmisión de Voz y Datos.
  - Red de Radiotransmisión de Voz y Datos.

- Subsistemas de Comunicaciones:
  - Telefonía, Interfonía.
  - Megafonía, Altavoces.
  - Ayudas e Información Inclusivas al Usuario (Viajero).
  - Video Vigilancia (CCTV) y Alarmas.
  - Control de Acceso a Zonas Restringidas.
  - Cronometría.
  - Supervisión Unificada.
  - Control y Adquisición de Datos de Instalaciones Auxiliares.
  - Ayuda a la Explotación.
- Recaudo
- Acceso a internet vía Wifi para el personal interno y para los viajeros, en las estaciones y en los trenes.
- Esquema de comunicaciones a los usuarios que permita mediante una página Web del operador, conocer todo lo referente, entre otros, a:
  - Horarios de rutas.
  - Horarios de servicio.
  - Fechas y horarios de indisponibilidad.
  - Compra de tiquetes On-line.
  - Información relacionada el estado degradado.

Por otra parte, deberá tenerse en cuenta, que toda la función integral del sistema de Señalización y Control de Trenes interactúa constantemente y depende absolutamente del sistema de comunicaciones ferroviarias a adoptar en el proyecto.

Por lo que dentro del área de comunicaciones del presente proyecto, se incluirá también la propuesta de una red de comunicaciones para el Sistema de Seguridad, Señalización y Control de Trenes, pero esta red será prediseñada totalmente independiente de la red del sistema de comunicaciones, propias del Corredor Férreo del Sur, utilizando para ello, un sistema de cable de fibra óptica independiente y redundante para el sistema de señalización y control de trenes, esto se hará por razones de seguridad e integridad de la información del sistema de seguridad, señalización y control de trenes.

También se considerará en el prediseño del Sistema de Telecomunicaciones el “Centro de Control” que el Consultor planteará y analizará la interoperabilidad del proyecto del Corredor Férreo del Sur con la red del Sistemas en estudios más avanzados, tales como la PLMB y el Sistema Regiotram de Occidente.

El Consultor, para cada uno de los subsistemas del sistema de comunicaciones a nivel de prefactibilidad, incluirá como mínimo lo siguiente:

- Arquitectura del sistema, incluyendo el equipamiento del Centro de Control
- Especificación funcional del sistema.
- Especificación para la actualización tecnológica.
- Redacción de estudios técnicos de justificación / aclaración de las soluciones técnicas propuestas en el prediseño.

Para el sistema de comunicaciones del Corredor Férreo del Sur, se contemplará la división de redes de área local (LAN) ubicándose en cada una de las estaciones de pasajeros, y/o instalaciones del Sistema, que lo requieran, estas redes de área local deberán conectarse a través de la red multiservicio o red primaria de comunicaciones constituida por cables troncales de fibra óptica, con la red de área local ubicada en el Centro de Control, la red multiservicio o red primaria de comunicaciones, intercomunicara todas las redes LAN y con ello todos los servidores centrales de cada subsistema, con los equipos y dispositivos periféricos de cada uno de ellos y posibilitará además la comunicación e integración entre los diversos subsistemas, permitiendo el intercambio de datos, voz y video entre todos los sistemas, subsistemas, equipos, componentes y/o dispositivos requeridos para la correcta y optima operación del Corredor Férreo del Sur, esto mismo aplicara para el sistema de señalización y control de trenes, pero a través de una red independiente, paralela a la de los sistemas de comunicación.

Con el objetivo de lograr un sistema de comunicaciones totalmente integrado entre sí y con los requerimientos operacionales del Corredor Férreo, el Consultor contemplará en la elaboración del prediseño y la profundización de la alternativa seleccionada, la siguiente especificación funcional:

- Criterios generales del prediseño
- Definición de interfaces.
- Requerimientos de integración.
- Sistemas Auxiliares.

En resumen, para el desarrollo del prediseño del Sistema de Telecomunicaciones en esta etapa IV de Profundización de la Alternativa Seleccionada, se requiere lo siguiente:

- Definición del tipo de sistema a implementar en el corredor ferroviario, a saber: Sistema Tranviario, Tren Tram, LRT y/o Metro Pesado.
- Análisis y definición del prediseño preliminar de las estaciones de pasajeros.
- Análisis y definición del tipo de trenes y del número máximo de trenes en el sistema para el dimensionamiento del equipamiento a bordo de los trenes.
- Revisión y análisis de la Planificación Operacional Preliminar.
- Revisión y análisis del prediseño geométrico (Trazado sistema férreo).
- Definición de los criterios de prediseño de cada uno de los subsistemas.

- Definición de las interfaces internas entre subsistemas y/o externas con los demás sistemas y subsistemas tecnológicos del Corredor Férreo del Sur y definición de las propuestas de solución de estas.

Es de acotar que los datos y definiciones mencionadas serán obtenidos mediante consultas técnicas a las diferentes disciplinas de este proyecto, adicionalmente se extraen las características aprovechables de los sistemas de comunicaciones de margen nacional e internacional presentado en etapas anteriores, considerándose los de tecnologías más avanzadas de acuerdo con el estado del arte.

Se incluirán también en esta etapa las especificaciones técnicas del sistema seleccionado obtenidas de diferentes proveedores.

### Resultados a obtener

- Prediseño Conceptual de cada uno de los subsistemas.
- Prediseño de los esquemas de Arquitectura de cada uno de los subsistemas.
- Diagramas de la red primaria de comunicaciones para el sistema seguridad, señalización y control de trenes y para el sistema de comunicaciones.
- Definición de equipos y de la ubicación de estos para los diferentes subsistemas del sistema de comunicaciones.
- Especificaciones técnicas, funcionales del Sistema de Comunicaciones
- Definición de Interfaces.

#### 2.1.2.3.6 Sistema de Radiocomunicaciones y Sistema de Peaje/Control de Acceso.

Estos sistemas estarán incluidos como subsistemas en el prediseño del Sistema de Telecomunicaciones. Se presenta este apartado con el fin de no obviar la organización requerida por el Cliente en los pliegos de condiciones del proyecto.

#### 2.1.2.3.7 Equipos de Patio Taller

Para la definición del equipamiento, tipo y cantidad requerida en patios y talleres del Corredor Férreo del Sur, será necesario que previamente se haya determinado con base en los estudios de demanda, el tipo de sistema a implementar en el corredor ferroviario, a saber: Sistema Tranviario, Tren Tram, LRT y/o Metro Pesado y el tipo o los tipos de vía férrea a proponer y correspondiente tipología y cantidad del material rodante.

Seguido de ello es posible predefinir el número máximo de vías de parqueo necesarias para dar cabida a todos los trenes de la línea, teniendo presente la cantidad de vehículos auxiliares de mantenimiento, talleres especiales, entre otros factores. La cantidad de vehículos de mantenimiento.

Se definirán los requisitos específicos en materia de medio ambiente, explotación y mantenimiento del material rodante, como también de todas las necesidades que se deberán cubrir en el sitio, tales como:

Los equipos contenidos en este apartado se pueden agrupar en 4 áreas principales.

- Instalación 1 - Planta de Lavado Automático de Trenes (ATWP), alberga el lavado exterior del tren,
- Instalación 2 - Área de estacionamiento, está destinada a ser el área principal de almacenamiento / estacionamiento de vehículos cuando no estén en operación, para protegerlos de la intemperie externa y actos de vandalismo en condiciones seguras, durante la noche o durante el día, cuando los trenes están fuera de servicio. Servicio. La limpieza interior diaria también podría realizarse dentro de este edificio.
- Instalación 3 - Taller Principal de Mantenimiento, Almacén General y Oficinas, representa el edificio más importante para el mantenimiento de trenes, y está destinado a realizar el mantenimiento de los trenes y almacenamiento de repuestos.
- Instalación 4 – Talleres de Mantenimiento y Reparación e infraestructuras complementarias para atender a todos los demás subsistemas tales como vías, señalización o suministro de energía que garantizan el correcto funcionamiento de la red férrea y las propias necesidades de mantenimiento de los talleres principales.

Estas áreas se encontrarán representadas en un Plano Esquemático que se realizará a nivel de prediseño.

Entre los equipos necesarios de Patio Taller, se mencionan:

- Máquina lavadora de trenes con sistema recuperación y tratamiento de agua.
- Torno para mecanizado de ruedas.
- Carro de arrastre autopropulsado
- Torno para ejes montados.
- Tornamesas para bogies.
- Cabina de lavado de bogies.
- Prensa de reglaje bogies
- Mesa para puesta a punto y pruebas estáticas de bogies
- Cabina de soplado.
- Cabina de pintura
- Puente grúas.
- Compresor de aire.
- Columnas de levante de trenes (Fijas y móviles).
- Columnas de levante para cambio de motores de tracción.
- Equipo para pruebas de motores de tracción.

- Prensa de calar y descalar ruedas, discos y reductoras

#### Equipos de Mantenimiento de vía

- Equipo de encarrilamiento (descarrilado)
- Dresina
- Vehículo bi-vial – carretera
- Vehículo de medición de parámetros de vía
- Depósito de hidrocarburo
- Vehículo Esmerilador de carril
- Bateadora
- Perfiladora de balasto
- Stingers
- Cargadores de Baterías de tren
- Vehículos equipados para Mantenimiento de Catenarias
- Grupo motocompresor del sistema de aire comprimido
- Herramientas neumáticas para desarmado de bogíes, ejes, motores de tracción, etc.
- Máquina de soldar TIG

Finalmente, en esta etapa se presentará la descripción y/o especificaciones técnicas de los equipos mencionados, para ello se realizarán consultas ante los diferentes fabricantes y proveedores de estos sistemas en la actualidad, considerando los equipos de tecnología de punta de acuerdo con el estado del arte.

#### 2.1.2.4 PROPUESTA Y PREDISEÑO DE LOS SISTEMAS NO FERROVIARIOS

En base al análisis de la información secundaria, para Sistemas No Ferroviarios, se seleccionará el equipamiento necesario para el óptimo desarrollo del mantenimiento, las operaciones ferroviarias (aparatado 2.1.2.9) y las actividades administrativas. Entre los elementos que destacan para sistemas no ferroviarios se pueden mencionar:

- Ascensores de carga; en Patios y Talleres
- Ascensores de personas; en edificios administrativos, en Patios y talleres y torre de control y en estaciones
- Escaleras mecánicas, en estaciones
- Elevador de personas con movilidad reducida en escaleras fijas; en estaciones
- Sistema contra incendios; en todas las instalaciones
- Instalaciones eléctricas; en todas las instalaciones
- Sistema de ventilación y/o Climatización; en todas las instalaciones (dependerá del tipo de estaciones y su área específica) Si la alternativa corresponde a un sistema soterrado o de túneles, se deberá aplicar sistemas de ventilación forzada.
- Instalaciones hidrosanitarias; en todas las instalaciones

En la profundización sobre la alternativa seleccionada cada uno de los elementos presentados en el listado deberá ser sometido a estudios técnicos y estudio de riesgos. Los estudios de riesgos tendrán la finalidad de minimizar o evitar errores en la selección que conlleven a sobrecostos indeseados.

En el caso específico de los Ascensores, tratándose de las estaciones, se seleccionarán según el estudio de demanda presentado por el componente de Transporte, quien define la cantidad de usuarios que entran y salen de cada estación, considerándose principalmente el factor de capacidad de carga, siempre y cuando se este tratando de un sistema elevado (en viaducto) o subterráneo. De tratarse de un sistema a nivel no será necesario la implementación de un sistema de Ascensores. Una vez obtenida la capacidad de carga necesaria, se consultan especificaciones técnicas con los diferentes proveedores.

Se tendrá presente un Sistema Contra Incendios de tecnología actual instalado en todas las áreas de las estaciones, áreas de Patio Taller, áreas Técnicas (Subestaciones Eléctricas) áreas Administrativas, entre otras, y será objeto de análisis en la información secundaria obtenida de otros sistemas de transporte masivo de pasajeros, partiendo de la idea que se debe contar con un Control Central de Incendios manejado desde el Centro de Control de Operaciones con un Sistema de tipo SCADA y conectado directamente con la UAE Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá previendo su actuación inmediata en caso de cualquier emergencia.

Para los Sistemas de Instalaciones Eléctricas y Sistemas Contra Incendios se desarrollarán esquemas de instalación tipo, conforme a las clases de Estación propuestas por la disciplina de Estructura, esta clasificación implica las determinadas áreas que serán objeto de estudio para la inclusión de Sistemas no Ferroviarios, considerándose instalaciones eléctricas en todas y cada una de ellas.

Se investigarán y se presentarán en esta etapa las especificaciones técnicas de cada elemento seleccionado como la mejor alternativa, realizando consultas a los diferentes fabricantes del sector electromecánico y eléctrico bien sea a nivel nacional e internacional, considerándose los equipos de tecnología actual de acuerdo con el estado del arte.

Para la selección de la mejor alternativa de cada instalación no ferroviaria en el proyecto estará basada en una evaluación ponderativa mediante una matriz multicriterio.

### **2.1.2.5 PREDISEÑO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS**

Para el Prediseño de las Instalaciones Ferroviarias; se identificarán las instalaciones ferroviarias necesarias para garantizar el correcto funcionamiento, en mantenimiento y operación del Corredor Férreo del Sur, y se seleccionará la alternativa más adecuada para cada una, utilizando como elemento de evaluación una calificación o ponderación mediante

una matriz multicriterio, que permita considerar la tecnología más avanzada, aplicable y factible para cada una de acuerdo con el estado del arte.

La Operación del transporte férreo del sistema, requerirá de talleres de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, para el material rodante y toda la infraestructura ferroviaria, además de unos patios para el estacionamiento de trenes, cuando no estén circulando y unas áreas de apoyo de carácter administrativo para la gestión de las operaciones y mantenimiento del sistema, entre ellos se puede incluir el centro de control de Patios y Talleres, comúnmente identificado como la Torre de Control de Patios y Talleres e incluso el Centro de Control Principal de todo el Sistema. En concordancia con la disciplina de Transporte se trabajará en la selección de la alternativa que especifica la capacidad de los Patios y Talleres del Corredor Férreo del Sur.

Además de los Patios y talleres es considerado en las Instalaciones Ferroviarias, las zonas de maniobras o zonas de cambiavías, vía de pruebas, nodo de terminación, vía de enlace del Patio Taller con la línea principal y el Patio de maniobras (de requerirse).

Se resume un listado de las Instalaciones Ferroviarias más relevantes:

- La Torre de Control de Patios y Talleres
- El Centro de Control Principal y secundario (Tiene un apartado específico en este proyecto)
- Talleres de las 5 grandes áreas principales:
  - Talleres de Material Rodante
    - Taller y Vías de mantenimiento menor.
    - Taller y Vías de mantenimiento mayor.
    - Taller y Fosas de Supervisión e Inspección.
    - Taller de Mantenimiento Preventivo y Correctivo
  - Talleres de Sistemas Electromecánicos
  - Taller de Sistemas de Electrificación
  - Talleres de Sistemas de Señalización, Telecom y Electrónica
  - Talleres de Obras Civiles
- Edificios administrativos
- Vías de estacionamiento de trenes
- Vía de pruebas
- Vía de lavado intensivo.
- Vía de soplado.
- Vía de pintura.
- Vía de re-perfilado de ruedas y torno de foso.
- Vía de viraje de sentido de marchas de vagones o coches.

- Zonas de Maniobras o zonas de cambiavías de la línea y el Patio (Se especifica mas a detalle en el componente de superestructura)
- Nodos de Terminación de la Línea (desarrollado en el apartado 2.1.2.6)
- Vía de Enlace entre el Patio y la línea principal
- Patio de maniobras

Muchos sistemas optan por incluir Patios de Maniobras y Patios con Talleres por separado, generalmente en las cabeceras de la línea, por razones de espacio para la construcción de un único recinto que ofrezca todas las bondades.

- La capacidad del recinto de mantenimiento y estacionamiento: cantidad y tipo de vehículos para el servicio comercial y cantidad de vehículos auxiliares (estimada a partir del esquema de servicio y demanda de usuarios (suministrado por las disciplinas de Transporte y Operaciones Ferroviarias).
- La amplitud de las necesidades que deben satisfacerse en la planta industrial (centro de control y supervisión centralizado, locales de mantenimiento del material rodante y de las infraestructuras, locales de explotación, servicios técnicos, sociales, subcontratación, etc.).
- La definición de los equipos de manutención y de vehículos auxiliares. (Estará definida según las características de la vía y el material rodante)

Sobre la base de las hipótesis de material rodante y del modelo de mantenimiento/operación, será definido el plano de ubicación funcional de los talleres y cocheras con:

- La definición del plan de vías (cantidad, longitud, etc.) y aparatos de vías, con zonas de garaje.
- La implantación y las hipótesis de las dimensiones de los locales de sistemas (técnicos o mantenimiento).
- Las hipótesis de dimensionado del taller.
- La definición de obra civil de edificios.
- Especificación de la geometría de las vías de acceso a las cocheras.

El consultor de los sistemas ferroviarios, con base en los análisis y definición de la Operación del sistema del Corredor Férreo del Sur, obtenido del apartado de Operaciones Ferroviarias de este documento en el numeral 2.1.2.9, en concordancia con las disciplinas de Estructuras, Urbanismos y Transporte colaborará en la definición de la ubicación de los Patios y Talleres, teniendo en cuenta el estudio preliminar realizado en etapas previas del proyecto, y aplicando toda la experticia de los profesionales para realizar las mejores propuestas de ubicación y costo beneficio para la aprobación.

Igualmente será necesario tener definido el número máximo de trenes para el Corredor Férreo del Sur que será desarrollado en el componente de Operaciones Ferroviarias, para el prediseño y predimensionamiento funcional de los patios y talleres con sus instalaciones ferroviarias.

Finalmente, se profundiza en el análisis de la conveniencia de la alternativa seleccionada para cada tipo de instalación ferroviaria presentada en el listado, según la disponibilidad de la información, que demande la utilización de las fuentes de información primaria y secundaria para complementar la propuesta, realizando un estudio técnico y de riesgos. Estos estudios tienen como propósito mejorar la información para minimizar los riesgos en la toma de decisiones y por tanto para prevenir errores que pueden representar costos mayores especialmente en las etapas de inversión y operación del proyecto.

Se investigarán y se presentarán en esta etapa las especificaciones técnicas más importantes de cada elemento seleccionado como la mejor alternativa, realizando consultas a los diferentes fabricantes del sector ferroviario.

La selección de la mejor alternativa de cada instalación en el proyecto estará basada en una evaluación ponderativa mediante una matriz multicriterio.

#### **2.1.2.6 NODO DE TERMINACIÓN**

Se efectuará el prediseño de las obras y elementos necesarios para la operación del nodo de terminación definido así: “Es el sitio de terminación de la línea comercial, donde se construye un tramo posterior / anterior a la última estación que permite hacer las maniobras de retorno a los trenes”.

Este componente será desarrollado con más detalle como un elemento más del apartado de Instalaciones Ferroviarias, ya que puede considerarse como una zona de cambiavías con la particularidad de que se debe asociar a una estación terminal. Se considerará también la conexión con otros proyectos de transporte férreo o continuación de la Línea mediante el Nodo de Terminación.

#### **2.1.2.7 ESTACIONES**

En el caso específico de las Estaciones en cuanto a Ingeniería Ferroviaria se refiere, se trata de interrelacionar los diferentes sistemas y subsistemas que deberán estar instalados o que harán parte de estas. Por lo tanto, este apartado especificará por estación tipo, los diferentes componentes y características a considerar de la Ingeniería Ferroviaria para las Estaciones del Corredor Férreo del Sur.

El prediseño del dimensionamiento de las estaciones dependerá de la demanda, evacuación, tipología de material rodante, y estructura del sistema, ya sea a nivel, elevado o subterráneo, evaluándose conjuntamente con la disciplina de Estructuras.

Será de importancia tener presente la tipología de las estaciones considerando la interrelación con los siguientes componentes de este proyecto:

- Material Rodante; las características físicas del MR definirán el predimensionamiento de la estructura de las estaciones, considerando del MR:
  - Longitud
  - Altura
  - Gálibo dinámico y estático del tren
  - Cota de Piso, Anden o Plataforma
  - Sistema de Comunicaciones del MR con las Estaciones (de considerarse)
- Telecomunicaciones; será necesario tener el diseño preliminar de las estaciones de pasajeros, de manera aproximada a nivel de prediseño, con base en esto se determinarán las necesidades del equipamiento de los diferentes subsistemas de comunicaciones. Tales como, Megafonía, Relojería, Recaudo, Control de acceso, entre otros. Se realiza el requerimiento al componente de estructuras del espacio adecuado para la instalación de los equipos concernientes al aérea de Telecomunicaciones (Cuartos Técnicos).
- Puertas de Anden; con el diseño preliminar de las estaciones es posible conocer el tipo y cantidad de puertas de anden a utilizar.
- Sistemas no Ferroviarios; En general equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos como: Ascensores, Iluminación, Escaleras Eléctricas, Sistemas contra incendios, ventilación, Aire Acondicionado, Sistemas hidrosanitarios, entre otros, dependerán la estructura de las estaciones.
- Sistema de Alimentación de Energía (Servicios Auxiliares); Es necesario tener el cálculo de cargas prediseñado para estaciones tipo, que permita calcular la potencia necesaria y la subestación de suministro de energía para las estaciones.

Mediante la implementación de mesas técnicas internas de esta Consultoría se socializarán avances de la investigación y selección de alternativas que permitan un ensamble de los diferentes tipos de estaciones a proponer para el Corredor Férreo del Sur. Adicionalmente se considerará para la selección de la mejor alternativa la información secundaria analizada en etapas anteriores.

Una vez obtenidas las alternativas de cada tipo de estación, se procede a incluir y especificar técnicamente los sistemas y subsistemas a instalar en cada una de ellas. Para esta labor, se precisa información propia de los diferentes apartados de este componente de Ingeniería Ferroviaria que ya han avanzado en la obtención de las especificaciones técnicas de los sistemas mediante consultas a los diferentes proveedores. Se estimarán cantidades que permitan establecer costos preliminares para este componente.

### 2.1.2.8 PROPUESTA DE TIPOLOGÍA DEL MATERIAL RODANTE

La especificación del Material Rodante llevará en consideración el resultado del estudio de demanda (final y validado y suministrado en este proyecto por la disciplina de Transporte) y sus determinados impactos sobre el dimensionamiento técnico y operacional del material Móvil.

La especificación tomará en cuenta los insumos siguientes:

- Definición de la flota total (regular y reserva) para la operación regular del sistema; se debe calcular la flota de reserva en función de la alternativa de elección e intervalo de servicio, para ello será elemento de consulta la disciplina de Operaciones Ferroviarias.
- Sondeo de mercado del material rodante según la tipología seleccionada (consultada ante los principales proveedores internacionales, Alstom, CAF, Siemens, Talgo, Bombardier, entre otros).

Se tendrá en consideración las tipologías de Material Rodante ya seleccionadas en Colombia en proyectos anteriores a este, como lo es la PLMB, en caso de que la alternativa corresponda a un sistema metro pesado, como lo es el Metro de la 80 en Medellín, en caso de que la alternativa corresponda a un metro ligero, o como lo es el Sistema Regiotram de Occidente en Cundinamarca, en caso de que la alternativa corresponda a un Tranvía o Tren-Tram. Sin dejar a un lado los sistemas férreos a nivel internacional que ofrezcan características que más se asemejen a las modalidades del Corredor Férreo del Sur y corresponda a tecnologías de punta probadas, normalizadas y maduras en las explotaciones ferroviarias a nivel mundial.

Se definirán parámetros, requerimientos, especificaciones y características técnicas, datos y normatividad aplicable, en base a la información secundaria, datos necesarios para el prediseño del material rodante para el Corredor Férreo del Sur, para que sea posible establecer ofertas comparables para su suministro.

Se desarrollarán unas especificaciones y características técnicas que recojan aquella información que permita a los fabricantes, no solo realizar sus ofertas, sino poder presentar soluciones alternativas si fuesen más favorables, tales como, el ofrecimiento de material rodante en construcción para otros proyectos similares, reduciendo costos de ingeniería de diseño y costos de montaje y puesta en marcha del material rodante de producción o cadena de ensamble.

Se considerarán aspectos del trazado de la vía, ancho de trocha, peralte máximo, dimensionamiento de las estaciones y todas las interfaces que sean necesarias para definir el material rodante, poniendo especial énfasis en los gálibos en estaciones, zonas de intercambio, el trazado en rectas, curvas y túneles en caso de existir.

Los estudios y diseños del material rodante (MR) incluirán entre otras la identificación y la definición de la resolución de las siguientes interfaces:

- Interfaces con las obras civiles (diseño geométrico, estaciones y Patio-Taller)
- Interfaces con la superestructura de vía férrea
- Interfaces con el sistema de alimentación de energía eléctrica
- Interfaces e integración del equipo embarcado del sistema de señalización y control de trenes
- Interfaces e integración de los equipos embarcados con el sistema de telecomunicaciones
- Interfaces con los pasos a nivel
- Gestión RAMS

También se tendrá en cuenta en el prediseño del material rodante, con respecto a la capacidad portante, los resultados de los estudios de actualización de la demanda de pasajeros, que serán los que darán los fundamentos para definir los volúmenes de pasajeros a movilizar, lo cual permitirá definir el tipo de vía férrea, el riel y definir así de manera clara el material rodante a utilizar en el Corredor Férreo del Sur. El estudio de demanda será calculado por la disciplina de Transporte en este proyecto.

Entonces, según lo mencionado se listan factores clave para definir el tipo de material rodante para el sistema.

- Tipo de vehículo.
- Número de vagones.
- Capacidad de pasajeros.
- Longitud del Tren.
- Número de coches motores y de coches remolque del tren.
- Potencia máxima del tren.
- Gama de aceleración de arranque.
- Aceleración de frenado.
- Velocidad máxima.
- Diámetro de las ruedas.

La composición de los coches de trenes se adaptará al modelo de operación de la línea y a la demanda de pasajeros en hora pico por sentido de la línea. Este estudio de demanda será suministrado por la disciplina de Transporte en la Etapa IV del proyecto.

En general para la selección del material rodante que mejor se adapte a la naturaleza del proyecto del Corredor Férreo del Sur, se considerará en sus requisitos básicos, entre otros, los siguientes factores:

- La clase y tipo de vehículo en función de su objetivo inmediato dentro del proyecto, definiendo parámetros tales como modo de tracción, trocha, capacidad, velocidad de operación.
- La interrelación del vehículo con los otros subsistemas de la red ferroviaria a la que se va a incorporar ya sea nueva o existente, estableciendo su relación con la superestructura de la vía, las señales y comunicaciones y las modalidades de la operación ferroviaria.
- La evolución esperada en la tecnología ferroviaria en el ámbito espacial y temporal del proyecto, para evitar la obsolescencia prematura de los equipos.
- La relación del proyecto con los sistemas ferroviarios conectados o afines y las características actuales y previstas a futuro de éstos.
- Equipados con sistema de detección, aviso, registro de fallas y medición de rendimiento de los diversos componentes.
- Todos los componentes del material rodante identificados como críticos, serán a prueba de falla (fail-safe)
- Vida útil superior a 40 años.

Todos estos factores serán objeto de evaluación mediante una matriz multicriterio que permita definir la mejor alternativa del Material Rodante a seleccionar.

Una vez seleccionada la mejor alternativa se profundizará en describir las características técnicas del Material Rodante propuesto. Características que serán consultadas ante los diferentes proveedores internacionales.

Será de importancia realizar un análisis de interoperabilidad del Material Rodante con otros proyectos de la Región, como lo es la PLMB y el Sistema Regiotram de Occidente. Para ello se utiliza una metodología de análisis comparativo y correlación entre sistemas, teniendo presente las características de los sistemas mencionados y ya analizados en etapas anteriores. El resultado de esto definirá la posibilidad de integración entre proyectos.

### **2.1.2.9 OPERACIONES FERROVIARIAS**

El Sistema de Operación Ferroviaria está generalmente definido como, el concepto de la capacidad interna de respuesta del sistema ferroviario propuesto a la demanda exterior, en este caso de pasajeros.

Surge de la integración de las áreas básicas de la explotación ferroviaria, que son: la infraestructura de la vía férrea y la infraestructura de las instalaciones y terminales. En otros términos, corresponde a los procesos de tráfico o de la operación ferroviaria, identificados generalmente como: capacidad, velocidad, fluencia y seguridad.

El plan operacional preliminar tendrá la finalidad de determinar factores de operación como: No. de trenes, proyección de kilómetros comerciales y pasajeros. Este último factor dependerá de los resultados obtenidos en el estudio de demanda facilitado por la disciplina de transporte en este proyecto.

En la Etapa IV se establecerán los criterios del prediseño del Plan Operativo, enmarcados en los requerimientos necesarios según el nivel de integración del proyecto con otros corredores férreos.

Se definirán las bases de los objetivos funcionales y de prestaciones (parámetros cuantificables) que deberá cumplir el sistema, además de las limitaciones principales que deberán tenerse en cuenta.

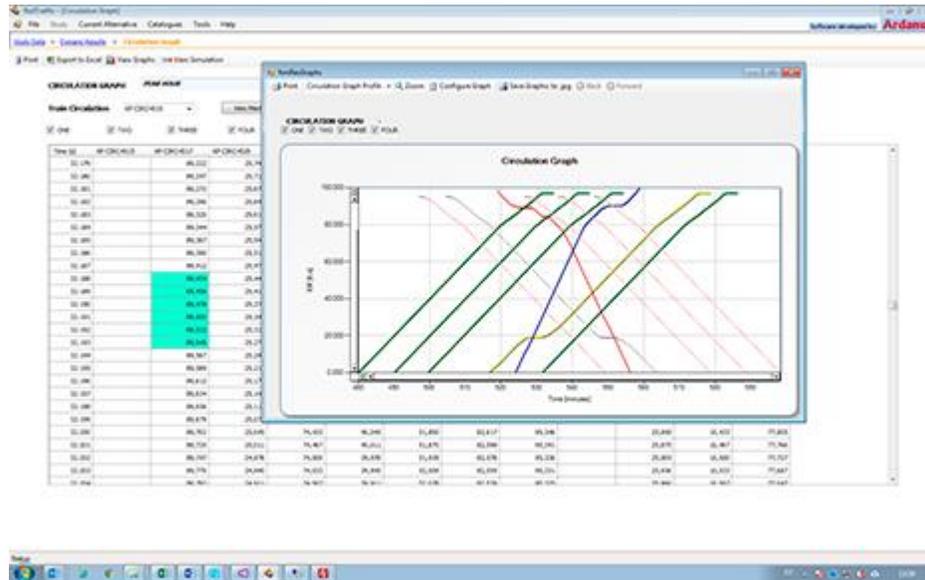
En particular, se contemplarán los siguientes criterios operacionales

- Las prestaciones de servicio:
- Capacidad de transporte esperada
- Velocidades de operación. Velocidad comercial, velocidad máxima.
- Frecuencias previstas
- Amplitud horaria y planes de producción previsto

Es posible obtener datos de importancia para este componente con el uso del software RailTraffic, un software propio de esta Consultoría, presentado también como herramienta útil en el apartado del Sistema de Señalización y Control de Trenes.

Se trata de un Software para el análisis de explotación de las líneas ferroviarias en función de trazado, material rodante y tipo de señalización. Permite realizar las simulaciones de marchas y análisis de capacidad.

Ilustración 5 Software RAILTRAFFIC



Fuente: [www.ardanuy.com](http://www.ardanuy.com)

El Plan Operacional Preliminar deberá definir también:

- Los niveles de seguridad esperados conforme a las normas internacionales CENELEC 50126, 50128 y 50129.
- Intermodalidad con otros medios de transporte, integración y coordinación de frecuencias de servicio.
- Para el modelo de operación a implementar y la estructuración de la oferta en función de los diversos escenarios resultado del estudio de demanda (insumo de la disciplina de Transporte), se utilizarán simulaciones en software propios de la empresa Ardanuy denominado RailTraffic (ver ilustración 6). Los resultados esperados son:
  - Estructuración de la oferta de trenes
  - Histogramas o mallas de servicio comercial a implementar, con detalle de tiempos y márgenes de regularidad
- Dimensionamiento de los recursos humanos, turnos de maquinista y personal de estaciones asociados a cada servicio;
- Modelo de operación de las estaciones. Indicadores de demanda.
- Las grandes funciones que debe cumplir el sistema:
  - Seguridad de los pasajeros y del personal
  - Modos de conducción (en particular, la definición de las áreas de conducción con automatismo y las áreas de conducción manual)

- Modo operativo nominal, es decir la gestión de los itinerarios, los controles de gestión del tráfico (limitación de velocidad, omisión del servicio en una estación), la regulación del tráfico y la gestión de las demoras.
  - Gestión de los Modos de contingencias con base a una gestión de “incidencias” en la operación
  - Modos de emergencia (evacuación de los trenes y de las estaciones, detección de incendios, etc.)
  - Accesibilidad del Sistema (trenes y estaciones)
  - Sistema de información al viajero
- Las principales limitaciones externas al Sistema son:
    - Inserción
    - Trazado
    - Operación
    - Mantenimiento



#### 2.1.2.10 PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA FERROVIARIO

Se estudiará la posibilidad de integración de los diferentes sistemas ferroviarios del Corredor Férreo del Sur con los proyectos existentes en la Bogotá Región, esto atado a la información que se encuentra disponible de dichos proyectos y a la capacidad que los mismos tengan.

Se realizará un análisis relacionado con la posibilidad que la operación del proyecto se centralice en un solo Centro de Control de Operaciones integrado con el de las demás líneas férreas de la ciudad.

El prediseño del Centro de Control de Operaciones CCO del Corredor Férreo del Sur, se ajustará al conjunto de las instalaciones ferroviarios existentes o nuevas y a las herramientas de control y telemando que se integrarán en las salas operativas, funcionales y de control del sistema. El objetivo del prediseño será el de clarificar y simplificar el funcionamiento y el control de estas instalaciones.

En la evaluación se tomará en consideración los requerimientos de calidad de servicio de los servicios de datos, voz, video y control implementados para comunicar el tren con los elementos de tierra (Comunicación Tren-Tierra), y también se analizarán las prestaciones que ofrece cada tecnología existente en el mercado, incluyendo las limitaciones de cada una de ellas.

Para satisfacer las necesidades de todos los servicios de datos, voz, video y control, se debe estudiar y conocer el ancho de banda mínimo requerido y así plantear la alternativa más favorable.

Las posibilidades de interoperabilidad del Material Rodante y superestructura de la vía con otros sistemas férreos serán mencionadas en su apartado específico.

### 2.1.2.11 RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO EN FUTURAS ETAPAS

Como recomendaciones para desarrollos futuros se presentará un plan de integración con otros sistemas de transporte masivo de la ciudad o región que permita la continuidad con el Corredor Férreo del Sur, en su defecto un sistema alternativo interoperable de intersección en las estaciones principales o en estaciones terminales al Corredor Férreo del Sur con el fin de promover y garantizar una amplia red de transporte férreo que cubra las necesidades de transporte masivo de la región.

Se presentarán en etapa 4 de este proyecto estas recomendaciones, esencialmente de orden técnico, necesarias para el desarrollo del proyecto en etapas siguientes.

También se definirá la inclusión y se cuantificarán costos de la participación de un EIS/ISA (Evaluador Independiente de la Seguridad), el cual debería participar desde el diseño de detalle hasta la puesta en servicio del proyecto del Corredor Férreo del Sur.

Como resultado de la investigación de la demanda, en la que posiblemente se analicen aspectos como: análisis económico y social de la población servida, localización, impacto de las zonas aledañas al trazado, etc., sistemas de transporte alternativo, la definición del tipo de tren podría llevar a considerar sistemas de transporte ferroviario con menores especificaciones en cuanto a la energía, especificaciones de las locomotoras y vehículos (coches), instalaciones y estaciones, etc., cuyos costos podrían viabilizar más racionalmente el proyecto.

Lo anterior se complementa con la información de que en el trayecto ferroviario considerado el Corredor Férreo del Sur coexistirá con el proyecto del Metro y el sistema de Transmilenio, SITP.

#### ➤ PRODUCTOS ENTREGABLES

Los entregables se definen a partir de los alcances y actividades descritas.

- Informe 1
  - Metodología y plan de trabajo

- Informe 2
  - Recopilación y análisis de información - RAI
- Informe 3. N/A
- Informe 4.
  - Prediseño de la infraestructura de vía
  - Prediseño de la superestructura
  - Prediseño de la Infraestructura ferroviaria, este entregable contiene:
    - Sistema de Supervisión y Control ubicado en el Centro de Control de Operaciones, el Principal y de Respaldo.
    - Sistemas de alimentación de Energía Eléctrica (SER, SET y CTE).
    - Sistema de Señalización y Control de Trenes.
    - Sistema de Puertas de Andén o Plataforma.
    - Sistema de Telecomunicaciones.
    - Sistema de Radiocomunicaciones.
    - Sistema de Peaje/Control de Acceso.
    - Equipos de Patio Taller.
    - Equipos de pasos a Nivel
    - Operaciones Ferroviarias (Plan Operacional Preliminar, POP)
  - Prediseño de instalaciones ferroviarias
  - Propuesta de tipologías de material rodante.
  - Propuesta de integración del sistema ferroviario
  - Recomendaciones para el desarrollo del proyecto en futuras etapas